

COMUNE DI LANUVIO



PROVINCIA DI ROMA CAPITALE



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp RNE 1 LANUVIO SOLAR

Istanza di valutazione di impatto ambientale per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili ai sensi dell'artt. 23, 24-24bis e 25 D.lgs. n.152/2006

IMMOBILE	Comune di Lanuvio Foglio 34 Mappali 7/parte, 92/parte, 93 e 27/parte	
PROGETTO VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE	OGGETTO DOC02 – RELAZIONE TECNICA	SCALA --
REVISIONE - DATA	VERIFICATO	APPROVATO
REV.00 - 25/05/2023		
IL RICHIEDENTE	RNE1 S.r.l. 20144 Milano – Viale San Michele del Carso, 22 FIRMA _____	
IL PROGETTISTA	Ing. Riccardo Vaz Gno  FIRMA _____	
TEAM DI PROGETTO	Arch. Rosalba Teodoro - Ing. Francesca Imbrogno Per. Ag. Giovanni Cattaruzzi LAND LIVE 20124 Milano - Citycenter Regus - Via Lepetit 8/10 Tel. +39 02 0069 6321 13900 Biella - Via Repubblica 41 Tel. +39 015 32838 - Fax +39 015 30878	



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 1 di
132

INDICE

INDICE	1
1. INTRODUZIONE	4
2. DATI QUANTITATIVI PRINCIPALI	6
2.1 <i>Dati dell'impianto fotovoltaico e riduzione emissioni CO₂</i>	7
3. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL SITO	11
2.2 Stato di fatto	12
4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	13
4.1 Stato di progetto	14
4.2 Dati ambientali relativi al sito di installazione	15
4.3 Requisiti impianto Agrivoltaco	17
4.4 impianto fotovoltaico su tracker monoassiali	21
4.3.1 <i>Dati generali Impianto</i>	21
4.3.2 <i>Descrizione tecnica delle strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale</i>	24
4.3.3 <i>Descrizione di Inverter di stringa e Cabine di trasformazione</i>	27
4.3.4 <i>Collegamenti elettrici e cavidotti</i>	28
4.3.5 <i>Moduli fotovoltaici</i>	29
4.3.6 <i>Cabina di consegna</i>	31
4.3.7 <i>Connessione alla CP di Aprilia di e-distribuzione</i>	31
4.3.8 <i>Connessione dalla CP di Aprilia alla CP Le Ferriere</i>	32
4.3.9 <i>Tecnologia No Dig</i>	32
4.5 Controllo e monitoraggio dell'impianto fotovoltaico	34
4.6 Impianto di antifurto	34
4.7 Cavi elettrici e cablaggio.....	34
4.8 Relazione di calcolo dell'impianto elettrico	34
5. LE OPERE DI MITIGAZIONE E ATTIVITA' AGRONOMICHE	56
5.1 Mitigazioni arboree e arbustive.....	56
5.2 Accorgimenti tecnici.....	66
5.3 Realizzazione di postazioni apistiche	67
5.4 Mitigazioni in fase di cantiere	68
5.5 L'attività agronomica.....	69
6. MOVIMENTAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO	73
6.1 Dimensioni e Caratteristiche dell'Impianto	73
6.2 Stima dei volumi di scavo	74
<i>Cavidotto AT- da realizzare esternamente all'impianto</i>	75
<i>Cavidotto MT – Esterno all'impianto</i>	76
<i>Cavidotto MT – Interno all'impianto</i>	78
<i>Cavidotto BT – da realizzare internamente all'impianto</i>	79



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 2 di
132

<i>Movimenti terra interni ai layout di progetto</i>	81
<i>Movimenti terra esterni ai layout di progetto</i>	82
7. ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE E RICADUTE OCCUPAZIONALI	83
7.1 DESCRIZIONE DELLE FASI INDIVIDUATE NEL CRONOPROGRAMMA	87
<i>Allestimento cantiere</i>	87
<i>Analisi e valutazione degli impatti dei cantieri per la realizzazione dei cavidotti di progetti</i>	87
<i>Mitigazioni</i>	
<i>Mitigazione delle polveri</i>	90
<i>Picchettamento del terreno</i>	91
<i>Realizzazione viabilità e piazzole</i>	91
<i>Realizzazione recinzione</i>	92
<i>Sbancamenti e realizzazione piano di posa cabine</i>	92
<i>Installazione cabine</i>	92
<i>Infissioni pali/viti montaggio strutture di supporto</i>	93
<i>Cavidotti interrati</i>	94
<i>Montaggio dei quadri di parallelo</i>	95
<i>Stringatura e cablaggi CC</i>	95
<i>Cablaggio cabine</i>	95
<i>Cablaggi MT</i>	95
<i>Montaggio moduli fotovoltaici</i>	95
<i>Smantellamento opere di cantiere e pulizia</i>	95
<i>Opere di realizzazione cavidotto MT alla CP Aprilia</i>	95
<i>Opere relative al potenziamento della linea AT tra la CP di Aprilia e la CP Ferriere di Latina</i>	96
7.2 Cronoprogramma	98
8. PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO – GESTIONE DEI RIFIUTI	99
8.1 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	100
8.2 IL RICICLO DEI MATERIALI	101
8.3 DISMISSIONE E RICICLO DEI MODULI FOTOVOLTAICI.....	104
8.3.01 Recupero delle materie prime	106
8.3.02 Specifiche tecniche imballaggio moduli su bancali.....	107
8.4 DISMISSIONE E RICICLO DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO	108
8.5 DISMISSIONE E RICICLO DELLE FORNITURE ELETTRICHE	109
8.5.01 Dismissione e Riciclo delle Cabine Elettriche.....	110
8.5.02 Dismissione e Riciclo dei Cablaggi.....	111
8.6 PERCENTUALI IPOTIZZATE DI RICICLO	112
8.7 MODALITA' DI SMALTIMENTO DEL NON RICICLABILE	113
8.8 MODALITA' DI RIPRISTINO DEL SUOLO OCCUPATO DA TUTTE LE OPERE DI PROGETTO	114
8.9 COMPUTO METRICO PER LA DISMISSIONE	117
9. CRONOPROGRAMMA DISMISSIONE.....	118
10. ILLUMINAZIONE CAMPI FOTOVOLTAICI – IMPATTO NOTTURNO	120
ALLEGATO 1 – PVSYST	125



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 3 di
132



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 4 di
132

1. INTRODUZIONE

Il presente documento, unitamente alle altre relazioni specialistiche, intende consentire una valutazione tecnica in merito al progetto oggetto di Studio di Impatto Ambientale.

In particolare, vengono analizzati i seguenti elementi:

Professionisti	Aree tematiche coinvolte	Rif. DOC02 Rel. Tecnica	Rif. Altri documenti
Arch. Rosalba Teodoro Ing. Riccardo Valz Gris	Studio di impatto ambientale		DOC01 – Studio Preliminare Ambientale
RELAZIONI SPECIALISTICHE			
Arch. Rosalba Teodoro	Impatto urbanistico – analisi dei vincoli		DOC03 - Relazione urbanistica
Arch. Rosalba Teodoro	Impatto paesaggistico		DOC04 - Relazione paesaggistica
Per. Ag. Giovanni Cattaruzzi	Opere mitigazione vegetali		DOC05 - Relazione agronomica
Ing. Riccardo Valz Gris	Impatto abbagliamento solare		DOC07 - Relazione abbagliamento
Ing. Riccardo Valz Gris	Impatto idraulico		DOC08 - Relazione sull'invarianza idraulica
Ing. Francesca Imbrogno	Impatto campi elettromagnetici		DOC09 - Relazione campi elettromagnetici
Dott. Geol. David Simoncelli	Relazione geologica		DOC10- Relazione geologica
Arch. Rosalba Teodoro	Relazione fotografica	DOC12 – Relazione fotografica	
 Ing. Riccardo Valz Gris	Impatto sulla riduzione delle emissioni di CO ₂		
 Ing. Riccardo Valz Gris	Impatto sulla movimentazione delle terre e rocce da scavo: movimentazioni interne ed esterne ai cantieri		
 Ing. Riccardo Valz Gris	Impatto occupazionale		
 Ing. Riccardo Valz Gris	Impatto attività di dismissione e ripristino		

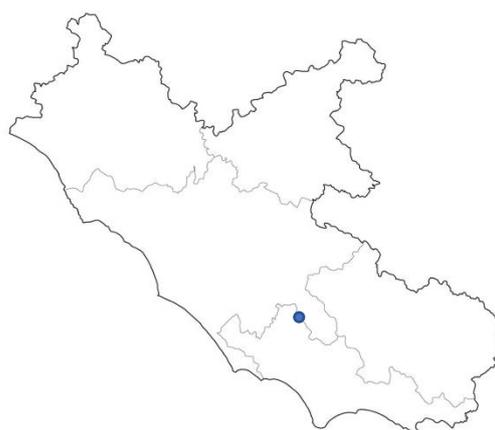


IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 5 di
132



Cabina Primaria di e-distribuzione di Aprilia da 150 kV





**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 6 di
132

2. DATI QUANTITATIVI PRINCIPALI

L'area in esame per il presente progetto si trova nel Comune di Lanuvio in provincia di Roma al confine con il comune di Aprilia in provincia di Latina. Tale area trova una buona sincronia con il progetto del campo agrivoltaico, perché permettono di evitare la realizzazione di strutture che limitino la permeabilità del terreno¹, che ne alterino la flora esistente² e che impediscano la permanenza o il passaggio della fauna locale³.

Nelle tabelle di seguito la sintesi delle informazioni del progetto:

Dati generali

Ubicazione e denominazione	Comune di Lanuvio
Coordinate geografiche	41°36'13.37"N; 12°40'16.07"E
Superficie complessiva del terreno	609 988,00 m ²
Superficie complessiva moduli	233 360,653 m ²
Superficie complessiva mitigazione	32 200 m ²

L'ambito di intervento si colloca in località Macchia del Casale al confine tra la Provincia di Roma e quella di Latina e interessa amministrativamente il Comune di Lanuvio. L'energia prodotta dal campo fotovoltaico verrà veicolata mediante cavidotto MT dall'area di progetto all'area di Step-Up che si trova a distanza di circa 3,46 km nel Comune di Aprilia. All'interno della Step-Up avverrà la trasformazione da MT a AT per poi collegarsi alla CP di Aprilia di e-Distribuzione a 150 kV, inoltre, è prevista una piccola porzione di area, sempre all'interno della Step-Up, indicata come superficie per eventuale inserimento futuro di Battery Energy Storage System (BESS).

Dalla CP di Aprilia è previsto un potenziamento della linea di AT fino alla CP Le Ferriere situata nel comune di Latina che prevede un tratto interrato in AT di circa 5,9 km e la sostituzione di alcuni piloni dell'alta tensione.

L'intervento consiste, nella realizzazione di un impianto agrivoltaico su tracker monoassiali, delle dimensioni di 54,2016 MWp e si estende su un'area di circa 61 ettari, di proprietà privata. Gli elementi di contorno che contengono l'area risultano essere:

- Lato Nord è presente una strada privata
- Lato Est è presente strada comunale (Via Campomorto);
- Lato Sud è presente una zona urbanizzata;
- Lato Ovest è presente un tratto del Fosso della Ficocchia declassato.

¹ I pannelli sono sollevati su tracker, le strade di collegamento interno sono in terreno battuto e non è previsto l'uso di asfalto o di altro materiale impermeabile

² È prevista la conservazione delle parti boscate, dei filari e delle alberature esistenti sul lotto, potenziando ove necessario la presenza arborea e garantendo nel tempo la manutenzione del verde esistente e del verde messo a dimora come opere di mitigazione

³ La preservazione delle aree boscate e delle aree di acque lentiche, consente la conservazione delle specie negli habitat esistenti e la presenza di varchi all'interno della recinzione perimetrale consentono il passaggio degli animali



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 7 di
132

2.1 DATI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO E RIDUZIONE EMISSIONI CO₂

L'impianto dal punto di vista elettrico è diviso in venti sotto campi.

Descrizione	Potenza installata	Moduli installati	Superficie moduli
	MW	numero	m2
Sottocampo 1	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 2	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 3	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 4	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 5	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 6	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 7	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 8	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 9	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 10	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 11	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 12	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 13	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 14	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 15	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 16	2,71	4 512,00	11656
Sottocampo 17	2,72	4 536,00	11718
Sottocampo 18	2,72	4 536,00	11718
Sottocampo 19	2,72	4 536,00	11718
Sottocampo 20	2,72	4 536,00	11718
Totale Area	54,20	90336,00	233361,38

La produzione di energia al primo anno è pari a **93,57 GWh**.

Il risparmio di CO₂ è stimato in 273,3 g CO₂/kWh⁴ pari a 30.063 t di CO₂/anno.

Il software di calcolo tiene conto dei dati garantiti dal produttore e per tali condizioni viene calcolato il decadimento della produzione elettrica. Il revamping dell'impianto è suggerito ogni 12 anni, Tenuto conto di questo rinnovo periodico dei moduli fotovoltaici, la produzione complessiva è la seguente:

⁴ Rapporto ISPRA 2020 – Fattori di emissione atmosferica di gas effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei tab.2.4 pag.31



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 8 di
132

Nel corso dei 30 anni di vita utile dell'impianto, considerando il decadimento dei moduli fotovoltaici, la produzione complessiva è la seguente:

Anno	E Grid [GWh]
1	93,26
2	92,49
3	91,60
4	90,58
5	89,43
6	88,06
7	86,47
8	84,76
9	82,97
10	81,14
11	79,42
12	77,85
13	76,31
14	74,79
15	73,31
16	71,97
17	70,74
18	69,43
19	67,95
20	66,21
21	63,79
22	60,62
23	57,02
24	53,04
25	48,72
26	44,38
27	40,23
28	36,27
29	32,47
30	28,82
	2 074,10

Possiamo dunque fare un confronto con la stima del fabbisogno di energia elettrica misurata nel 2019 - Distribuzione regionale di energia elettrica per settore di consumo nel 2019 (volumi in GWh e punti di prelievo in migliaia) anno 2019



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 9 di
132

REGIONE	DOMESTICO		NON DOMESTICO		TOTALE	
	VOLUMI	PUNTI DI PRELIEVO	VOLUMI	PUNTI DI PRELIEVO	VOLUMI	PUNTI DI PRELIEVO
Piemonte	3.888	2.311	15.837	562	19.726	2.873
Valle d'Aosta	144	108	767	27	911	135
Lombardia	9.630	4.857	51.368	1.076	60.998	5.934
Trentino-Alto Adige	970	550	5.015	165	5.985	715
Veneto	5.113	2.316	22.595	585	27.708	2.902
Friuli-Venezia Giulia	1.248	650	7.674	149	8.922	799
Liguria	1.477	1.030	4.454	254	5.931	1.283
Emilia-Romagna	4.498	2.252	19.912	610	24.410	2.861
Toscana	3.752	1.891	13.743	530	17.496	2.420
Umbria	842	422	4.682	116	5.524	538
Marche	1.395	746	5.072	207	6.467	953
Lazio	5.598	2.780	14.691	649	20.289	3.429
Abruzzo	1.173	716	4.239	161	5.412	877
Molise	258	171	1.044	39	1.302	210
Campania	4.997	2.264	11.257	563	16.254	2.826
Puglia	3.768	1.904	8.586	504	12.354	2.408
Basilicata	462	280	1.809	74	2.271	354
Calabria	1.903	1.022	3.131	225	5.034	1.247
Sicilia	5.268	2.393	9.563	553	14.831	2.946
Sardegna	2.079	879	4.757	202	6.835	1.081
ITALIA	58.462	29.543	210.198	7.249	268.660	36.792

Fonte: ARERA, Indagine sui settori regolati

Il fabbisogno del Lazio è pari a 20.289.000 MWh a confronto dei 93,28 GWh prodotti dall'impianto al primo anno.

Il contributo in termini di energia rinnovabile sui consumi del Lazio è pari al 0,45 %.

Di seguito si riporta tabella con le emissioni evitate grazie all'installazione del campo agrivoltaico:



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 10 di
132

Emissioni Evitate in Atmosfera e combustibile risparmiato in TEP

Risparmio di Combustibile fossile in TEP (tonnellate equivalenti di petrolio)	T.E.P. (tonnellate Equivalenti di Petrolio)			
Equivalenza fra una tonnellata equivalente di petrolio (TEP) e un MWh generato dall'impianto	0,187			
TEP risparmiate in un anno	17 498,20			
TEP risparmiate in 30 anni	469 858,07			
Emissioni Evitate nell'Atmosfera	CO2	SO2	NOX	Polveri
Emissioni evitate kg/MWh	474,00	0,37	0,43	0,01
Emissioni evitate ogni anno kg/MWh	44 353 725,24	34 622,11	40 236,50	935,73
Emissioni evitate in 30 anni o kg/MWh	1 190 977 140,00	929 665,70	1 080 422,30	25 126,10

RE



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 11 di
132

3. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL SITO

L'ambito di intervento si colloca in località Macchia del Casale al confine tra la Provincia di Roma e quella di Latina e interessa amministrativamente il Comune di Lanuvio. L'energia prodotta dal campo fotovoltaico verrà veicolata mediante cavo MT dall'area di progetto all'area di Step-Up che si trova a distanza di circa 3,46 km nel Comune di Aprilia. All'interno della Step-Up avverrà la trasformazione da MT a AT per poi collegarsi alla CP di Aprilia di e-Distribuzione a 150 kV.

Dalla CP di Aprilia è previsto un potenziamento della linea di AT fino alla CP Le Ferriere situata nel comune di Latina che prevede un tratto interrato in AT di circa 5,9 km e la sostituzione di alcuni piloni dell'alta tensione.

L'intervento consiste, nella realizzazione di un impianto agrivoltaico su tracker monoassiali, delle dimensioni di 54,2016 MWp e si estende su un'area di circa 61 ettari, di proprietà privata. Gli elementi di contorno che contengono l'area risultano essere:

- Lato Nord è presente una strada privata
- Lato Est è presente strada comunale (Via Campomorto);
- Lato Sud è presente una zona urbanizzata;
- Lato Ovest è presente un tratto del Fosso della Ficocchia declassato.



FIGURA 1 - IMMAGINI SATELLITARI DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO CON INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 12 di
132

2.2 STATO DI FATTO

Il lotto su cui si intende intervenire è composto da cinque particelle catastali appartenenti al Comune di Lanuvio. Di seguito l'elenco delle particelle coinvolte e l'inquadramento sulla planimetria catastale.

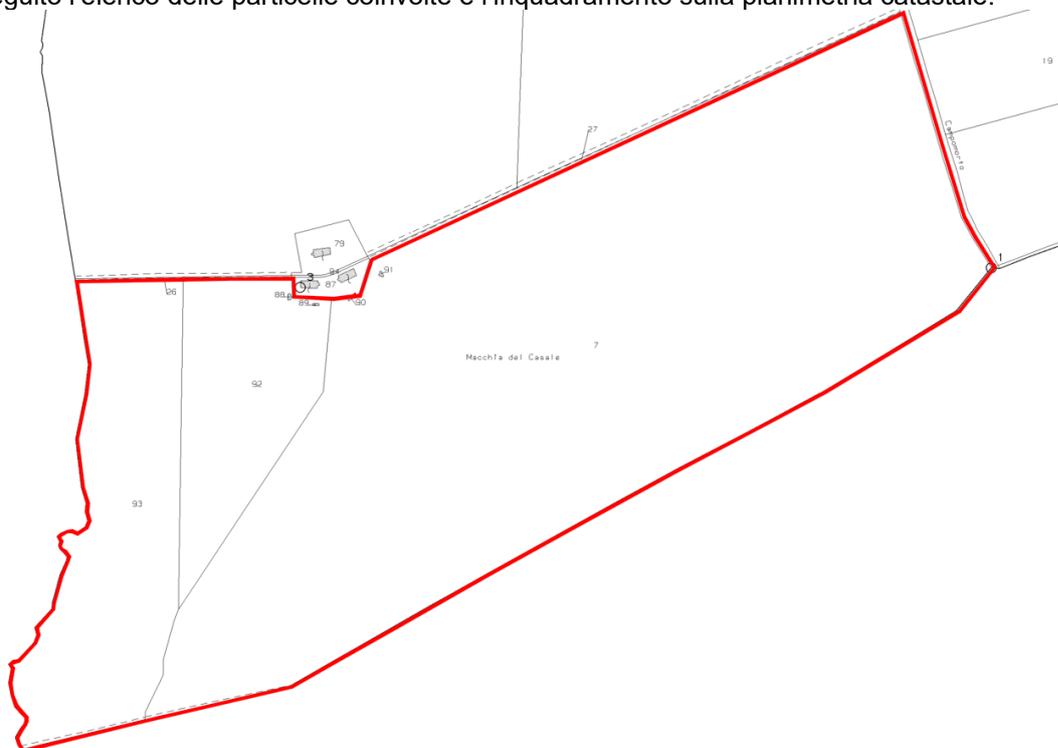


FIGURA 2 PLANIMETRIA CATASTALE DEL LOTTO DI INTERVENTO

N.	DATI IDENTIFICATIVI			SUPERFICIE			PROPRIETA'	
	Comune	Foglio	Particella	ha	are	ca	Nominativo	Codice fiscale
1	Lanuvio	34	7/parte	45	65	48	CAPPELLI Fabio nato a ROMA il 30/03/1962	CPPFBA62C30H501W
2	Lanuvio	34	92/Parte	5	38	13	CAPPELLI Fabio nato a ROMA il 30/03/1962	CPPFBA62C30H501W
3	Lanuvio	34	93	9	56	46	CAPPELLI Fabio nato a ROMA il 30/03/1962	CPPFBA62C30H501W
4	Lanuvio	34	27		28	73	CAPPELLI Fabio nato a ROMA il 30/03/1962	CPPFBA62C30H501W



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 13 di
132

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La morfologia del terreno permette all'impianto, collocato alla giusta distanza dai confini, di essere schermato in buona parte naturalmente per le proprietà intrinseche dei lotti. Il suolo dei terreni agricoli risulta essere abbastanza pianeggiante con una leggera depressione sul lato Sud - Ovest; pertanto, i lotti non avrebbero bisogno di grandi modifiche relative a scavi e riporti.

Nelle tavole grafiche del progetto definitivo allegate, si è provveduto a verificare le quantità e zone di scavo e rinterro. L'impianto dal punto di vista elettrico è diviso in venti sottocampi.

Il terreno è caratterizzato da un'estensione totale di circa 61 ha, mentre la superficie occupata dai pannelli è di **23,3** ha pari a circa il **38 %** della superficie disponibile.

Le tecniche di installazione del campo fotovoltaico rispettano quanto più possibile il terreno, di fatto essendo elevati su tracker ad inseguimento i pannelli non sono ubicati direttamente sul terreno, ma ne risultano sollevati, inoltre anche le tecniche di infilaggio dei tracker, infissi su pali e senza l'uso dei plinti in c.a., preservano quanto più possibile lo stato del terreno.

Anche gli interventi di sistemazione del terreno previsti, che hanno lo scopo di spianare e livellare il terreno perché sia idoneo all'accoglimento del campo fotovoltaico, non sconvolgono la natura del terreno, e non intervengono in alcun modo sulle presenze alberate.

Anzi il piano di recupero del lotto, prevede la manutenzione delle zone boscate, incluso l'impegno necessario a garantire l'attecchimento delle nuove piantine che saranno messe a dimora come opere di mitigazione come meglio descritte nel paragrafo dedicato.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 14 di
132

4.1 STATO DI PROGETTO

Gli interventi riguardano la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 54,2016 MWp su tracker monoassiali a doppio pannello, distanziati con interasse 8,25 m.

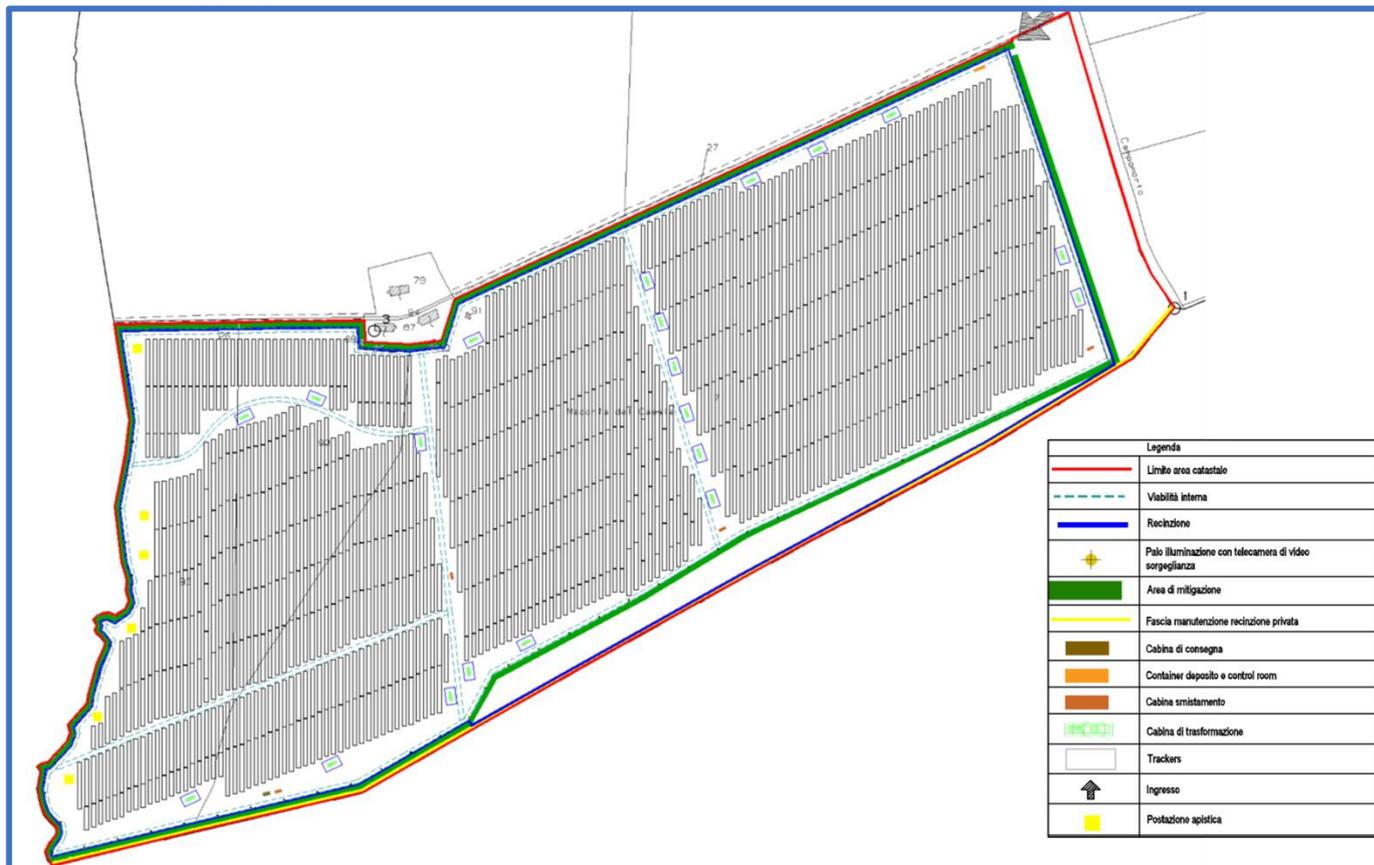


Figura 3 Planimetria di progetto su piano particellare



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 15 di
132

4.2 DATI AMBIENTALI RELATIVI AL SITO DI INSTALLAZIONE

I dati ambientali riportati di seguito nel dettaglio si riferiscono specificatamente a Lanuvio. I risultati dei calcoli PVsyst sono riportati nelle pagine seguenti.



PVsyst V7.3.3

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Meteo

Data range 01/01/20 00h00 to 31/12/20 23h00

Situation

Latitude 41.61 °N
Longitude 12.67 °E
Altitude 75 m
Time zone UTC+1

Source file characteristics

Date type sequential dates
Time step 1 Hour
Time shift of real data -19 Min.

Used parameters in source

Horiz. Global Ambient Temper.
Horiz. Diffuse Wind Velocity
Horiz. Beam

Hourly meteo - monthly sums

Interval beginning	GlobHor kWh/m ² /mth	DiffHor kWh/m ² /mth	T_Amb °C	WindVel m/s
January 20	71.9	23.9	8.9	2.3
February 20	97.2	31.1	10.8	3.0
March 20	128.4	52.8	11.1	2.6
April 20	175.0	54.6	14.0	2.2
May 20	216.0	69.8	18.8	2.5
June 20	222.3	69.0	20.6	2.6
July 20	243.4	63.0	25.1	2.2
August 20	199.6	62.2	26.0	2.4
September 20	143.8	49.8	22.2	2.2
October 20	99.1	44.6	16.1	2.7
November 20	68.7	30.6	14.0	2.2
December 20	47.6	25.2	10.3	2.9
Year 20	1713.2	576.7	16.5	2.5



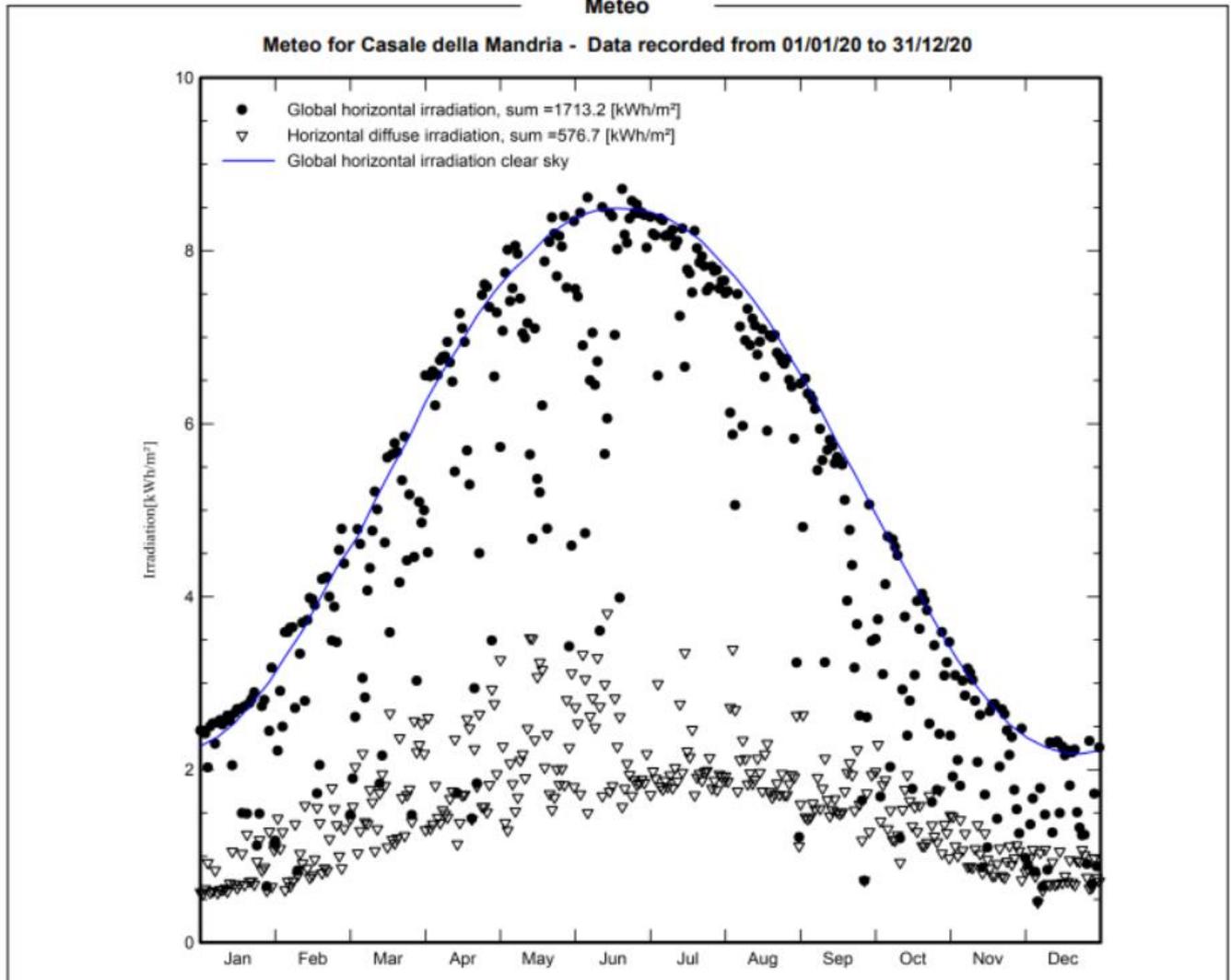
IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA



PVsyst V7.3.3

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Meteo





**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 17 di
132

4.3 REQUISITI IMPIANTO AGRIVOLTACO

L'impianto oggetto dell'iter autorizzativo è da ritenersi qualificato come "agrivoltaico" e non "agrivoltaico avanzato" (ovvero devono essere rispettate almeno le condizioni **A, B e D2** delle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici). I requisiti definiti dalle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici sono i seguenti⁵:

- **Requisito A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi:
 - A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;
 - A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;
- **Requisito B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale:
 - B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;
 - B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.
- **Requisito C:** L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- **Requisito D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- **Requisito E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Inoltre, un sistema agrivoltaico può essere costituito da un'unica "tessera" o più tessere. Si riporta all'interno della figura le due configurazioni di un sistema ad unica tessera (a sinistra) e a insieme di tessere (a destra).



Fonte: elaborazioni ENEA

Dagli elaborati prodotti si potrà osservare che per Alessandria l'impianto agrivoltaico è stato suddiviso in cinque tessere.

Le superfici prese in considerazione sono:

- Superficie totale agrivoltaica (S_{tot}): la superficie dell'impianto recintata (escluse le mitigazioni);
- Superficie totale ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}): la superficie che ricoprono i pannelli quando si trovano nella posizione mezzogiorno (parallelo al piano campagna)

⁵ "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" - Giugno 2022



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

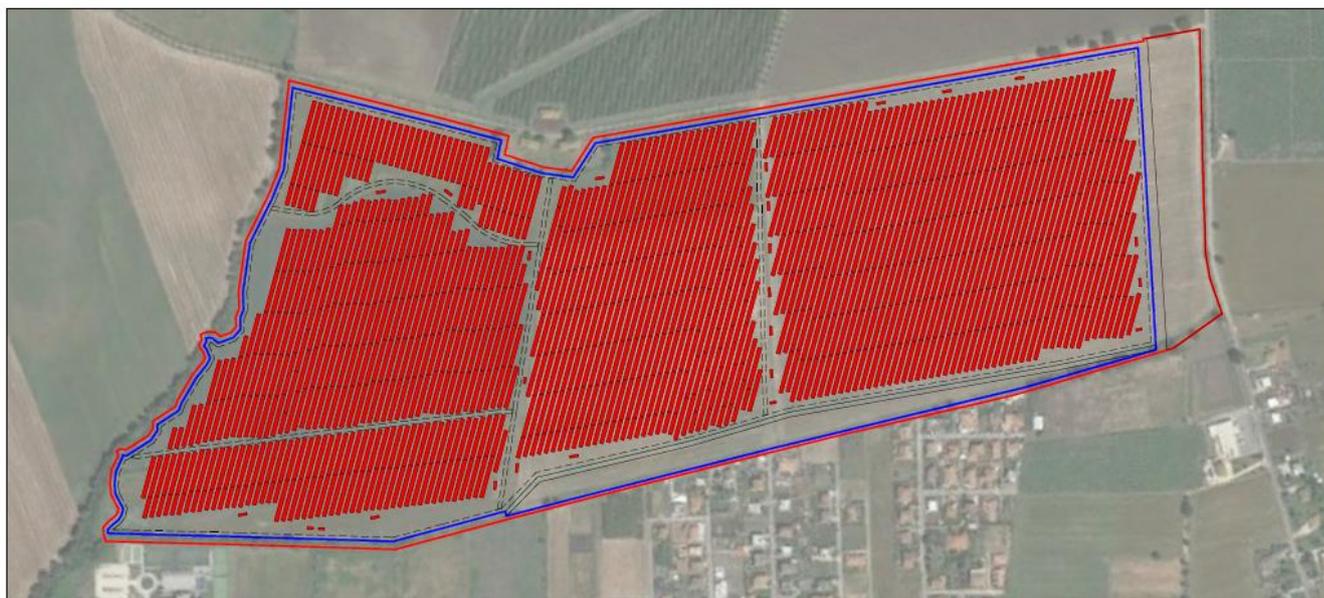
Pag 18 di
132

- Superficie agricola (S_{agricola}): la superficie totale agricola considerando la proiezione dei pannelli quando si trovano nella posizione del mattino (inclinata di 60°).

Il rispetto dei requisiti A.1, A.2, e B.2 sono stati soddisfatti riprogettando i layout dell'impianto fotovoltaico come di seguito evidenziato. Si riporta in seguito l'impianto adattato ai requisiti agrivoltaici con i relativi stralci delle tavole. (TAVag - 01 - Planimetria agrivoltaica), con l'impianto suddiviso in 2 tessere.



Planimetria Superficie totale sistema agrivoltaico - Scala 1:3000



Planimetria Superficie tot. ingombro dell'impianto agrivoltaico - Scala 1:3000



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA



Planimetria Superficie agricola - Scala 1:3000

LEGENDA	
	S_tot - Superficie tot. sistema agrivoltaico
	S_pv - Superficie tot. ingombro dell'impianto agrivoltaico
	S_agri - Superficie agricola
	Confine catastale
	Confine recinzione
	Confine Viabilità

	Totale
Potenza Impianto [kW]	54201,6
S_tot [m²]	584691,4
S_pv [m²]	233360,7
S_agricola [m²]	440514,5
FV_agri [GWh/ha/anno]	1,60
FV_standard [GWh/ha/anno]	1,54
Requisito A.1 - Superficie minima per l'attività agricola	
$S_{agri} \geq 0,7 * S_{tot}$	Verificato
Requisito A.2 - $(S_{pv}) / (S_{tot})$	
$LAOR \leq 40\%$	Verificato
Requisito B.2 - Producibilità elettrica impianto	
$FV_{agri} \geq 0,6 * FV_{standard}$	Verificato

Per quanto attiene gli ulteriori requisiti di conformità legati alla produttività agricola vanno considerati i requisiti B1 (distinti nei sottogruppi B1a, B1b) e D2 di seguito analizzati.

Requisito B.1 Continuità dell'attività agricola (Paragrafo 2.4 delle LLGG): prevede la continuità nel tempo dello svolgimento dell'attività agricola nel sito fotovoltaico e si suddivide in due punti controllo:



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 20 di
132

- B.1 a) esistenza e resa della coltivazione; vengono verificati a fini statistici gli effetti dell'attività fotovoltaica sulla produttività agricola; *“tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo”*.

Tenendo conto che le Linee Guida sono tutt'oggi oggetto di approfondimento interpretativo, che l'indirizzo produttivo dell'area ante operam e post operam rimarrà di tipo “estensivo” si propone di seguito una simulazione riguardante il caso di interesse:

- Colture prevalenti ante operam: produzione di seminativi estensivi (mais, soia, et al.); calcolo della PLV/ettaro: rilevabile mediante stima.
- colture post operam: produzione di seminativi estensivi (attività prevalente: foraggiere); calcolo della PLV/ettaro: rilevabile mediante stima.
- B.1 b) mantenimento dell'indirizzo produttivo; *“Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.”*

Di difficile applicazione in quanto viene richiesto che il calcolo venga attuato sull'intera azienda che coltiverà la superficie interessata dall'impianto confrontando lo stato (valore della produzione aziendale) ante e post operam; il rischio è quello di diluire il valore della produzione di quel segmento di attività ancorché di un possibile aumento della stessa, nelle pieghe della dinamica economica dell'impresa agricola; in ogni caso si propone una simulazione riguardante il caso di interesse:

- coltura ante operam: seminativo con prato avvicendato;
valore della produzione (PLV/ettaro secondo parametri RICA): €/ha 329,00
- coltura post operam: coltivazione foraggiere con prevalenza di erba medica
valore della produzione (PLV/ettaro secondo parametri RICA): €/ha 438,00

Esito della verifica: non cambia l'indirizzo produttivo che rimane la coltivazione di seminativi e nello specifico di foraggiere; inoltre il valore della produzione è apprezzabile. Pertanto si ritiene che, in linea di principio, il requisito possa essere rispettato.

Requisito D2 (Paragrafo 2.6 delle LLGG): i sistemi di monitoraggio; le Linee Guida stabiliscono inoltre la verifica periodica dell'effettiva sussistenza dei citati requisiti nell'arco del tempo.

- D.2 – Monitoraggio della continuità dell'attività agricola; come già descritto nei paragrafi precedenti, l'attività di monitoraggio dovrà riguardare anche i parametri riguardanti la resa e il mantenimento dell'indirizzo produttivo; in questo caso, sulla base dei dati contenuti nel fascicolo aziendale, dell'analisi del piano colturale annuale e dei dati tecnico economici provenienti dalla rilevazione secondo metodologia RICA e



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 21 di
132

l'elaborazione degli stessi da parte del CREA, verrà redatta una relazione di sintesi a firma di un agronomo con requisiti di terzietà.

4.4 IMPIANTO FOTOVOLTAICO SU TRACKER MONOASSIALI

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto agrivoltaico che utilizza pannelli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino caratterizzato su terreno privato a destinazione agricola tipo con le seguenti caratteristiche:

4.3.1 Dati generali Impianto

Tipo di terreno:	Terreno agricolo
Potenza di picco:	circa 54,2016 MWp
Posizionamento del generatore FV:	installazione su tracker
Orientamento asse generatore FV:	NORD-SUD
Angolo di tilt del generatore FV:	variabile con inseguimento est-ovest
Fattore di albedo:	erba verde: 0.20
Fattore di riduzione delle ombre	Komb 18%

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando 90336 moduli in silicio monocristallino da 600 Wp ciascuno e 20 inverter centralizzati da 2500 kW nominali come dettagliatamente descritto negli elaborati grafici e di seguito.

Come si mostra nella planimetria di progetto su riportata, il progetto prevede la suddivisione dell'impianto fotovoltaico in venti distinti sottocampi dotati di cabine di trasformazione ed inverter. I pannelli sono su tracker doppi da 96 48 pannelli, posti a interasse di 8,25 m.

In particolare, si distinguono:

Stringhe	n. moduli in serie	n. moduli totali	Potenza Singolo modulo (Wp)	Potenza Totale (MWp)
Sottocampo 1	188	4512	600	2,7072
Sottocampo 2	188	4512	600	2,7072
Sottocampo 3	188	4512	600	2,7072
Sottocampo 4	188	4512	600	2,7072
Sottocampo 5	188	4512	600	2,7072
Sottocampo 6	188	4512	600	2,7072
Sottocampo 7	188	4512	600	2,7072
Sottocampo 8	188	4512	600	2,7072
Sottocampo 9	188	4512	600	2,7072
Sottocampo 10	190	4560	600	2,736
Sottocampo 11	188	4512	600	2,7072



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 22 di
132

Sottocampo 12	190	24	4560	600	2,736
Sottocampo 13	188	24	4512	600	2,7072
Sottocampo 14	188	24	4512	600	2,7072
Sottocampo 15	188	24	4512	600	2,7072
Sottocampo 16	188	24	4512	600	2,7072
Sottocampo 17	188	24	4512	600	2,7072
Sottocampo 18	188	24	4512	600	2,7072
Sottocampo 19	188	24	4512	600	2,7072
Sottocampo 20	188	24	4512	600	2,7072
Totali per Campo fotovoltaico			90336		54,2016



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 23 di
132

Il calcolo delle superfici coperte dai moduli e dalle cabine è riassunto in un'unica tabella:

Calcolo Superfici coperte dai moduli e cabine			
	Quantità	Superficie Singolo elemento	Superficie coperta [m2]
		[m2]	
Trackers 2x48	896	247,99	222199,04
Trackers 2x24	90	124	11160
Cabina Consegna	1	22,04	22,04
Cabine Smistamento	4	22,04	88,16
Cabine di trasformazione	20	32,6	652
Container	2	18	36
Superficie totale [m2]			234 157,24

I moduli fotovoltaici saranno posati a terra tramite idonee strutture in acciaio zincato con inseguimento mono-assiale, come meglio descritto in seguito, disposti in file parallele opportunamente distanziate onde evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco. L'impianto sarà di tipo GRID-CONNECTED (connesso alla rete elettrica per l'immissione dell'energia).

La misura dell'energia prodotta si realizzerà nel Locale di misura all'interno del manufatto Step Up ubicato nei pressi della CP di e-distribuzione di Aprilia da 150 kV ed avverrà, come prescritto dalle norme vigenti, attraverso un contatore di energia di tipo elettromeccanico con visualizzazione della quantità di energia ceduta alla rete elettrica esterna. Il contatore sarà installato a valle del trasformatore di Alta Tensione ubicato nella Step-Up.

Dalla CP di Aprilia è previsto un potenziamento della linea di AT fino alla CP Le Ferriere situata nel comune di Latina che prevede un tratto interrato in AT di circa 5,9 km e la sostituzione di alcuni piloni dell'alta tensione.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 24 di
132

4.3.2 Descrizione tecnica delle strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale



Il progetto prevede l'impiego di tecnologie ad inseguimento monoassiale che permettono allo stesso tempo di aumentare significativamente la redditività degli impianti e di ridurre l'impatto visivo degli stessi, avendo altezze inferiori. L'inseguitore solare est-ovest ha l'obiettivo di massimizzare l'efficienza energetica e i costi di un impianto fotovoltaico a terra che impiega pannelli fotovoltaici in silicio cristallino. Questo obiettivo si raggiunge con un singolo prodotto che garantisce i vantaggi di una soluzione di inseguimento solare con una semplice installazione e manutenzione come quella degli array fissi post-driven. Il tracker orizzontale monoassiale, che utilizza dispositivi elettromeccanici, segue il sole tutto il giorno, da est a ovest sull'asse di rotazione orizzontale nord-sud (inclinazione 0°). Il layout di campo con inseguitori monoasse orizzontali sono molto flessibili, ciò significa che mantenere tutti gli assi di rotazione paralleli l'uno all'altro è tutto ciò che è necessario per posizionare opportunamente i tracker. Il sistema di backtracking controlla e assicura che una serie di pannelli non oscuri gli altri pannelli adiacenti, quando l'angolo di elevazione del sole è basso nel cielo, all'inizio o alla fine della giornata.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 25 di
132

SKYSMART 2 TRACKER SPECIFICATIONS

Tracking Type	Independent horizontal single-axis tracker
Tracking Range	±60°
Driving System	Slewing drive, parallel multi-point design, 24VDC Motor
Modules per Tracker	Up to 120 modules per tracker
System Voltage	1,000 V or 1,500 V
Ground Coverage Ratio	Typical ≥35%
Foundation Options	Ramming/Pre-drilling/Concrete Piles
Terrain Adaption	Up to 20% N-S Slope
Structure Material	Hot dipped galvanized/Pre-galvanized steel
Power Supply	Powered by PV strings, back-up Li-ion battery
Daily Energy Consumption	Typical 0.08kWh
Standard Wind Design	105mph (47m/s) per ASCE7-10, higher wind load available
Wind Protection`	18m/s
Module Supported	All commercially available modules
Operation Temperature	-30°C to 60°C

ELECTRONIC CONTROLLER SPECIFICATIONS

Control System	1 controller per tracker
Control Algorithm	Astronomical algorithms + Tilt sensor close loop
Tracking Accuracy	≤ ±2°
Backtracking	Yes
Communication Options	LoRa wireless/ RS 485 cable
Night Position	Yes



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 26 di
132

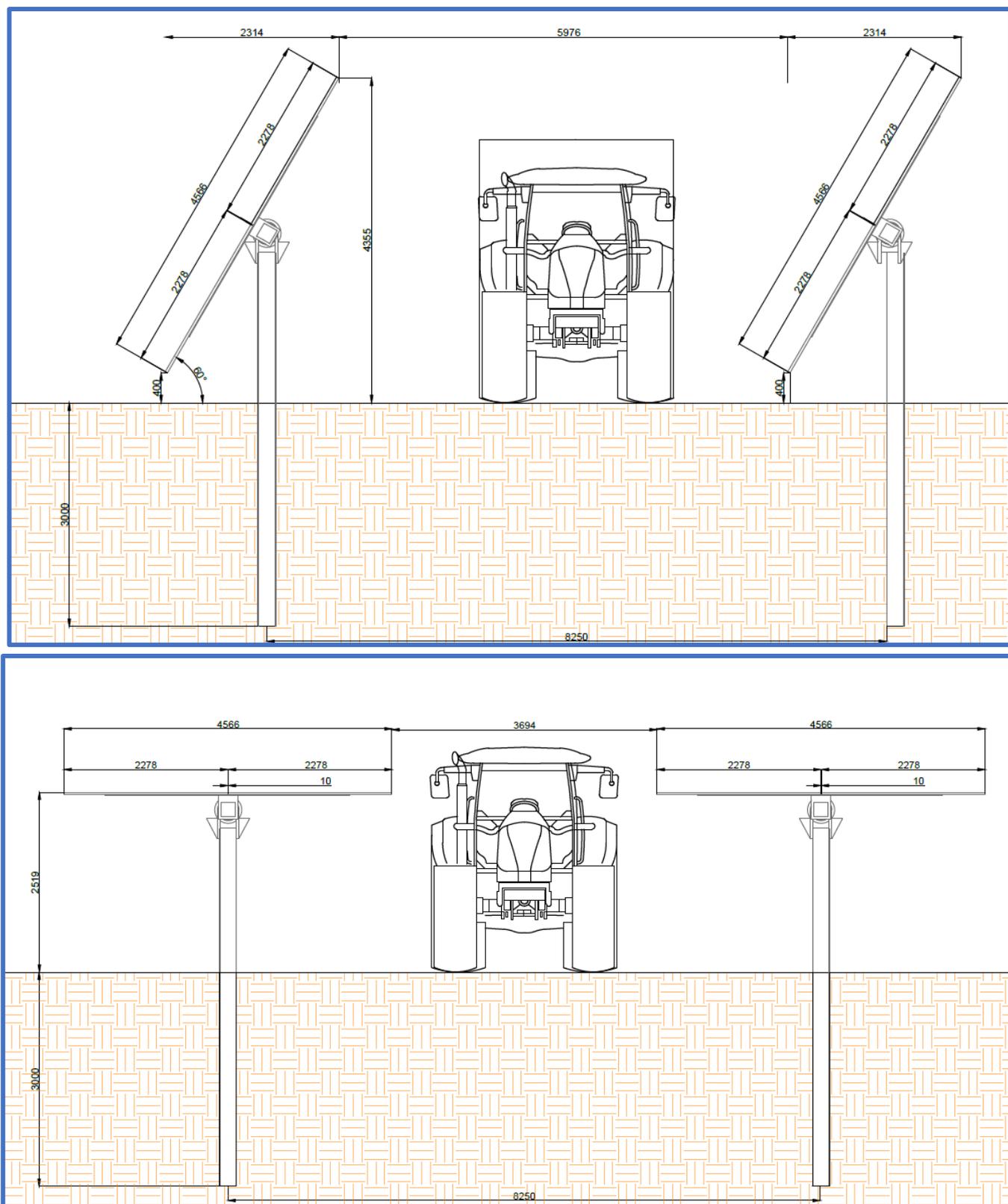


FIGURA 4 - DATI DEI TRACKER

Il Backtracking massimizza il rapporto di copertura del suolo. Grazie a questa funzione, è possibile ridurre la distanza centrale tra le varie stringhe. Pertanto, l'intero impianto fotovoltaico occupa meno terreno di quelli che impiegano soluzioni di localizzazione simili. L'assenza di inclinazione del cambiamento stagionale, (cioè il tracciamento



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 27 di
132

"stagionale") ha scarso effetto sulla produzione di energia e consente una struttura meccanica molto più semplice che rende un sistema intrinsecamente affidabile. Questo design semplificato si traduce in una maggiore acquisizione di energia a un costo simile a una struttura fissa. Con il potenziale miglioramento della produzione di energia dal 15% al 35%, l'introduzione di una tecnologia di inseguimento economica ha facilitato lo sviluppo di sistemi fotovoltaici su vasta scala. Si rimanda alla relazione tecnica specifica sugli impianti per maggiori dettagli tecnologici.

4.3.3 *Descrizione di Inverter di stringa e Cabine di trasformazione*

L'area di impianto è servita nel complesso da 20 inverter, trasformatori e cabine di trasformazione.

Container di trasformazione:

È prevista l'installazione di inverter centralizzati.

All'interno dell'area di progetto sono presenti 20 Cabine tipo SINACON PV - MARCA Siemens con inverter PV2500.

L'insieme degli inverter ha una potenza complessiva di 50 MW.

Di seguito vengono riportate le schede tecniche di riferimento:





IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 28 di
132

Inverter - Sinacon PV2500

Manufacturer	Siemens	Commercial data	
Model	Sinacon PV2500	Availability :	Prod. Since 2017
		Data source :	Manufacturer 2019
		Remarks	
		Tecnologia:	Without LV Transfo, 3Level NPC-IGBT
		Protezione:	IP65
		Controllo:	Touchscreen
		Sizes	
		Width	1860 mm
		Height	3734 mm
		Depth	1142 mm
		Weight	2200.00 kg
Input characteristics (PV array side)			
Operating mode	MPPT		
Minimum MPP Voltage (Vmin)	900 V	Nominal PV Power (Pnom DC)	2540 kW
Maximum MPP Voltage (Vmax)	1500 V	Maximum PV Power (Pmax DC)	5000 kW
Absolute max. PV Voltage (Vmax array)	1500 V	Power Threshold (Pthresh.)	1000 W
Behaviour at Vmin/Vmax	Limitation		
Behaviour at Pnom	Limitation		
Output characteristics (AC grid side)			
Grid voltage (Imax)	Triphased 690 V	Nominal AC Power (Pnom AC)	2500 kWac
Grid frequency	50/60 Hz	Maximum AC Power (Pmax AC)	2600 kWac
		Nominal AC current (Inom AC)	2100 A
		Maximum AC current (Imax AC)	2100 A

Efficiency defined for 3 voltages

	V	Maximum efficiency	European average efficiency
		%	%
Low voltage	1050	99.0	98.8
Medium voltage	1102	99.0	98.8
High voltage	1350	98.8	98.6

Remarks and Technical features

Array isolation monitoring
Internal DC switch
Internal AC switch
Output Voltage disconnect adjustment

Trasformatori ad olio:

1 trasformatore marca Sirmet Elettrica srl modello UE2500-6/0.4-0

15 ±2x2,5% / 0.4kV

2500 kVA a 35°C

Vcc%= da 5 a 8,5% rif.

Dyn11

I prim. = 82°

I secon.= 3.080 A

Grado di protezione IP54

Contenimento olio:

- 2.300 kg totali 2,65 m³
- fossa in basamento ca al di sotto dei trasformatori dim. ca 2,5x3 m h=0,15 protetta da pioggia tramite tettoia copertura trasformatori

4.3.4 Collegamenti elettrici e cavidotti

La connessione in serie dei moduli fotovoltaici dovrà essere effettuata utilizzando i connettori multicontact preinstallati dal produttore nelle scatole di giunzione poste sul retro di ogni modulo. I cavi dovranno essere stesi fino a dove



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 29 di
132

possibile all'interno degli appositi canali previsti nei profili delle strutture di fissaggio. Per la distribuzione dei cavi all'esterno si devono praticare degli scavi (profondità non inferiore a 0,8 m per i cavi di media tensione su proprietà privata e pari ad almeno 1,2 metri su terreno pubblico) seguendo un percorso il più possibile parallelo a strade o passaggi. I cavi MT dovranno essere separati da quelli BT e i cavi BT separati da quelli di segnalazione e monitoraggio. Ad intervalli di circa 15/20 m per tratti rettilinei e ad ogni derivazione si interporranno dei pozzetti rompitratta (del tipo prefabbricato con chiusino in cemento) per agevolare la posa delle condutture e consentire l'ispezione ed il controllo dell'impianto. I cavi, anche se del tipo per posa direttamente interrata, devono essere protetti meccanicamente mediante tubi. Il percorso interrato deve essere segnalato, ad esempio colorando opportunamente i tubi (si deve evitare il colore giallo, arancio, rosso) oppure mediante nastri segnalatori posti a 20 cm sopra le tubazioni. Le tubazioni dei cavidotti in PVC devono essere di tipo pesante (resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N). Ogni singolo elemento è provvisto ad una estremità di bicchiere per la giunzione. Il tubo è posato in modo che esso si appoggi sul fondo dello scavo per tutta la lunghezza; è completo di ogni minuteria ed accessorio per renderlo in opera conformemente alle norme CEI 23-29.

4.3.5 Moduli fotovoltaici

I moduli previsti sono **Longi Solar LR5-72HTH da 600 Wp**.

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando moduli in silicio monocristallino con caratteristiche tecniche dettagliate nel datasheet allegato.

Ogni modulo dispone di diodi di by-pass alloggiati in una cassetta IP65 e posti in antiparallelo alle celle così da salvaguardare il modulo in caso di contro-polarizzazione di una o più celle dovuta ad ombreggiamenti o danneggiamenti.

I moduli scelti sono forniti di cornice e con garanzia di una potenza non inferiore al 94,90 % del valore iniziale dopo 10 anni di funzionamento ed all'88,90% dopo 25 anni.

Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
 Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Hi-MO 6

LR5-72HTH 580~600M

23.2%
MAX MODULE
EFFICIENCY

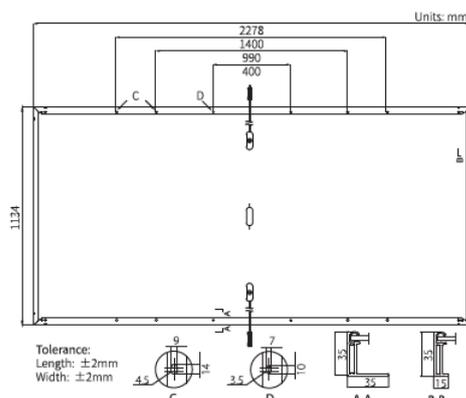
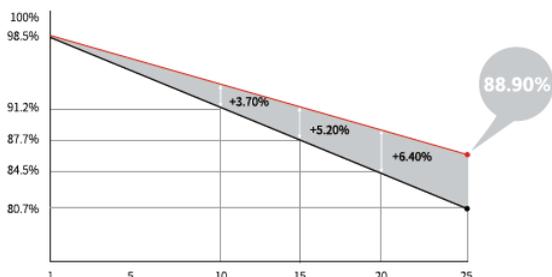
0~3%
POWER
TOLERANCE

<1.5%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.40%
YEAR 2-25
POWER DEGRADATION

Additional Value

25-Year Power Warranty



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.5kg
Dimension	2278×1134×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC

Electrical Characteristics

Module Type	STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s		Test uncertainty for P _{max} ±2%		LR5-72HTH-600M	
	LR5-72HTH-580M	LR5-72HTH-585M	LR5-72HTH-590M	LR5-72HTH-595M	STC	NOCT	STC	NOCT
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (P _{max} /W)	580	433	585	437	590	441	595	445
Open Circuit Voltage (V _{oc} /V)	52.21	49.02	52.36	49.16	52.51	49.30	52.66	49.44
Short Circuit Current (I _{sc} /A)	14.20	11.47	14.27	11.52	14.33	11.57	14.40	11.63
Voltage at Maximum Power (V _{mp} /V)	44.06	40.20	44.21	40.34	44.36	40.48	44.51	40.62
Current at Maximum Power (I _{mp} /A)	13.17	10.78	13.24	10.84	13.31	10.90	13.37	10.97
Module Efficiency(%)	22.5		22.6		22.8		23.0	
							23.2	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
V _{oc} and I _{sc} Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2 IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of I _{sc}	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of V _{oc}	-0.230%/°C
Temperature Coefficient of P _{max}	-0.290%/°C

FIGURA 5 - DATI PANNELLO



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 31 di
132

4.3.6 Cabina di consegna

All'interno dell'area di progetto saranno presenti una cabina di consegna realizzata in prossimità della zona sud di impianto interna al lotto.

Si tratta di cabine elettriche prefabbricate già omologate, la posa in opera prevede uno scavo di 0,6 m.



4.3.7 Connessione alla CP di Aprilia di e-distribuzione

L'energia prodotta dal campo fotovoltaico verrà veicolata mediante un cavidotto interrato in media tensione a 30 kV lungo circa 3,46 km fino alla Step-Up sita vicino alla CP di Aprilia di e-distribuzione, all'interno della cabina di Step-Up avverrà l'elevazione da 30 kV a 150 kV.



FIGURA 6 - INQUADRAMENTO SU ORTOFOTO DELL'AREA DI IMPIANTO (IN ROSSO) E DEL PERCORSO DEL CAVIDOTTO IN MT (IN ARANCIONE)



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 32 di
132

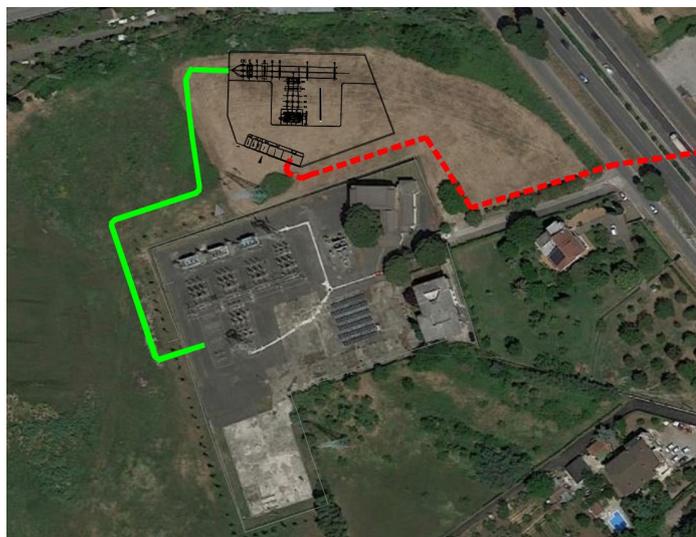


FIGURA 7 - INQUADRAMENTO DELL'AREA STEP-UP CON IL COLLEGAMENTO IN MT (IN ROSSO) E IL COLLEGAMENTO IN AT DALL'AREA DI STEP-UP ALLA CABINA DI E-DISTRIBUZIONE (IN VERDE)

4.3.8 Connessione dalla CP di Aprilia alla CP Le Ferriere

Dalla CP di Aprilia è previsto un potenziamento della linea di AT fino alla CP Le Ferriere situata nel comune di Latina che prevede un tratto interrato in AT di circa 5,9 km e la sostituzione di alcuni piloni dell'alta tensione.



FIGURE 8 ESTRATTO DALLA TAV8.2 PTO RTN

4.3.9 Tecnologia No Dig

Si effettuerà la posa dei cavi con tecnica HDD Horizontal Directional Drilling in prossimità delle interferenze prevedendo l'esecuzione dei pozzi di lancio ed arrivo.

Si procederà alla posa dei cavi con l'ausilio di tecnica non invasiva No Dig.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 33 di
132



Nello specifico si prevede di adottare la tecnologia del Horizontal Directional Drilling (HDD) che prevede la esecuzione della perforazione eseguita mediante utensile direzionabile. La capacità di controllo della traiettoria piano altimetrica è data dall'impiego contemporaneo di un sistema di guida e di una testa perforante direzionabile. La posizione della testa di scavo è monitorata in continuo grazie alla presenza di una sonda: è così possibile controllare il tracciato della perforazione con il profilo di progetto, riscontrare e correggere in tempo reale eventuali deviazioni. Il controllo elettronico piano altimetrico della perforazione in uno all'utilizzo di tubazioni flessibili (tipo in PEAD) permettono la realizzazione di tracciati di notevole curvatura.

Operativamente la realizzazione dell'attraversamento prevede tre macro-fasi che sinteticamente si riportano nel seguito:

1. **Esecuzione della postazione** di partenza dove viene posizionato l'impianto di perforazione. Realizzazione di un foro pilota di piccolo diametro che, rispettando il profilo di progetto, avrà il suo punto di approdo sul lato opposto a quello di immissione ovvero oltre l'infrastruttura oggetto di interferenza. Il foro in questione è eseguito mediante lancia di perforazione e l'inserimento nel terreno della batteria di aste mentre, l'asportazione del terreno scavato avviene per mezzo di fanghi bentonitici a circolazione continua.
2. **Alesatura del foro** mediante allargamento del foro pilotato al fine di raggiungere il diametro richiesto per l'alloggiamento della condotta. L'operazione viene eseguita con l'ausilio di getti di fango che consentono l'asportazione del terreno e la stabilizzazione delle pareti del foro mentre gli alesatori-compattatori ruotano per effetto del moto trasmesso dalle aste ed esercitano un'azione fresante allargando il foro.
3. **Tiro della tubazione** – procedendo nella stessa direzione della alesatura il tubo in PEAD di attraversamento viene agganciato all'alesatore e viene trainato fino ad occupare l'intera lunghezza della perforazione. Un apposito giunto evita che il moto rotatorio dell'alesatore possa indurre nella tubazione una sollecitazione di tipo torsionale.

La tecnologia utilizzata (HDD) permette di limitare i punti di intervento al punto di lancio e di arrivo in cui si effettueranno gli scavi per posizionare la strumentazione. Prima di effettuare la perforazione verranno eseguite una serie di indagini, quali ad esempio l'introspezione mediante radar della natura del sottosuolo e della presenza di altri impianti (indagine litologica) che consentano di ricostruire la situazione del sottosuolo nel tratto interessato dalla posa dei tubi.

La bentonite è un'argilla fine mescolata con l'acqua per formare i fanghi di trivellazione. Questi fanghi permettono il raffreddamento dello strumento di trivellazione e di alesaggio, il consolidamento delle pareti del tunnel ed agevolano anche la trivellazione grazie alla pressione. Essi contribuiscono anche all'evacuazione dei materiali di



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 34 di
132

scavo prima del trascinamento della condotta. È possibile modificare leggermente la densità di questo prodotto, talvolta in corso d'opera, per facilitare la trivellazione ed il trascinamento. I fanghi di trivellazione saranno riciclati ed utilizzati in un circuito chiuso.

I punti interessati dalla tecnologia NO DIG sono i evidenziati sulle specifiche tavole di progetto (*TAV11 - COLLEGAMENTO CP APRILIA 132KV A RTN*).

4.5 CONTROLLO E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Per garantire un controllo continuo e immediato dello stato dell'impianto saranno installati sia un sistema di controllo remoto via web sia un apparato di monitoraggio ed immagazzinamento dei dati di funzionamento dell'impianto. Per i dettagli riguardanti il sistema di telecontrollo si rimanda alla relazione tecnica ed agli elaborati grafici specifici.

4.6 IMPIANTO DI ANTIFURTO

L'impianto sarà dotato di sistema TVCC a circuito chiuso a controllo remoto, completo di collegamenti con palo e plinto e barriere anti-intrusione.

Sia durante le fasi di realizzazione dell'impianto sia durante la vita utile un Istituto di Vigilanza installerà un sistema a ponte radio attraverso il quale potrà monitorare nelle ore notturne il parco fotovoltaico.

Il sistema garantisce che in caso di manomissioni da parte di malintenzionati, l'allarme generato sia trasferito alla sala di controllo dell'Istituto di Vigilanza che provvederà a far intervenire una pattuglia di controllo.

4.7 CAVI ELETTRICI E CABLAGGIO

I collegamenti elettrici lato DC dai moduli ai quadri di sottocampo, dai quadri di sottocampo ai quadri di campo, e dai quadri di campo agli inverter, verranno realizzati mediante l'utilizzo di cavi di adeguata sezione tale da garantire perdite complessive inferiori al 2% (come di seguito specificato). Inoltre, i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV. Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)

Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)

Conduttore di fase: grigio / marrone

Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-".

I cavi sono dimensionati come descritto nel paragrafo dedicato e nei tabulati di calcolo allegati

4.8 RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO ELETTRICO

Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 35 di
132

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos \varphi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos \varphi - j \sin \varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 2\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 4\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) \right) \end{aligned}$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle ($\square P_d$ a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ($\square Q_d$ a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

a) $I_b \leq I_n \leq I_z$

b) $I_f \leq 1.45 \cdot I_z$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 36 di
132

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- EC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Il programma gestisce ulteriori tabelle, specifiche per alcuni paesi. L'elenco completo è disponibile nei Riferimenti normativi.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z \min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45. Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 37 di
132

Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se e conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2 \end{aligned}$$



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 38 di
132

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

Dimensionamento dei conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- 25 mm^2 , se in rame;
- 35 mm^2 , se in alluminio;

Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} T_{cavo}(I_b) &= T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right) \\ T_{cavo}(I_n) &= T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right) \end{aligned}$$

espresse in °C.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 39 di
132

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente \square_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left(\left(\sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot \dot{I}f_i - \dot{Z}n_i \cdot \dot{I}n_i \right) \right)_{f=R,S,T}$$

con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con n che rappresenta il conduttore di neutro;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$c.d.t(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $K_{cdt} = 2$ per sistemi monofase;
- $K_{cdt} = 1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in \square/km .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

Fornitura della rete

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- in bassa tensione
- in media tensione
- in alta tensione
- ad impedenza nota
- in corrente continua



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 40 di
132

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto della utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI EN 60909-0. Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

Media e Alta tensione

Nel caso in cui la fornitura sia in media o alta tensione si considerano i seguenti dati di partenza:

- Tensione di fornitura V_{mt} (in kV);
- Corrente di corto circuito trifase massima, I_{kmax} (in kA);
- Corrente di corto circuito monofase a terra massima, $I_{k1ftmax}$ (in kA);

Se si conoscono si possono aggiungere anche le correnti:

- Corrente di corto circuito trifase minima, I_{kmin} (in kA);
- Corrente di corto circuito monofase a terra minima, $I_{k1ftmin}$ (in kA);

Dai dati si ricavano le impedenze equivalenti della rete di fornitura per determinare il generatore equivalente di tensione.

$$Z_{ccmt} = \frac{1,1 \cdot V_{mt}}{\sqrt{3} \cdot I_{kmax}} \cdot 1000$$

da cui si ricavano le componenti dirette:

$$\begin{aligned} \cos \varphi_{ccmt} &= \sqrt{1 - (0,995)^2} \\ X_{dl} &= 0,995 \cdot Z_{ccmt} \\ R_{dl} &= \cos \varphi_{ccmt} \cdot Z_{ccmt} \end{aligned}$$

e le componenti omopolari:

$$\begin{aligned} R_0 &= \frac{\sqrt{3} \cdot 1,1 \cdot V_{mt}}{I_{k1ftmax}} \cdot 1000 \cdot \cos \varphi_{ccmt} - (2 \cdot R_{dl}) \\ X_0 &= R_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(\cos \varphi_{ccmt})^2} - 1} \end{aligned}$$

Trasformatori

Se nella rete sono presenti dei trasformatori a due avvolgimenti, i dati di targa richiesti sono:

- potenza nominale P_n (in kVA);
- perdite di cortocircuito P_{cc} (in W);
- tensione di cortocircuito v_{cc} (in %)
- rapporto tra la corrente di inserzione e la corrente nominale I_{lr}/I_{rt} ;
- rapporto tra la impedenza alla sequenza omopolare e quella di corto circuito;
- tipo di collegamento;
- tensione nominale del primario V_1 (in kV);
- tensione nominale del secondario V_{02} (in V).

Dai dati di targa si possono ricavare le caratteristiche elettriche dei trasformatori, ovvero:

Impedenza di cortocircuito del trasformatore espressa in $m\Omega$:

$$Z_{cct} = \frac{v_{cc}}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

Resistenza di cortocircuito del trasformatore espressa in $m\Omega$:



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 41 di
132

$$R_{cct} = \frac{P_{cc}}{1000} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n^2}$$

Reattanza di cortocircuito del trasformatore espressa in $m\Omega$:

$$X_{cct} = \sqrt{Z_{cct}^2 - R_{cct}^2}$$

L'impedenza a vuoto omopolare del trasformatore viene ricavata dal rapporto con l'impedenza di cortocircuito dello stesso:

$$Z_{vot} = Z_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)$$

dove il rapporto Z_{vot}/Z_{cct} vale usualmente 10-20.

In uscita al trasformatore si otterranno pertanto i parametri alla sequenza diretta, in $m\Omega$:

$$Z_d = |\dot{Z}_{cct}| = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

nella quale:

$$R_d = R_{cct}$$

$$X_d = X_{cct}$$

I parametri alla sequenza omopolare dipendono invece dal tipo di collegamento del trasformatore in quanto, in base ad esso, abbiamo un diverso circuito equivalente.

Pertanto, se il trasformatore è collegato triangolo/stella (Dy), si ha:

$$R_{ot} = R_{cct} \cdot \frac{\left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}{1 + \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}$$

$$X_{ot} = X_{cct} \cdot \frac{\left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}{1 + \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}$$

$$Z_{ot} = Z_{cct} \cdot \frac{\left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}{1 + \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)}$$

Diversamente, se il trasformatore è collegato stella/stella (Yy) avremmo:

$$R_{ot} = R_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)$$

$$X_{ot} = X_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)$$

$$Z_{ot} = Z_{cct} \cdot \left(\frac{Z_{vot}}{Z_{cct}} \right)$$

Fattori di correzione per generatori e trasformatori (EN 60909-0)

La norma EN 60909-0 fornisce una serie di fattori correttivi per il calcolo delle impedenze di alcune macchine presenti nella rete. Quelle utilizzate per il calcolo dei guasti riguardano i generatori e i trasformatori.

Fattore di correzione per trasformatori (EN 60909-0 par. 6.3.3)



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 42 di
132

Per i trasformatori a due avvolgimenti, con o senza regolazione delle spire, quando si stanno calcolando le correnti massime di cortocircuito, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_T tale che:

$$Z_{cctK} = K_T \cdot Z_{cct}$$
$$K_T = 0.95 \cdot \frac{C_{max}}{1 + 0.6 \cdot x_T}$$

dove

$$x_T = \frac{X_{cct}}{V_{02}^2 / P_n}$$

è la reattanza relativa del trasformatore e C_{max} è preso dalla tabella 1 ed è relativo alla tensione lato bassa del trasformatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Fattore di correzione per generatori sincroni (EN 60909-0 par. 6.6.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei sistemi alimentati direttamente da generatori senza trasformatori intermedi, si deve introdurre un fattore di correzione K_G tale che:

$$Z_{GK} = K_G \cdot Z_G$$

con

$$K_G = \frac{V_{02}}{U_{rG}} \cdot \frac{C_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

dove

$$x'' = \frac{X''}{V_{02}^2 / P_n}$$

è la reattanza satura relativa subtransitoria del generatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Nella formula compaiono a numeratore e denominatore la tensione nominale di sistema e la tensione nominale del generatore (U_{rG}). In Ampère U_{rG} non è gestita, quindi si considera $V_{02} / U_{rG} = 1$.

Fattore di correzione per gruppi di produzione con regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_S da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SK} = K_S \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_S = \frac{C_{max}}{1 + |x'' - x_T| \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per K_S non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

Fattore di correzione per gruppi di produzione senza regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.2)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza K_{SO} da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SOK} = K_{SO} \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_{SO} = (1 \pm p_T) \cdot \frac{C_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 43 di
132

Dove p_T è la variazione di tensione del trasformatore tramite la presa a spina scelta. Nel programma viene impostato il fattore $(1-p_T)$, con $p_T = (|V_{sec}-V_{02}|)/V_{02}$.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per K_{SO} non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

Generatori sincroni

In media tensione ed in bassa tensione è possibile inserire più generatori.

I dati di targa richiesti per i generatori sono:

- potenza nominale P_n (in kVA);
- reattanza sincrona percentuale x_s ;
- reattanza subtransitoria percentuale x'' ;
- reattanza subtransitoria in quadratura percentuale x''_q ;
- reattanza alla sequenza omopolare percentuale x_0 .

La reattanza subtransitoria si calcola con la formula:

$$X'' = \frac{x''}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

dalla quale si ricavano le componenti alla sequenza diretta da usare nel calcolo dei guasti subtransitori:

$$R_d = 0$$

$$X_d = X''$$

La componente resistiva si trascura rispetto alla componente reattiva del generatore.

L'impedenza sincrona, da usare nei guasti simmetrici permanenti, si calcola con la formula:

$$X_s = \frac{x_s}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

Per i guasti asimmetrici, sia subtransitorio che permanente, servono le sequenze inverse ed omopolari. Per il calcolo dell'impedenza alla sequenza inversa, con la reattanza subtransitoria in quadratura:

$$X''_q = \frac{x''_q}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

si applica la formula:

$$X_i = \frac{X'' + X''_q}{2}$$

Infine, si ricava la reattanza omopolare come:

$$R_0 = 0$$
$$X_0 = \frac{x_0}{100} \cdot \frac{V_{02}^2}{P_n}$$

Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

Vedere Motori sincroni.

Generatori asincroni

[Olivieri e Ravelli, Elettrotecnica II° vol., Edizioni CEDAM]

Come ogni altra macchina elettrica, anche il motore asincrono è reversibile, quindi può diventare un generatore di energia elettrica. Quando la macchina funziona a vuoto, essa assorbe energia per la magnetizzazione del campo



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 44 di
132

rotante e per le perdite. Se si applica al rotore una coppia motrice si passa ad uno scorrimento negativo ed una conseguente produzione di energia.

Il programma Ampère simula il funzionamento del generatore asincrono tramite lo studio del diagramma circolare. Impostata la potenza attiva, viene ricavata la potenza reattiva corrispondente assorbita dalla rete, da cui si calcolano le correnti erogate. La potenza attiva sarà quindi erogata dalla macchina, mentre quella reattiva assorbita dalla rete. La generatrice asincrona può erogare solo correnti sfasate di un certo angolo in anticipo rispetto alla f.e.m. che genera: e questo sfasamento non può essere in alcun modo regolato, ma assume un valore suo proprio per ogni valore della corrente erogata.

I parametri caratteristici da richiedere sono:

- Potenza meccanica
- Rendimento N - nominale
- Rendimento 3/4 N
- Rendimento 2/4 N
- Fattore di potenza N - nominale
- Fattore di potenza 3/4 N
- Fattore di potenza 2/4 N
- P numero di coppie polari

Si individuano così tre punti appartenenti al diagramma circolare della macchina asincrona.

Altrimenti vengono richiesti i seguenti dati, sempre necessari per determinare il diagramma circolare:

- Potenza meccanica
- Rendimento N - nominale
- Fattore di potenza N - nominale
- Potenza assorbita a vuoto
- Fattore di potenza a vuoto
- P numero di coppie polari

I generatori asincroni trifasi contribuiscono al guasto transitorio per tutti i punti della rete dai quali sono "visti". Condizione necessaria per il calcolo del contributo al guasto è che il generatore sia alimentato da un'altra fonte, che gli fornisce la potenza reattiva necessaria al suo funzionamento.

I calcoli dei guasti seguono le stesse procedure utilizzate per i Motori asincroni.

Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

Vedere Motori asincroni.

Calcolo dei guasti

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti dell'utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 45 di
132

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in m \square risulta:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C e $\alpha = 0.004$ a 20 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$R_{0cN} = R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN}$$

$$X_{0cN} = 3 \cdot X_{dc}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$R_{0cPE} = R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE}$$

$$X_{0cPE} = 3 \cdot X_{dc}$$

dove le resistenze R_{dcN} e R_{dcPE} vengono calcolate come la R_{dc} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0bN} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbN}$$

$$X_{0bN} = 3 \cdot X_{db}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$R_{0bPE} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE}$$
$$X_{0bPE} = X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db})$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in m \square :

$$R_d = R_{dc} + R_{d-up}$$

$$X_d = X_{dc} + X_{d-up}$$



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 46 di
132

$$\begin{aligned}R_{0N} &= R_{0cN} + R_{0N-up} \\X_{0N} &= X_{0cN} + X_{0N-up} \\R_{0PE} &= R_{0cPE} + R_{0PE-up} \\X_{0PE} &= X_{0cPE} + X_{0PE-up}\end{aligned}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra a cavo*.
Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in m \square) di guasto trifase:

$$Z_{k\min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N\min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE\min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase $I_{k\max}$, fase neutro $I_{k1N\max}$, fase terra $I_{k1PE\max}$ e bifase $I_{k2\max}$ espresse in kA:

$$\begin{aligned}I_{k\max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\min}} \\I_{k1N\max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N\min}} \\I_{k1PE\max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\min}} \\I_{k2\max} &= \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k\min}}\end{aligned}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$\begin{aligned}I_p &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k\max} \\I_{p1N} &= k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N\max} \\I_{p1PE} &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE\max} \\I_{p2} &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2\max}\end{aligned}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \cdot \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto, I_p può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1.8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione C_{\min} , che può essere 0.95 se $C_{\max} = 1.05$, oppure 0.90 se $C_{\max} = 1.10$ (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore C_{\min} è pari a 1;



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 47 di
132

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$\begin{aligned}R_{d \max} &= R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \\R_{0N \max} &= R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \\R_{0PE \max} &= R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)\end{aligned}$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

$$\begin{aligned}I_{k \min} &= \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \max}} \\I_{k1N \min} &= \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \max}} \\I_{k1PE \min} &= \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \max}} \\I_{k2 \min} &= \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k \max}}\end{aligned}$$

Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{\dot{Z}_0 - \alpha \cdot \dot{Z}_i}{\dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_i + \dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_0 + \dot{Z}_i \cdot \dot{Z}_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

Guasti monofasi a terra linee MT

Calcolo correnti omopolari a seguito di guasto fase-terra in circuiti di media-alta tensione.

Il calcolo dei guasti a terra in reti di media e alta tensione coinvolge lo studio dell'effetto capacitivo della rete durante il regime di guasto.

Inoltre, le tecniche di determinazione delle linee guaste tramite relè varmetrici richiedono la conoscenza dei valori di corrente omopolare in funzione dei punti di guasto.



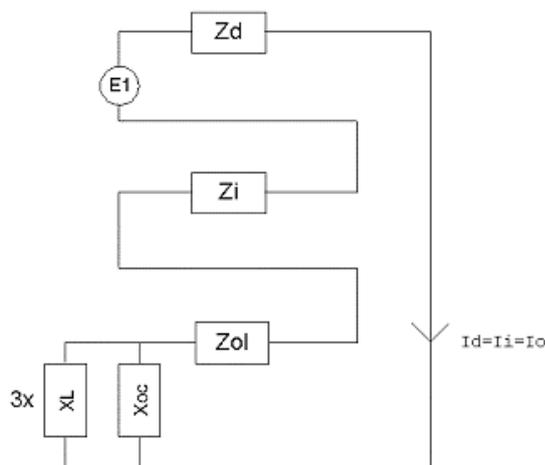
IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 48 di
132

La nuova CEI 0-16 (e precedentemente la Enel DK5600), con l'introduzione del collegamento a terra del centro stella in media, richiede uno strumento per il dimensionamento della bobina di Petersen e il coordinamento delle protezioni degli utenti.

Per rispondere a tutte queste problematiche, Ampère Professional esegue il calcolo del regime di corrente omopolare a seguito di un guasto fase-terra.

Il modello di calcolo delle correnti omopolari, seguendo la teoria delle sequenze dirette, inverse e omopolari, per un guasto fase-terra è il seguente:



Con Z_d e Z_i si intendono le impedenze alle sequenze diretta ed inversa.

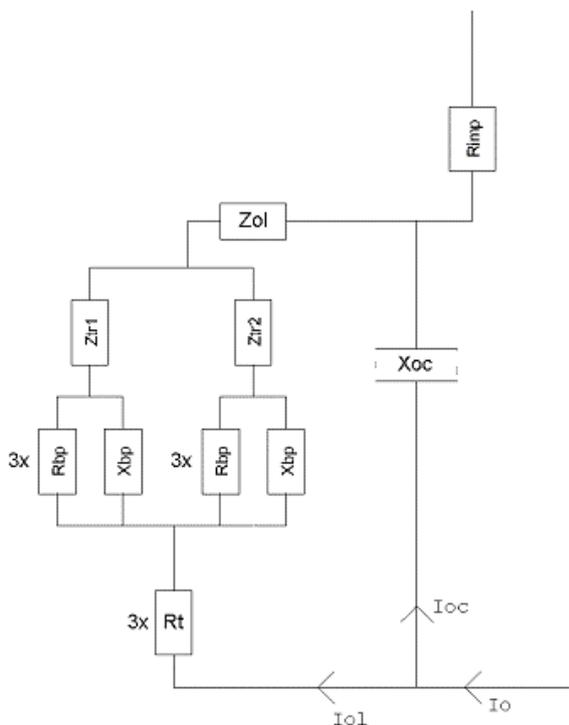
Per il calcolo dell'impedenza omopolare occorre considerare più elementi (vedi figura in basso, esempio con due trasformatori in parallelo):

- Z_{ol} : impedenza omopolare del tratto di linea dal punto di guasto fino al trasformatore a monte;
- Z_{tr} : impedenza omopolare del trasformatore (vista a secondario);
- $Z_{bp\tau}$: $(R_{bp} + jX_{bp})$ impedenza bobina di Petersen, costituita da un resistore ed una induttanza in parallelo;
- R_t : resistenza di terra punto di collegamento a terra del centro stella del trasformatore;
- R_{imp} : resistenza per guasto a terra non franco;
- X_{oc} : reattanza capacitiva di tutta la rete appartenente alla stessa zona dell'utenza guasta e a valle dello stesso trasformatore.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 49 di
132



Nota: il valore di X_{oc} è praticamente lo stesso per qualsiasi punto di guasto. Riferimenti: Lezioni di Impianti elettrici di Antonio Paolucci (Dipartimento Energia Elettrica Università di Padova) e CEI 11-37.

Per calcolare con buona approssimazione la X_{oc} , si utilizzano le due formule:

$$I_g = \frac{3 \cdot E}{X_{oc}}$$

$$I_g = (0.003 \cdot L1 + 0.2 \cdot L2) \cdot V_{kv}$$

dove I_g è la corrente di guasto a terra calcolata considerando la sola reattanza capacitiva nella prima formula, mentre nella seconda è riportato il suo valore se si è a conoscenza delle lunghezze (in km) di rete aerea $L1$ ed in cavo $L2$ della rete in media. V_{kv} è il valore di tensione nominale concatenata espressa in kV.

Uguagliando le due formule, ed esplicitando per X_{oc} si ottiene:

$$X_{oc} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^9}{(0.003 \cdot l1 + 0.2 \cdot l2)} \cdot \frac{f_0}{f}$$

con $l1$ e $l2$ espresse in metri, X_{oc} espressa in mohm, $f_0 = 50$ Hz e f la frequenza di lavoro.

Calcolata la corrente di guasto omopolare I_o , secondo lo schema riportato nella figura precedente, rispetto a tutti i punti di guasto (valle delle utenze), si deve calcolare come essa si ripartisce nella rete e quanta viene vista da ogni protezione omopolare 67N distribuita nella rete.

Per prima cosa la I_o va ripartita in due correnti: I_{oc} per la X_{oc} , l'altra (I_{ol}) per il centro stella del trasformatore attraverso la bobina di Petersen.

Poi, la I_{ol} viene suddivisa tra gli eventuali trasformatori in parallelo, proporzionalmente alla potenza.

La I_{oc} , essendo la corrente capacitiva che si richiude attraverso le capacità della rete, va suddivisa tra le utenze in cavo o aeree in media proporzionalmente alla capacità di ognuna (condensatori in parallelo).

Per ora non si tiene conto dei fattori di riduzione relativi a funi di guardia delle linee elettriche aeree e degli schermi metallici dei cavi sotterranei.

Tali fattori determinerebbero una riduzione della corrente I_{oc} e I_{ol} in quanto esisterebbe una terza componente nella I_o che si richiude attraverso questi elementi.

Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 50 di
132

- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:
 - $I_{cc\ min}^3 I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
 - $I_{cc\ max} I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - $I_{cc\ min}^3 I_{inters\ min}$.
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - $I_{cc\ max} I_{inters\ max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti $K^2 S^2$ e la I_z dello stesso.
- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

Verifica di selettività

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente I_a di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 51 di
132

- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

Protezione contro i contatti indiretti

Secondo la norma 64-8 par. 413, un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione per proteggere contro i contatti indiretti i circuiti e i componenti elettrici, in modo che, in caso di guasto, non possa persistere una tensione di contatto pericolosa per una persona.

E' definita la tensione di contatto limite convenzionale a 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata, oltre la quale esiste pericolo. Tuttavia, in alcune circostanze, è possibile superare tale valore purché la protezione intervenga entro 5 secondi o tempi definiti dalla norma, a seconda del sistema elettrico adottato.

Sistemi TN

Tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza o in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.

La norma richiede che deve essere soddisfatta la condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

U_0 è la tensione nominale verso terra;

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, ed in Ampère corrisponde alla variabile $Zk1(ft)_{max}$;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il programma verifica che:

$$I_a \leq I_{a \text{ c.i.}} = \frac{U_0}{Z_s}$$

Dove $I_{a \text{ c.i.}}$ è una variabile di Ampère (Corrente contatti indiretti I_a) utilizzata per il confronto con i valori di sgancio delle protezioni.

$I_{a \text{ c.i.}}$ normalmente è pari alla corrente di guasto a terra $Ik1(ft)_{min}$ calcolata dal programma.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove Z_E è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 52 di
132

la *c.i.* assume il valore di I_{50V} se quest'ultima è maggiore della $I_{k1(ft) min}$, in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che porta le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_S}\right)$$

Se richiesto dal progetto, è possibile imporre a ciascuna utenza il valore di *la c.i.* a I_{50V} o I_{25V} e assicurare di non superare mai le tensioni di contatto limite.

Per i sistemi TN-C, il programma verifica la continuità del PEN e che non vi siano protezioni o sezionatori inseriti nel conduttore.

Sistemi TT

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Il punto neutro di ogni trasformatore o di ogni generatore deve essere collegato a terra, in modo da permettere l'interruzione dell'alimentazione al primo guasto franco su una massa collegata al dispersore di resistenza di terra R_E .

I dispositivi di protezione devono essere a corrente differenziale e deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_E \cdot I_{dn} \leq U_L$$

dove:

R_E è la resistenza del dispersore dell'impianto di terra, al quale il programma aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile Z_E ;

I_{dn} è la corrente nominale differenziale;

U_L è la tensione limite convenzionale (normalmente 50 V).

Il programma verifica che:

$$I_{dn} \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_L}{Z_E}$$

Per completezza, quando il programma possiede tutti gli elementi per calcolare la corrente di circolazione di un guasto a terra, ossia la $I_{k1(ft) min}$, allora *la c.i.* è scelta tra la maggiore delle due correnti, similmente al sistema TN:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{U_L}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_S}\right)$$

Ovviamente, per la normativa italiana, il dispositivo di protezione deve essere solo a corrente differenziale.

Sistemi IT

Nei sistemi IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato.

Le masse devono essere messe a terra, e nel caso di un singolo guasto a terra, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove:

R_E è la resistenza del dispersore, al quale il programma aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile Z_E ;

I_d è la corrente del primo guasto a terra, che per il programma sarà pari alla corrente di guasto a terra $I_{k1(ft) min}$ nelle condizioni complessive di rete definite nel progetto.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 53 di
132

Il programma verifica che:

$$V_T = Z_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove V_T è la tensione della massa a guasto, una variabile di Ampère che per i sistemi IT è associata al primo guasto a terra.

La norma richiede l'interruzione automatica dell'alimentazione per un secondo guasto su di un conduttore attivo differente, ovviamente appartenente alla stessa area elettrica a valle della fornitura o di un trasformatore. Viene indicata la formula che deve essere rispettata, che in generale è la seguente:

$$2 \cdot Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

U_0 è la tensione nominale verso terra;

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il coefficiente 2 indica che il secondo guasto può manifestarsi in un circuito differente, ed in più la norma suggerisce di considerare il caso più severo, comprendendo anche i guasti sul neutro.

Il programma Ampère assolve a queste indicazioni risolvendo il seguente algoritmo:

$$I_a \leq I_{a \text{ c.i.}} = \min_{s2} \frac{U_0}{(Z_{s1} + Z_{s2})}$$

dove:

Z_{s1} è l'impedenza dell'anello di guasto della utenza in considerazione;

Z_{s2} è l'impedenza dell'anello di guasto di una seconda utenza;

$I_{a \text{ c.i.}}$ è la minima corrente di guasto, calcolata permutando tutte le utenze $s2$ appartenenti alla stessa area elettrica di $s1$.

Il valore $Max(Z_{s1} + Z_{s2})$ è memorizzato nella variabile $ZIT \text{ max}$ di Ampère.

$I_{a \text{ c.i.}}$ normalmente è pari alla corrente di guasto a terra $I_{k(IT) \text{ min}}$ calcolata dal programma.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove Z_E è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

$I_{a \text{ c.i.}}$ assume il valore di I_{50V} se quest'ultima è maggiore della $I_{k(IT) \text{ min}}$, in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che portano le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a \text{ c.i.}} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{ZIT \text{ max}}\right)$$

Nota. Il programma permette di applicare il punto 413.1.1.1 della CEI 64-8, e quindi validare a contatti indiretti una utenza che presenta, in caso di guasto, un valore di tensione inferiore alla tensione limite convenzionale.

In pratica, a differenza di quanto spiegato finora, le tarature delle protezioni possono essere superiori anche alla corrente I_{50V} .

Riferimenti normativi

Norme di riferimento per la Bassa tensione:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 54 di
132

- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60909-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

Norme di riferimento per la Media tensione

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.
- CEI 99-4 2014: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 55 di
132

- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 60502-2 2014: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 IIa Ed. 2019-04: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 56 di
132

5. LE OPERE DI MITIGAZIONE E ATTIVITA' AGRONOMICHE

L'inserimento di un parco agrivoltaico in un territorio agricolo determina inevitabilmente una variazione della percezione del contesto paesaggistico e dello stato dei luoghi, ma questo passaggio da una volumetria del soprassuolo legata alle diverse specie vegetali coltivate, alternate nella variabilità stagionale, alla costante presenza di strutture che captano i raggi solari (pannelli solari) è equilibrato dalla compresenza dell'attività agricola e quella produttiva. Ad aiutare l'inserimento del progetto nel paesaggio sono state adottate idonee opere di mitigazione e ad accorgimenti tecnici per una coerente integrazione.

5.1 Mitigazioni arboree e arbustive

Le mitigazioni, oltre ad essere pensate in maniera accurata dal punto di vista tecnico, sono frutto di un'analisi approfondita del territorio e del paesaggio in cui si collocano, e rispondono alle esigenze dello stesso.

Infatti, le opere di mitigazione vegetali, che si sviluppano sul confine del lotto, sono state pensate con un doppio livello di inserimento paesaggistico e agronomico. Oltre alla funzione di schermatura degli impatti visivi dell'impianto, le mitigazioni vegetali sul perimetro esterno del lotto creano dei veri e propri corridoi ecologici, con valore principalmente "ecosistemico". Sul lato interno invece, dove la divisione dei campi è già caratterizzata da elementi naturali preesistenti e da una lottizzazione agricola, si è scelto di non trasformare il particellare e tramandare la componente "culturale e storica" del paesaggio agrario in cui si colloca il progetto.

Le mitigazioni in progetto, si sviluppano come quinte di vegetazione arboreo arbustiva a cornice dell'area, di composizione e ampiezza differenziata. Saranno costituite da filari plurispecifici, singoli o doppi, più o meno densi e con una frequenza di essenze a portamento cespuglioso o di medio/alto fusto secondo il punto e la prospettiva da mitigare.

Pertanto valutando il contesto dei luoghi fortemente compromesso nella sua struttura dal sistema agricolo estensivo ed i con visivi di maggiore significatività, considerando puntualmente le specifiche situazioni ambientali presenti e la vicinanza alle aree residenziali, sono state predisposte e differenziate delle fasce di vegetazione arboreo arbustiva al fine di mascherare le strutture inserite e nel contempo ripristinare la biodiversità fortemente ridotta dalle monocolture nonché quei corridoi ecologici che possano consentire di elevare il livello di permanenza e permeabilità del territorio da parte della componente faunistica.

La scelta delle diverse tipologie del verde va a ricreare quattro contesti, ognuno dei quali prevede l'utilizzo di due fasce, una arborea e una arbustiva:

-  Tipologia Naturaliforme Nord e Sud con una larghezza di 7m
-  Tipologia Naturaliforme Est con una larghezza di 11m
-  Tipologia Ripariale con una larghezza di 7m
-  Filari e gruppi di cespugli
-  Mascheramento cabine inverter



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 57 di
132



Figure 1 Mappa del campo agrivoltaico con la schematizzazione delle mitigazioni adottate

Come si può vedere dalla planimetria soprastante, partendo dalla tipologia Ripariale (Gialla) a Ovest (tratto a margine del tratto del Fosso della Ficocchia) e parte a Sud dell'impianto, la scelta del verde va a ricreare un ambiente naturale mediante l'utilizzo di specie arboree come Salice bianco, Ontano nero, Pioppo nero, Frassino ossifilo e Olmo campestre.

La Tipologia Naturaliforme, da 7m di larghezza (Verde), è situata a Nord (tratto a margine della Strada privata) e a Sud in prossimità della zona urbanizzata, prevede l'inserimento di filari composti da Alloro, Olmo, Frassino Ossifilo e Quercia da sughero, alberi che risultano essere diffusi nei Comuni intorno a Roma; la medesima tipologia di specie arboree compone le mitigazioni poste ad Est con la tipologia Naturaliforme con ampiezza di 11m (Verde muschio). Le tre tipologie di mitigazione sono completate da specie arbustive come: Berretta del prete, Ligustro, Fillirea, Biancospino, Prugnolo, Mirto e Viburno. Tali fasce sono volte a conferire un maggiore effetto prospettico e naturale della vegetazione, evitando di creare delle perfette barriere lineari e piatte, sagomando quindi l'area di progetto in profondità.

La fascia di mitigazione Naturaliforme, posta nel lato Sud dell'impianto, è distanziata dalle abitazioni e posta internamente al perimetro della recinzione: tale accorgimento è stato adottato al fine di ridurre la prossimità dell'ingombro visivo alle abitazioni e concedere un maggior distacco da quest'ultime.

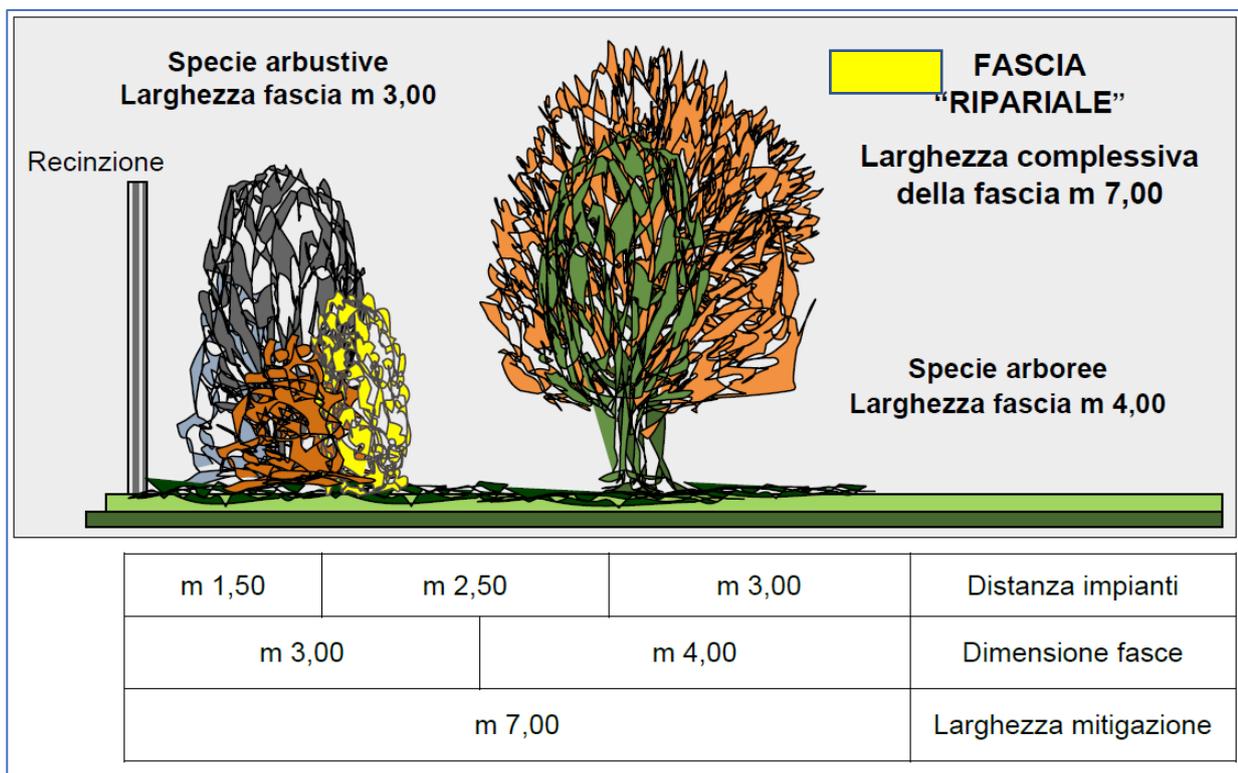
Tipologie delle fasce di mitigazione

Tipologia RIPARIALE: Viene prevista per il mascheramento delle opere a margine del tratto declassato del Fosso della Ficocchia.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 58 di
132



Gli impianti all'interno della fascia prevista saranno realizzati partendo dal bordo del corpo stradale, seguendo il seguente schema:



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 59 di
132

Fascia Ripariale

Descrizione	Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²
La mitigazione ambientale si compone di un'area complessiva di m ² 9.577,00, della larghezza complessiva di m 7,00, caratterizzata da formazioni lineari arboreo arbustive. L'intera larghezza della fascia verrà preventivamente seminata a prato utilizzando specie erbacee idonee al contesto dei luoghi, utilizzando e possibilmente fiorume generato dai prati stabili presenti nella zona.	7,00	1.368,14	9.577,00

Descrizione	Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²
Partendo dalla recinzione dell'impianto agrivoltaico, viene inserita una prima fascia di arbusti misti con specie a foglia caduca e persistente, m. 3,00 di larghezza. Distanza sulla fila, fra pianta e pianta m 2,00. Ingombro per singola pianta m ² 6,00	3,00	1.368,14	4.104,42

Specie arbustive	%	Superficie m ²	Ingombro per pianta	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Berretta del prete (Euonymus europaeus)</i>	10	4.104,42	6,00	684	68
<i>Ligustro (Ligustrum vulgare)</i>	15				103
<i>Biancospino (Crataegus monogyna)</i>	15				103
<i>Fillirea (Phillyrea latifolia)</i>	15				103
<i>Prugnolo (Prunus spinosa)</i>	15				103
<i>Mirto (Myrtus communis)</i>	15				103
<i>Viburno (Viburnum tinus)</i>	15				103
Totali	100				684

Si riporta l'elenco delle specie che verranno inserite all'interno delle fasce.

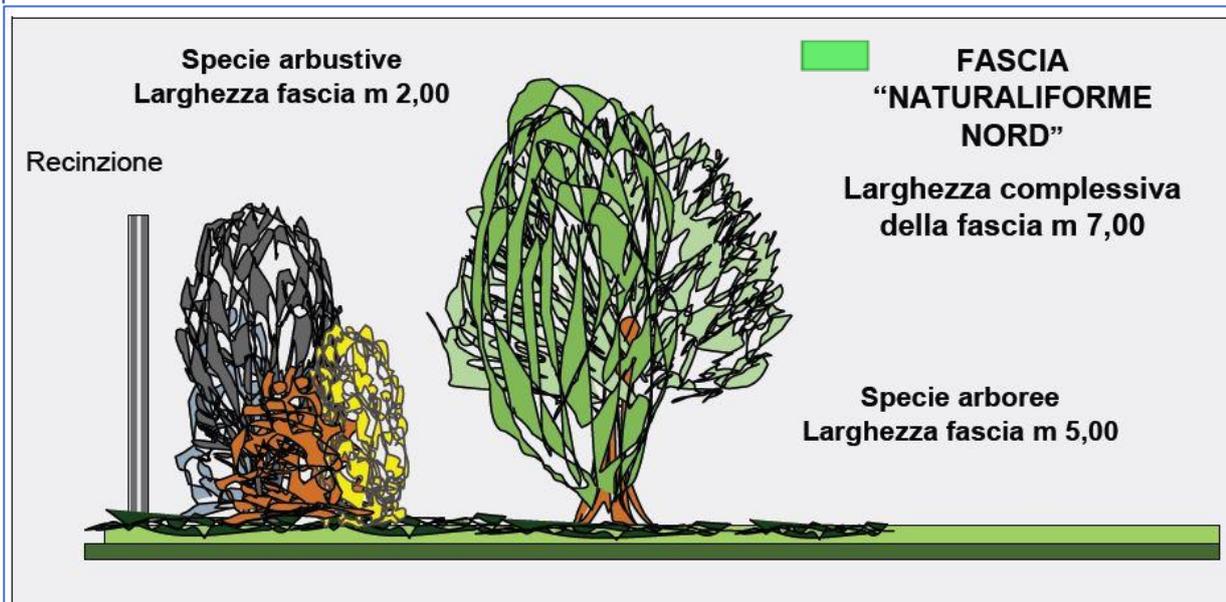
Descrizione	Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²
A seguire una seconda fascia con specie arboree poste in filare, con distribuzione randomizzata. Distanza tra le piante sulla fila m. 4,00 Ingombro per singola pianta m ² 16,00.	4,00	1.368,14	5.472,56

Specie arboree	%	Superficie m ²	Ingombro per pianta	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Salice bianco (Salix alba)</i>	20	5.472,56	12,00	456	92
<i>Frassino ossifillo (Fraxinus oxycarpa)</i>	20				91
<i>Ontano nero (Alnus glutinosa)</i>	20				91
<i>Olmo campestre (Ulmus minor)</i>	20				91
<i>Pioppo nero (Populus nigra)</i>	20				91
Totali	100				456

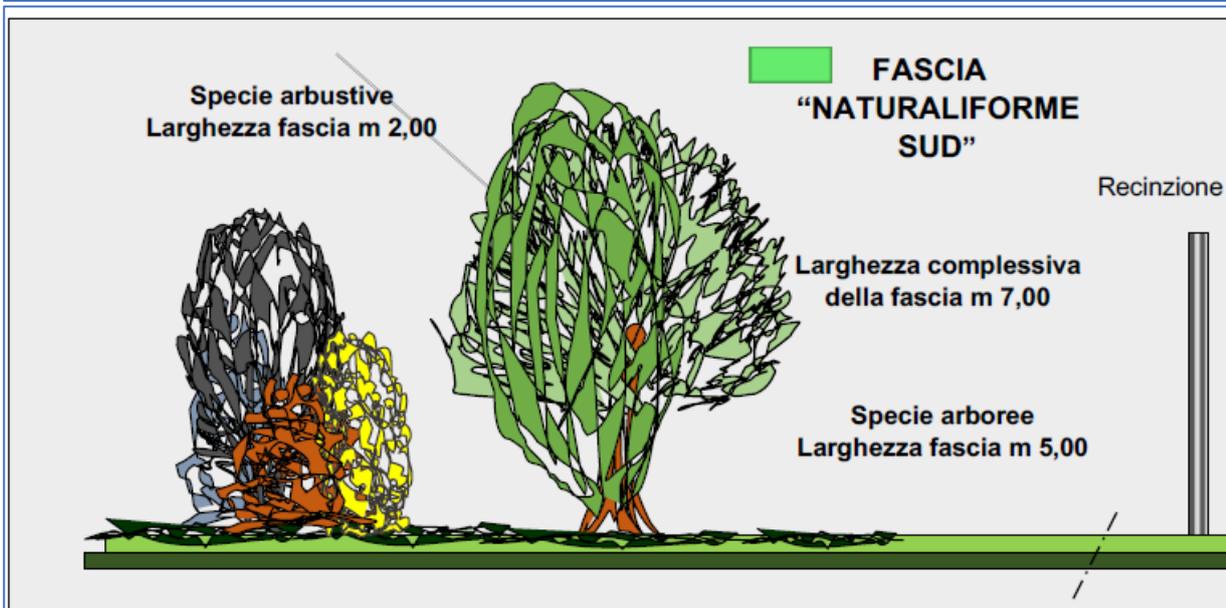


**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Tipologia NATURALIFORME NORD e SUD: Adatta per il mascheramento delle opere a margine della strada privata



m 1,00	m 3,00	m 3,00	Distanza impianti
m 2,00	m 5,00		Dimensione fasce
m 7,00			Larghezza mitigazione



m 1,00	m 3,00	m 3,00	Distanza impianti
m 2,00	m 5,00		Dimensione fasce
m 7,00			Larghezza mitigazione



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 61 di
132

Gli impianti all'interno della fascia prevista saranno realizzati partendo dal ciglio dell'eventuale fosso a lato strada seguendo il seguente schema:

Fascia Naturaliforme lato Nord e Sud					
Descrizione		Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²	
La mitigazione ambientale si compone di un'area complessiva di m ² 14.916,00, della larghezza complessiva di m 7,00, articolata al suo interno con formazioni lineari arboreo arbustivi. L'intera larghezza della fascia verrà preventivamente seminata a prato utilizzando specie erbacee idonee al contesto dei luoghi, utilizzando fiorume generato dai prati stabili presenti nella zona.		7,00	2.130,86	14.916,00	
Descrizione		Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²	
Partendo dalla recinzione del Parco fotovoltaico, viene inserita una prima fascia della larghezza di m. 2,00, composta da varie specie di arbusti con elementi a foglia caduca e persistente, con alternata una presenza di una specie arborea (ogni m 20,00). Distanza sulla fila, fra pianta e pianta m 3,00. Ingombro per singola pianta m ² 6,00		2,00	2.130,86	4.261,71	
Specie arbustive	%	Superficie m ²	Ingombro per pianta	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Berretta del prete</i> (<i>Euonymus europaeus</i>)	10	4.261,71	6,00	710	71
<i>Ligustro</i> (<i>Ligustrum vulgare</i>)	15				107
<i>Fillirea</i> (<i>Phillyrea latifolia</i>)	15				107
<i>Biancospino</i> (<i>Crataegus monogyna</i>)	15				107
<i>Prugnolo</i> (<i>Prunus spinosa</i>)	15				107
<i>Mirto</i> (<i>Myrtus communis</i>)	15				107
<i>Viburno</i> (<i>Viburnum tinus</i>)	15				107
Totali	100				710

Si riporta l'elenco delle specie che verranno inserite all'interno delle fasce.

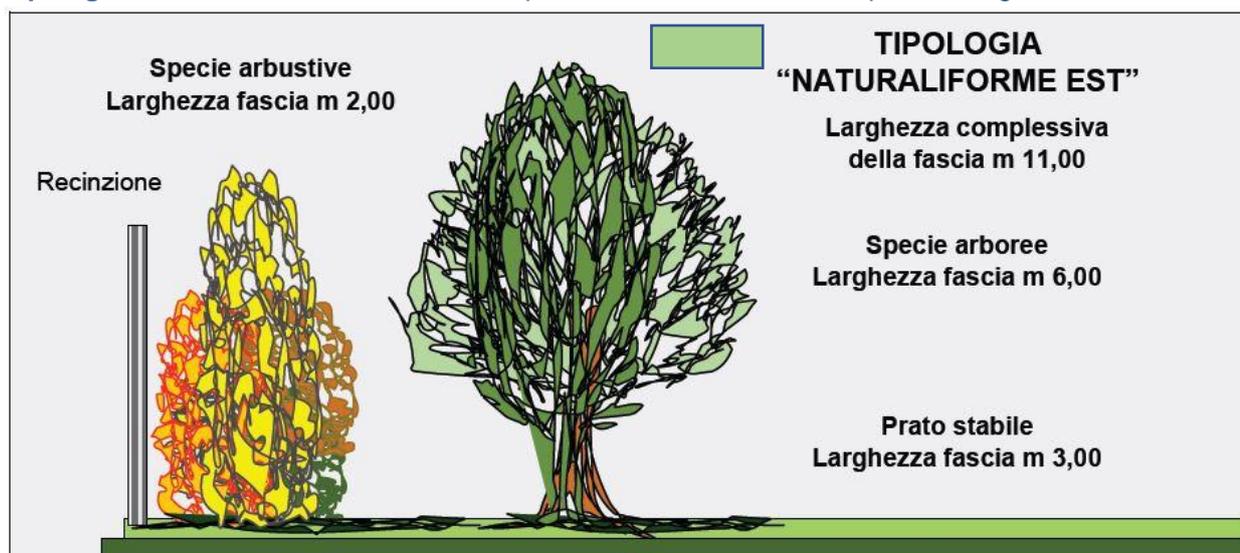
Descrizione		Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²	
Una seconda fascia della larghezza complessiva di m 5,00, caratterizzata da un impianto di specie arboree autoctone di medio fusto. Si precisa che le piante verranno inserite alla distanza di m 3,00 dal ciglio stradale, nel rispetto delle distanze legali dai confini. Distanza tra le piante sulla fila m. 3,00. Ingombro per singola pianta m ² 25,00.		5,00	2.130,86	10.654,30	
Specie arboree	%	Superficie m ²	Ingombro per pianta	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Alloro</i> (<i>Laurus nobilis</i>)	25	10.654,30	25,00	426	107
<i>Olmo</i> (<i>Ulmus minor</i>)	25				107
<i>Frassino ossifilo</i> (<i>Fraxinus angustifolia</i>)	25				107
<i>Quercia da sughero</i> (<i>Quercus suber</i>)	25				107
Totali					426



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Descrizione			Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²
Una seconda fascia della larghezza complessiva di m 5,00, caratterizzata da un impianto di specie arboree autoctone di medio fusto. Si precisa che le piante verranno inserite alla distanza di m 3,00 dal ciglio stradale, nel rispetto delle distanze legali dai confini. Distanza tra le piante sulla fila m. 3,00. Ingombro per singola pianta m ² 25,00.			5,00	2.130,86	10.654,30
Specie arboree	%	Superficie m ²	Ingombro per pianta	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Alloro (Laurus nobilis)</i>	25	10.654,30	25,00	426	107
<i>Olmo (Ulmus minor)</i>	25				107
<i>Frassino ossifilo (Fraxinus angustifolia)</i>	25				107
<i>Quercia da sughero (Quercus suber)</i>	25				107
Totali					426

Tipologia NATURALIFORME EST: Adatta per il mascheramento delle opere a margine dell'area archeologica



m 1,50	m 3,50	m 3,00	Prato stabile	Area di interesse archeologico
Distanza impianti				
m 2,00	m 6,00		m 3,00	
Dimensione fasce				
m 11,00				
Larghezza mitigazione				

Gli impianti all'interno della fascia prevista saranno realizzati dalla recinzione dell'impianto posta a distanza di rispetto dell'area archeologica:



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 63 di
132

Fascia Naturaliforme lato Est

Descrizione	Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²
La mitigazione ambientale si compone di un'area complessiva di m ² 5.295,00, della larghezza complessiva di m 11,00, articolata al suo interno con formazioni lineari arboreo arbustive. L'intera larghezza della fascia verrà preventivamente seminata a prato utilizzando specie erbacee idonee al contesto dei luoghi, utilizzando fiorume generato dai prati stabili presenti nella zona.	11,00	481,36	5.295,00

Descrizione	Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²
Partendo dalla recinzione del Parco fotovoltaico, viene inserita una prima fascia della larghezza di m. 2,00, composta da varie specie di arbusti con elementi a foglia caduca e persistente, con alternata una presenza di una specie arborea (ogni m 20,00). Distanza sulla fila, fra pianta e pianta m 3,00. Ingombro per singola pianta m ² 6,00	2,00	481,36	962,72

Specie arbustive	%	Superficie m ²	Ingombro per pianta	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Berretta del prete (Euonymus europaeus)</i>	10	962,72	6,00	160	16
<i>Ligustro (Ligustrum vulgare)</i>	15				24
<i>Fillirea (Phillyrea latifolia)</i>	15				24
<i>Biancospino (Crataegus monogyna)</i>	15				24
<i>Prugnolo (Prunus spinosa)</i>	15				24
<i>Mirto (Myrtus communis)</i>	15				24
<i>Viburno (Viburnum tinus)</i>	15				24
Totali	100				160

Si riporta l'elenco delle specie che verranno inserite all'interno delle fasce.

Descrizione	Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²
Una seconda fascia della larghezza complessiva di m 6,00, caratterizzata da un impianto di specie arboree autoctone di medio fusto. A lato delle piante si prevede una fascia inerbita a prato della larghezza di m 3,00. Distanza tra le piante sulla fila m. 3,00. Ingombro per singola pianta m ² 18,00.	6,00	481,36	2.888,16

Specie arboree	%	Superficie m ²	Ingombro per pianta	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Alloro (Laurus nobilis)</i>	25	2.880,16	18,00	160	40
<i>Olmo (Ulmus minor)</i>	25				40
<i>Frassino ossifilo (Fraxinus angustifolia)</i>	25				40
<i>Quercia da sughero (Quercus suber)</i>	25				40
Totali					426

Tipologia MITIGAZIONE CABINE INVERTER INTERNE AL CAMPO



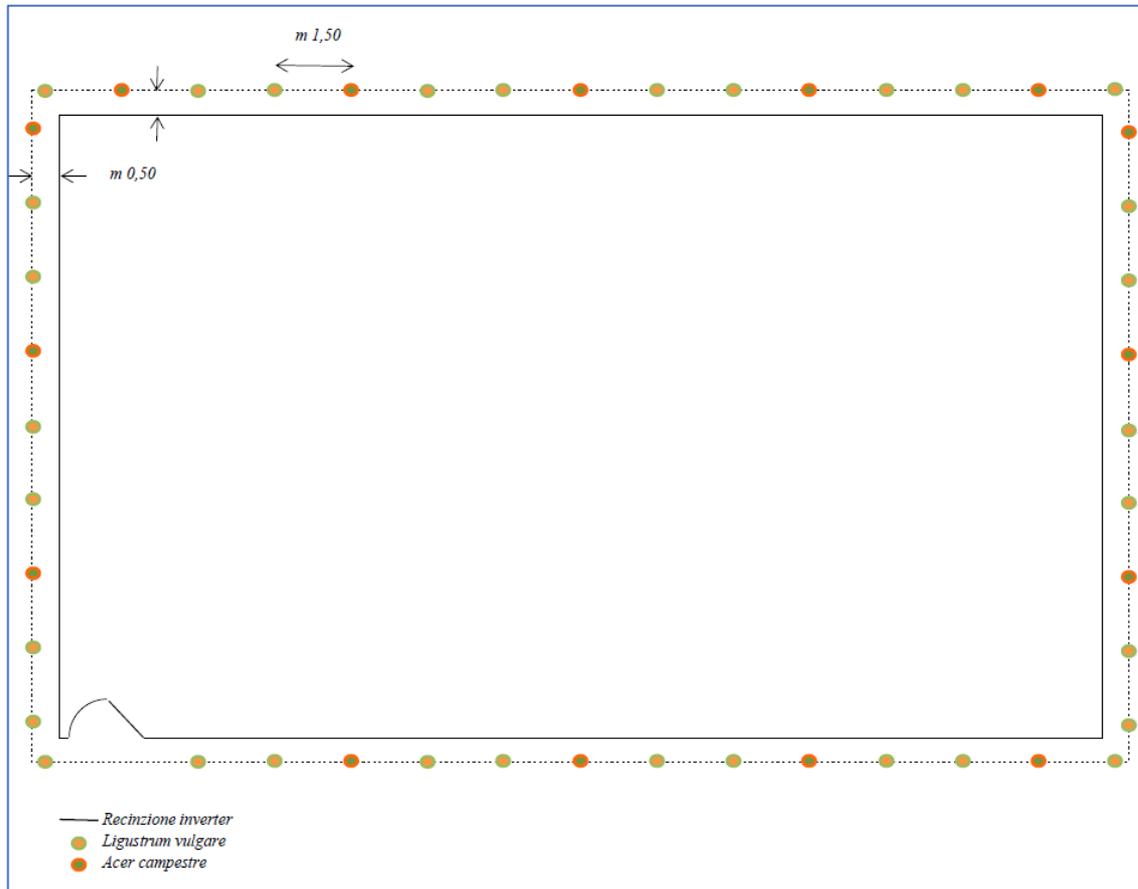
**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Le mitigazioni circondano gli inverter interni al campo e si sviluppano lungo la viabilità interna, permettendo una maggiore occultazione visiva di tali strutture ed integrazione delle alberature seppur di taglio inferiore a quelle esterne al perimetro.

Mascheramento delle cabine degli inverter

Descrizione		Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²	
La mitigazione ambientale si compone di formazioni lineari arbustive poste a dimora sul perimetro delle cabine degli inverter. L'intera larghezza della fascia verrà preventivamente seminata a prato utilizzando specie erbacee idonee al contesto dei luoghi, utilizzando fiorume generato dai prati stabili presenti nella zona. Distanza sulla fila fra le piante m 1,50.		1,50	1.190,00	1.785,00	
Specie arboree	%	Superficie m ²	Ingombro per pianta	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Berretta del prete (Euonymus europaeus)</i>	25	1.785,00	2,25	793	198
<i>Ligustro (Ligustrum vulgare)</i>	25				198
<i>Mirto (Myrtus communis)</i>	25				198
<i>Viburno (Viburnum tinus)</i>	25				198
Totali					793

MITIGAZIONE DELLE CABINE DEGLI INVERTER





**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 65 di
132



----- Filari e cespugli lungo la viabilità interna

Descrizione	Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²
La mitigazione ambientale si compone di formazioni lineari arbustive alternate con gruppi di analoghe specie. L'intera larghezza della fascia verrà preventivamente seminata a prato utilizzando specie erbacee idonee al contesto dei luoghi, utilizzando fiorume generato dai prati stabili presenti nella zona.	1,50	950	1.425,00

Descrizione	Largh. m	Lungh. m	Superficie m ²
Gli elementi lineari alternati con gruppi avranno uno sviluppo lineare di 20,00 metri a cui seguirà uno spazio vuoto di ulteriori 20,00 metri. La distanza sulla fila, fra pianta e pianta sarà di m 1,50 ed un singolo gruppo di piante occuperà una superficie con lato di circa m 1,50 x 2,00. Ingombro per singola pianta m ² 2,25	1,50	950	1.425,00

Specie arbustive	%	Superficie m ²	Ingombro per pianta	N° tot. piante	N° piante per specie
<i>Berretta del prete (Euonymus europaeus)</i>	25	1.425,00	2,25	633	158
<i>Ligustro (Ligustrum vulgare)</i>	25				158
<i>Mirto (Myrtus communis)</i>	25				158
<i>Viburno (Viburnum tinus)</i>	25				158
Totali	100				633

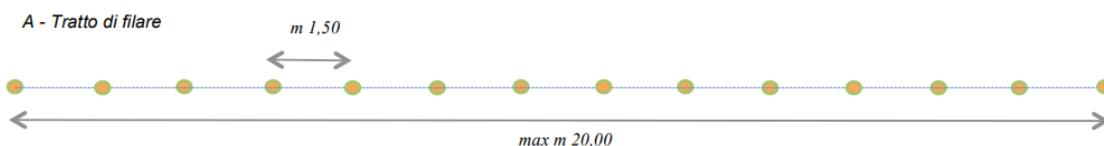
FILARI E GRUPPI DI CESPUGLI LUNGO LA VIABILITA' INTERNA





IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

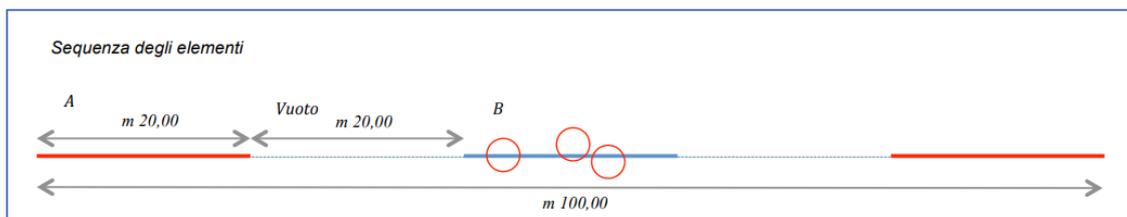
Pag 66 di
132



B - Gruppi di cespugli



- Sequenza alternata di specie cespugliose (ligustro, berretta del prete, mirto e viburno)
- Mucchi di ciottoli e/o legno secco per la creazione di micro habitat



5.2 Accorgimenti tecnici

Gli accorgimenti tecnici adottati per un maggiore inserimento del progetto nel contesto paesaggistico rurale sono:

- Le cabine di smistamento e i locali di deposito che si trovano all'interno dell'area di impianto, verranno realizzate con tetto a due falde con manto di copertura in tegole laterizie e pareti intonacate e tinteggiate con colori tendenti all'ocra, coerenti al contesto di inserimento. Si riportano le cabine modificate nella TAV03 e TAV04

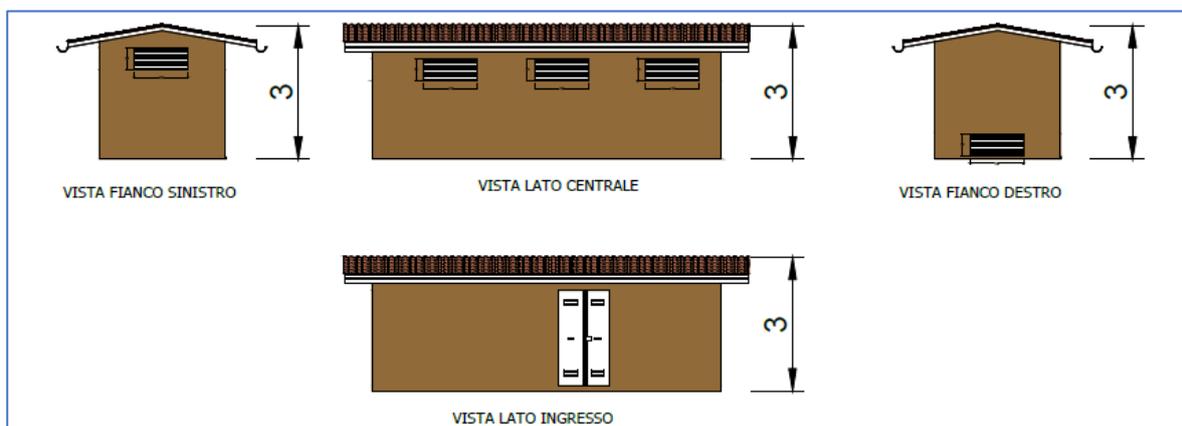


Figure 2 Cabine di smistamento



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 67 di
132

- La recinzione avrà un'altezza da terra di 30cm per non impedire gli spostamenti della piccola e media fauna terrestre; l'altezza totale dell'elemento sarà di 2m.

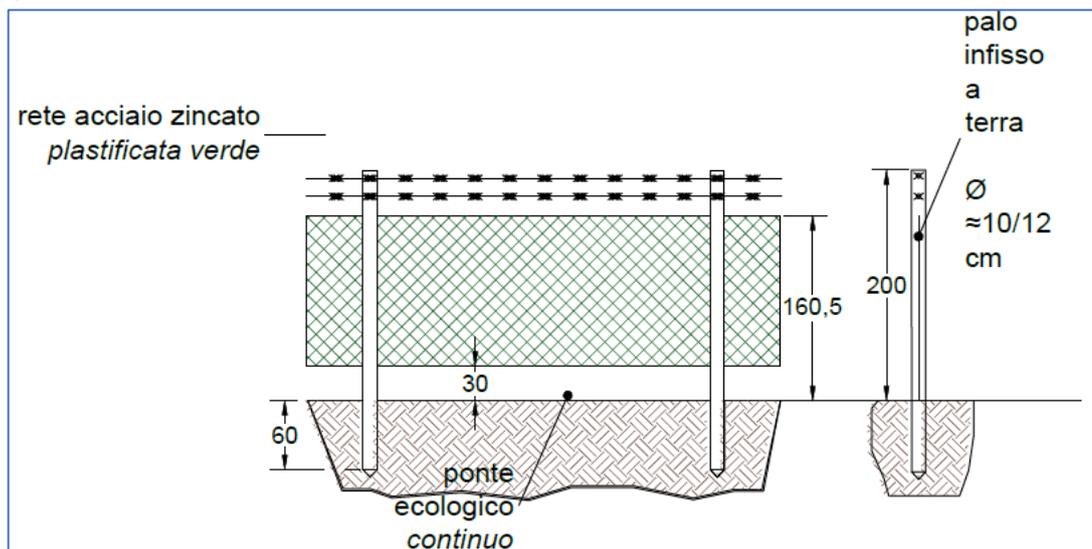


Figure 3 Dettagli recinzione

5.3 Realizzazione di postazioni apistiche



Ulteriori elementi mitigativi dello stato di progetto riguarda l'inserimento di postazioni apistiche: Il progetto propone la creazione di postazioni per l'installazione di alveari posti all'interno dell'impianto fotovoltaico da arricchire con essenze erbacee e arbustive nettarifere con lo scopo di favorire il pascolamento delle api nelle superfici circostanti con limitata interferenza antropica. La popolazione apistica ivi insediata potrà inoltre interagire con le ulteriori specie arbustive e arboree già previste nella fascia di mitigazione ambientale e mascheramento lungo il perimetro dell'impianto (ulteriore fonte nettarifera), con le alberature spondali del Fosso



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 68 di
132

della Ficocchia e di quelle dell'articolata rete di Fossi ubicati nel raggio di 3/4 chilometri corrispondente al raggio d'azione delle esplorazioni svolte da questi insetti. L'insediamento apistico costituirebbe infine un importante elemento di servizio ecosistemico volto a favorire l'impollinazione di tipo entomofilo delle specie erbacee, arbustive ed arboree selvatiche, di quelle agrarie ed anche di quelle presenti negli orti domestici molto diffusi nell'area situata a nord-est dell'impianto.

- significativo miglioramento della biodiversità ambientale contribuendo ad arricchire lo spettro floristico del sito;
- potenziamento dell'interazione fra le componenti dell'ecosistema locale in un sito semplificato dal punto di vista ecologico a seguito delle diversificate attività antropiche svolte nel tempo;
- contribuire a diffondere ed affermare sul territorio l'ape italiana (*Apis mellifera ligustica Spinola*);
- creare una modello di economia sostenibile mediante la sinergia con gli apicoltori locali i quali potranno utilizzare le postazioni ubicate in un pascolo già predisposto ed al sicuro da possibili furti di alveari o vandalismi (ricorrenti negli ultimi anni) grazie al fatto che il perimetro dell'impianto fotovoltaico sarà protetto da recinzione e videosorveglianza.



Esempio di postazioni apistiche

Nella relazione agronomica sono minuziosamente descritti i lavori per la realizzazione e la manutenzione delle postazioni, e le scelte delle essenze mellifere erbacee ed arbustive.

5.4 Mitigazioni in fase di cantiere

Durante le fasi di cantiere invece si dovranno adottare una serie di accorgimenti necessari a mitigare i potenziali impatti:

EFFETTI POTENZIALI	MITIGAZIONI ADOTTATE
Possibilità di introduzione di inquinanti negli strati sotto superficiali	Tale rischio potenziale è mitigato dall'utilizzo di mezzi ecologici ed efficienti, ed una attenta verifica dello stato manutentivo delle macchine in cantiere.
Inquinamento delle acque superficiali nel corso delle attività	Per le acque superficiali vi è il rischio di intorpidimento per le polveri, non un vero e proprio rischio di inquinamento. Le opere di mitigazione da adottare in fase di cantiere riguardano l'irrorazione delle terre e la copertura con teli dei cumuli, ove presenti, in special modo durante le giornate vento moderato/elevato.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 69 di
132

EFFETTI POTENZIALI	MITIGAZIONI ADOTTATE
Inquinamento delle acque sotterranee nel corso delle attività	Tale rischio potenziale è mitigato dall'utilizzo di mezzi ecologici ed efficienti, ed una attenta verifica dello stato manutentivo delle macchine in cantiere.
Alterazione temporanea della qualità dell'ambiente conseguente all'utilizzo di mezzi operatori, veicolari, durante le fasi operative ed a regime	Le emissioni dovute ai mezzi di lavoro saranno mitigate dall'utilizzo di mezzi ecologici ed efficienti.
Implementazione delle fonti di emissione sonora	Le opere di scavo e la battitura dei pali possono essere fonte di disturbo ai recettori più sensibili. A tal proposito, si è tracciata una mappa dei recettori si è definito che le opere di maggiore disturbo acustico saranno concentrate in fasce orarie ristrette (vedasi relazione acustica)
Implementazione dei flussi veicolari	Le opere di scavo su strada causeranno dei disagi al traffico locale, ma buona parte di tali opere ha una sezione ristretta e verrà realizzata a bordo strada; pertanto, si verificheranno principalmente restringimenti senza riduzione dei sensi di marcia. Inoltre, le opere saranno realizzate nel minor tempo possibile pertanto i disagi causati risulteranno temporanei.
Introduzione di elementi di rallentamento dell'attuale viabilità	
Riduzione di fattori negativi in termini di salubrità del contesto	L'eliminazione di una porzione di cavidotto aereo in prossimità delle abitazioni può facilmente ritenersi una riduzione dei fattori negativi di salubrità del contesto oltre che un miglioramento dell'aspetto paesaggistico.
Presenza / assenza di fattori di potenziale incidenza sulla salute dei residenti	Le opere di mitigazione ambientale hanno una potenziale incidenza positiva sulla salute dei residenti.
Eliminazione di specie endemiche o rare. Potenziale inserimento di specie sinantropiche	La creazione di mitigazioni basate sulla mescolanza di essenze del luogo, perette la conservazione delle specie endemiche
Alterazioni di aree con patrimoni archeologici	La presenza di scavi su zone sensibili sarà mitigata dalla presenza della sorveglianza archeologica.

5.5 L'attività agronomica

Il progetto, come meglio descritto nella relazione agronomica prodotta dal professionista incaricato Per. Agr. Giovanni Cattaruzzi, prevede l'insediamento di attività agronomica.

Tenuto conto che uno degli obiettivi di questo progetto è anche quello di consentire all'interno dell'impianto fotovoltaico lo svolgimento di attività agricole ed anche di servizi ecologici, sono state individuate 2 attività agricole in linea con le politiche agro-ambientali del Green Deal europeo e delle strategie di sostenibilità alla base della realizzazione dei parchi fotovoltaici in quanto ecologicamente miglioratrici, economicamente significative e promotrici di un modello di sviluppo innovativo così rappresentate:

- coltivazione estensiva di un miscuglio di essenze erbacee foraggere nettarifere sull'intera superficie dell'impianto;
- creazione di postazioni apistiche per la produzione specializzata di miele abbinata alla coltivazione di ulteriori essenze erbacee ed arbustive nettarifere;
- ulteriore coltivazione a foraggere dell'area sottoposta a vincolo archeologico da avviare a prato stabile al fine di evitare interferenze con eventuali resti presenti nel suolo.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 70 di
132



-  *Impianto fotovoltaico*
-  *Superficie coltivata a foraggiere*
-  *Postazioni apistiche*

La realizzazione di un'ampia superficie prativa dedicata a essenze erbacee poliennali, polifite e nettariifere (in luogo del normale seminativo) consente di creare un elemento di diversificazione del territorio agrario tipico con l'inserimento di specie floristicamente importanti per l'insediamento e la riproduzione di insetti pronubi (sia api che altre specie) costituendo una fonte di foraggiamento ricca di varietà di fiori, di tipi di fiori ed infiorescenze, di pollini e nettare, di habitat adatti a creare microclimi ottimali e ponti ecologici verso ulteriori tipologie di habitat costituiti dalle formazioni arboree e cespugliose allignanti sul perimetri del sito realizzate a fini di mitigazione ambientale.

Realizzazione della coltura prativa

Le attività agronomiche per la semina del prato prenderanno avvio dopo la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, nel periodo autunnale e si svolgeranno secondo la seguente sequenza:

- a) concimazione di fondo di origine organica (preferibilmente liquetame bovino o digestato da biogas ottenuto esclusivamente da impianti agricoli da interrare con ancorette oppure ancora S.O. pellettata) in ragione di 30 ton/ha;
- b) preparazione del terreno mediante aratura poco profonda (max cm 20) oppure utilizzo di ripper con l'attenzione di evitare eventuali condotte elettriche interrate, frangizollatura ed erpicatura per l'affinamento della zollosità e la preparazione ottimale del terreno alla semina;
- c) acquisto di semente di essenze erbacee nettariifere (in via esemplificativa e non esaustiva: 6% trifoglio bianco - *Trifolium repens*, 6% facelia - *Phacelia tanacetifolia*, 1% tarassaco - *Taraxacum officinale*, 6% meliloto - *Melilotus officinalis*, 81% erba medica - *Medicago sativa*) in ragione di kg/ha 40, adatte a colonizzare rapidamente il suolo e mantenere il medesimo coperto da vegetazione fitta e rigogliosa per contrastare in maniera naturale le erbe infestanti; le abbondanti fioriture scalari contribuiranno nel tempo a costituire un pascolo interessante per le api ed altri pronubi e contribuiranno a rendere gradevole il paesaggio locale; la scelta di puntare principalmente sull'erba medica è supportata dal fatto che essa rappresenta la più virtuosa fra le specie erbacee foraggiere in quanto è ricca di valore nutritivo in ambito zootecnico, ha un titolo proteico elevato (produce la quantità più elevata di proteine per unità di superficie coltivata), fissa l'azoto atmosferico nel terreno, migliora la struttura del terreno grazie alle radici fittonanti e profonde, richiede una ridotta quantità di input, favorisce il sequestro del carbonio nel suolo ed incide quindi favorevolmente sulla qualità ecologica dell'ambiente.
- d) semina delle specie erbacee foraggiere a fasce o in miscuglio con idonei mezzi agricoli;
- e) effettuazione di una rullatura per il compattamento della superficie del suolo finalizzato a garantire il rapido attecchimento del prato appena seminato.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 71 di
132



Trifoglio

Tarassaco

Facelia

Meliloto

Erba Medica

Realizzazione delle postazioni apistiche

Il progetto propone la creazione di postazioni per l'installazione di alveari posti all'interno dell'impianto fotovoltaico da arricchire con essenze erbacee e arbustive nettariifere con lo scopo di favorire il pascolamento delle api nelle superfici circostanti con limitata interferenza antropica. La popolazione apistica ivi insediata potrà inoltre interagire con le ulteriori specie arbustive e arboree già previste nella fascia di mitigazione ambientale e mascheramento lungo il perimetro dell'impianto (ulteriore fonte nettariifera), con le alberature spondali del Fosso della Ficocchia e di quelle dell'articolata rete di Fossi ubicati nel raggio di 3/4 chilometri corrispondente al raggio d'azione delle esplorazioni svolte da questi insetti. L'insediamento apistico costituirebbe infine un importante elemento di servizio ecosistemico volto a favorire l'impollinazione di tipo entomofilo delle specie erbacee, arbustive ed arboree selvatiche, di quelle agrarie ed anche di quelle presenti negli orti domestici molto diffusi nell'area situata a nord-est dell'impianto.

L'attività proposta persegue i seguenti obiettivi:

- significativo miglioramento della biodiversità ambientale contribuendo ad arricchire lo spettro floristico del sito;
- potenziamento dell'interazione fra le componenti dell'ecosistema locale in un sito semplificato dal punto di vista ecologico a seguito delle diversificate attività antropiche svolte nel tempo;
- contribuire a diffondere ed affermare sul territorio l'ape italiana (*Apis mellifera ligustica* Spinola);
- creare una modello di economia sostenibile mediante la sinergia con gli apicoltori locali i quali potranno utilizzare le postazioni ubicate in un pascolo già predisposto ed al sicuro da possibili furti di alveari o vandalismi (ricorrenti negli ultimi anni) grazie al fatto che il perimetro dell'impianto fotovoltaico sarà protetto da recinzione e videosorveglianza.



A completamento della descrizione dell'attività agronomica si rimanda alla Relazione specifica.

Al suo interno sono sviluppate le considerazioni in merito alle attività di manutenzione del prato successive alla semina, ai macchinari e attrezzature necessarie per la gestione della coltura e relativi computi metrici estimativi dei costi di realizzazione e manutenzione. In merito all'attività apistica viene sviluppata la descrizione dei lavori di



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 72 di
132

realizzazione e manutenzione, la scelta delle essenze mellifere erbacee ed arbustive, con approfondimento finale sul computo metrico estimativo e il business plan dell'attività.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 73 di
132

6. MOVIMENTAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Lo scopo del presente capitolo è quello di illustrare la procedura da adottare per la gestione delle terre e rocce prodotte dalle attività di scavo che riguardano la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, con Potenza nominale di **54,2016 MWp**, che si intende realizzare su terreno privato a destinazione seminativo. Il progetto prevede un'area di circa 61 ha situata in provincia di Roma nel comune di Lanuvio di cui è soggetto proponente la società RNE 1 S.r.l. In considerazione del fatto che la normativa inerente la gestione delle terre e rocce da scavo, sia a livello nazionale che locale, è in costante e dinamica evoluzione, l'approccio gestionale alle terre da scavo riportato nel presente documento potrà essere aggiornato e consolidato nelle successive fasi progettuali (Progetto esecutivo) e prima dell'inizio delle attività in sito ovvero in seguito alle prossime attività tecnico-amministrative previste dall'iter procedurale/autorizzativo (conferenze di servizio, tavoli tecnici con enti competenti).

Ai fini della realizzazione della più corretta modalità di ripristino del suolo occupato da tutte le opere di sostegno ci si impegna nel redigere la Caratterizzazione Pedologica e Planialtimetrica delle aree coinvolte. La viabilità interna è costituita da uno strato superficiale in misto strada e ghiaia. Di conseguenza nelle movimentazioni del terreno tra i cavidotti e le strade occorre mantenere la separazione delle differenti componenti pedologiche, ponendo cura di disporre le componenti a maggiore fertilità negli strati superficiali del terreno. Premessa a tutto ciò è che in fase di allestimento iniziale dell'impianto vengano tracciati i movimenti terra interni generando una cartografia pedologica indispensabile per il successivo ripristino. Sarà necessario predisporre la pianta as built della caratterizzazione pedologica effettivamente esistente al momento dell'avvio dell'esercizio dell'impianto.

6.1 DIMENSIONI E CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto fotovoltaico avente moduli in silicio monocristallino per una potenza di picco complessiva di circa **54,2016 MWp**

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando:

- n. **90336** moduli in silicio monocristallino
- n 20 inverter centralizzati.

I pannelli posizionati sono su tracker doppi da 96, 48 e pannelli, posti a interasse di 8,25 m.

I moduli fotovoltaici saranno posati a terra tramite idonee strutture in acciaio zincato con inseguimento mono-assiale, che permettono al contempo di aumentare significativamente la redditività degli impianti e di ridurre l'impatto visivo degli stessi, avendo altezze inferiori, disposti in file parallele opportunamente distanziate onde evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco. L'impianto sarà di tipo GRID-CONNECTED (connesso alla rete elettrica per l'immissione dell'energia).

I venti sottocampi in cui è diviso l'impianto sono serviti ciascuno da inverter, trasformatori e cabine di trasformazione. L'energia prodotta dall'impianto sarà veicolata mediante un cavidotto in MT di circa 3,46 km all'interno della Step-Up di progetto posizionata nei pressi della CP di Aprilia dove avverrà la trasformazione in AT e veicolata in uscita dalla Step-Up fino alla CP di Aprilia di proprietà di e-distribuzione, mediante un cavidotto AT interrato.

Inoltre, è previsto un ulteriore cavidotto in AT che prevede un tratto interrato di 5,9 km nel comune di Aprilia, in particolare nella frazione Genio Civile.

I cavidotti delle linee BT e MT corrono all'interno dell'impianto fotovoltaico.

Essi prevedono delle sezioni di scavo, per l'alloggiamento di tubazioni e cavi, di dimensioni differenti in funzione del numero delle linee/cavo da collocare al loro interno.

- Le linee BT hanno una lunghezza totale di **3 575,9 m**.
- Le linee MT interne all'area di progetto hanno una lunghezza totale di **3 796,8 m**.
- Le linee MT esterne all'area di progetto hanno una lunghezza totale di **3 459,00 m**.
- La linea AT tra l'area Step-Up e la CP di Aprilia ha una lunghezza totale di circa **185,00 m**
- **La linea AT tra la CP di Aprilia e CP Le Ferrerie ha una lunghezza totale di circa 5 945,0 m**

L'impianto sarà dotato di viabilità interna e perimetrale, accesso carrabile, recinzione perimetrale, sistema di illuminazione e videosorveglianza.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 74 di
132

L'accesso carrabile presente è segnalato all'interno della tavola planimetria di progetto.

Sarà costituito da cancello a due ante in rete in acciaio zincato plastificata verde, largo 6 m su pali in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo.

La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde alta da 2,6 m, collegata a pali metallici alti 3 m, infissi direttamente nel suolo per una profondità di 60 cm.

Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia la recinzione sarà innalzata di **30 cm** su tutto il perimetro, **come richiesto in fase di integrazione**.

La viabilità sarà perimetrale e interna al lotto e sarà larga 5 m e sarà realizzata con uno spessore di 20 cm di "misto cava" e 10 cm di ghiaia di pezzatura media e fine (materiale inerte di cava a diversa granulometria) da approvvigionare dalle cave di zona. Si riportano in sintesi tutti gli interventi che prevedono movimenti terra e infissioni nel terreno, successivamente verranno trattati nel dettaglio:

Movimenti terra	
scavi	Viabilità
	Cabine Smistamento e consegna
	Cabine inverter
	Cabine inverter Vasca
	Linee illuminazione
	Linee CC
	Linee MT interne
	Linee MT esterne
	Linee AT esterne
	Linee AT PTO
	Giunti AT
	Fondazioni piloni
	riporto
Linee CC	
Linee MT interne	
Linee MT esterne	
Linee AT esterne	
Linee AT PTO	
Giunti AT	
Fondazioni piloni	

Infissioni
Pali Tracker
Pali illuminazione
Pali recinzione

6.2 STIMA DEI VOLUMI DI SCAVO

In riferimento alle opere e alle attività previste dal progetto è possibile definire per ognuna di esse le caratteristiche geometriche e volumetriche volte alla definizione dei volumi totali di terreno che dovranno essere scavati.

I materiali di risulta delle rotture stradali verranno gestiti mediante la Norma UNI EN 13108-8 che descrive il tipo di classificazione, i modi per smaltirlo correttamente e i controlli da effettuare per accertare eventuali impurità del fresato. Per conferire l'asfalto al gestore autorizzato allo smaltimento sarà necessario fornirgli le analisi sul rifiuto condotte ai sensi del DM 5/02/98 verranno consegnati all'apposito stabilimento di recupero e trasformazioni di materiale riciclato.

Nel caso il conferimento ad un centro autorizzato è necessario:

- individuare un centro autorizzato al recupero o smaltimento terre e rocce da scavo (CER 170504);



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 75 di
132

- individuare l'eventuale deposito temporaneo presso cantiere di produzione (non deve superare i 3 mesi o i 20 m³);
- il trasporto deve essere effettuato da ditte iscritte all'Albo Gestori Ambientali o dell'impresa previa richiesta all'Albo per il trasporto in conto proprio;
- emettere Formulario di Identificazione per il trasporto.

In sede progettuale o al più prima dell'Inizio Lavori il centro autorizzato prescelto deve essere comunicato all'Ente per le necessarie verifiche. Il recupero delle terre e rocce da scavo CER 17 05 04 "terra e rocce", qualora debbano essere considerate rifiuti e quindi non ricomprese nell'ambito dell'art.186 D.Lgs 152/06 e s.m.i.

Cavidotto AT- da realizzare esternamente all'impianto

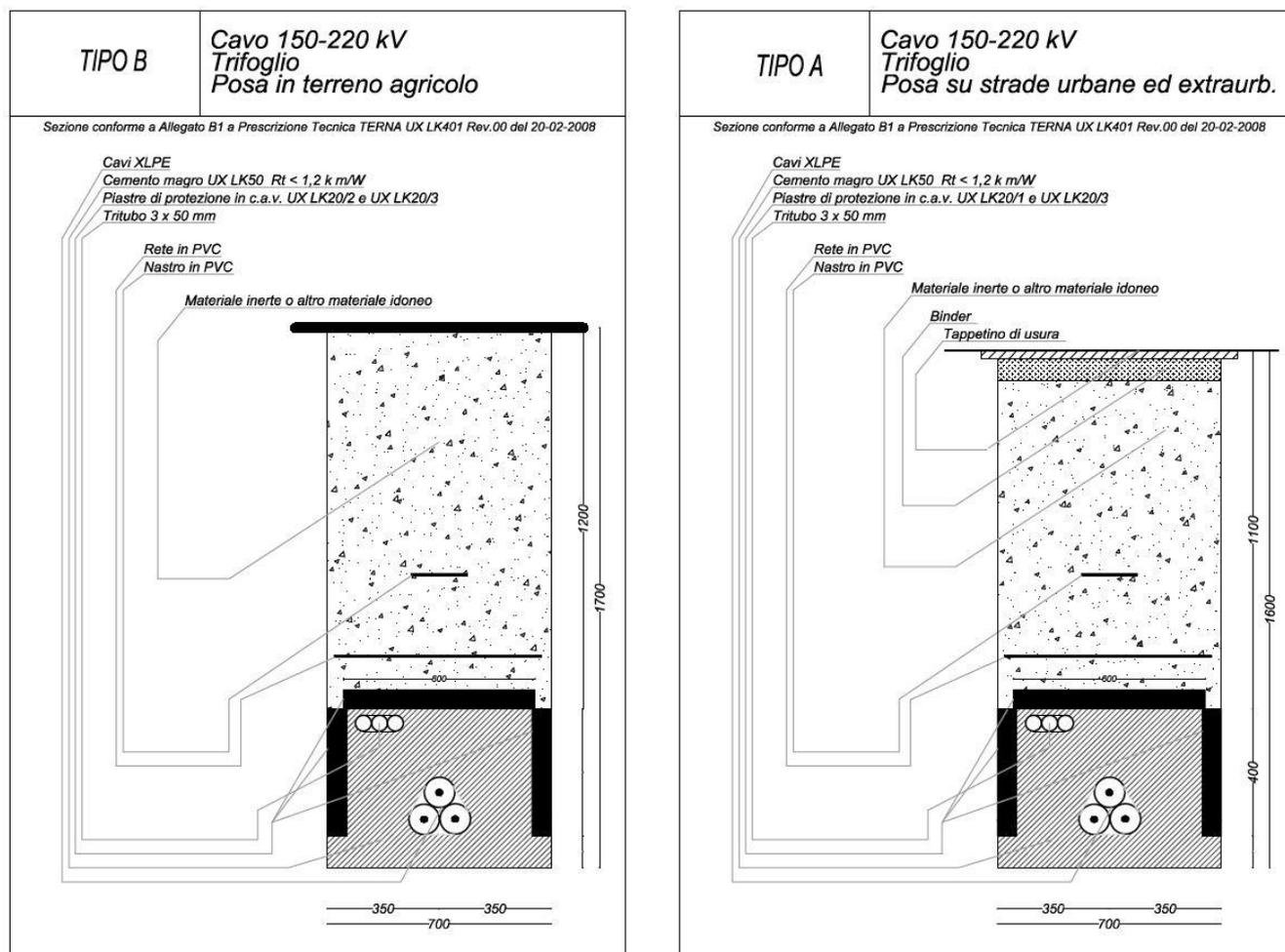


Figura 8 - TIPOLOGIE SEZIONI DI SCAVO LINEE AT ESTERNE ALL'IMPIANTO

I movimenti terra esterni all'area di progetto per la realizzazione degli allacciamenti alla CP di Aprilia dalla Step-Up e il tratto di cavidotto interrato tra la CP di Aprilia e la CP Le Ferriere.

Per tali cavidotti la lunghezza planimetrica, geometria della sezione di scavo e il volume complessivo di terreno da scavare è riportato nella seguente tabella:



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 76 di
132

Linee cavidotto AT	lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
Collegamento AT tratto:	183,7	0,7	1,6	205,744
TOTALE	183,70			205,74

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti della linea AT che collega la Step-Up alla CP di Aprilia è pari a **205,74m3**.

Linee cavidotto AT	lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
via Produzione	400,0	0,7	1,7	476,0
via Genio Civile	2 400,0	0,7	1,7	2856,0
Via Selciatella	275,0	0,7	1,7	327,3
Via Valtellina	2100,0	0,7	1,7	2499,0
via Cinque Archi	770,0	0,7	1,7	916,3
TOTALE	5 945,0			7 074,6

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti della linea AT interata che collega la CP di Aprilia e la CP Le Ferriere è pari a **7 074,6 m3⁶**.

Giunti				
n.	lunghezza (m)	larghezza (m)	profondità (m)	volume (m ³)
10	8	2,8	2	448

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti dei giunti della linea AT interata che collega la CP di Aprilia e la CP Le Ferriere è pari a **448,0 m3**.

Cavidotto MT – Esterno all'impianto

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee MT (media tensione) scavi a sezione obbligata come rappresentati nella seguente Figura:

⁶ I volumi delle fondazioni dei piloni da sostituire e da rimuovere non sono stati valutati nel presente documento, in quanto il progetto redatto da altro professionista, non prevede tale stima fino alla fase esecutiva come dichiarato nel documento di progetto "PTO RTN 01 Relazione Tecnica Generale" pg 17



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 77 di
132

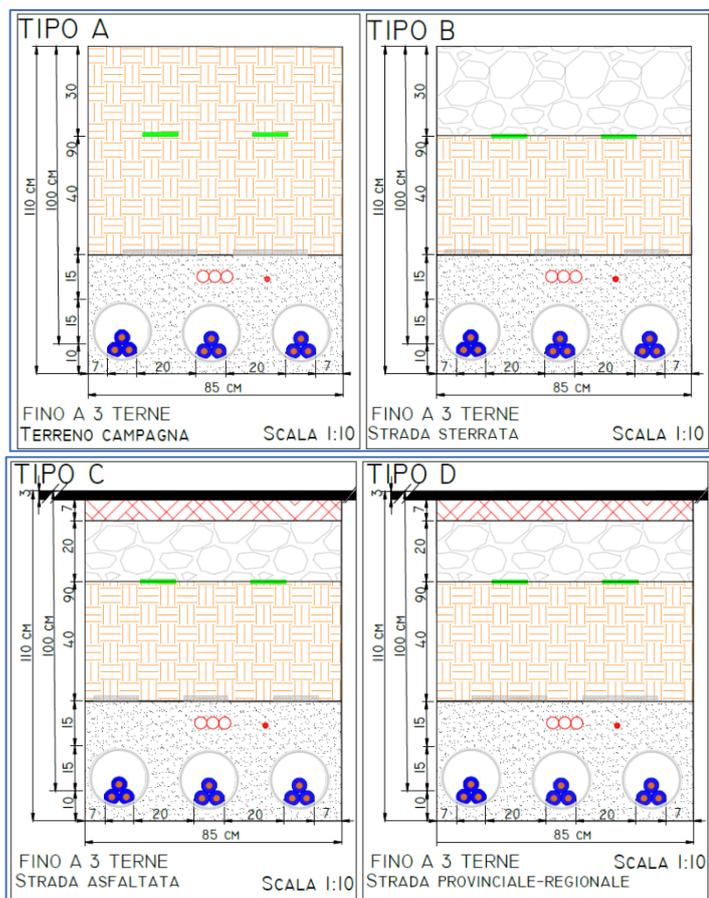


FIGURA 9 - TIPOLOGIA DI SCAVI

Per tali cavidotti la lunghezza planimetrica, geometria della sezione di scavo e il volume complessivo di terreno da scavare sono riportati nella seguente sono riportati i volumi degli scavi dei cavi in media tensione esterni all'area di impianto:

Volumi scavi cavi MT – esterni all'impianto

MT esterno	lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
S0-T1	337,89	0,85	1,1	315,93
T1-T2	761,1	0,85	1,1	711,63
T2-T3	587,26	0,85	1,1	549,09
T3-T4	581,25	0,85	1,1	543,47
T4-T5	453,09	0,85	1,1	423,64
T5-T6	112,57	0,85	1,1	105,25
T6-T7	364,67	0,85	1,1	340,97
T7-T8	50,62	0,85	1,1	47,33
T8-T9	50,1	0,85	1,1	46,84
T9-T10	168,85	0,85	1,1	157,87
TOTALE	3467,40			3242,02

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee MT esterne all'impianto è pari a **3242,02 m3**.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
 Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Cavidotto MT – Interno all'impianto

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee MT (media tensione) scavi a sezione obbligata come rappresentati nella seguente Figura:

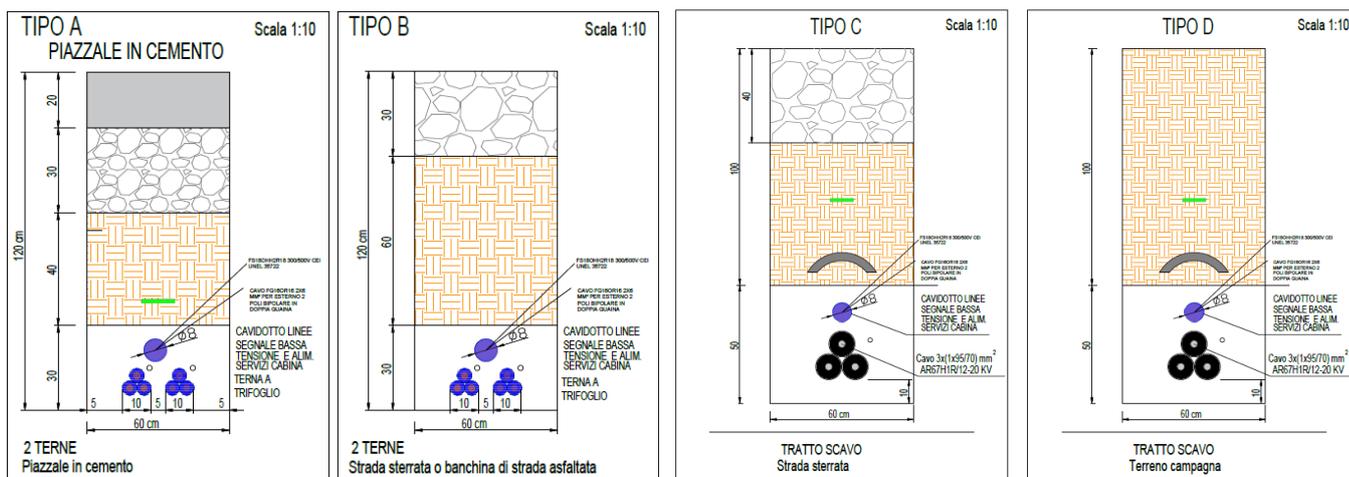


FIGURA 10 - TIPOLOGIE SEZIONI DI SCAVO LINEE MT

Per tali cavidotti la lunghezza planimetrica, geometria della sezione di scavo e il volume complessivo di terreno da scavare sono riportati nella seguente:

Linee cavidotto MT	lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
CS1-MT1	70,2	0,6	1,5	63,2
MT1-MT2	63,0	0,6	1,5	56,7
MT2-MT3	403,0	0,6	1,5	362,7
MT3-MT4	102,8	0,6	1,5	92,5
MT4-MT5	91,4	0,6	1,5	82,2
CS2-MT6	47,8	0,6	1,5	43,0
MT6-MT7	65,3	0,6	1,5	58,8
MT8-MT12	331,8	0,6	1,5	298,7
MT9-MT10	62,3	0,6	1,5	56,1
MT10-MT11	68,0	0,6	1,5	61,2
MT7-MT11	55,1	0,6	1,5	49,6
MT12-M14	169,4	0,6	1,5	152,5
M13-S1	129,6	0,6	1,5	116,6
MT14-CS3	178,6	0,6	1,5	160,8
MT14-MT15	137,2	0,6	1,5	123,5
MT15-MT16	98,0	0,6	1,5	88,2
MT17-MT18	205,9	0,6	1,5	185,3
MT18-CS4	92,4	0,6	1,5	83,1
MT10-MT17	41,4	0,6	1,5	37,3
MT20-CS4	126,9	0,6	1,5	114,2
CS1-S0	528,8	0,6	1,5	475,9



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 79 di
132

Linee cavidotto MT	lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
CS2-MCT13	274,1	0,6	1,5	246,7
CS3-MT19	112,3	0,6	1,5	101,1
CS4-CS0	9,7	0,6	1,5	8,7
TOTALE	3465,0			3118,5

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee MT interne all'impianto è pari a **3118.5 m3**.

Cavidotto BT – da realizzare internamente all'impianto

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee BT (bassa tensione) si prevedono scavi a sezione obbligata 600x700 mm.

Per tali cavidotti la lunghezza planimetrica, geometria della sezione di scavo e il volume complessivo di terreno da scavare sono riportati nella seguente tabella:

Volume scavi cavi BT

Linee cavidotto BT	lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
Sottocampo 1	102,0	0,7	0,6	42,8
	12,7	0,7	0,6	5,3
Sottocampo 2	59,5	0,7	0,6	25,0
	76,2	0,7	0,6	32,0
Sottocampo 3	51,0	0,7	0,6	21,4
	20,2	0,7	0,6	8,5
Sottocampo 4	59,5	0,7	0,6	25,0
	46,9	0,7	0,6	19,7
Sottocampo 5	59,5	0,7	0,6	25,0
	66,4	0,7	0,6	27,9
Sottocampo 6	51,0	0,7	0,6	21,4
	57,4	0,7	0,6	24,1
Sottocampo 7	51,0	0,7	0,6	21,4
	14,9	0,7	0,6	6,3
Sottocampo 8	144,5	0,7	0,6	60,7
	19,8	0,7	0,6	8,3
	13,1	0,7	0,6	5,5
Sottocampo 9	263,5	0,7	0,6	110,7
	19,7	0,7	0,6	8,3
Sottocampo 10	127,5	0,7	0,6	53,6
	19,4	0,7	0,6	8,1
Sottocampo 11	127,5	0,7	0,6	53,6
	120,6	0,7	0,6	50,6
Sottocampo 12	153,0	0,7	0,6	64,3
	19,8	0,7	0,6	8,3
Sottocampo 13	161,5	0,7	0,6	67,8



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 80 di
132

Linee cavidotto BT	lunghezza (m)	larghezza (m)	altezza (m)	Volume (m3)
	24,2	0,7	0,6	10,2
	35,6	0,7	0,6	14,9
Sottocampo 14	161,5	0,7	0,6	67,8
	22,4	0,7	0,6	9,4
	43,2	0,7	0,6	18,1
Sottocampo 15	110,5	0,7	0,6	46,4
	13,3	0,7	0,6	5,6
	19,8	0,7	0,6	8,3
Sottocampo 16	229,5	0,7	0,6	96,4
	20,9	0,7	0,6	8,8
	8,0	0,7	0,6	3,4
Sottocampo 17	119,0	0,7	0,6	50,0
	203,8	0,7	0,6	85,6
Sottocampo 18	102,0	0,7	0,6	42,8
	11,2	0,7	0,6	4,7
	117,5	0,7	0,6	49,3
Sottocampo 19	195,5	0,7	0,6	82,1
	26,6	0,7	0,6	11,2
Sottocampo 20	221,0	0,7	0,6	92,8
	15,1	0,7	0,6	6,3
TOTALE	3618,4			1519,7

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee BT è pari a **1519,7 mc**.

Nella seguente *Tabella* riassuntiva sono riportati i volumi parziali e il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione dei cavidotti:

	Volume (m3)	Lunghezza (m)
Linea AT	7728,3	6208,7
Linea MT esterna	3242,0	3467,4
Linea MT interna	3118,5	3465,0
Linea BT	1519,7	3618,4
TOTALE	15608,5	16759,4



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 81 di
132

Movimenti terra interni ai layout di progetto

Bilancio movimenti terra		Lanuvio					
		lunghezza (m)	larghezza (m)	profondità/altezza (m)	numero elementi	area (mq)	Volume (mc)
scavi	Viabilità	5266,4	5,0	0,5	-	26332,0	13166,0
	Cabine Smistamento e consegna	7,9	2,8	0,6	5,0	110,2	66,1
	Cabine inverter	10,7	2,5	0,3	20,0	530,6	159,2
	Cabine inverter Vasca	4,3	1,3	0,7	20,0	-	82,3
	Linee illuminazione	3633,6	0,25	0,3		908,4	272,5
	Linee CC	3575,9	0,6	0,6		2145,5	1287,3
	Linee MT interne	3465,0	0,6	1,5		2079,0	3118,5
riporti	Linee illuminazione	3633,6	0,25	0,3		908,4	272,5
	Linee CC	3575,9	0,6	0,3		2145,5	643,7
	Linee MT interne	3465,0	0,6	1		2079,0	2079,0
Totale scavi (mc)		18151,9					
Volumi espansi 30% (mc)		23597,4					
Volumi recuperati 10% (mc)		3294,7					
bilancio terre (mc) (*)		20302,8					

(*) *Previo campionamento e analisi delle terre, in modo da accettarsi dell'assenza delle sostanze inquinanti, la parte eccedente dal bilancio delle terre interne al campo sarà sparsa uniformemente su tutta l'area del sito a disposizione, per uno spessore limitato a pochi centimetri, mantenendo la morfologia originale dei terreni. Dunque, i movimenti terra interni ai layout di progetto saranno riutilizzati e non si prevede alcun conferimento in discarica.*



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 82 di
132

Movimenti terra esterni ai layout di progetto

Bilancio movimenti terra esterni		Lanuvio					
		lunghezza (m)	larghezza (m)	profondità/altezza (m)	numero elementi	area (mq)	Volume (mc)
scavi	Linee MT esterne	3467,4	0,85	1,1		2947,3	3242,0
	Linee AT esterne	183,7	0,7	1,6		128,6	205,7
	Linee AT PTO	5945,0	0,7	1,7		4161,5	7074,6
	Giunti AT PTO	8,0	2,8	2	10	224,0	448,0
riporti	Linee MT esterne	3467,4	0,85	0,4		2947,3	1178,9
	Linee AT esterne	183,7	0,7	1,1		128,6	141,4
	Linee AT PTO	5945,0	0,7	1,2		4161,5	4993,8
	Giunti AT PTO	8,0	2,8	1,4		22,4	31,4
Totale scavi (mc)		10970,3					
Scavi eccedenti 40 % (mc)		4388,1					
scavi riutilizzati 60 % (mc)		6582,2					
Volumi espansi 30% RIUTILIZZATI (mc)		8556,8					
Volumi espansi 30% ECCEDENTI (mc)		5704,6					
Volumi recuperati 10% (mc)		6980,1					
bilancio terre (mc) (*)		1576,8					
TOTALE ECCEDENZIA		7281,3					

(*) E' opportuno precisare che circa il 60% del terreno scavato per la realizzazione dei cavidotti esterni sarà riutilizzato per il riempimento dello scavo stesso; la restante parte sarà stoccata temporaneamente all'interno dell'area di cantiere con le medesime modalità di conservazione della materiale soggetto a riutilizzo successivo. Per la gestione di tale materiale sarà presa in considerazione prima dell'avvio dei lavori la possibilità del suo riutilizzo in conformità con le norme in materia di terre e rocce da scavo e con la produzione di idoneo piano di utilizzo. Qualora non vi fossero i presupposti per tale riutilizzo sarà destinato ad impianto di recupero o a discarica. In entrambi i casi la destinazione idonea sarà scelta previa analisi e campionatura dei materiali. Il materiale in eccedenza oggetto di tale previsione è di **7281.3 mc.**



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 83 di
132

7. ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE E RICADUTE OCCUPAZIONALI

Con riferimento all'impianto FV in oggetto si prevede l'impiego di:

- n. 12979 unità giorno per la fase di costruzione;
- n. 354 unità giorno per la fase di dismissione;
- n. 3987 unità giorno ogni anno per la fase di gestione ripartite per l'esecuzione delle attività di gestione e manutenzione evidenziate nelle tabelle di seguito riportate:

Nome dell'attività	Durata	Inizio	Termina	Operai	uomini giorno
Consegna lavori	0	01/03/24	01/03/24	0	0
Allstimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere	15g	01/03/24	21/03/24	30	450
Scotico terreno	14g	22/03/24	10/04/24	20	280
Picchettamento terreno	11g	11/04/24	25/04/24	20	220
Realizzazione viabilità e piazzole	30g	26/04/24	06/06/24	15	450
Realizzazione recinzione	11g	13/05/24	27/05/24	45	495
Sbancamenti e sistemazione piano di posa per cabine	13g	13/05/24	29/05/24	10	130
Infissione pali/viti e montaggio delle strutture di supporto	50g	20/05/24	26/07/24	50	2500
Realizzazione impianto di illuminazione	21g	28/05/24	25/06/24	50	1050
Posizionamento cabine e realizzazione impianto di terra cabina	30g	30/05/24	10/07/24	15	450
Realizzazione impianto antifurto	21g	26/06/24	24/07/24	20	420
Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro	42g	25/07/24	20/09/24	15	630
Installazione quadri di campo e parallelo cc	21g	23/09/24	21/10/24	20	420
Montaggio dei moduli fotovoltaici	28g	22/10/24	28/11/24	40	1120
Stringatura e cablaggi cc	35g	29/11/24	16/01/25	40	1400
Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite	30g	17/01/25	27/02/25	18	540
Allstimento cabina di consegna	5g	28/02/25	06/03/25	10	50
Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane	3g	07/03/25	11/03/25	0	0
Cablaggi MT	25g	07/03/25	10/04/25	30	750
Realizzazione opere di rete	90g	07/03/25	10/07/25	0	0
Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree	10g	11/07/25	24/07/25	7	70
Realizzazione cavidotto MT fino a cabina di consegna AP Aprilia	44g	04/03/24	02/05/24	6	264
Realizzazione cabina di consegna	90g	01/04/24	02/08/24	6	540
Realizzazione opere interrato potenziamento AT	125g	04/03/24	23/08/24	6	750
Ultimazione lavori		24/07/25	24/07/25		
Totale uomini giorno					12979

TABELLA 1. CALCOLO UNITÀ LAVORATIVE NELLA FASE DI CANTIERE



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 84 di
132

Calcolo unità lavorative all'anno nella fase di gestione		
Attività di pulizia dei moduli	quantità	u.m.
metri quadri da pulire	265.948,86	mq
numero pulizie/anno	4	
metri quadri puliti giornalmente per ogni operaio	800	
uomini giorno pulizia	1330	
Attività di taglio dell'erba e manutenzione delle aree verdi		
metri quadri da pulire	611.692,80	mq
numero pulizie/anno	4	n./anno
metri quadri mantenuti giornalmente per ogni operaio	3000	mq/uomo
uomini giorno pulizia	816	uomini giorno/anno
Attività di videosorveglianza e monitoraggio della produzione energetica		
Ore/giorno dedicate al monitoraggio	24	h/giorno
numero di giorni/anno di videosorveglianza	365	g/anno
uomini giorno videosorveglianza	1095	uomini giorno/anno
Altre attività di manutenzione ordinaria		
Uomini giorno	332	uomini giorno/anno
Attività di manutenzione straordinaria		
Uomini giorno	415	uomini giorno/anno
totale uomini giorno fase di gestione e manutenzione	3987	uomini giorno/anno

TABELLA 2. CALCOLO UNITÀ LAVORATIVE NELLA FASE DI GESTIONE

In considerazione della vita utile stimata per l'impianto in 30 anni si ottengono complessivamente i valori riportati alla tabella seguente:

Unità impiegate in fase di costruzione	3.606
Unità impiegate in fase di gestione	119.602
Unità impegnate in fase di dismissione	2.591
totale	125.799
anni/uomo corrispondenti	4.193

TABELLA 3. CALCOLO UNITÀ LAVORATIVE COMPLESSIVE

I valori di occupazione generati risultano particolarmente interessanti e per una corretta interpretazione possono essere confrontati rispetto a quanto si otterrebbe in caso perdurasse una coltivazione agricola del fondo o all'occupazione generata da altre tecnologie di produzione di energia.





**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 85 di
132

Nel primo scenario si è fatto riferimento alla produzione cerealicola che risulta quella per cui l'area oggetto di intervento risulta maggiormente vocata; nel secondo alla produzione di energia con centrali termoelettriche alimentate da carbone o da gas naturale. Il raffronto tra gli scenari delineati è riportato alle tabelle seguenti:

Raffronto con attività agricola		
Superficie coltivabile occupata dall'impianto	61	Ha
Uomini giorno impiegati annualmente per ettaro di produzione cerealicola	8	
Uomini/giorno generati complessivamente nei 30 anni di vita utile dell'impianto	14640	
anni/uomo complessivamente impiegati dalla conduzione agricola	488	
anni/uomo complessivamente impiegati dall'impianto fotovoltaico	2762	
Incremento occupazione fotovoltaico/agricoltura	466%	

Raffronto con produzione di energia da fonti non rinnovabili		
Impianto fotovoltaico		
Uomini/anno impiegati nella vita utile dell'impianto	2762	
Produzione energetica attesa della vita utile dell'impianto	3.133	GWh
Uomini/anno impiegati per GWh dall'impianto fotovoltaico	0,88	
Centrale Enel a Carbone Torre Valdaliga Nord (alimentazione a carbone) (1)		
Uomini/anno impiegati nella vita utile dell'impianto	32857,71	
Produzione energetica attesa della vita utile dell'impianto	300000	GWh
Uomini/anno impiegati per GWh	0,11	
Incremento occupazione fotovoltaico/termoelettrico a carbone	705%	
Centrale Turbogas di Scandale (alimentazione a gas naturale) (2)		
Uomini/anno impiegati nella vita utile dell'impianto	19714,29	
Produzione energetica attesa della vita utile dell'impianto	150000	GWh
Uomini/anno impiegati per GWh	0,13	
Incremento occupazione fotovoltaico/termoelettrico a gas naturale	571%	

TABELLA 4. CONFRONTO OCCUPAZIONALE CON ALTRE ATTIVITÀ

(1) per la centrale Enel di Torre Valdaliga Nord in Civitavecchia (RM) da 1980 MW si è fatto riferimento ai dati ufficiali Enel pubblicati sul sito internet della Presidenza del Consiglio dei Ministri http://www.governo.it/GovernoInforma/Dossier/centrale_enel/scheda.pdf di cui si riporta uno stralcio:

- investimento per la conversione della centrale pari a quasi 2 miliardi di euro;
- impiego medio in cantiere di personale durante la costruzione di 1.600 persone per complessive 15 milioni di ore lavorate;
- fase di esercizio a pieno regime con l'impiego di circa 380 unità, per tutta la vita utile dell'impianto, e di altre 350 per la manutenzione da parte di imprese locali.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 86 di
132

È stata inoltre assunta una vita utile della centrale pari a 30 anni e una quantità di personale impiegato per le operazioni di dismissione pari al 50% del personale impiegato per la costruzione.

- (2) Per la centrale Turbogas a ciclo combinato di Scandale (KR) da 814 MW si è fatto riferimento ai dati ufficiali pubblicati da E.On Italia proprietaria in compartecipazione con il gruppo A2A della società Ergosud – titolare dell'impianto. I dati sono pubblicati sul sito <http://www.eon-italia.com/cms/it/newsDetail.do?guid=2F0CC2FD-14B5-4E7C-AA89-4AE7CA11AA22> e prevedono:

- investimento per la costruzione della centrale pari a 450 milioni di euro;
- fase di esercizio a pieno regime con l'impiego di circa 600 unità inclusi gli addetti per la manutenzione da parte di imprese locali.

È stata inoltre assunta una vita utile della centrale pari a 30 anni e una quantità di personale impiegato per le operazioni di costruzione pari a 1500 uomini/anno e dismissione pari a 500 uomini/anno sulla base della letteratura scientifica.

In conclusione si è dimostrato come la tipologia di impianto a progetto interesserà positivamente, dal punto di vista economico ed occupazionale, alcune imprese locali per la realizzazione delle opere e la futura dismissione.

Si utilizzeranno operatori locali anche in fase di gestione per il monitoraggio e la manutenzione dell'impianto, nonché per la sorveglianza nel corso della sua vita utile.

Da un punto di vista socioeconomico l'intervento consente un incremento molto rilevante dell'occupazione rispetto al caso in cui il fondo agricolo rimanesse tale, non si è ritenuto indicativo il confronto con la destinazione a servizi comunali di altro tipo.

Inoltre, rispetto alle fonti convenzionali, le fonti rinnovabili hanno la caratteristica di impiegare molta più manodopera (in questo caso tra 2 e 3 volte in più) a parità di energia prodotta: questo aspetto rappresenta uno dei pilastri della "green economy", insieme alla tutela delle risorse naturali di energia ed alla mancata emissione in atmosfera di sostanze tossiche o climalteranti o radioattive.



7.1 DESCRIZIONE DELLE FASI INDIVIDUATE NEL CRONOPROGRAMMA

Allestimento cantiere

Il lavoro consiste nel montaggio delle segnalazioni, delimitazioni, degli accessi e della cartellonistica, la realizzazione di infrastrutture civili-impiantistiche di cantiere quali la predisposizione delle aree di stoccaggio dei materiali, la realizzazione di impianto elettrico di cantiere anche mediante l'allestimento di gruppi elettrogeni se non sono disponibili forniture BT ed alimentazione, impianto di terra, eventuali dispositivi contro le scariche atmosferiche, la predisposizione di bagni e spogliatoi, box mensa, box uffici (se non messi a disposizione dalla committenza), il montaggio delle attrezzature di sollevamento e ponteggio se necessarie e di tutte le recinzioni, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi necessari ai fini della sicurezza, nonché l'adozione di tutte le misure necessarie ad impedire la caduta accidentale di oggetti e materiali.

Ove bagni e spogliatoi non siano messi a disposizione dalla committenza, una volta predisposta l'area del cantiere verrà installato un container adibito ad ufficio di cantiere. Il container sarà trasportato nel sito mediante camion e posizionato sul cantiere mediante gru idraulica. Una volta sul cantiere il container viene ancorato e predisposto al collegamento degli impianti energetici.



FIGURA 11 - ALLESTIMENTO CANTIERE

Analisi e valutazione degli impatti dei cantieri per la realizzazione dei cavidotti di progetti

Il cavidotto di progetto è illustrato nella tavola "TAV11 – Collegamento CP Aprilia 150 kV a RTN"

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato è stato studiato secondo quanto previsto dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti. Tale tracciato sarà ricadente nel Comune di Aprilia.

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

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- limitare l'interessamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- limitare l'interessamento di case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- transitare su aree di minore pregio interessando prevalentemente aree agricole e sfruttando la viabilità già esistente nel territorio.

Le soluzioni adottate per i cavidotti (percorsi interrati) non comportano problematiche di inquinamento elettromagnetico dell'ambiente.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 88 di
132

La presenza dei cavi nel sottosuolo di strade asfaltate è opportuno che venga segnalata in superficie mediante l'apposizione, indicativamente a distanza di 50 m l'uno dall'altro e comunque in ogni deviazione di tracciato, di segnaletori di posizione cavi e giunti. Nei casi di posa in terreni agricoli la presenza del cavo deve essere segnalata tramite paletti portanti cartelli indicatori "presenza cavo".

Tutte le specifiche tecniche relative al numero di cavi utilizzati ed alla loro sezione sono indicate nella relazione tecnica specialistica delle opere elettriche allegata al progetto.

Preventivamente, per tale impianto, viene installato un servizio di cantiere, costituito essenzialmente da un deposito di cantiere per il ricevimento e lo smistamento delle bobine di cavo e dei materiali ed attrezzature e dagli uffici di direzione e sorveglianza annessi.

In particolare, per l'esecuzione dei lavori nelle diverse fasi il cantiere avrà le seguenti caratteristiche:

- Numero di addetti: 6 operatori
- Periodo di occupazione stimata: 30 giorni.
- Lunghezza collegamento: 3.460 m
- Produzione stimata: 265 m/giorno
- Strade di accesso: viabilità ordinaria e secondaria;
- Mezzi necessari: Escavatore, Argano a motore, camion per trasporto materiale, automezzi per trasporto personale.

Alla realizzazione dei suddetti lavori, compreso il trasporto dei materiali, è associabile una immissione di rumore nell'ambiente molto limitata nel tempo e paragonabile a quella delle tecniche agricole usuali nella zona.

In particolare, nell'esecuzione degli scavi di trincea, la rumorosità non risulta eccessivamente elevata essendo provocata da un comune escavatore e quindi equiparabile a quella delle macchine agricole.

Analogamente alla realizzazione dei suddetti lavori è associabile una modestissima immissione di polveri nell'ambiente in quanto la maggior parte del terreno verrà posto a lato dello scavo stesso per essere riutilizzato successivamente alla posa del cavo come materiale di riempimento.

Si dovranno realizzare le seguenti connessioni interrate:

- Collegamento in media tensione tra area di progetto e step-up.
- Collegamento in alta tensione tra step-up e CP Aprilia.

Note di dettaglio sul percorso adottato

Il percorso coinvolgerà prevalentemente la viabilità principale, valutando che, di fatto, il tema delle interferenze è meglio gestibile su questo tipo di viabilità che, per sua natura, mantiene già il tessuto edificato a idonee distanze. Il percorso del cavidotto in MT sarà di circa 3,46 km interrato a circa 1,5 m di profondità, partirà dalla cabina di consegna interna all'area di progetto fino ad arrivare alla CP di Aprilia da 150 kV di proprietà di e-distribuzione percorrendo diverse vie: Via Carroceto, Via Donato Bardi, Via Ugo La Malfa, Via Toscani, Via P. Mascagni e Via Pontina (SS). Mentre per quanto riguarda la strada di accesso all'impianto, Via Campomorto, è una strada chiusa al traffico.

Gestione della viabilità

Preliminarmente all'esecuzione delle attività verrà sottoposto al Comando di Polizia Urbana competente in ogni comune un piano dettagliato di occupazione temporanea della viabilità pubblica indicando larghezza e lunghezza del cantiere mobile e la specifica della segnaletica stradale, la eventuale presenza di impianti semaforici o di movieri qualificati alla gestione del traffico, in applicazione del Codice della Strada e del Piano di Sicurezza che verrà adottato.

Impatto acustico

I valori di immissione acustica del cantiere mobile, superiori certamente ai 100 dbA in alcuni momenti, saranno nei centri abitati limitati negli orari. Si tenga comunque conto della traslazione giornaliera del cantiere che limita il disagio a periodi di tempo molto contenuti.

Le polveri

Nei centri abitati, in presenza di clima secco e ventilato, si provvederà a bagnare gli scavi e le terre estratte anche sugli automezzi in modo da limitare le emissioni.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 89 di
132

Impatto del traffico nei comuni limitrofi

L'incremento di traffico dovuto a queste squadre di lavoro appare minimo. Tuttavia, ai fini del traffico, è possibile considerare l'intera operazione, che comprende il trasporto dei materiali (cavi, cabine, moduli fotovoltaici e tracker) nel sito di progetto.

È possibile stimare il numero di autocarri necessari al trasporto di detti materiali.

	n.	autocarri
	n.	autocarri
Moduli fotovoltaici	99.840	434
Tracker 12x2	212	21
Tracker 24x2	254	51
Tracker 48x2	860	344
Cabina Inverter bt/mt	20	20
Container Magazzino	1	1
Container Control Room	1	1
Totale trasporti principali		872
Altri materiali 10%		87
Giorni lavoro complessivi		364
Trasporti medi giornalieri		3

Come si può osservare, l'incremento di traffico è veramente modesto.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 90 di
132

Mitigazioni

Il lavoro consiste nella pulizia e nel livellamento del terreno con mezzo meccanico cingolato.



FIGURA 12 - LIVELLAMENTO TERRENO

Mitigazione delle polveri

Per la fase di esercizio dei lavori in cantiere si stimano emissioni di polveri. Le principali cause sono individuate tra le seguenti attività:

- operazioni di movimento terra indotti dai lavori (scavi, deposito terre da scavo riutilizzabili)
- trasporti interni al cantiere da e verso l'estero (materie prime, spostamenti mezzi di lavoro)
- presenza di vento

Le emissioni possono essere calcolate secondo la relazione ricavata dal "Compilation of air pollutant emission factors" –EPA-, Volume I Stationary Point and Area Sources (Fifth Edition):

$$E = A \times F$$

Dove:

- E indica le emissioni;
- A è l'indicatore dell'attività correlato con le quantità emesse (grandezza caratteristica della sorgente che può essere strettamente correlata alla quantità di inquinanti emessi in aria)
- F il fattore di emissione (massa di inquinante emessa per una quantità unitaria dell'indicatore).

La stima del fattore di emissione dipende da due situazioni corrispondenti a terreno secco ed a terreno imbibito d'acqua mediante annaffiatura con autobotti.

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di movimento terra è ricavato da "AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles" ed è il seguente:

$$F = k(0,0016) \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3} / \left(\frac{M}{2}\right)^{1,4} \text{ [kg/t]}$$



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 91 di
132

Dove: k è la costante moltiplicativa adimensionale variabile che nel caso delle polveri totali è uguale a 0,74; U è la velocità media del vento [m/s]; M è l'umidità del materiale accumulato [%].

I valori della velocità del vento di impiego previsto del modello rientrano nel range 0,6÷6 m/s, nella scala Baeufort questi due valori corrispondono rispettivamente alla bava di vento (Grado 1) e ad una brezza vivace (Grado 4), mentre quelli dell'umidità del materiale 0,25÷4,8 %, il valore più basso indica le condizioni normali del terreno, il valore più alto indica le condizioni post-innaffiamento.

Nella simulazione considerando la velocità del vento a 6 m/s e il terreno prima in condizioni normali e dopo imbevuto d'acqua si ottengono i seguenti valori del fattore di emissione F :

- Condizioni normali $F = 0,08$ kg/t
- Condizioni post-innaffiamento $F = 0,0013$ kg/t

La relativa analisi permette pertanto di valutare l'efficacia della bagnatura come sistema per l'abbattimento della polverosità che può arrivare anche oltre il 98 %.

Picchettamento del terreno

Il lavoro consiste nel rilievo del terreno, la delimitazione esatta ed il picchettamento di tutte le aree interessate all'esecuzione delle opere ed in particolar modo la definizione di tutte le aree di viabilità, l'esatto posizionamento di eventuali recinzioni permanenti e cabine, la definizione di tutte le aree interessate all'installazione delle strutture di supporto per il successivo montaggio dei moduli fotovoltaici.



FIGURA 13 - PICCHETTAMENTO

Realizzazione viabilità e piazzole

Il lavoro consiste nella realizzazione delle vie di accesso al sito precedentemente individuate e tracciate, rendendole adeguate al passaggio dei mezzi di cantiere.

FIGURA 14 - VIABILITÀ INTERNA





IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 92 di
132

Realizzazione recinzione

Il lavoro consiste nella predisposizione della recinzione e dunque dalla messa in pristino dei supporti (piantane) fissati al terreno con tecnologia a battipalo o con piccola fondazione in cemento e il montaggio della rete metallica. La fase finale dell'installazione della recinzione consiste nella messa in opera della rete metallica e dei cancelli o aperture presenti.

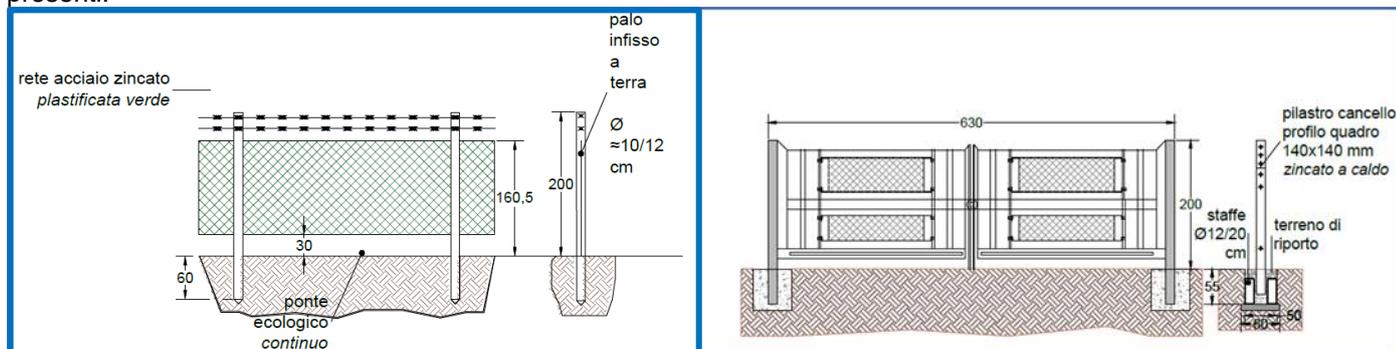


FIGURA 15 - STRALCIO DELL'ELABORATO GRAFICO CON DETTAGLI DI RECINZIONE E CANCELLO DI INGRESSO

Sbancamenti e realizzazione piano di posa cabine

Il lavoro consiste nella costruzione del piano di posa (sabbione livellato) su cui verranno alloggiare le cabine prefabbricate. La prima fase è quella di compiere le operazioni di scavo dopo gli opportuni tracciamenti. La fase successiva è quella di versare e livellare la sabbia che sarà trasportata appositamente in loco dai mezzi d'opera.



FIGURA 16 - SBANCAMENTO PIANO POSA CABINE

Installazione cabine

Le operazioni da eseguire sono l'assemblaggio delle diverse parti che costituiscono la cabina avendo cura di predisporre tutti i passaggi per i cavi. Vengono anche completate tutte le operazioni di impermeabilizzazione della copertura del tetto della cabina e delle parti a contatto con il terreno.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 93 di
132

Vengono inoltre eseguite le operazioni di stesura e formazione della rete di terra e dei relativi dispersori e la posa in opera dei pozzetti nelle immediate vicinanze delle cabine elettriche.



FIGURA 17 - INSTALLAZIONE CABINE

Infissioni pali/viti montaggio strutture di supporto



Il lavoro consiste nell'infissione pali con macchina battipalo per l'ancoraggio a terra della struttura portante il generatore fotovoltaico (la struttura portante verrà successivamente montata su palo).

FIGURA 18 - MACCHINA BATTIPALO PER INFIESSIONE PALI.

I **pali FDP (Full Displacement Pile)** sono una tipologia di pali di medio diametro che viene normalmente impiegata come fondazione profonda. Durante la realizzazione dei pali FDP, grazie all'utilizzo dell'utensile dislocatore, il terreno scavato viene per la maggior parte compresso lateralmente sulla parete del foro e questo comporta sia un incremento della resistenza del terreno, sia una notevole diminuzione del terreno asportato (e quindi una riduzione dei costi di trasporto e conferimento a discarica).

Rispetto alle classiche tecniche di esecuzione di pali trivellati o ad elica continua (CFA) la capacità portante risulta essere superiore, a parità di diametro, valutabile tra il 50 ed il 100%. Ciò è dovuto alla "ridistribuzione" delle tensioni nel terreno nell'intorno dello scavo tale da creare un addensamento dello stesso.

Non sono inoltre presenti vibrazioni o urti all'atto dell'esecuzione del palo, evitando quindi disturbo alle zone attigue al cantiere.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 94 di
132

L'esecuzione del palo FDP non prevede l'utilizzo di fanghi di lavorazione per il sostegno del foro e non produce residui di lavorazione, a differenza dei pali ad elica continua (CFA) e dei classici pali trivellati. Non sono quindi presenti problematiche legate allo smaltimento di terreni inquinati, siano essi terreni contaminati da fanghi di lavorazione che terreni già contaminati in sito.

In generale la soluzione FDP prevede i seguenti benefici:

1. **Maggior rapidità esecutiva** dei singoli pali con buone produzioni giornaliere contro i pali trivellati di diametro medio (1000÷1200mm);
2. **Assenza di asportazione di terreno** a differenza di pali trivellati e CFA;
3. **Totale eliminazione delle problematiche di smaltimento** dei residui di lavorazione (ovvero terreno di scavo "contaminato" da fanghi di lavorazione), in quanto non è prevista asportazione di terreno per l'esecuzione dei pali;
4. Una corretta ed intima **connessione della punta del palo** con il terreno sottostante, in virtù della tecnologia che prevede una puntazza a perdere che viene "estratta" contestualmente all'inizio del getto del palo prima della risalita del tubo forma dello stesso;
5. **Maggiore "rigidezza" complessiva** alle azioni assiali da parte del palo, in quanto si unisce il buon comportamento per attrito laterale dei pali trivellati al buon comportamento di punta tipico dei pali battuti (valori di N_q superiori a 30÷35 contro i valori di N_q compresi tra 10÷15 tipici di pali trivellati per la limitazione dei cedimenti), anche in virtù di una buona connessione del getto al terreno in punta (cfr. fondello a perdere);
6. **Ridotti interassi** dei pali stessi, inferiori a 3 diametri, non pregiudicano la capacità portante del sistema di fondazione, la cui efficienza risulta inferiore all'unità solo per pali trivellati in terreni coesivi (cfr. Vesic 1968). Ciò necessita comunque una sequenza planimetrica di esecuzione dei pali che faciliti la loro realizzazione a seguito dell'addensamento del terreno, senza interazione con i pali appena realizzati (compressioni laterali su calcestruzzo fresco appena realizzato da evitare). Il comportamento del palo in gruppo deve in ogni caso essere analizzato in tali condizioni;
7. Rispetto ai pali trivellati si evince un **reale miglioramento delle caratteristiche del terreno** in seguito all'esecuzione dei pali, che si trovano ad interagire in fase di esercizio all'interno di un volume di terreno con caratteristiche migliori (sia in termini di parametri meccanici di resistenza che di deformabilità). **Il palo trivellato decomprime il terreno, il palo FDP lo costipa e lo addensa.**

Cavidotti interrati

Il lavoro consiste nel compiere gli scavi per poter posizionare tutti i cavidotti attraverso i quali saranno stesi i diversi cavi necessari al funzionamento dell'impianto.

La prima fase è quella di compiere mediante pala meccanica le operazioni di scavo dopo gli opportuni tracciamenti. Successivamente vengono posizionati i cavidotti attraverso i quali saranno poi stesi i diversi cavi necessari. I cavidotti





**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 95 di
132

saranno poi ricoperti con terreno e nastro di indicazione come previsto in fase di progetto. Il reinterro è previsto con il materiale proveniente dagli scavi.

FIGURA 19 - SCAVI PR

Montaggio dei quadri di parallelo

I quadri di campo in continua sono i quadri elettrici di campo necessari per poter compiere il parallelo delle stringhe. Ad essi sono convogliati i cavi provenienti dalle diverse porzioni di generatore fotovoltaico e da essi partono i cavi verso gli inverter.

Le operazioni da eseguire sono in questo caso la posa in opera delle staffe ed il fissaggio ad esse del quadro di campo in continua; vengono poi completate alcune iniziali operazioni di cablaggio.



FIGURA 20 - QUADRI IN PARALLELO

Stringatura e cablaggi CC

Il lavoro consiste nello stendere i cavi DC all'interno dei cavidotti interrati e delle passerelle. Viene completato il collegamento di tutti i dispositivi lato DC. In questa fase vengono completati anche i collegamenti della rete dati e di gestione, controllo e supervisione dell'impianto fotovoltaico.

Tutti i cavi vengono intestati con apposite targhette identificative resistenti ai raggi UV al fine di una rapida individuazione, ad esempio, in caso di manutenzione.

Cablaggio cabine

Il lavoro consiste nella connessione di tutti i quadri/trasformatori/inverters all'interno delle cabine. Viene completato il collegamento di tutti i dispositivi lato AC. In questa fase vengono completati anche i collegamenti della rete dati e di gestione, controllo e supervisione dell'impianto fotovoltaico e degli ausiliari. Viene eseguita la messa a terra delle diverse masse e l'interconnessione tra di esse al fine di garantire l'equipotenzialità.

Cablaggi MT

Il lavoro consiste nello stendere i cavi MT all'interno dei cavidotti. Viene completato il collegamento di tutti i dispositivi in corrispondenza degli arrivi lato MT. Vengono posati gli eventuali nastri di segnalazione e pericolo.

Montaggio moduli fotovoltaici

Il lavoro consiste nella posa in opera dei moduli fotovoltaici sulle strutture di supporto già predisposte. Viene completato il collegamento in serie dei moduli fotovoltaici.

Smantellamento opere di cantiere e pulizia

Il lavoro consiste nello smontaggio delle segnalazioni temporanee, delle delimitazioni, degli accessi e della cartellonistica, la pulizia delle aree di stoccaggio dei materiali, lo smontaggio delle attrezzature di sollevamento e ponteggio se installate e di tutte le recinzioni provvisorie, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi necessari ai fini della sicurezza, nonché la dismissione di tutte le misure necessarie ad impedire la caduta accidentale di oggetti e materiali, nonché lo smantellamento dell'eventuale container adibito ad ufficio di cantiere.

Opere di realizzazione cavidotto MT alla CP Aprilia

Le opere si riferiscono al cavidotto di MT che dal Campo Agrivoltaico raggiungono la CP di Aprilia. I cavidotti in media tensione saranno dotati di tre terne e saranno interrati su strada per tutto il percorso, posate in carreggiata stradale e tenendo conto degli eventuali sottoservizi e interferenze. Nella TAV11a vengono indicati gli ostacoli dei sottoservizi



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 96 di
132

individuati, gli interventi puntuali di ogni scavo no-dig che verranno effettuati e le sezioni tipologiche stradali delle posizioni delle terne sui lati stradali.

Le scelte tecniche per la realizzazione del cavidotto prevedono scavi a sezione ristretta combinati con la tecnologia no-dig. Dunque, si avrà la rottura delle strade nelle zone prive di sottoservizi, tali esecuzioni prevedono il ripristino della sede stradale. Ci saranno, inoltre, delle specifiche aree come, ad esempio, il superamento di rotatorie, di centri abitati e/o sottoservizi dove il passaggio dei cavidotti verrà eseguito con la tecnica dello scavo teleguidato.

Il tracciato degli elettrodotti in cavo interrato, riportati negli allegati grafici a corredo del progetto, è stato studiato secondo quanto previsto dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Tale tracciato sarà ricadente nel Comune di Aprilia.

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

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- limitare l'interessamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- limitare l'interessamento di case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- transitare su aree di minore pregio interessando prevalentemente aree agricole e sfruttando la viabilità già esistente nel territorio.

Preventivamente, per tale impianto, viene installato un servizio di cantiere, costituito essenzialmente da un deposito di cantiere per il ricevimento e lo smistamento delle bobine di cavo e dei materiali ed attrezzature e dagli uffici di direzione e sorveglianza annessi.

In particolare, per l'esecuzione dei lavori nelle diverse fasi il cantiere avrà le seguenti caratteristiche:

Numero di addetti	6 operatori
Periodo di occupazione stimata	44 giorni.
Lunghezza collegamento	3.468 m
Produzione stimata	80 m/giorno
Strade di accesso	viabilità ordinaria e secondaria
Mezzi necessari	Escavatore, Argano a motore Camion per trasporto materiale Automezzi per trasporto personale Trivella Pantografo

Le opere prevedono attraversamento delle interferenze con tecnologia No-dig.

Opere relative al potenziamento della linea AT tra la CP di Aprilia e la CP Ferriere di Latina

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato, riportato negli allegati grafici a corredo del progetto, è stato studiato secondo quanto previsto dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Il cavidotto AT si collega da una parte su uno stallo linea della CP OLIMPO e dall'altra si attesta ai terminali per esterno posizionati su mensole montate sul nuovo traliccio capolinea P.30N per la transizione cavo – linea aerea. Saranno eseguiti scavi a sezione ridotta e obbligata di profondità 170 cm (si vedano gli allegati grafici) a seconda del tipo di attraversamento e di larghezza tale da porre in opera una terna.

La lunghezza del tratto interrato è di circa 5800 m e si sviluppa nella frazione "Campo di Carne" del Comune di Aprilia. Si procederà quindi con:

- scavo;
- posa primo strato di magrone cementizio o cemento 'mortar';
- posa dei cavi AT;
- rinfiancamento e riempimento con magrone cementizio o cemento 'mortar' fino alla quota stabilita,
- posa cavo di controllo entro tritubo in PEHD;
- riempimento con terra derivante dallo scavo,



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 97 di
132

- posa di rete in plastica forata e di uno o più nastri segnalatori,
- rinterro con materiale arido proveniente dagli scavi, preventivamente approvato dalla D.L., per gli attraversamenti particolari; rinterro con conglomerato cementizio classe Rck150;
- ripristino della pavimentazione stradale.

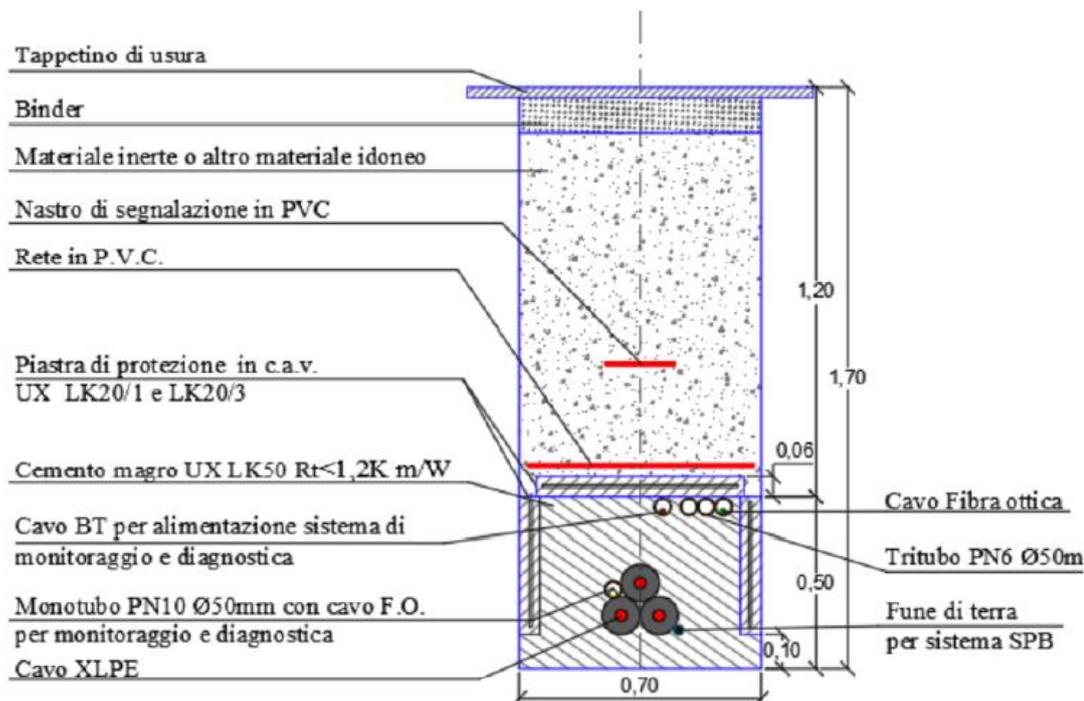


Figura 21 Sezione di posa del cavidotto AT su strada asfaltata

Preventivamente, per tale impianto, viene installato un servizio di cantiere, costituito essenzialmente da un deposito di cantiere per il ricevimento e lo smistamento delle bobine di cavo e dei materiali ed attrezzature e dagli uffici di direzione e sorveglianza annessi.

In particolare, per l'esecuzione dei lavori nelle diverse fasi il cantiere avrà le seguenti caratteristiche:

Numero di addetti	6 operatori
Periodo di occupazione stimata	75 giorni per il cavidotto + circa 50 giorno per la realizzazione dei giunti
Lunghezza collegamento	circa 5,8 km
Produzione stimata	80 m/giorno
Strade di accesso	viabilità ordinaria e secondaria
Mezzi necessari	Escavatore, Argano a motore Camion per trasporto materiale Automezzi per trasporto personale Trivella Pantografo

Per quanto riguarda la volumetria di terreno scavato per l'elettrodotta in MT si tratta di circa 7 478 mc di sterro inclusi gli scavi per i giunti, questo materiale per il 60 % sarà riutilizzato per la realizzazione del cavidotto, la restante parte sarà portata presso impianti di trattamento e recupero che riutilizzano il materiale per il sedime stradale.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 99 di
132

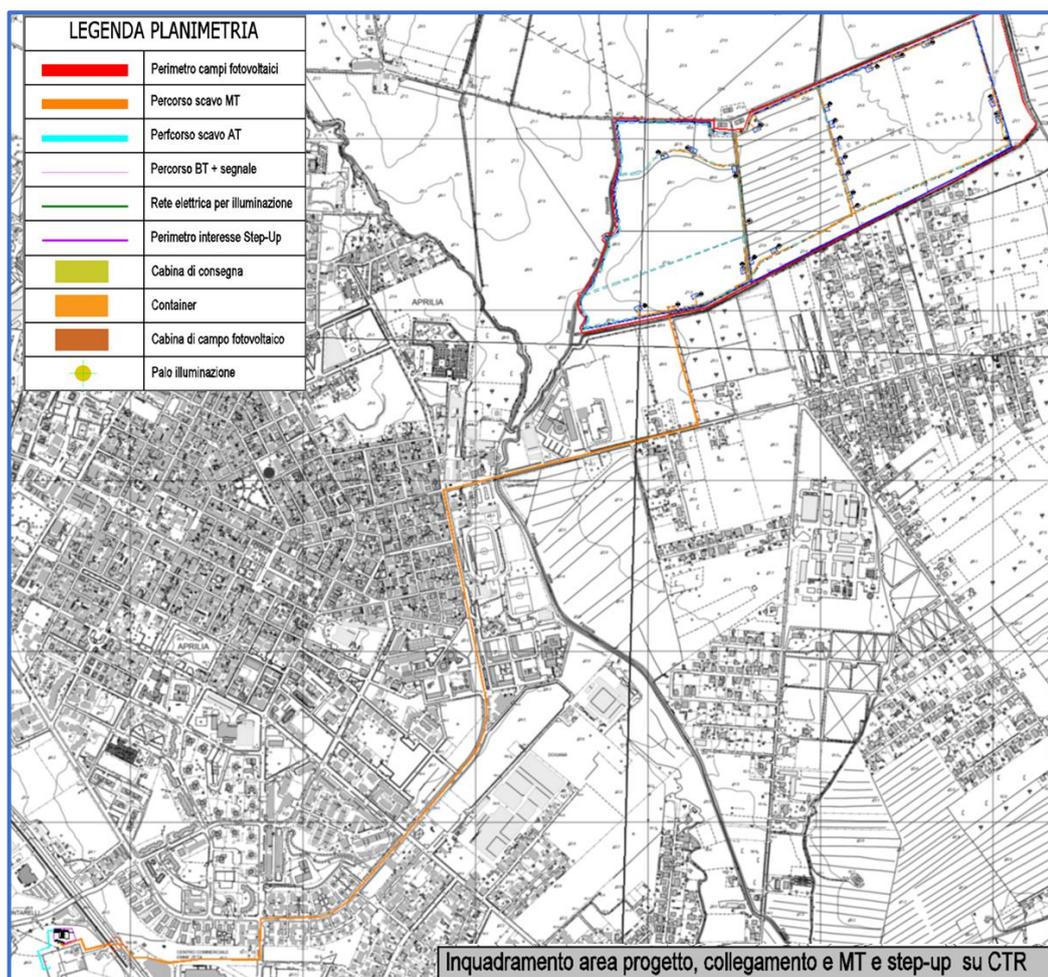
8. PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO – GESTIONE DEI RIFIUTI

In merito al piano di dismissione e ripristino sono considerate tutte le norme relative all'operazione in oggetto, gli aspetti tecnici e le operazioni da svolgere, al fine di determinare il costo della dismissione e ripristino dello stato dei luoghi, di cui al decreto ministeriale dello Sviluppo economico del 10.09.2010 recante le "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" punto 113, e quindi la relativa cauzione a garanzia dell'esecuzione dei relativi interventi, mediante fideiussione bancaria o assicurativa.

Come verrà dettagliato nel corso della presente relazione, il valore complessivo da garantire è pari a 25.000 € per ogni MW installato. Di conseguenza la cifra esatta da tenere in considerazione, e quindi da garantire con fideiussione bancaria o assicurativa, è di circa 1.355.040 €.

Un impianto fotovoltaico oltre ad essere tra le più efficienti e pulite tecnologie per la generazione di energie permette anche, alla fine del suo ciclo di vita, di essere rimosso con estrema facilità, rapidità ed economicità. Rendendo, per la natura poco invasiva della tecnologia di supporto prevista, estremamente veloce il ripristino del sito così come era precedentemente all'installazione dell'impianto stesso. Nei paragrafi successivi verranno approfondite le caratteristiche e le metodologie di riciclo dei materiali e delle forniture impiegate.

Si precisa che il soggetto responsabile per la dismissione è il proponente, che sottoforma di fidejussione dà garanzia al Comune in merito agli adempimenti richiesti.



Planimetria su CTR dell'opera fino al collegamento alla CP di Aprilia (estratto della TAV 11)



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 100 di
132

8.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali normative cui riferirsi nel pianificare i lavori di dismissione e ripristino dei luoghi, sono essenzialmente le seguenti:

- Dlgs 152/2006: “Norme in materia ambientale”;
- Dlgs 49/2014: “Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)”;
- Dlgs 221/2015: “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell’uso eccessivo di risorse naturali”;
- GSE: “Istruzioni operative per la gestione e lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici incentivati”.

In particolare, il Dlgs n. 49 del 14 marzo 2014 definisce i RAEE: “le apparecchiature elettriche o elettroniche che sono rifiuti ai sensi dell’articolo 183, comma 1, lettera a), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, inclusi tutti i componenti, sottoinsiemi e materiali di consumo che sono parte integrante del prodotto al momento in cui il detentore si disfi, abbia l’intenzione o l’obbligo di disfarsene”. Per quanto riguarda moduli fotovoltaici dismessi, elettricamente o meccanicamente danneggiati, è chiaro che nel caso in cui il loro detentore desideri disfarsene, essi diventano ipso facto RAEE. Secondo il Dlgs 152/2006 i produttori e gli importatori dei moduli fotovoltaici sono i “produttori del rifiuto”. Sono essi quindi a doversi occupare della corretta gestione del fine vita dei prodotti che immettono sul mercato. Per ottemperare a tali obblighi, inoltre, secondo il Dlgs 221/2015 “collegato ambientale”, i produttori del RAEE devono aderire ad un consorzio dotato di un’adeguata struttura operativa e TRUST autorizzato, in cui versare una quota finanziaria (eco contributo) come garanzia per il finanziamento dello smaltimento dei moduli a fine vita.

Di seguito sono indicati i fondi che caratterizzano il sistema di gestione dei RAEE previsti nei Dlgs 49/2014, DM 17/06/2016 e DM 68/2017⁷:

- il **fondo presso il CdCRAEE** (Centro di Coordinamento RAEE): Questo fondo è destinato per
 - il 50% allo sviluppo di nuovi Centri di Raccolta;
 - il restante 50% è dedicato all’adeguamento/ammodernamento di quelli esistenti.

Lo scopo è quello predisporre al loro interno apposite aree adibite al “deposito preliminare alla raccolta” dei RAEE domestici, destinati alla preparazione per il riutilizzo.

Tale fondo è costituito per il triennio 2019-2021 presso il centro di coordinamento dei sistemi collettivi e alimentato dai produttori di AEE (16 €/t per il 2020 e 17 €/t per il 2021) con un contributo annuo minimo garantito di 1,5 milioni euro annui (detto fondo non potrà in alcun modo eccedere la somma totale complessiva di 3 milioni di €/anno);

- il **fondo di garanzia presso il GSE**: utilizzato per le corrette operazioni di smantellamento dell’impianto, alimentato da quote fisse (10 €/pannello per 10 anni per i professionali e 12 €/pannello una tantum per i domestici) prelevate dagli incentivi concessi ai soggetti gestori degli impianti incentivati e restituite solamente a seguito della comprovata correttezza della procedura di smaltimento dei moduli fotovoltaici. La quota trattenuta dal GSE sarà utilizzata esclusivamente per coprire i costi relativi al prelievo dei RAEE fotovoltaici dal sito (non sono comprese le attività di smontaggio e imballaggio di tali pannelli, a carico del gestore) la logistica per trasferire il RAEE fotovoltaico dal sito produttivo all’impianto di trattamento, il trattamento adeguato del RAEE, il recupero e lo smaltimento “ambientalmente compatibile” dei rifiuti prodotti dai pannelli fotovoltaici;
- il **fondo “ecocontributo RAEE”** necessario per adempiere, nell’anno solare di riferimento, agli obblighi di raccolta, trattamento, recupero e smaltimento dei RAEE fotovoltaici;
- il **fondo di garanzia MATTM** istituito presso il Ministero dell’ambiente per il finanziamento delle operazioni di ritiro e di trasporto dei RAEE storici domestici conferiti nei centri di raccolta e delle operazioni di trattamento adeguato, di recupero e di smaltimento ambientalmente compatibile dei medesimi. I fondi così ricavati sono destinati al CdC RAEE che li utilizza per la gestione dei RAEE: una sorta di intervento sostitutivo finalizzato a rafforzare l’obbligazione;

⁷ Allegato 4 – Il finanziamento del sistema di gestione dei RAEE – La Fine di vita del Fotovoltaico in Italia, implicazioni socio-economiche ed ambientali



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 101 di
132

8.2 IL RICICLO DEI MATERIALI

Per un impianto fotovoltaico le materie prime recuperate durante lo smaltimento dei moduli fotovoltaici diventeranno una risorsa. Il sistema di riciclo dei principali operatori del settore (tra cui ad esempio ECO-PV) consente di recuperare la gran parte delle materie prime originariamente utilizzate per produrre un modulo fotovoltaico, le strutture di sostegno di tali moduli, i cavi e le apparecchiature elettriche e le cabine.

In particolare, per i moduli fotovoltaici realizzati con celle in silicio cristallino si ha:

- 74% di vetro (rivestimento, copertura del modulo, vetro di altissima qualità);
- 10% di plastica (supporto del modulo, viene riciclata in vasi o altro);
- 10% di alluminio (della cornice);
- 6% di altri componenti (polvere di silicio derivante dalle celle fotovoltaiche, rame per le connessioni elettriche, argento, metalli rari, EVA, Tedlar, adesivo in silicone).

Il problema principale in Europa è dovuto al recupero dei materiali dei pannelli che risulta essere pari circa al 30 % delle 9 milioni di tonnellate di apparecchiature elettroniche a fine vita e il riciclo (circa l'1%).

Il recupero delle MPS (materie prime seconde) all'interno dei pannelli fotovoltaici è importante perché permette di trovare un equilibrio tra l'insufficienza e la crescita di materiali tecnologici.

In Italia, negli ultimi anni, sono state condotte sperimentazioni e studi sul riciclo e recupero dei materiali ad alto contenuto tecnologico. Si cita il progetto FRELP (Full Recovery End of Life Photovoltaic) che pone al centro dello studio un prototipo di impianto di trattamento a fine vite dei pannelli solari in grado di recuperare e riutilizzare il 98-99% dei materiali che li compongono.

Il processo si articola in quattro fasi.

- Prima fase del processo: trattamento meccanico automatizzato che consiste nella separazione della cornice di alluminio, del connettore e della base di vetro ed è la più importante da un punto di vista del peso perché permette il recupero dell'88% del volume totale (70% vetro e 18% alluminio).
- Seconda fase del processo: trattamento termico che separa il silicio metallico dalla plastica e che permette di recuperare i conduttori in alluminio. Si concentra sul cosiddetto sandwich (plastica e silicio metallico).
- Terza e Quarta fase del processo: trattamento chimico che tratta il restante 4% di silicio che ancora si trova in forma grezza e che al suo interno contiene argento e rame.

Se da un lato le prime due fasi, le più economiche da un punto di vista dell'investimento, da sole consentono il recupero di circa il 90% del peso dei materiali, è solamente con le successive fasi che, sebbene richiedano un investimento più elevato, si assicura la maggior remunerazione dell'investimento, restituendo materie prime di maggior valore.

Si riporta nell'immagine seguente lo studio effettuato che analizza e quantifica i diversi processi alla base del trattamento di recupero FRELP.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

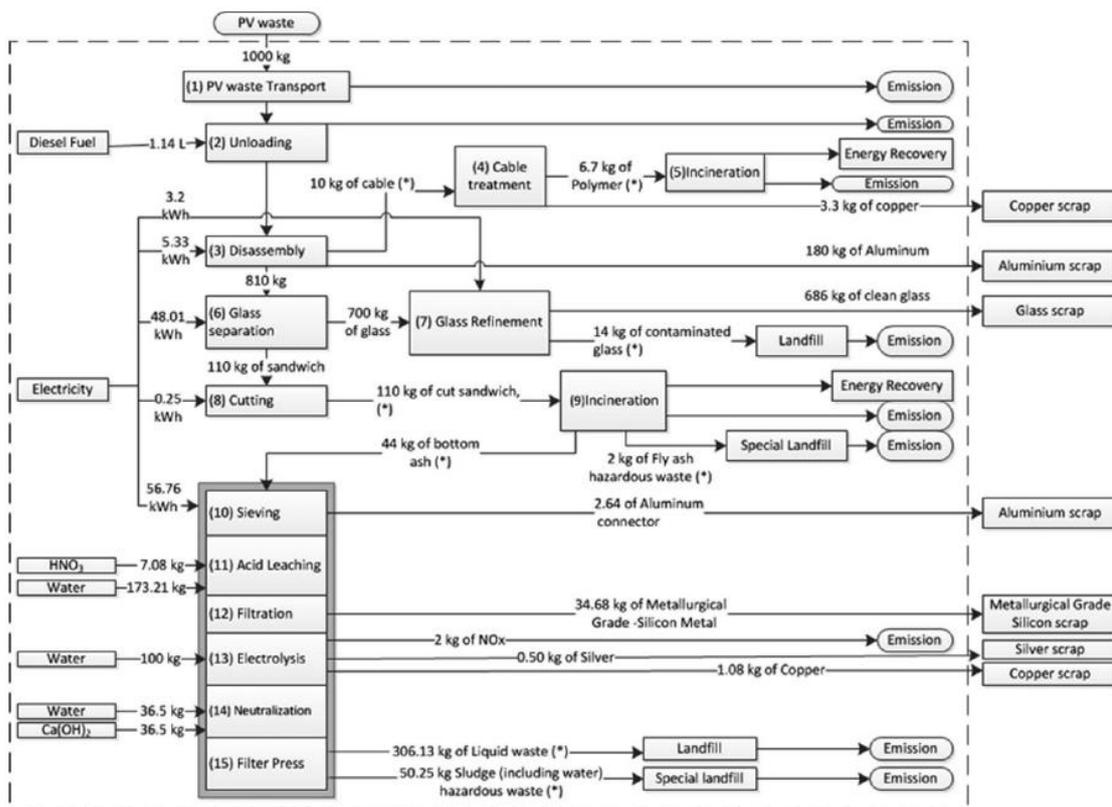


Figura 4 - Diagramma di flusso relativo al trattamento dei rifiuti da fotovoltaico (Fonte: Latussa C.L. et al.2016a)⁸

La dismissione di un impianto fotovoltaico si divide in due attività, come si può vedere in figura, attività a medio basso e attività medio alto contenuto tecnologico.

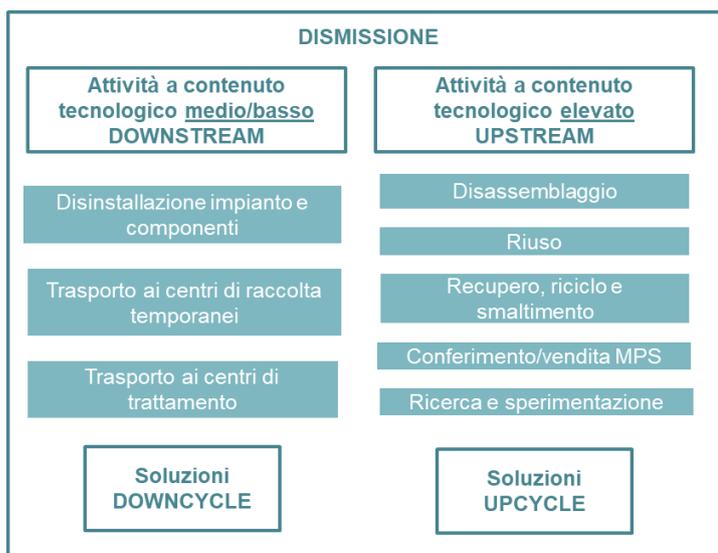


Figura 22 - Catena del valore del fotovoltaico in fase di dismissione

⁸<https://123dok.org/article/processi-trattamento-fine-fotovoltaico-italia-implicazioni-socio-economiche.wq2gpm2y>



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 103 di
132

Per quanto riguarda le attività a medio/basso contenuto tecnologico si può notare come sia lineare il processo, dalla dismissione ai trasporti in centri di trattamento. Invece, per quanto riguarda le attività ad alto contenuto tecnologico le fasi di dismissione sono più articolate:

- Disassemblaggio;
- Riutilizzo delle componenti e/o upgrading del pannello;
- Recupero, riciclo e smaltimento: il recupero prevede le operazioni necessarie per ottenere le materie prime seconde, il riciclo va a determinare la reintroduzione dei materiali nello stesso ciclo produttivo mentre lo smaltimento il deposito in discarica dei materiali non riciclati
- Conferimento/vendita delle materie prime seconde
- Ricerca e sperimentazione.



8.3 DISMISSIONE E RICICLO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici, in questo periodo storico, sono considerati come una delle opzioni più ecologiche per ottenere energia elettrica pulita. Nel 2020 in Italia sono stati installati circa 750 MW di impianti fotovoltaici raggiungendo così la potenza complessiva di 21.650 MW (un incremento del +3,8 % rispetto all'anno precedente) come riportato sul rapporto statistico del GSE "Il solare in Italia stato di sviluppo e trend del settore".

Se si pensa agli obiettivi mondiali al 2050 si stimano 4500 GW (un incremento del +1800%), ciò implica che ci saranno circa dalle 60 alle 78 milioni di tonnellate di pannelli da smaltire a fine vita a livello mondiale, dunque il riciclo dei pannelli è molto importante. Al momento solo l'Unione Europea ha adottato normative sui rifiuti specifiche ai pannelli fotovoltaici.

I moduli utilizzati, in silicio monocristallino, a fine ciclo vita verranno ritirati e riciclati quasi integralmente. Per il riciclo dei pannelli svolge un ruolo fondamentale il RAEE (Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche). In Italia sono presenti diversi consorzi che si occupano della gestione, recupero e riciclo dei moduli fotovoltaici, come il PV CYCLE Italia e Trust ECO-PV, che rispondono alle esigenze di conformità normativa e gestione rifiuti di produttori che operano in Italia.

Con le migliori tecnologie c'è la possibilità di recuperare il 98% dei materiali. Questo permette alla tecnologia fotovoltaica di essere doppiamente ecologica.

Per lo smaltimento dei moduli fotovoltaici, una volta disinstallati sul campo dalle strutture di sostegno, che nel progetto in oggetto sono di tipologia standard, si deve provvedere al corretto trasporto ad apposito centro di smaltimento.

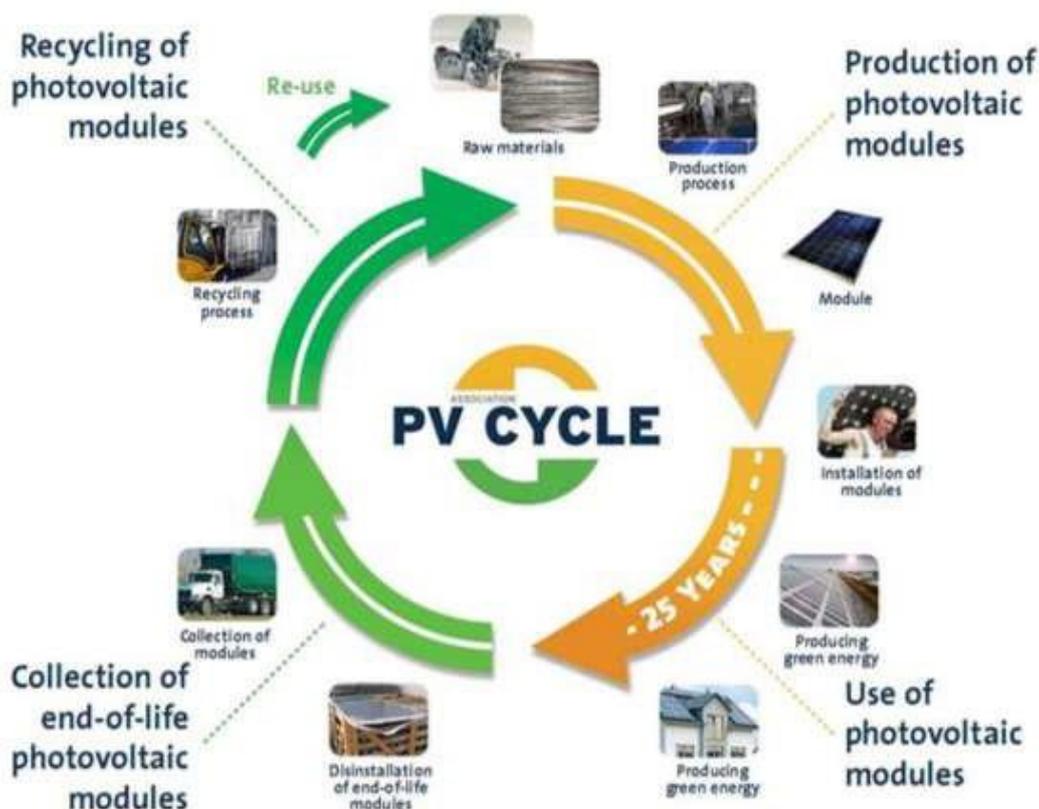


FIGURA 23 - CICLO DI VITA DEI MODULI FOTOVOLTAICI IN SILICIO CRISTALLINO SECONDO IL PROGRAMMA " DOUBLE GREEN" DELL'ASSOCIAZIONE PV CYCLE

In particolare, ai sensi dell'art. 193 del Dlgs n. 152 del 3 aprile 2006, un trasportatore autorizzato carica i moduli FV per il trasporto secondo la procedura di cui all'art 193 medesimo. I moduli devono essere accompagnati da un formulario di identificazione dal quale devono risultare almeno i seguenti dati:

- nome ed indirizzo del produttore dei rifiuti e del detentore;



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 105 di
132

- b) origine, tipologia e quantità del rifiuto;
- c) impianto di destinazione;
- d) data e percorso dell'istradamento;
- e) nome ed indirizzo del destinatario.

Le copie del formulario devono essere conservate per cinque anni.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 106 di
132

8.3.01 RECUPERO DELLE MATERIE PRIME

In questa fase del processo avviene il recupero delle materie prime che costituivano i moduli FV e saranno utili per la realizzazione di nuovi moduli fotovoltaici, come promosso dal Dlgs n. 49 del 14 marzo 2014. l'impianto di trattamento consegna al detentore dei moduli un certificato di avvenuto trattamento riportante la lista dei medesimi ordinata per numero di serie, marca e modello trattati e con l'indicazione precisa del FIR di riferimento.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 107 di
132

8.3.02 SPECIFICHE TECNICHE IMBALLAGGIO MODULI SU BANCALI

I moduli dovranno essere disposti sul bancale con il vetro anteriore rivolto verso l'alto, inoltre dovranno essere adagiati con precisione, con spigoli adiacenti, in modo da poter scaricare il loro peso in modo uniforme sul bancale. Le dimensioni ottimali della base di appoggio di un bancale sono (lux la) 1100 – 1700 x 1000 mm ovvero in grado di far poggiare i moduli nella loro interezza al lato corto sulla base del bancale stesso. Il bancale deve essere di tipo robusto, strutturato per sopportare un peso fino a 900 kg. I moduli dovranno essere adeguatamente immobilizzati sui bancali tramite opportuna e salda reggiatura, come illustrato nella foto esempio.



FIGURA 24 - IMBALLAGGIO DEI PANNELLI



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 108 di
132

8.4 DISMISSIONE E RICICLO DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le strutture previste, essendo installate senza utilizzare calcestruzzo, possono essere smontate e riciclate completamente; viene utilizzato solo acciaio zincato a caldo per i pali di fondazione ed alluminio per tutto il resto. L'alluminio, con un valore abbastanza alto, può essere venduto quando verrà smontato l'impianto.



Figura 25 - strutture di sostegno (tracker)

L'acciaio non ha un valore di rottura alto ma comunque un costo ridotto di smaltimento. I pali possono essere tirati fuori dal terreno con delle macchine apposite (vedi come esempio fig.2) ed il terreno viene con rapidità e facilità ripristinato come prima dell'intervento. Non ci sono plinti di cemento che hanno un costo molto elevato per lo smaltimento.

I pali di fondazione vengono infissi nel terreno e saranno estratti con estrema facilità e rapidità grazie all'utilizzo di mezzi appositamente progettati.



FIGURA 26 - IMMAGINI DI ESTRAZIONE DEI PALI



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 109 di
132

8.5 DISMISSIONE E RICICLO DELLE FORNITURE ELETTRICHE

Le apparecchiature elettriche, quadri di campo, inverter, trasformatori ecc., verranno prelevate e riciclate quasi completamente in apposito centro di recupero.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 110 di
132

8.5.01 DISMISSIONE E RICICLO DELLE CABINE ELETTRICHE

I locali che alloggiavano inverter e trasformatori, nonché quello per la consegna e per lo smistamento, sono cabine elettriche prefabbricate monoblocco omologate che a fine ciclo possono essere prelevate e ricollocate in altro sito e che comunemente sono recuperabili integralmente sia per quanto riguarda le cabine che tutte le apparecchiature interne, inclusi i collegamenti MT e BT.



FIGURA 27 - IMMAGINI DI UNA CABINA DI TRASFORMAZIONE



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 111 di
132

8.5.02 DISMISSIONE E RICICLO DEI CABLAGGI

L'intero cablaggio viene ritirato e riciclato completamente, rappresentando anche un rientro economico non trascurabile in fase di dismissione.



FIGURA 28 - IMMAGINI DI CABLAGGI RACCOLTO PER IL RICICLO

Esistono ormai molte tecnologie che permettono di partire dalle guaine di cavi provenienti dallo smaltimento di impianti elettrici per ottenere ad esempio pavimentazioni urbane e malte cementizie rinforzate con PVC.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 112 di
132

8.6 PERCENTUALI IPOTIZZATE DI RICICLO

A fronte delle considerazioni fatte si può concludere con le seguenti percentuali di riciclo:

- MODULI FOTOVOLTICI: 85-90%
- STRUTTURE DI SOSTEGNO: 95-100%
- FORNITURE ELETTRICE: 95-100%
- CABINE ELETTRICE: 100%
- CABLAGGI ELETTRICI: 100%



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 113 di
132

8.7 MODALITA' DI SMALTIMENTO DEL NON RICICLABILE

Le componenti non riciclabili sono rappresentate principalmente dal 10-15% del modulo fotovoltaico costituito da film plastico e lega per le saldature. Tali prodotti di scarto sono principalmente destinati ad impianti di incenerimento o termovalorizzazione e quindi, pur non rientrando nel ciclo di recupero e riuso, possono rappresentare una risorsa energetica.

Altre percentuali non riciclabili sono rappresentate dagli inerti provenienti dalla frantumazione dei basamenti in ca delle cabine elettriche che dovranno essere adeguatamente trasportati e smaltiti in discarica.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 114 di
132

8.8 MODALITA' DI RIPRISTINO DEL SUOLO OCCUPATO DA TUTTE LE OPERE DI PROGETTO

Le operazioni di ripristino del suolo all'interno dell'area su cui insiste l'impianto agrivoltaico sono da considerarsi relativamente rapide e poco impattanti.

I sistemi e le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici sono semplicemente infissi nel terreno per profondità contenute e di conseguenza la loro rimozione risulta rapida, poco invasiva e operata con appositi macchinari per l'estrazione dei pali.

Le cabine elettriche essendo prefabbricate monoblocco a fine ciclo possono essere smantellate e tutte le loro componenti opportunamente separate e conferite alle specifiche filiere di recupero e riciclo. In alternativa, se ancora in buono stato di conservazione ed utilizzo, prelevate e ricollocate in altro sito.

Il ripristino del suolo interessa quindi l'alloggiamento dei cabinati, rappresentato dalle platee di fondazione delle venti cabine di trasformazione, la cabina di consegna e le quattro cabine di smistamento interne all'impianto con le seguenti superfici e volumi:

Calcolo Superfici e Volumi						
Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Superficie (mq)	Numero Cabine	Superficie Totale (mq)	Altezza (m)	Volume (mc)
Cabina Smistamento						
7,87	2,8	22,04	4	88,14	0,6	52,89
Cabina di Consegna						
7,87	2,8	22,04	1	22,04	0,6	13,22
Cabina Trasformazione MT						
10,86	3	32,58	20	651,60	0,4	260,64
Vasca contenimento olio trasformatore - Cabina Trasformazione						
4,81	3	14,43	20	288,60	1,29	372,29
TOTALE VOLUMI/SUPERFICI CABINATI				1.050,38		699,04

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione delle cabine è pari a **699,04 mc**.

Le platee di fondazione verranno smantellate e frantumate con le apposite attrezzature ed il materiale inerte ottenuto verrà adeguatamente conferito in discarica.

La rete di fornitura e i collegamenti elettrici tra tutti i principali componenti dell'impianto sono collocati in appositi alloggiamenti interrati a determinate profondità (variabili da 0,7 m per i cavi in bassa tensione a 1,7 per i cavi in alta tensione). Essi andranno quindi rimossi eseguendo scavi circoscritti con benne escavatrici.

Nei confronti delle recinzioni, costituite principalmente da pali metallici e la rete in acciaio zincato plastificata verde, verrà eseguito apposito smontaggio con possibile riutilizzo o corretto conferimento alla filiera di riciclo. Anche nei confronti del sistema di illuminazione e sorveglianza si procederà ad uno smontaggio mirato ed al completo riutilizzo di tutte le componenti elettriche ed elettroniche che non saranno state danneggiate durante la dismissione.

Complessivamente la parte più invasiva del ripristino del suolo riguarda le operazioni di copertura e di livellamento degli scavi delle platee delle cabine elettriche e degli scavi per la rimozione di tutti gli alloggiamenti interrati.

Tutti i movimenti terra avvengono all'interno delle aree di dismissione senza apporti esterni o conferimenti verso l'esterno, se non dei rifiuti.

Occorre inoltre evidenziare come la viabilità interna sia costituita da uno strato superficiale in misto strada e ghiaia. Di conseguenza nelle movimentazioni del terreno tra i cavidotti e le strade occorre mantenere la separazione delle differenti componenti pedologiche, ponendo cura di disporre le componenti a maggiore fertilità negli strati superficiali del terreno. Premessa a tutto ciò è che in fase di allestimento iniziale dell'impianto vengano tracciati i movimenti terra interni generando una cartografia pedologica indispensabile per il successivo ripristino. Pertanto, come riportato sul piano delle terre e rocce da scavo, sarà necessario predisporre la pianta as built della caratterizzazione pedologica effettivamente esistente al momento dell'avvio dell'esercizio dell'impianto.

L'energia prodotta dal campo fotovoltaico verrà veicolata mediante un cavidotto interrato in media tensione a 30 kV lungo circa 3,46 km fino alla Step-Up sita vicino alla CP di Aprilia di e-distribuzione, all'interno della cabina di Step-Up avverrà l'elevazione da 30 kV a 150 kV.



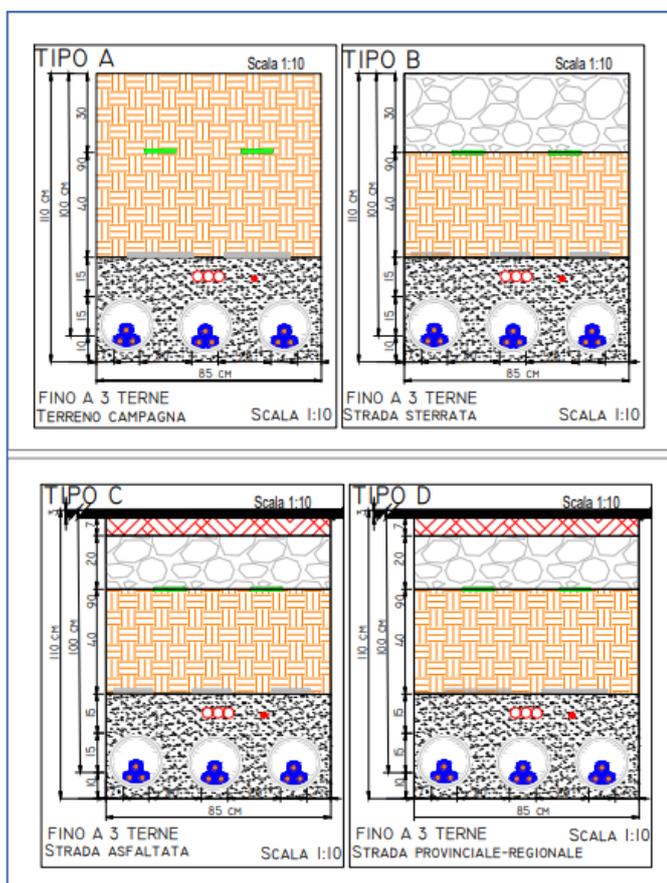
IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 115 di
132

La dismissione di tali infrastrutture e manufatti esterni verrà eseguita con criteri il più efficaci possibili. Si procederà allo scavo mirato e circoscritto dell'intera traccia condotta dall'impianto alla cabina di consegna con l'utilizzo di benne scavatrici, martelli perforatori e pneumatici. Percorrendo un notevole sviluppo chilometrico l'impatto di queste operazioni è da considerarsi piuttosto alto. Si eseguiranno scavi all'interno dell'area urbanizzata di Aprilia attraversando in più punti la viabilità del paese. Per approfondimenti sul tracciato di collegamento si rimanda alla relazione DOC X in particolare ai punti X.

Il materiale proveniente dal ripristino è caratterizzato da cavi elettrici e cablaggi che saranno successivamente trattati con i criteri esposti al punto 6.1 e dalle loro tubazioni corrugate in polietilene di alloggiamento destinate alla specifica filiera di riciclo. Il materiale principalmente ottenuto dalla demolizione stradale è il fresato d'asfalto. Stando all'attuale versione del Decreto, il suo recupero, nella produzione di aggregati riciclati, così come lo conosciamo oggi, sarebbe impossibile in quanto tali aggregati, prodotti con miscele bituminose, non sarebbero conformi alle limitazioni di concentrazione di idrocarburi previste, in netto contrasto con la norma tecnica di riferimento che prevede un impiego di "fresato" anche del 30%.

Quindi una quota consistente di conglomerato bituminoso demolito dovrebbe essere inviata allo smaltimento finale in discarica.

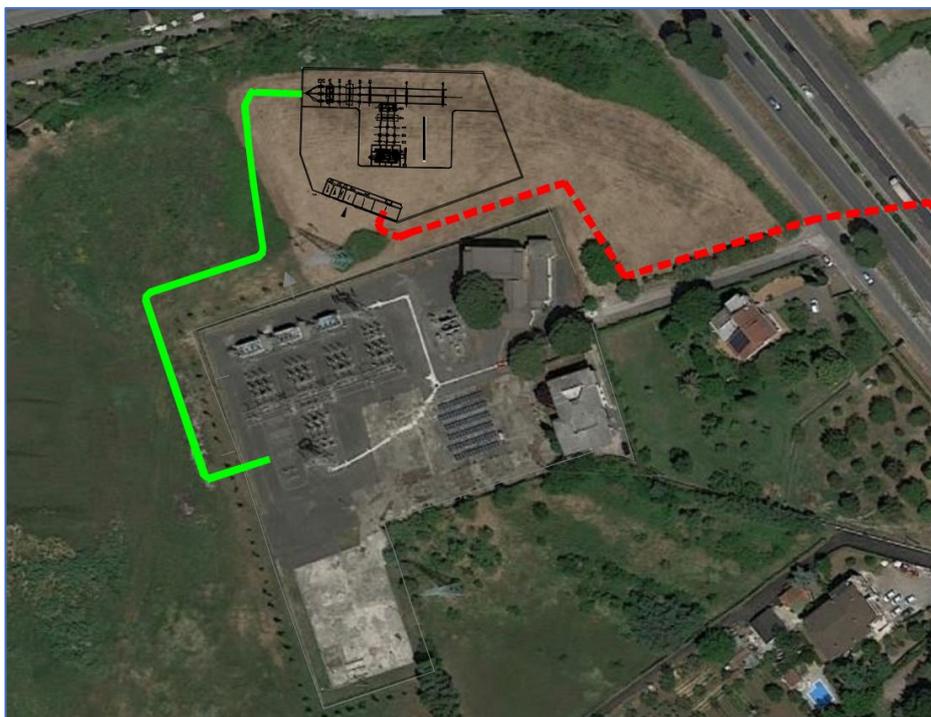


SCAVI CAVIDOTTI MT - ESTERNI ALL'AREA DI IMPIANTO



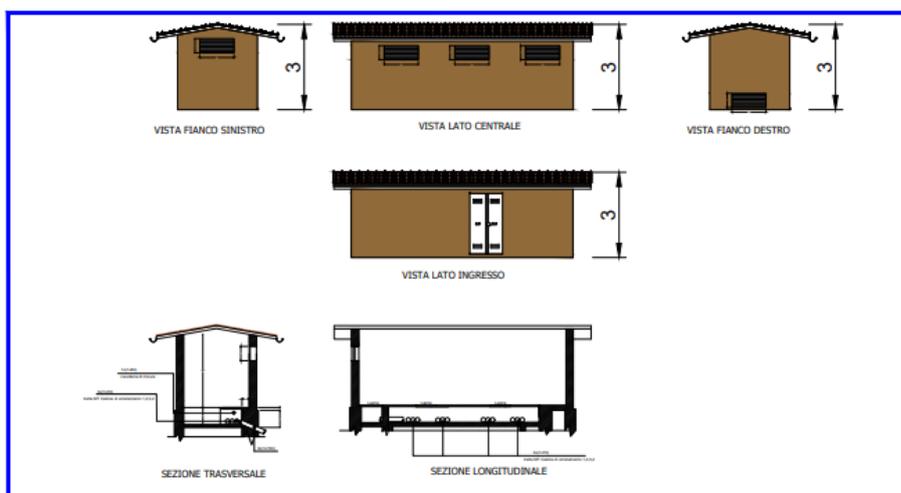
**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 116 di
132



INQUADRAMENTO DELL'AREA STEP-UP CON IL COLLEGAMENTO IN MT (IN ROSSO) E IL COLLEGAMENTO IN AT DALL'AREA DI STEP-UP ALLA CABINA DI E-DISTRIBUZIONE (IN VERDE)

La cabina di consegna verrà smantellata e demolita suddividendo nel modo più accurato possibile le varie componentistiche al fine di un corretto riuso e riciclo. Nello specifico le componenti cementizie di demolizione verranno smaltite in discarica, tutte quelle elettriche ed elettroniche opportunamente separate e condotte alle rispettive filiere di riciclo. Per le platee di fondazione si rimanda alle stesse considerazioni fatte nei confronti di quelle delle cabine interne al campo agrivoltaico, con le opportune distinzioni di volumi e dimensioni. Operazioni di smantellamento e recupero verranno effettuate nei confronti delle installazioni di illuminazione e recinzione.



CABINA DI CONSEGNA



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR**
Comune di Lanuvio
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA**

Pag 117 di
132

8.9 COMPUTO METRICO PER LA DISMISSIONE

Per la dismissione di 1 MW di impianto fotovoltaico con le caratteristiche tecniche dell'impianto in oggetto, si calcola che la manodopera incida per circa il 60%. Si prevede una squadra di 5 elementi con un costo orario di 20€ **oltre la quota di dismissione dell'impianto che è valutata approssimativamente quanto le opere di realizzazione**. Si riporta quindi nelle due tabelle successive la stima dei giorni uomo per ogni attività prevista e la stima dei costi totali per la dismissione ed il ripristino dei luoghi.

Attività	Descrizione	Giorni Uomo	Giorni Cantiere
A	Distacco connessioni elettriche e messa in sicurezza del cantiere.	5	1
B	Smontaggio moduli PV.	40	8
C	Smontaggio strutture di supporto.	25	5
D	Smontaggio forniture elettriche (inverter, trasformatori, quadri elettrici ecc) e asporto cabine prefabbricate.	5	1
E	Smontaggio cavi.	5	1
F	Ripristino del sito allo stato ante operam.	10	2
G	Dismissione cavo di allacciamento alla CP	264	44
	TOTALE	354	62

TABELLA 1 - DETTAGLI ATTIVITÀ MANODOPERA E STIMA DEI GIORNI DI CANTIERE NECESSARI PER OGNI MWp DI IMPIANTO.

Attribuzione dei costi / MW	Costi (€)	Incidenza percentuale
Manodopera (per tutte le attività di cantiere)	18.700,00	55 % Circa
Spese tecniche	2.000,00	35 % circa
Attrezzature e mezzi	3.000,00	
Smaltimenti	6.000,00	
Dismissione cavo allacciamento	4.300,00	15% circa
TOTALE	29.700,00	100%

TABELLA 2 - ATTRIBUZIONE COSTI PER OGNI MWp DI IMPIANTO.

Considerando quindi la potenza totale installata MWp di potenza (54,2016 MWp), il costo totale per lo smantellamento ed il ripristino dei luoghi per l'impianto in oggetto, è di circa: **1.609.787 €** con un impegno di **354** giorni uomo.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 118 di
132

9. CRONOPROGRAMMA DISMISSIONE

Un impianto fotovoltaico oltre ad essere tra le più efficienti e pulite tecnologie per la generazione di energie permette anche, alla fine del suo ciclo di vita, di essere rimosso con estrema facilità, rapidità ed economicità. Rendendo, per la natura poco invasiva della tecnologia di supporto prevista, estremamente veloce il ripristino del sito così come era precedentemente all'installazione dell'impianto stesso.

Per l'intervento di dismissione dell'impianto in progetto si presume l'impiego di massimo 95 operai contemporaneamente in cantiere per un totale di 5844 uomini giorno.

È possibile prevedere una durata del cantiere pari a circa 116 giorni lavorativi. Per durata di cantiere si intende l'esecuzione di tutte le attività di cantiere fino allo smantellamento delle attrezzature di cantiere e pulizia delle aree temporanee.

Il Cronoprogramma è riportato sia in tabella sia in istogramma.

Evento	Inizio [giorno]	Fine [giorno]	Durata [gg]	operai richiesti	Uomini giorno
Consegna lavori	0	0	0	0	0
Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere	0	15	15	30	450
Dismissione cavidotto MT fino a cabina di consegna AP Aprilia	0	44	44	6	264
Smantellamento cabina di consegna	0	90	90	6	540
Comunicazione fine attività agli Enti	16	18	3	0	0
Smantellamento opere di rete	16	28	13	20	260
Smantellamento cablaggi MT	16	19	4	30	120
Dismissione cabina di consegna	29	29	1	20	20
Disconnessione cabine inverter	30	33	3	40	120
Smontaggio dei moduli fotovoltaici	30	42	13	60	780
Rimozione stringatura e cablaggi cc	42	54	13	60	780
Rimozione quadri di campo e parallelo cc	51	53	3	35	105
Rimozione cavidotti, corrugati e pozzetti, reinterro	52	54	3	20	60
Rimozione impianto antifurto	53	54	2	60	120
Rimozione cabine e impianto di terra cabina	31	31	1	29	29
Demolizione impianto di illuminazione	54	57	4	60	240
Rimozione pali/viti e smontaggio delle strutture di supporto	41	63	23	32	736
Rimozione recinzione	78	81	4	50	200
Smantellamento viabilità e piazzole	82	91	10	30	300
Sistemazione e ripristino terreno allo stato ante operam	92	105	14	30	420
Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree	106	115	10	30	300
Ultimazione lavori	116	116	0	0	0
totale uomini giorno					5844
max operai in cantiere (contemporanei)					95



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 120 di
132

10. ILLUMINAZIONE CAMPI FOTOVOLTAICI – IMPATTO NOTTURNO

L'illuminazione del campo agrivoltaico prevede un sistema di illuminazione progettato in modo da consentire ove necessario l'attivazione di specifici settori. L'illuminazione esterna, lungo la recinzione, presuppone gli stessi componenti previsti per l'illuminazione interna del campo. I punti luce saranno a distanza di circa 40 m e in questo caso l'illuminazione avrà valori di illuminamento medio 10-15 lx; l'illuminazione dei percorsi è necessaria per la pronta individuazione degli ostacoli nonché delle condizioni del fondo.

I campi fotovoltaici saranno completi di un sistema di illuminazione perimetrale a LED dotato di telecamere di videosorveglianza.

I pali di illuminazione previsti saranno posizionati lungo il perimetro dell'impianto e saranno dotati di telecamere a infrarossi che riducono al minimo l'utilizzo dell'illuminazione. L'illuminazione verrà attivata solo in caso di interventi di manutenzione straordinaria, per le attività agricolo-pastorali nel settore di interesse e in caso di eventuale intrusione.

Si riportano sotto in Figura i componenti tipo che saranno utilizzati.

1130 Punto LED - COB - Disano Illuminazione

CORPO: In alluminio pressofuso con alette raffreddamento.
RIFLETTORE: In alluminio preanodizzato martellato 99.99 per le versioni LED.
DIFFUSORE: Vetro temprato sp.5mm resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 12150-
VERNICIATURA: Il ciclo di verniciatura standard a polvere è composto da una fase di pretrattamento superficiale del metallo e successiva verniciatura a mano singola con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline e stabilizzata ai raggi UV.
DOTAZIONE: Completo di staffa zincata e verniciata EQUIPAGGIAMENTO: Durante la manutenzione o il cambio lampada il vetro rimane agganciato al corpo con anelli di sicurezza.
NORMATIVE: Prodotti in conformità alle vigenti norme EN 60598. Sono protetti con il grado IP65/K08 per la norma EN 60529 verificato dopo un processo di invecchiamento accelerato di 7 giorni. Hanno classe di isolamento I.
Superficie di esposizione al vento: 300 cm².
Ta: 20 +40°C.
Fattore di potenza: ≥0,9
Mantenimento del flusso luminoso 50.000h al 70% L70B50.
Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo esente, secondo le EN62471.
Superficie di esposizione al vento: L:293cm F:416cm².

TELECAMERA IP WIRELESS 2.0MP - TVT87NW

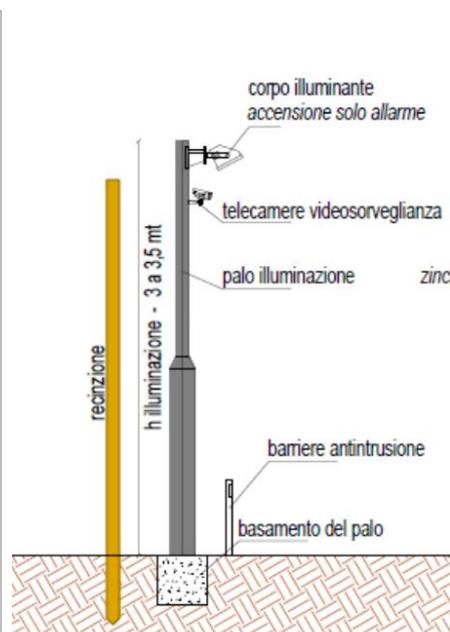
Telecamera IP di nuova concezione con ottica varifocal 2.8-12mm adatta anche per installazione in esterni (IP66). Grazie al sensore Sony da 2.0 Megapixel (1080p), consente di effettuare riprese real time (25FPS) in alta definizione. La particolarità di questa telecamera è nella possibilità di connessione sia alla rete Ethernet cablata (connettore RJ-45), ma anche a reti Wi-Fi tramite l'adattatore USB in dotazione. La stessa porta USB può essere utilizzata, in alternativa, per il collegamento di una memoria esterna di massimo 64GB che consenta dunque la registrazione locale per la realizzazione di un sistema di sorveglianza totalmente indipendente. L'analisi del segnale video consente la programmazione di aree Privacy, la rilevazione di movimento e l'invio di email su evento. La ripresa delle immagini può avvenire anche in condizioni notturne grazie alla dotazione di 42 led IR e la rimozione meccanica del filtro IR. La configurazione può essere effettuata tramite la pagina web interna. Per l'alimentazione è supportata anche la modalità PoE.

PALI DRITTI

Pali, predisposti per l'ancoraggio al basamento mediante infissione nel blocco di fondazione, sono completi delle 3 lavorazioni standard alla base per il collegamento elettrico a norma, asola entrata cavi, attacco m.a.t. asola per morsetteria.

Codice prodotto	Dimensioni (LxPxA)								
CC363	310	85	96	96	3	22	0.86		

INDICAZIONI SISTEMA DI SICUREZZA TVCC CON ILLUMINAZIONE SICUREZZA



Componenti sistema di Illuminazione



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

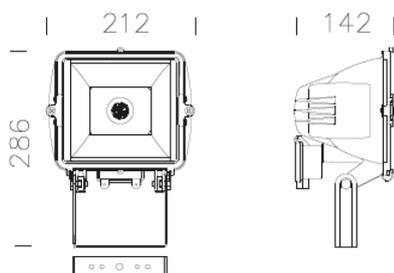
Pag 121 di
132

Le primarie ragioni di sicurezza saranno tarate anche per salvaguardare la vita della fauna locale che potrebbe essere disturbata dall'eccesso di illuminazione.

Pertanto, la quantità di illuminazione prevista è quella minima per consentire una visione efficace del perimetro attraverso le telecamere.

Viene in questa sede fornita una indicazione tipologica dell'impianto, prevedendo un distanziamento dei punti luce pari a circa 40 m.

Sulla base di questa indicazione viene sviluppato il calcolo mediante il software Dialux per una striscia di 4 pali.



1130 Punto LED - COB - Disano Illuminazione spa

CORPO: In alluminio pressofuso con alette raffreddamento.
RIFLETTORE: In alluminio preanodizzato martellato 90.99 per le versioni LED.
DIFFUSORE: Vetro temprato sp.5mm resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 12150).
VERNICIATURA: Il ciclo di verniciatura standard a polvere è composto da una fase di pretrattamento superficiale del metallo e successiva verniciatura a mano singola con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline e stabilizzata ai raggi UV.
DOTAZIONE: Completo di staffa zincata e verniciata
EQUIPAGGIAMENTO: Durante la manutenzione o il cambio lampada il vetro rimane agganciato al corpo con anelli di sicurezza.
NORMATIVE: Prodotti in conformità alle vigenti norme EN 60598. Sono protetti con il grado IP65IK08 per la norma EN 60529 verificato dopo un processo di invecchiamento accelerato di 7 giorni. Hanno classe di isolamento I.
Superficie di esposizione al vento: 300 cm².
Ta:20 -40°C.
Fattore di potenza: ≥0,9
Mantenimento del flusso luminoso 50.000h al 70% L70B50.
Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo esente, secondo le EN62471.
Superficie di esposizione al vento: L:283cm* F:416cm².



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 122 di
132

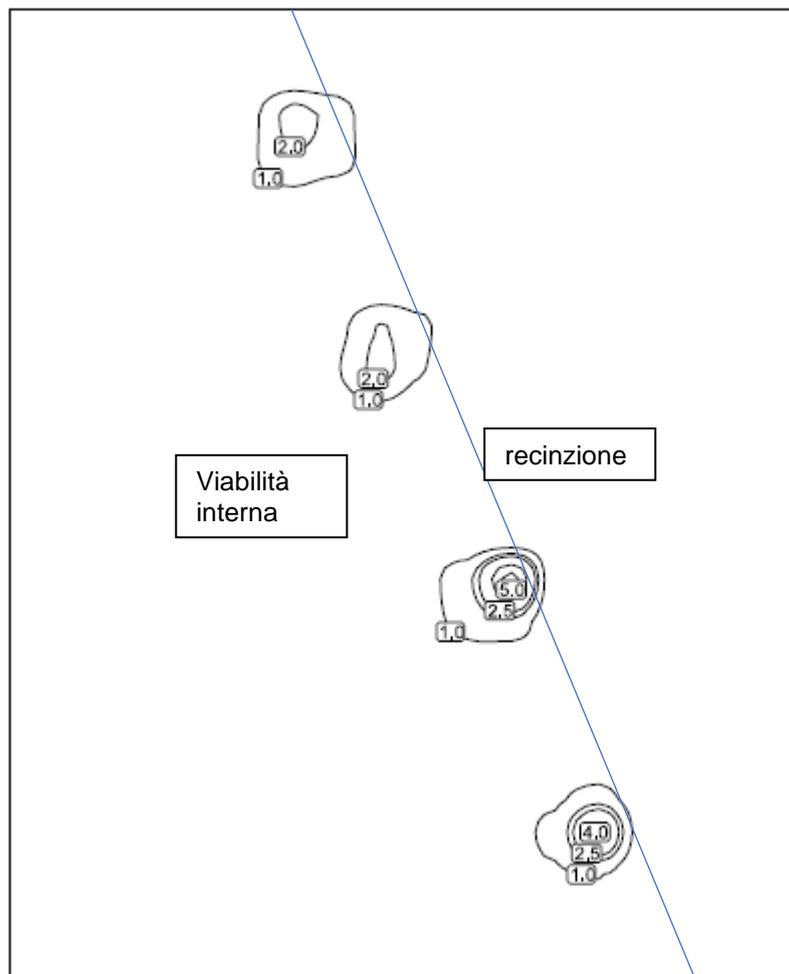
Illuminazione 0

24/03/2020

DIALux

Area 1 / Superficie di calcolo 4 / Illuminamento perpendicolare

Isolinee [lx]



Scala: 1 : 1000



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 123 di
132

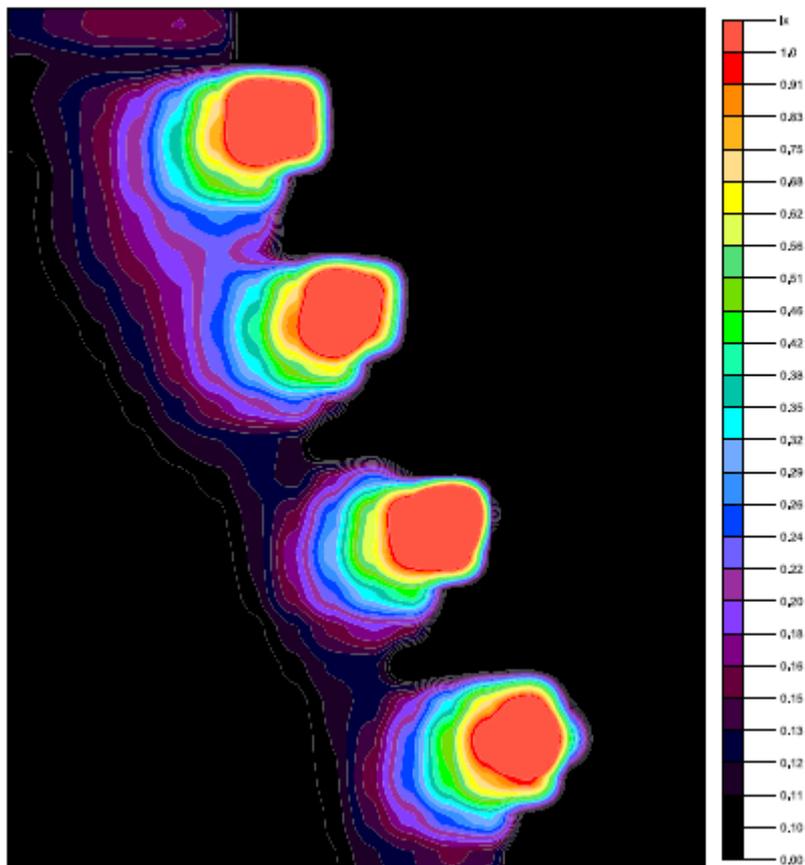
Illuminazione 0

24/03/2020

DIALux

Area 1 / Superficie di calcolo 4 / Illuminamento perpendicolare

Colori sfalsati [lx]



Scale: 1 : 1000



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Illuminazione 0

24/03/2020

DIALux

Area 1 / Superficie di calcolo 4 / Illuminamento perpendicolare

Raster dei valori [lx]

+0,13	+0,15	+0,16	+0,04	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01	+0,00
+0,11	+0,12	+0,12	+0,08	+0,04	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,11	+0,14	+0,31	2,4	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,10	+0,15	+0,38	+1,9	+0,03	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,10	+0,15	+0,34	+0,64	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,10	+0,14	+0,23	+0,25	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,09	+0,14	+0,20	+0,17	+0,06	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,09	+0,12	+0,18	+0,33	+2,1	+0,03	+0,01	+0,01	+0,01
+0,08	+0,11	+0,17	+0,41	+2,3	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,08	+0,10	+0,16	+0,34	+0,70	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01
+0,07	+0,09	+0,13	+0,20	+0,14	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01
+0,07	+0,08	+0,11	+0,13	+0,03	+0,02	+0,01	+0,01	+0,01
+0,06	+0,07	+0,10	+0,12	+0,17	+0,11	+0,03	+0,01	+0,01
+0,06	+0,07	+0,08	+0,12	+0,28	+1,7	+0,16	+0,01	+0,01
+0,05	+0,06	+0,08	+0,11	+0,32	+1,3	+0,04	+0,01	+0,01
+0,05	+0,06	+0,07	+0,11	+0,25	+0,46	+0,02	+0,01	+0,01
+0,05	+0,06	+0,07	+0,10	+0,15	+0,16	+0,02	+0,01	+0,01
+0,05	+0,05	+0,06	+0,09	+0,12	+0,04	+0,04	+0,01	+0,01
+0,04	+0,05	+0,06	+0,08	+0,11	+0,18	+0,71	+0,12	+0,01
+0,04	+0,05	+0,05	+0,07	+0,11	+0,25	+1,3	+0,47	+0,01
+0,04	+0,04	+0,05	+0,07	+0,11	+0,26	+0,80	+0,06	+0,01
+0,04	+0,04	+0,05	+0,07	+0,10	+0,19	+0,33	+0,02	+0,01
+0,04	+0,04	+0,05	+0,07	+0,10	+0,13	+0,14	+0,03	+0,01

Scala: 1 : 1000

Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie di calcolo 4: Illuminamento perpendicolare (Reticolo)

Scena luce: Scena luce 1

Medio: 0.17 lx, Min: 0.004 lx, Max: 5.50 lx, Min/Medio: 0.024, Min/Max: 0.001

Altezza: 0.000 m



Il punto massimo di illuminazione ha dunque un valore pari a 5,50 lux, valore minimo ai fini della sicurezza.



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 125 di
132

ALLEGATO 1 – PVSYST

Nelle pagine seguenti è riportata la verifica PVSyst in merito alla produzione fotovoltaica dell'impianto di progetto:



Project: Lanuvio
Variant: Trackers - 8.25 m - 600 Wp
Studio Ing. Valz Gris (Italy)

PVsyst V7.3.2
VC0, Simulation date:
31/03/23 12:34
with v7.3.2

Project summary

Geographical Site Casale della Mandria Italy	Situation Latitude 41.61 °N Longitude 12.67 °E Altitude 73 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
---	---	--

Meteo data
Casale della Mandria
PVGIS-SARAH2 - 2020

System summary

Grid-Connected System PV Field Orientation Orientation Tracking horizontal axis	Unlimited Trackers with backtracking Tracking algorithm Astronomic calculation Backtracking activated	Near Shadings No Shadings
---	--	-------------------------------------

System information

PV Array		Inverters	
Nb. of modules	90336 units	Nb. of units	20 units
Pnom total	54.20 MWp	Pnom total	50.00 MWac
		Pnom ratio	1.084

User's needs
Unlimited load (grid)

Results summary

Produced Energy	93573191 kWh/year	Specific production	1726 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	79.94 %
-----------------	-------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	5
Loss diagram	6
Predef. graphs	7
Single-line diagram	8



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 126 di
132



Project: Lanuvio

Variant: Trackers - 8.25 m - 600 Wp

PVsyst V7.3.2

VC0, Simulation date:

31/03/23 12:34

with v7.3.2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

General parameters

Grid-Connected System

Unlimited Trackers with backtracking

PV Field Orientation

Orientation

Tracking horizontal axis

Tracking algorithm

Astronomic calculation

Backtracking activated

Backtracking array

Nb. of trackers 10 units

Unlimited trackers

Sizes

Tracker Spacing 8.25 m

Collector width 4.57 m

Ground Cov. Ratio (GCR) 55.3 %

Left inactive band 0.02 m

Right inactive band 0.02 m

Phi min / max. +/- 60.0 °

Backtracking strategy

Phi limits for BT +/- 55.9 °

Backtracking pitch 8.25 m

Backtracking width 4.57 m

Models used

Transposition

Perez

Diffuse

Imported DHI

Circumsolar

separate

Horizon

Free Horizon

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer

Longi Solar

Model

LR5-72 HTH 600 M G2

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power

600 Wp

Number of PV modules

90336 units

Nominal (STC)

54.20 MWp

Modules

3764 Strings x 24 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp

49.75 MWp

U mpp

958 V

I mpp

51932 A

Total PV power

Nominal (STC)

54202 kWp

Total

90336 modules

Module area

233361 m²

Cell area

217500 m²

Inverter

Manufacturer

Siemens

Model

Sinacon PV2500

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power

2500 kWac

Number of inverters

20 units

Total power

50000 kWac

Operating voltage

1006-1500 V

Pnom ratio (DC:AC)

1.08

Total inverter power

Total power

50000 kWac

Number of inverters

20 units

Pnom ratio

1.08

Array losses

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const)

20.0 W/m²K

Uv (wind)

0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res.

0.31 mΩ

Loss Fraction

1.5 % at STC

Module Quality Loss

Loss Fraction

-0.8 %

Module mismatch losses

Loss Fraction

2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction

0.1 %



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
 Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA



Project: Lanuvio

Variant: Trackers - 8.25 m - 600 Wp

PVsyst V7.3.2

VC0, Simulation date:
31/03/23 12:34
with v7.3.2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Main results

System Production

Produced Energy 93573191 kWh/year

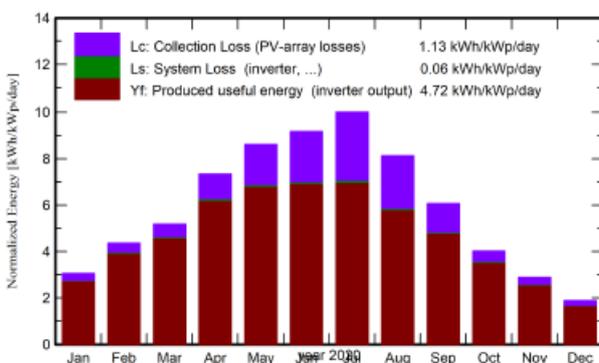
Specific production

1726 kWh/kWp/year

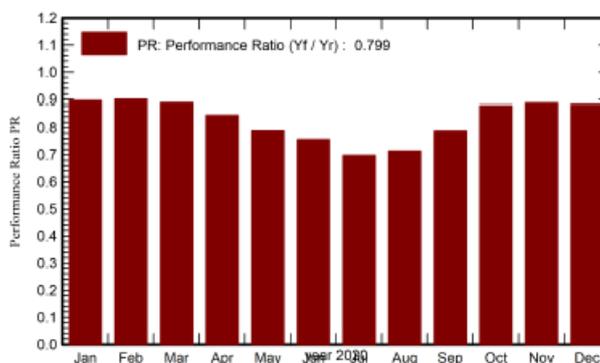
Performance Ratio PR

79.94 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
Jan. 20	71.9	23.85	8.91	94.7	88.6	4657485	4604154	0.897
Feb. 20	97.2	31.10	10.76	126.5	121.5	6259327	6186908	0.902
Mar. 20	128.4	52.77	11.07	160.5	154.8	7827695	7735533	0.889
Apr. 20	175.0	54.65	14.01	220.3	214.5	10225291	10101874	0.846
May 20	216.0	69.82	18.80	267.4	260.4	11574909	11438172	0.789
June 20	222.3	69.05	20.64	275.3	268.1	11413477	11279310	0.756
July 20	243.4	62.99	25.07	310.7	303.6	11884311	11747357	0.698
Aug. 20	199.6	62.21	25.96	252.0	245.7	9871136	9757861	0.714
Sep. 20	143.8	49.79	22.20	182.2	176.7	7882218	7790662	0.789
Oct. 20	99.1	44.61	16.10	124.7	119.3	6019727	5950014	0.880
Nov. 20	68.7	30.63	14.00	86.7	81.7	4219369	4170718	0.888
Dec. 20	47.6	25.21	10.28	58.7	54.2	2845730	2810629	0.883
Year	1713.2	576.68	16.50	2159.6	2089.3	94680675	93573191	0.799

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA



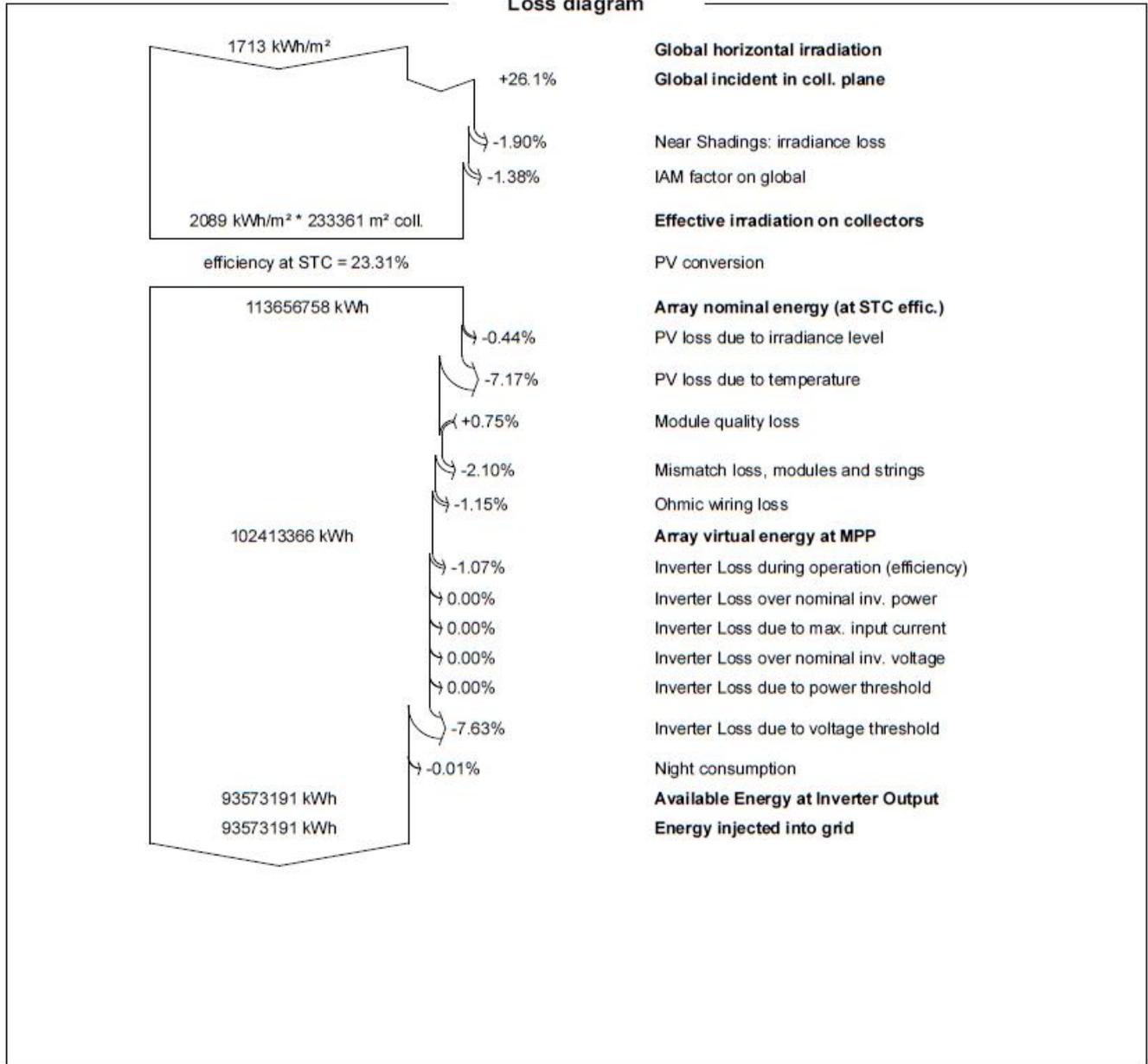
PVsyst V7.3.2
VC0, Simulation date:
31/03/23 12:34
with v7.3.2

Project: Lanuvio

Variant: Trackers - 8.25 m - 600 Wp

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Loss diagram





IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA



Project: Lanuvio

Variant: Trackers - 8.25 m - 600 Wp

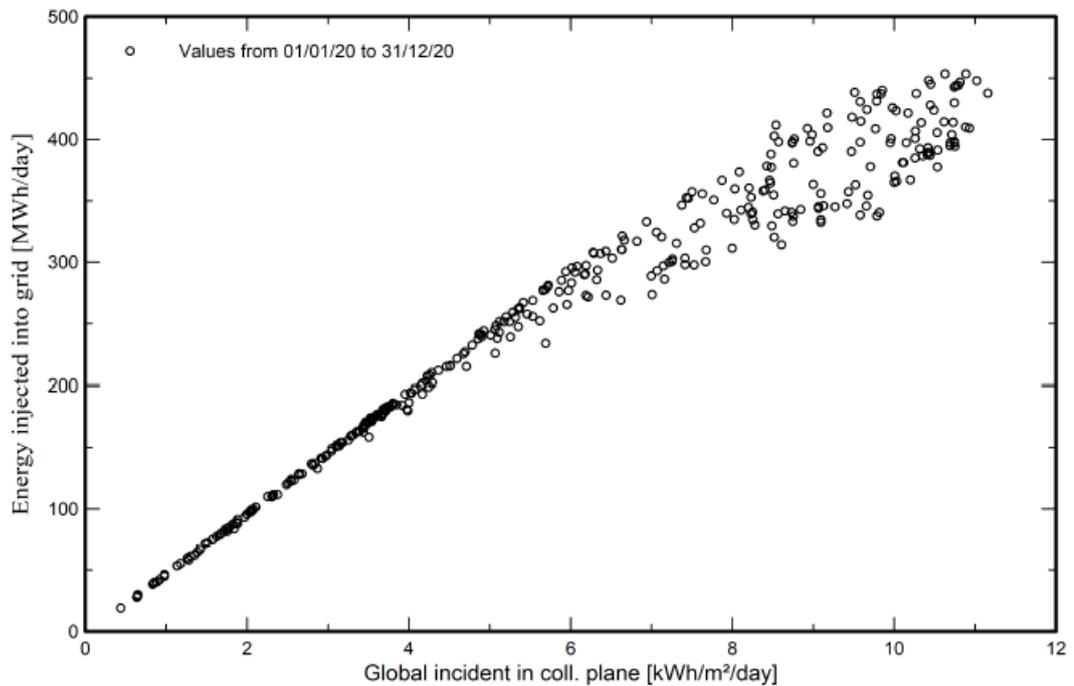
PVsyst V7.3.2

VC0, Simulation date:
31/03/23 12:34
with v7.3.2

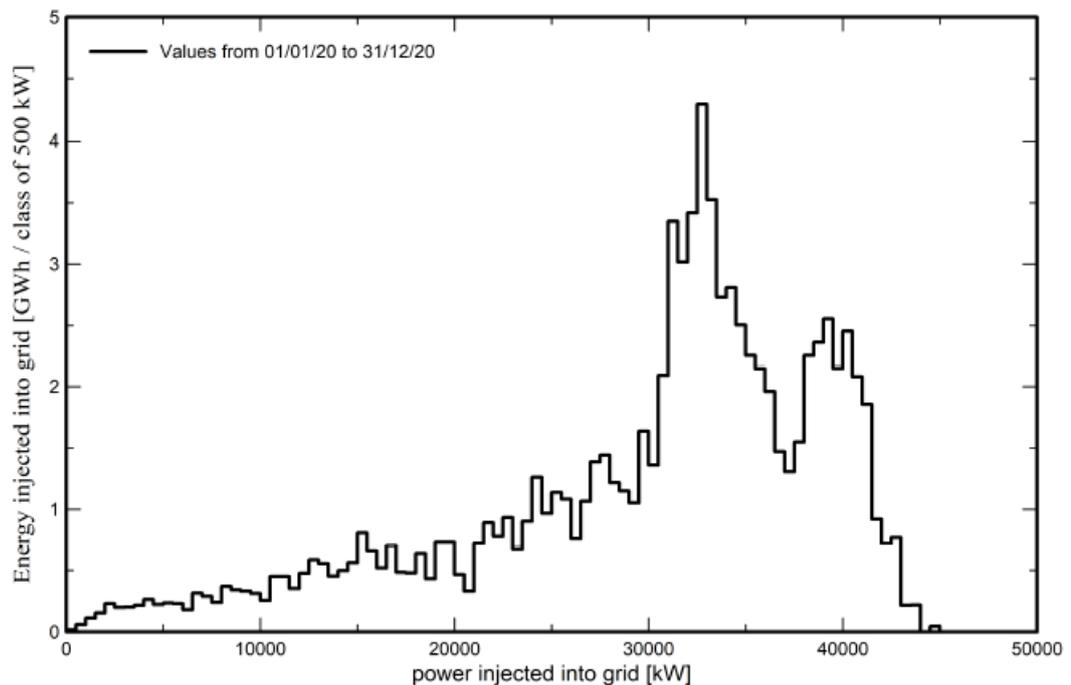
Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA



Project: Lanuvio

Variant: Trackers - 8.25 m - 600 Wp

PVsyst V7.3.4

VC0, Simulation date:
31/03/23 12:34
with v7.3.2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Aging Tool

Aging Parameters

Time span of simulation 30 years

Module average degradation

Loss factor 0.4 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year

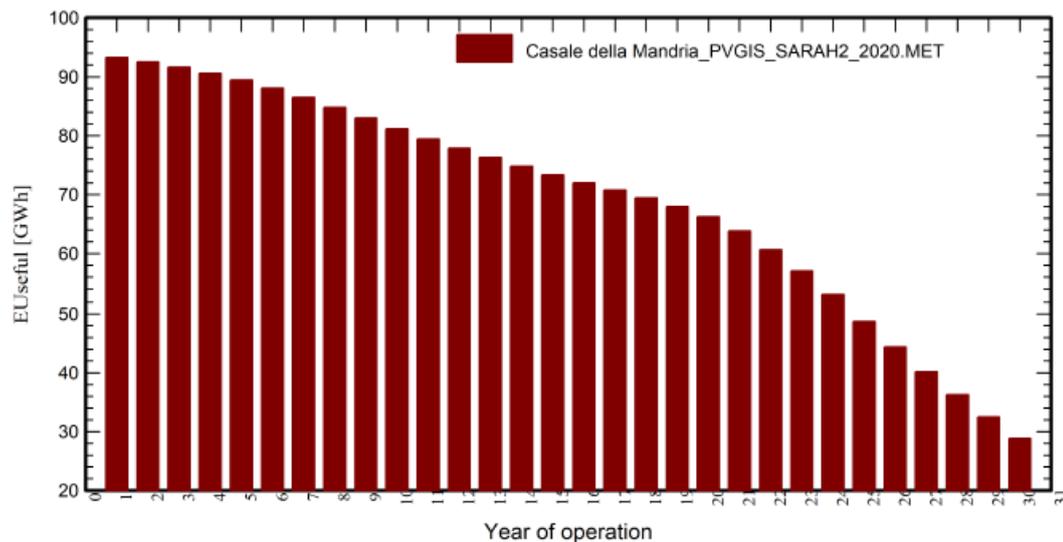
Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

Meteo used in the simulation

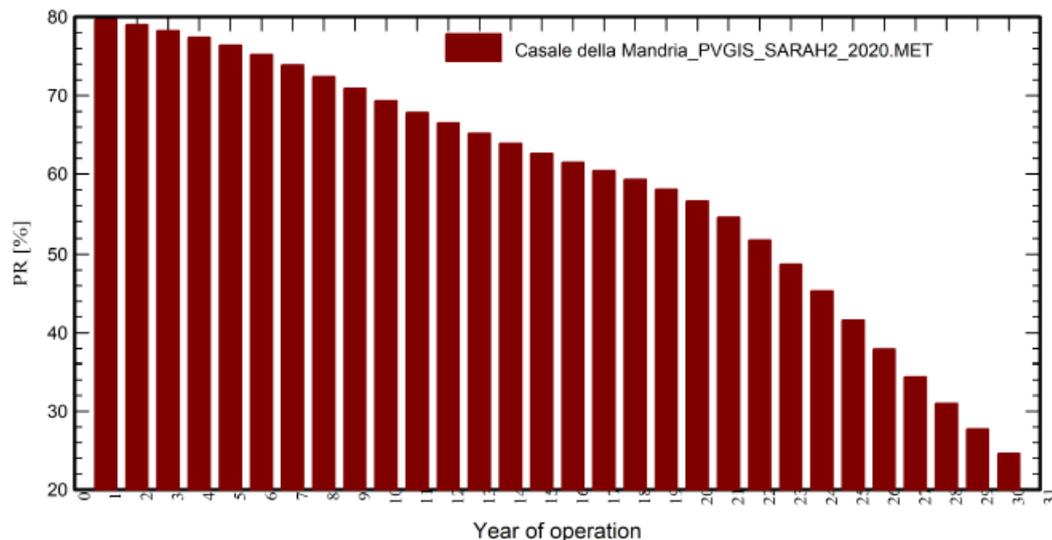
Casale della Mandria PVGIS SARA2

Years 2020

Useful out system energy



Performance Ratio





IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 54,2016 MWp
RNE 1 LANUVIO SOLAR
Comune di Lanuvio
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE TECNICA

Pag 131 di
132



PVsyst V7.3.4

VC0, Simulation date:
31/03/23 12:34
with v7.3.2

Project: Lanuvio

Variant: Trackers - 8.25 m - 600 Wp

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Aging Tool

Aging Parameters

Time span of simulation 30 years

Module average degradation

Loss factor 0.4 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year

Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

Meteo used in the simulation

Casale della Mandria PVGIS SARA2

Years 2020

Year	EUseful GWh	PR %	PR loss %
1	93.26	79.67	-0.41
2	92.49	79.01	-1.23
3	91.60	78.25	-2.18
4	90.58	77.38	-3.27
5	89.43	76.40	-4.50
6	88.06	75.23	-5.97
7	86.47	73.87	-7.66
8	84.76	72.41	-9.49
9	82.97	70.88	-11.39
10	81.14	69.32	-13.35
11	79.42	67.85	-15.19
12	77.85	66.51	-16.87
13	76.31	65.19	-18.51
14	74.79	63.90	-20.13
15	73.31	62.63	-21.72
16	71.97	61.48	-23.15
17	70.74	60.44	-24.45
18	69.43	59.32	-25.85
19	67.95	58.05	-27.44
20	66.21	56.56	-29.29
21	63.79	54.50	-31.88
22	60.62	51.79	-35.27
23	57.02	48.71	-39.11
24	53.04	45.31	-43.36
25	48.72	41.62	-47.97
26	44.38	37.91	-52.61
27	40.23	34.37	-57.04
28	36.27	30.98	-61.27
29	32.47	27.74	-65.32
30	28.82	24.62	-69.22