

SESTO AL REGHENA E CINTO CAOMAGGIORE

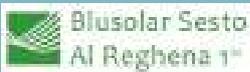


PROVINCIA DI PORDENONE E VENEZIA



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp

Progetto di fattibilità tecnico-economica ai sensi del D.Lgs. 36/2023 (nuovo codice appalti)

| | | |
|---|--|---|
| IMMOBILE | Comune di Sesto al Reghena | Foglio 16, particella 206 Foglio 25, particella 383 Foglio 26, particella 27, 28, 29, 30, 74, 304, 308 Foglio 27, particella 487 |
| | Comune di Cinto Caomaggiore | Foglio 1, particella 89, 90, 176, 180, 182, 210 |
| PROGETTO: PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA | OGGETTO DOC02 – RELAZIONE TECNICA_REV02 | SCALA -- |
| REVISIONE - DATA REV.02 – 09/05/2024 | VERIFICATO | APPROVATO |
| IL RICHIEDENTE | BLUSOLAR SESTO AL REGHENA 1 S.R.L. PESCARA (PE) VIA CARAVAGGIO 125 CAP 65125 C.F. 02276560683 FIRMA _____ |  |
| IL PROGETTISTA | Ing. Riccardo Valz Gris  FIRMA _____ | |
| TEAM DI PROGETTO | Arch. Andrea Zegna Land Live srl 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 |  |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 2 di
142

I N D I C E

| | |
|---|-----------|
| I N D I C E | 2 |
| 1. INTRODUZIONE | 4 |
| 2. DATI QUANTITATIVI PRINCIPALI | 5 |
| 3. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL SITO..... | 9 |
| 3.1 STATO DI FATTO..... | 11 |
| 3.1.1 Documentazione fotografica..... | 13 |
| 4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO | 16 |
| 4.1 STATO DI PROGETTO | 16 |
| 4.2 DATI AMBIENTALI RELATIVI AL SITO DI INSTALLAZIONE | 17 |
| 4.2.1 Dati di producibilità | 19 |
| 4.3 REQUISITI IMPIANTO AGRIVOLTAICO..... | 21 |
| 4.3.1 Verifiche requisiti | 24 |
| 4.3.1.1 Lotto 1..... | 24 |
| 4.3.1.2 Lotto 2..... | 26 |
| 4.3.1.3 Quadro riassuntivo..... | 27 |
| 4.4 IMPIANTO FOTOVOLTAICO SU TRACKER MONOASSIALI..... | 29 |
| 4.4.1 Dati generali Impianto..... | 29 |
| 4.4.2 Descrizione tecnica delle strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale | 30 |
| 4.4.3 Descrizione Inverter..... | 35 |
| 4.4.4 Collegamenti elettrici e cavidotti..... | 37 |
| 4.4.5 Moduli fotovoltaici | 37 |
| 4.4.6 Descrizione Cabinati..... | 40 |
| 4.4.7 Collegamento tra i due lotti d'impianto e connessione alla CP di e-Distribuzione | 42 |
| 4.4.8 Tecnologia No -Dig..... | 43 |
| 4.5 CONTROLLO E MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO | 44 |
| 4.6 IMPIANTO DI ANTIFURTO..... | 45 |
| 4.7 RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO ELETTRICO | 45 |
| 5. LE OPERE DI MITIGAZIONE E ATTIVITA' AGRONOMICHE | 66 |
| 5.1 L'ATTIVITA' AGRONOMICA..... | 71 |
| 6. MOVIMENTAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO | 72 |
| 6.1 DIMENSIONI E CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO..... | 72 |
| 6.2 STIMA DEI VOLUMI DI SCAVO | 74 |
| 6.3 CAVIDOTTO MT- DA REALIZZARE ESTERNAMENTE ALL'IMPIANTO - COLLEGAMENTO LOTTO 2 - LOTTO 1..... | 74 |
| 6.4 CAVIDOTTO AT - DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL'IMPIANTO | 75 |
| 6.5 CAVIDOTTO MT - DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL'IMPIANTO | 76 |
| 6.6 CAVIDOTTO BT - DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL'IMPIANTO..... | 77 |
| 6.7 VOLUMI COMPLESSIVI..... | 78 |
| MOVIMENTI INTERNI AL LAYOUT DI CANTIERE | 78 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 3 di
142

| | |
|--|------------|
| MOVIMENTI ESTERNI AL LAYOUT DI CANTIERE | 79 |
| 7. ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE E RICADUTE OCCUPAZIONALI | 80 |
| 7.1 DESCRIZIONE DELLE FASI INDIVIDUATE NEL CRONOPROGRAMMA | 83 |
| 7.1.1 <i>Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere.....</i> | 83 |
| 7.1.2 <i>Analisi e valutazione degli impatti dei cantieri per la realizzazione dei cavidotti di progetto</i> | 83 |
| Percorso A:..... | 86 |
| <i>Note di dettaglio sui percorsi adottati – Collegamento Lotto 2 – Lotto 1:</i> | <i>86</i> |
| Percorso B:..... | 95 |
| <i>Note di dettaglio sui percorsi adottati – Collegamento Lotto 2 – Lotto 1:</i> | <i>96</i> |
| 7.1.3 <i>Scelta percorso collegamento</i> | 104 |
| 7.1.4 <i>Scotico del terreno.....</i> | 105 |
| 7.1.5 <i>Mitigazione delle polveri</i> | 106 |
| 7.1.6 <i>Picchettamento del terreno.....</i> | 106 |
| 7.1.7 <i>Realizzazione viabilità e piazzole</i> | 107 |
| 7.1.8 <i>Realizzazione recinzione</i> | 107 |
| 7.1.9 <i>Sbancamenti e realizzazione piano di posa cabine</i> | 107 |
| 7.1.10 <i>Realizzazione percorso ciclopedonale</i> | 108 |
| 7.1.11 <i>Installazione cabine</i> | 108 |
| 7.1.12 <i>Infissioni pali/viti montaggio strutture di supporto.....</i> | 109 |
| 7.1.13 <i>Cavidotti interrati.....</i> | 110 |
| 7.1.14 <i>Montaggio dei quadri di parallelo.....</i> | 111 |
| 7.1.15 <i>Stringatura e cablaggi CC</i> | 111 |
| 7.1.16 <i>Cablaggio cabine.....</i> | 111 |
| 7.1.17 <i>Cablaggi.....</i> | 112 |
| 7.1.18 <i>Montaggio moduli fotovoltaici</i> | 112 |
| 7.1.19 <i>Opere agronomiche e di mitigazione.....</i> | 112 |
| 7.1.20 <i>Smantellamento opere di cantiere e pulizia</i> | 112 |
| 7.2 CRONOPROGRAMMA | 112 |
| 7.2.1 <i>Cronoprogramma Costruzione impianto</i> | 112 |
| 7.2.2 <i>Cronoprogramma cavidotto su strada - Percorso B.....</i> | 113 |
| 8. PIANO DISMISSIONE E RIPRISTINO – GESTIONE DEI RIFIUTI..... | 114 |
| 8.1 COMPUTO METRICO PER LA DISMISSIONE..... | 114 |
| 9. ILLUMINAZIONE CAMPI FOTOVOLTAICI – IMPATTO NOTTURNO | 119 |
| 10. ALLEGATO 1 – PVSYST LOTTO1 | 123 |
| 11. ALLEGATO 2 – PVSYST LOTTO2..... | 134 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 4 di
142

1. INTRODUZIONE

Il presente documento tratta i dati tecnici relativi al progetto di un impianto agrivoltaico di taglia industriale del tipo grid-connected da realizzarsi principalmente nel territorio del Comune di Sesto al Reghena (PN), nella frazione di Marignana.

L'impianto in oggetto prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici (moduli) in silicio monocristallino della potenza unitaria di 590 Wp, su un terreno prevalentemente pianeggiante di estensione di circa 71,5 ettari (ad una quota media di circa 14 m s.l.m.) avente destinazione agricola.

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker) in configurazione monofilare ed ogni tracker (struttura portante dei pannelli) sarà composto da 12,13,25,50,75 moduli.

La potenza complessiva installata è di 55,26 MWp.

Il progetto in esame è realizzato all'interno di due lotti le cui posizioni baricentriche distano circa 1,6 km.

I due lotti saranno collegati mediante un cavidotto MT interrato della lunghezza di 2,4 km circa.

L'energia prodotta dall'impianto sarà veicolata tramite un cavidotto AT a 132 kV interrato della lunghezza di 130 m circa che collega la Step-Up interna al lotto 1 con la CP di e-distribuzione, adiacente al campo.

Il soggetto proponente dell'iniziativa è la Società Blusolar Sesto Al Reghena 1 S.R.L.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 5 di
142

2. DATI QUANTITATIVI PRINCIPALI

Dati del sito

| Ubicazione e denominazione | Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore |
|---|--|
| Coordinate geografiche | 45°51'7.53"N; 12°47'24.41"E. |
| Superficie complessiva del terreno | 715.086,00 m ² |
| Superficie recintata | 608.662,40 m ² |
| Superficie complessiva moduli | 246.768,52 m ² |
| Superficie complessiva agricola | 592.327,87 m ² |
| Superficie complessiva mitigazione | 42.116,14 m ² |

Dati dell'impianto fotovoltaico

Potenza di picco dell'impianto: circa 55,26 MWp

Posizionamento del generatore FV: installazione al suolo

Orientamento asse generatore FV: nord-sud

Angolo di tilt del generatore FV: variabile con inseguimento est-ovest

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando 93.665 moduli in silicio monocristallino da 590 W_p ciascuno e 154 inverter da 300 kW nominali.

Il progetto prevede la suddivisione dell'impianto fotovoltaico in 7 distinti sottocampi ciascuno dei quali dotato di cabine di trasformazione ed inverter. I pannelli sono su tracker singoli da 12, 13, 25, 50, 75 pannelli schierati a mono fila posti a interasse di 4,5 m.

La ripartizione tra i sottocampi è la seguente:

| Stringhe | n. moduli in serie | n. moduli totali | Potenza Singolo modulo (Wp) | Potenza Totale (kWp) | |
|--|--------------------|------------------|-----------------------------|----------------------|----------|
| Sottocampo A | 510 | 25 | 12750 | 590 | 7 522,50 |
| Sottocampo B | 540 | 24 | 12960 | 590 | 7 646,40 |
| Sottocampo C | 564 | 23 | 12972 | 590 | 7 653,48 |
| Sottocampo D | 540 | 24 | 12960 | 590 | 7 646,40 |
| Sottocampo E | 564 | 23 | 12972 | 590 | 7 653,48 |
| Sottocampo F | 563 | 25 | 14075 | 590 | 8 304,25 |
| Sottocampo G | 576 | 26 | 14976 | 590 | 8 835,84 |
| Totali per Campo fotovoltaico | 3857 | 93665 | 590 | 55 262,35 | |
| Energia generata in un anno (MWh) | | | | 77 447,04 | |
| Energia generata in 30 anni (MWh) | | | | 2 124 410,37 | |

Producibilità dell'impianto fotovoltaico e riduzione delle emissioni di CO₂

La producibilità elettrica dell'impianto nel primo anno di esercizio è valutata in: 77,45 GWh.

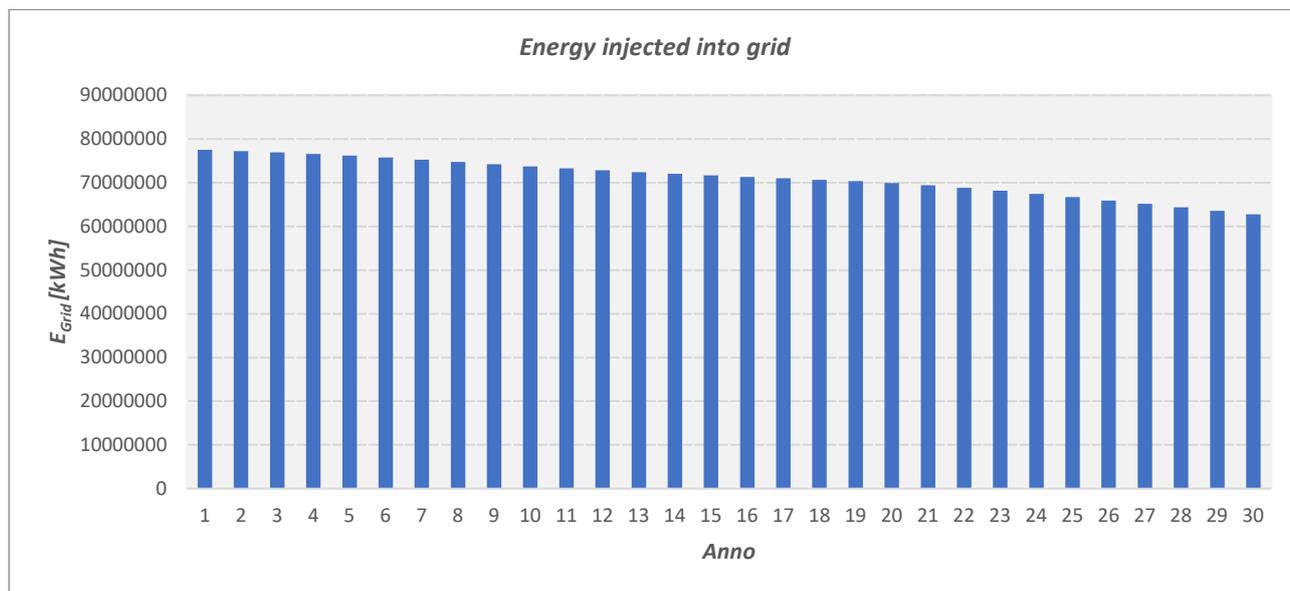
Assumendo un decadimento annuo delle prestazioni dei moduli pari al -0.4% annuo, come indicato da scheda tecnica del costruttore, è stata calcolata una produzione di energia elettrica nei 30 anni di esercizio dell'impianto pari a: 2.124,41 GWh.

Producibilità al primo anno e il decadimento delle prestazioni dei moduli nei 30 anni sono stati valutati utilizzando il software di calcolo PVSystem. I risultati di calcolo sono riportati nella pagina seguente.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 6 di
142



| Anno | E Grid [GWh] |
|---------------|----------------|
| 1 | 77,45 |
| 2 | 77,14 |
| 3 | 76,80 |
| 4 | 76,42 |
| 5 | 76,00 |
| 6 | 75,53 |
| 7 | 74,99 |
| 8 | 74,45 |
| 9 | 73,89 |
| 10 | 73,34 |
| 11 | 72,84 |
| 12 | 72,38 |
| 13 | 71,94 |
| 14 | 71,53 |
| 15 | 71,13 |
| 16 | 70,77 |
| 17 | 70,44 |
| 18 | 70,11 |
| 19 | 69,75 |
| 20 | 69,36 |
| 21 | 68,87 |
| 22 | 68,28 |
| 23 | 67,64 |
| 24 | 66,97 |
| 25 | 66,26 |
| 26 | 65,54 |
| 27 | 64,81 |
| 28 | 64,05 |
| 29 | 63,27 |
| 30 | 62,47 |
| TOTALE | 2124,41 |

Il risparmio di CO₂ è stimato in 474 kg CO₂/MWh¹, pari a 36.709 t di CO₂/anno.

È possibile eseguire un confronto tra la produzione elettrica dell'impianto con la stima del fabbisogno di energia elettrica regionale 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*:

¹ 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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

| 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 Friuli-Venezia Giulia è pari a 8.922.000 MWh e, se confrontato ai 77.45 MWh prodotti dall'impianto al primo anno, risulta che il contributo in termini di energia rinnovabile incidente sui consumi del Friuli-Venezia Giulia è pari allo **0,87%**.

In termini di CO₂ evitata nei 30 anni di esercizio la previsione è pari a:

$$2.141.632 \text{ MWh} \times 474 \text{ kg CO}_2/\text{MWh} \cdot 10^{-6} = \mathbf{1.015 \text{ kg. CO}_2}$$

Calcolo indice EROEI

Si stima una producibilità elettrica netta complessiva nei 30 anni pari a circa: 2.124,41 GWh.

Si calcola l'indice di sostenibilità EROEI *Energy Return On Energy Investment* ossia *Ritorno Energetico sull'Investimento Energetico*, risultato del rapporto tra la somma delle energie, espresso nell'unità di misura del Sistema Internazionale, che un impianto produrrà durante il suo esercizio (*Energia Ricavata*) e la sommatoria delle quantità energie che sono necessarie per costruire, esercire e poi smantellare l'impianto (*Energia Investita* o *Energia Consumata*).

L'indice di sostenibilità è dato dal seguente rapporto:

$$EROEI = \frac{\sum_1^{30} \text{Energia ricavata}}{\sum_1^{30} \text{Energia investita}}$$

dove l'*Energia Investita* è data dalla somma di tutte le forme di energia impiegate come input risultato dell'analisi LCA:

| | | |
|--|------------|----|
| <i>Energy, gross calorific value, in biomass</i> | 40.872.892 | MJ |
| <i>Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest</i> | 173.062 | MJ |
| <i>Energy, kinetic (in wind), converted</i> | 17.781.848 | MJ |
| <i>Energy, solar, converted</i> | 80.360 | MJ |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 8 di
142

| | | |
|---|--------------------|------------------|
| <i>Energy, geothermal, converted</i> | 1.929.703 | <i>MJ</i> |
| <i>Energy, potential (in hydropower reservoir), converted</i> | 147.626.809 | <i>MJ</i> |
| <i>Energia investita</i> | 208.464.675 | <i>MJ</i> |

e l'*Energia Ricavata* è l'energia elettrica prodotta dall'impianto nei 30 anni: 2.124,41 GWh = 7.709.878.202 MJ.

Ipotizzando un incremento del 10,6%² sull'*Energia Investita* per tenere conto dell'energia spesa in fase di esercizio dell'impianto, risulta un indice EROEI pari a: 33,44.

² Verifica di assoggettabilità alla VIA (screening) – Progetto di un impianto fotovoltaico a terra – Potenza 16.95 MW – *Relazione di calcolo convenienza energetica* – Archest S.r.l.



3. LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DEL SITO

Il sito in esame è caratterizzato da campi coltivati e dista 2 km dal centro di Sesto al Reghena.

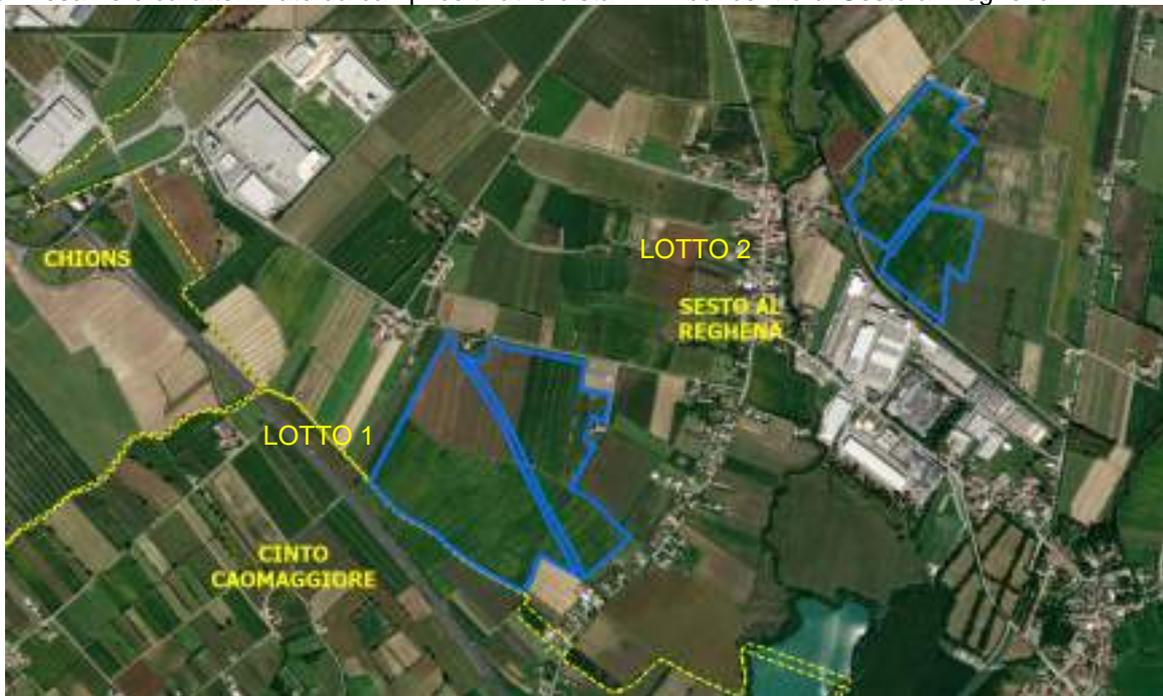


Figura 1 immagine satellitare dell'area di installazione dell'impianto

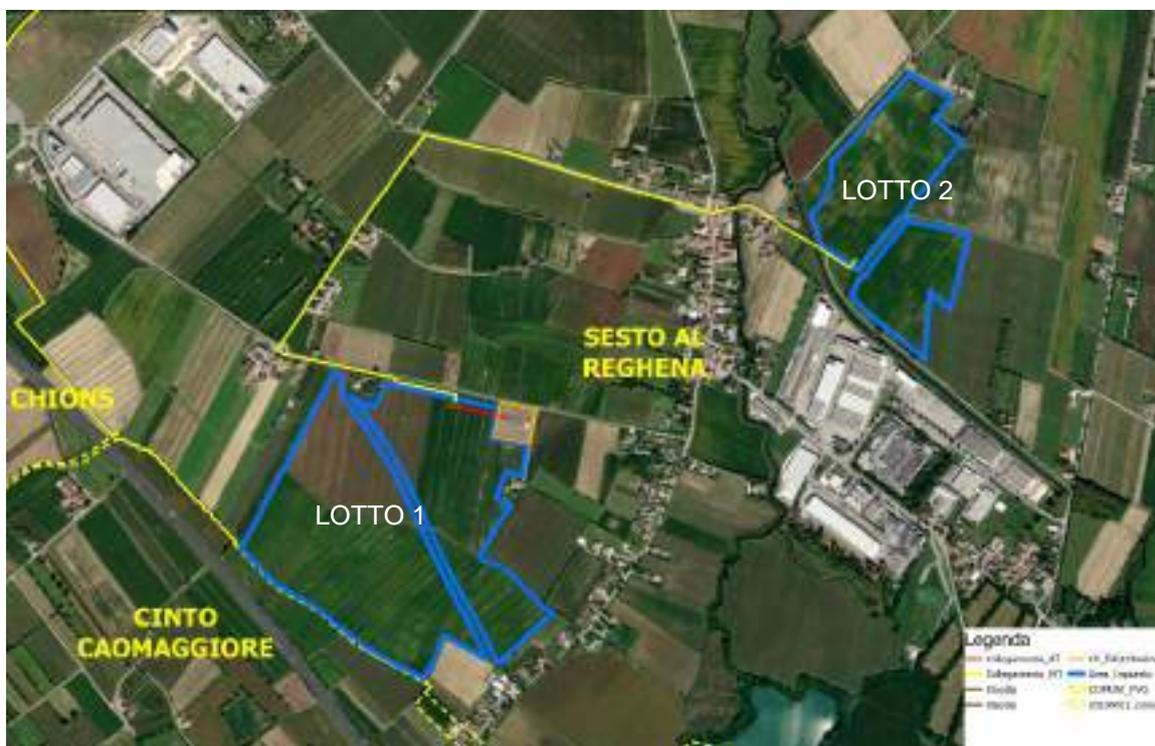


Figura 2 Inquadramento progetto su ortofoto con collegamento tra i due lotti (in giallo) e collegamento alla CP di e-distribuzione (in rosso)

Le aree pianeggianti sono divise in lotti attualmente destinate a coltivazione di frumento.
Nell'immagine seguente si riporta l'ubicazione dell'impianto in progetto sulla carta tecnica regionale:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 10 di
142

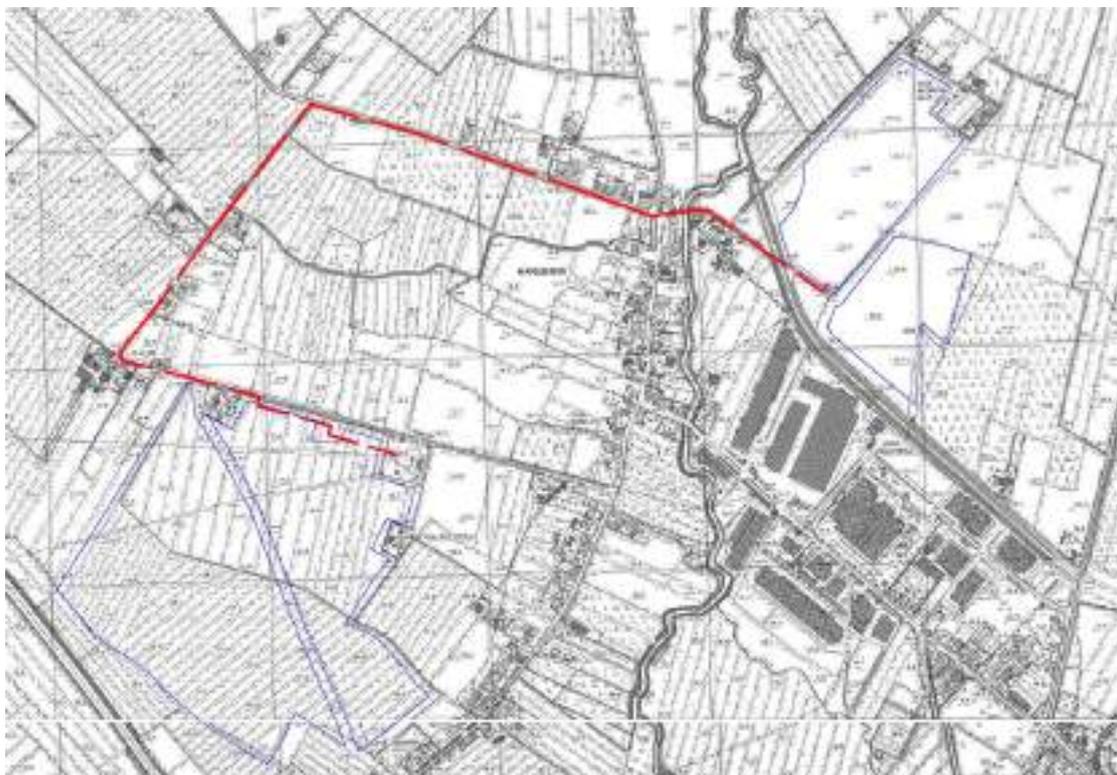


Figura 3 CTR



Figura 4 Webgis Regione Friuli-Venezia Giulia (sistema informativo stradale)

I baricentri dei lotti così identificati hanno le seguenti coordinate:

LOTTO 1:
LATITUDINE 45°51'7.53"N
LONGITUDINE 12°47'24.41"E



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 11 di
142

LOTTO 2:

LATITUDINE 45°51'34.24"N

LONGITUDINE 12°48'29.33"E

I due lotti sono collocati il primo ad ovest dell'SP42 denominata via Settimo e il secondo a est di quest'ultima.

Il lotto 1 presenta a sud-ovest sei particelle nella regione Veneto al confine con l'autostrada A28, per la restante parte risulta nella regione Friuli-Venezia Giulia delimitato da via Banduzzo a Nord e da strade private sugli altri lati.

Il lotto 2 è delimitato a nord e ad ovest da via XXX Aprile, a sud-ovest dal fiume Caomaggiore, a sud da via Marignana Centro e ad est da strade private.

3.1 STATO DI FATTO

I due lotti su cui si intende intervenire sono composti da 12 particelle catastali, di cui 6 appartenenti al Comune di Sesto al Reghena e 6 appartenente al comune di Cinto Caomaggiore.

Di seguito l'elenco delle particelle coinvolte e l'inquadramento sulla planimetria catastale.

| COMUNE DI SESTO AL REGHENA (PN) | | | | | | |
|--|----|-------|---------------------|---------------|------------------|-------------------------|
| Intestazione | FG | Part. | Sup. m ² | Qualità | Codice fiscale | Titolo di disponibilità |
| CIANI BASSETTI ANNA MARIA | 26 | 27 | 2 290 | SEMINATIVO | CNBNMR52L52L736L | PRELIMINARE ACQUISTO |
| CIANI BASSETTI ANNA MARIA | 26 | 28 | 910 | SEMINATIVO | CNBNMR52L52L736L | PRELIMINARE ACQUISTO |
| CIANI BASSETTI ANNA MARIA | 26 | 29 | 2 640 | SEMINATIVO | CNBNMR52L52L736L | PRELIMINARE ACQUISTO |
| CIANI BASSETTI ANNA MARIA | 26 | 30 | 1 020 | SEMINATIVO | CNBNMR52L52L736L | PRELIMINARE ACQUISTO |
| CIANI BASSETTI ANNA MARIA | 26 | 74 | 11 700 | SEMINATIVO | CNBNMR52L52L736L | PRELIMINARE ACQUISTO |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 25 | 383 | 125 791 | SEMINATIVO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 26 | 304 | 189 080 | SEMINATIVO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 26 | 308 | 140 585 | SEMINATIVO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 27 | 487 | 79 350 | SEMINATIVO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 16 | 206 | 133 340 | SEMINATIVO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| COMUNE DI CINTO CAOMAGGIORE (VE) | | | | | | |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 1 | 90 | 9 880 | SEMINATIVO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 1 | 210 | 5 680 | SEMINATIVO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 1 | 182 | 1 900 | SEMINATIVO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 1 | 89 | 1 910 | SEMINATIVO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 1 | 176 | 4 710 | SEMIN ARBOREO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| SOCIETA' AGRICOLA MASAI SOCIETA' SEMPLICE | 1 | 180 | 4 300 | SEMINATIVO | 94009640262 | PRELIMINARE ACQUISTO |
| TOTALE | | | 715086 | | | |

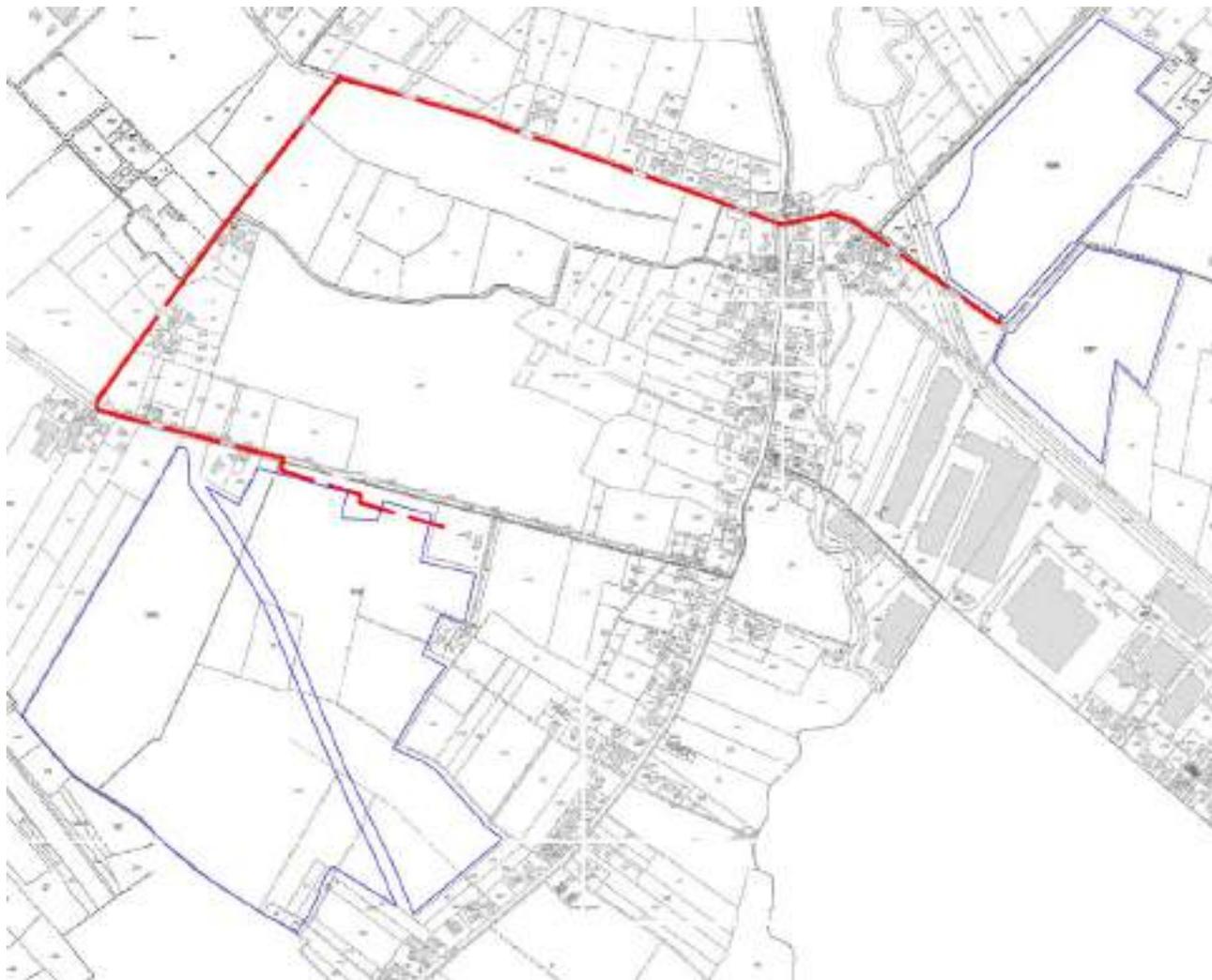


Figura 5 Planimetria catastale del lotto di intervento

Il LOTTO 1 si sviluppa ad ovest della frazione di Marignana, ha una forma rettangolare ma frastagliata. Confina a nord principalmente con via Banduzzo e con il perimetro di una proprietà privata, fino ad arrivare a ridosso della stazione e-distribuzione che si attesta proprio nell'angolo nord-est del lotto. Ad est il perimetro del lotto percorre i confini con altri campi agricoli e con proprietà private composte da abitazioni isolate. A sud il lotto confina in parte con la A28 Pordenone-Portogruaro (oltrepassando il confine regionale) ed in parte con altri lotti agricoli. Infine, ad ovest confina con altri campi agricoli. Si estende per una superficie di 502.188,94 mq.

Il LOTTO 2 ha una forma geometrica assimilabile ad una L e si compone di soli due lotti, posizionati a nord est della frazione di Marignana. A nord-ovest il lotto confina con via XXX Aprile che collega la frazione di Marignana alla Frazione di Melmosa Alta. A sud del lotto una strada sterrata collega la medesima via XXX Aprile alla via Verdi ed alla zona Industriale del Comune di Sesto al Reghena che risulta posizionato in prossimità del lotto 2, e separato dallo stesso dalla strada di collegamento appena menzionata e dalla presenza del canale Cao Maggiore che nell'angolo a sud-ovest del lotto risulta a confine. A nord il lotto confina con la via XXX Aprile che serve un piccolo gruppo di abitazioni rurali isolate. Gli altri lati del lotto sono su confine con altri campi coltivati. Il lotto si estende per 212.690,00 mq.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 13 di
142

3.1.1 Documentazione fotografica



Figura 6 Perimetro catastale del lotto di intervento su ortofoto con coni ottici



VISTA 1



VISTA 2



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 14 di
142



VISTA 3



VISTA 4



VISTA 5



VISTA 6



VISTA 7



VISTA 8



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 15 di
142



VISTA 9



VISTA 10



VISTA 11



VISTA 12



VISTA 13



VISTA 14



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 16 di
142

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il terreno è caratterizzato da un'estensione totale di circa 71,5 ha, il cui utilizzo attuale è agricolo. La particolare caratteristica pianeggiante del terreno e del territorio circostante aiuterà notevolmente l'inserimento paesaggistico dell'impianto, limitandone la visibilità. Il sito è raggiungibile, da strada idonea al trasporto pesante. Si sono eseguite tutte le verifiche necessarie al fine di procedere con la progettazione di un impianto che non arrechi alcun danno a livello ambientale e naturalistico al territorio in cui si colloca.

La superficie occupata dai pannelli è di 24,6 ha pari a circa il 34,61% 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.

A livello paesaggistico si è progettato l'impianto in modo da ridurre il più possibile l'impatto visivo, utilizzando strutture di sostegno a bassa visibilità e idonea fascia di mitigazione e piantumazione perimetrale. Il piano di recupero del lotto prevede la manutenzione di tutte le piantumazioni e garantisce l'attecchimento delle nuove essenze che saranno messe a dimora come opere di mitigazione come meglio descritte nel paragrafo dedicato.

4.1 STATO DI PROGETTO

Gli interventi riguardano la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 55,26 MWp su tracker monoassiali a mono pannello, distanziati con interasse 4,5 m.

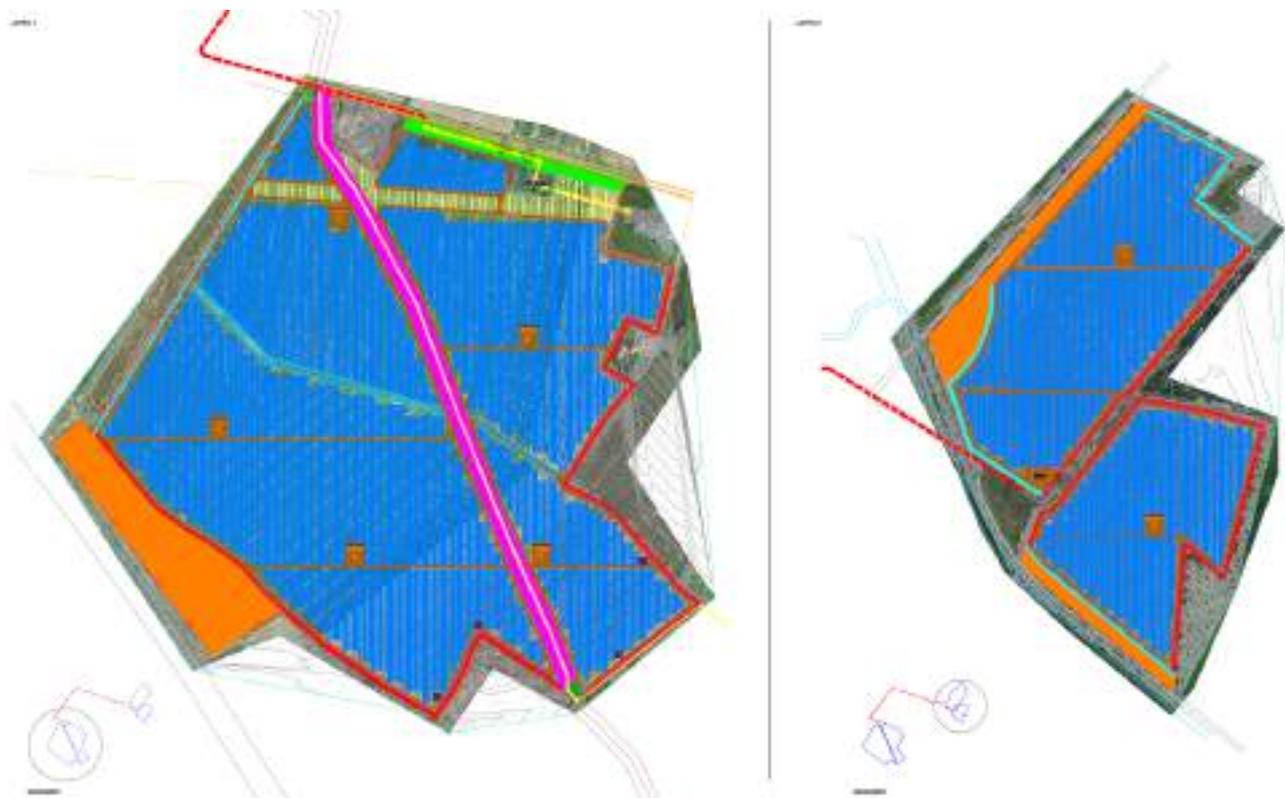


Figura 7 Planimetria di progetto su ortofoto



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 17 di
142

Il progetto è diviso in due lotti distinti e definiti tra loro con configurazione agrivoltaica, ovvero, come meglio spiegato nel paragrafo dedicato di seguito, il progetto prevede che i pannelli siano posizionati ad una altezza minima da terra pari a 215 cm (quota minima del pannello alla massima inclinazione) che permetta l'utilizzo delle macchine agricole e di dedicare il terreno sotto i pannelli a coltivazione.

Il primo lotto ospiterà una potenza di impianto di 38,12 MW diviso in 5 sottocampi ciascuno servito da una cabina di trasformazione.

Il secondo lotto ospiterà 17,14 MW di impianto e sarà suddiviso in 2 sottocampi con relative cabine.

4.2 DATI AMBIENTALI RELATIVI AL SITO DI INSTALLAZIONE

Il Comune di Sesto al Reghena è situato nella porzione sud-orientale della provincia di Pordenone, a circa 18 km dal capoluogo; il suo territorio si estende nell'insieme per circa 40,7 Km².

I dati climatici del territorio secondo la norma UNI 10349 sono i seguenti:

Caratteristiche geografiche

| | | | |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| Località | Sesto al Reghena | | |
| Provincia | Pordenone | | |
| Altitudine s.l.m. | | | 13 m |
| Latitudine nord | 45° 50' | Longitudine est | 12° 48' |
| Gradi giorno DPR 412/93 | | | 2661 |
| Zona climatica | | | E |

Località di riferimento

| | |
|--------------------|------------------|
| per dati invernali | Pordenone |
| per dati estivi | Pordenone |

Stazioni di rilevazione

| | |
|--------------------|------------------|
| per la temperatura | Pordenone |
| per l'irradiazione | Pordenone |
| per il vento | Pordenone |

Caratteristiche del vento

| | | |
|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Regione di vento: | A | |
| Direzione prevalente | Nord-Est | |
| Distanza dal mare | | < 40 km |
| Velocità media del vento | | 3,0 m/s |
| Velocità massima del vento | | 6,1 m/s |

Dati invernali

| | | |
|---|---|----------------|
| Temperatura esterna di progetto | | -4,9 °C |
| Stagione di riscaldamento convenzionale | dal 15 ottobre al 15 aprile | |

Dati estivi

| | | |
|------------------------------------|--|----------------|
| Temperatura esterna bulbo asciutto | | 33,0 °C |
|------------------------------------|--|----------------|



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 18 di
142

Temperatura esterna bulbo umido **23,3** °C
Umidità relativa **45,0** %
Escursione termica giornaliera **10** °C

Temperature esterne medie mensili

| Descrizione | u.m. | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|-------------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| Temperatura | °C | 2,8 | 4,7 | 8,6 | 12,9 | 18,7 | 22,3 | 23,6 | 22,3 | 18,3 | 13,5 | 8,8 | 4,6 |

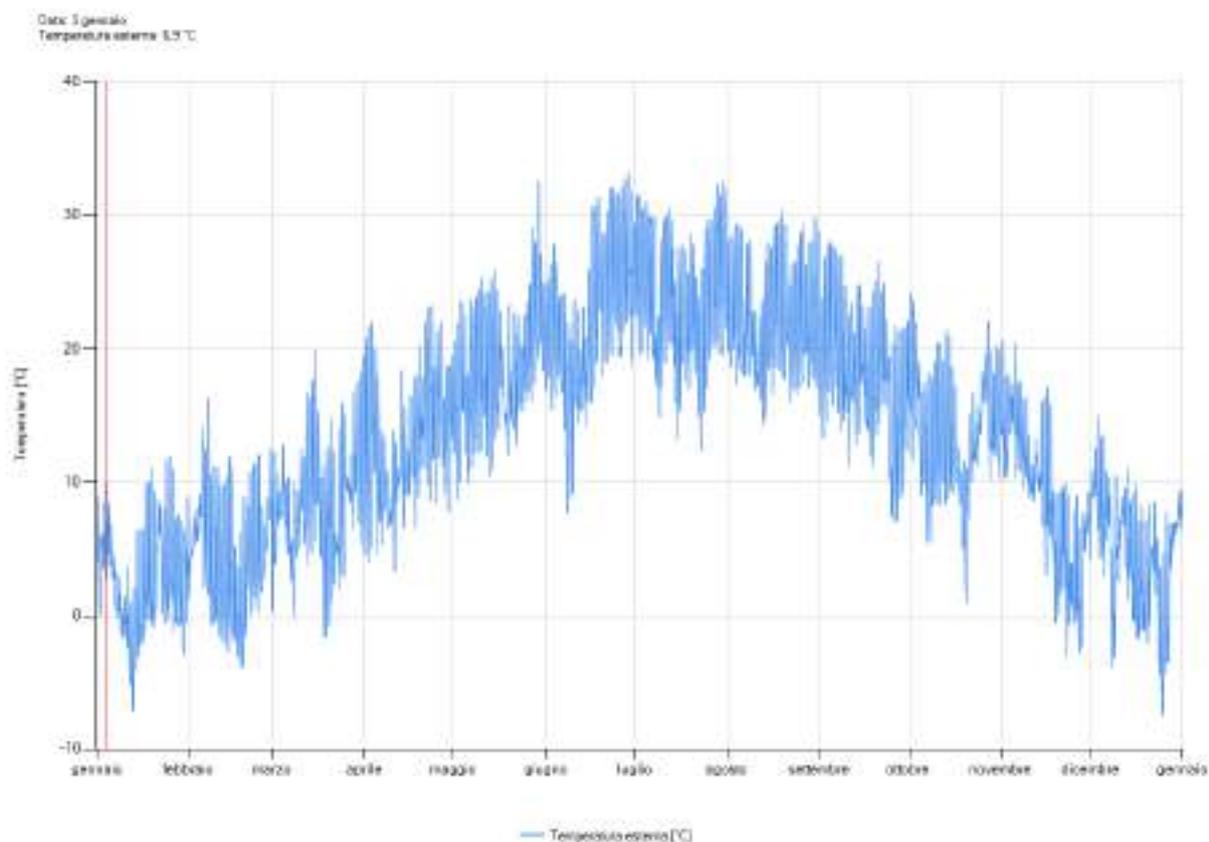


Figura 8 REGIMI MEDI MENSILI DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA

Per quanto riguarda gli effetti sismici, il sito appartenente prevalentemente al territorio di Sesto al Reghena, in base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Friuli-Venezia Giulia n. 845 del 06.03.2010, ricade nella seguente zona sismica:

| | |
|-----------------------|---|
| Zona sismica 3 | In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2 |
|-----------------------|---|

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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 19 di
142

| Zona sismica | Descrizione | accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag] | accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag] | numero comuni con territori ricadenti nella zona (*) |
|--------------|--|--|---|--|
| 1 | Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti. | ag > 0,25 g | 0,35 g | 703 |
| 2 | Zona dove possono verificarsi forti terremoti. | 0,15 < ag ≤ 0,25 g | 0,25 g | 2.225 |
| 3 | Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari. | 0,05 < ag ≤ 0,15 g | 0,15 g | 3.002 |
| 4 | E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. | ag ≤ 0,05 g | 0,05 g | 1.982 |

4.2.1 Dati di producibilità

Irradiazione solare media mensile

| Esposizione | u.m. | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|----------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Nord | MJ/m ² | 1,5 | 2,4 | 3,4 | 5,1 | 8,1 | 9,9 | 9,2 | 6,6 | 4,4 | 2,7 | 1,6 | 1,4 |
| Nord-Est | MJ/m ² | 1,7 | 3,1 | 5,1 | 7,3 | 11,0 | 12,7 | 12,1 | 9,8 | 7,0 | 3,4 | 1,8 | 1,5 |
| Est | MJ/m ² | 4,2 | 6,1 | 8,5 | 9,9 | 13,5 | 14,9 | 14,5 | 13,0 | 10,9 | 5,7 | 3,6 | 3,6 |
| Sud-Est | MJ/m ² | 7,7 | 9,3 | 10,7 | 10,5 | 12,6 | 13,1 | 13,0 | 13,0 | 12,7 | 7,8 | 6,0 | 7,0 |
| Sud | MJ/m ² | 10,0 | 11,2 | 11,4 | 9,6 | 10,5 | 10,4 | 10,5 | 11,1 | 12,5 | 8,8 | 7,5 | 9,1 |
| Sud-Ovest | MJ/m ² | 7,7 | 9,3 | 10,7 | 10,5 | 12,6 | 13,1 | 13,0 | 13,0 | 12,7 | 7,8 | 6,0 | 7,0 |
| Ovest | MJ/m ² | 4,2 | 6,1 | 8,5 | 9,9 | 13,5 | 14,9 | 14,5 | 13,0 | 10,9 | 5,7 | 3,6 | 3,6 |
| Nord-Ovest | MJ/m ² | 1,7 | 3,1 | 5,1 | 7,3 | 11,0 | 12,7 | 12,1 | 9,8 | 7,0 | 3,4 | 1,8 | 1,5 |
| Orizz. Diffusa | MJ/m ² | 2,1 | 3,2 | 4,6 | 6,6 | 8,6 | 9,3 | 9,0 | 7,3 | 5,6 | 3,8 | 2,2 | 1,9 |
| Orizz. Diretta | MJ/m ² | 2,8 | 4,5 | 6,9 | 7,9 | 11,9 | 13,8 | 13,2 | 11,9 | 9,5 | 3,9 | 2,3 | 2,3 |

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione:

267 W/m²

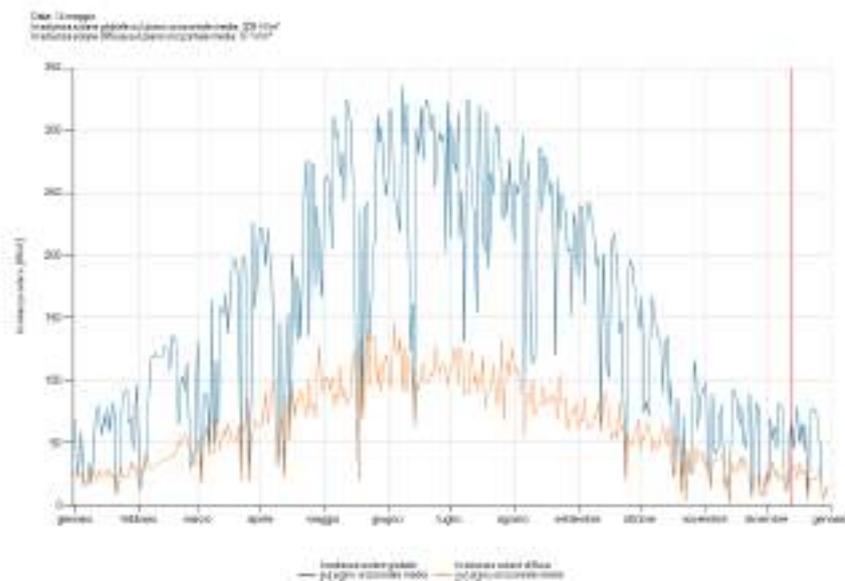


Figura 9 Tabelle e grafici dati Irraggiamento comune di Sesto al Reghena



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Di seguito si riportano i parametri di producibilità legati all'irraggiamento della zona di intervento estratti dal software PVsyst.



PVsyst V7.4.2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Meteo

| | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------|
| Data range | Reference year | | |
| Geographical Site | | Situation | |
| I Platani | | Latitude | 45.65 °N |
| Italia | | Longitude | 12.79 °E |
| | | Altitude | 12 m |
| | | Time zone | UTC+1 |
| Source file characteristics | | | |
| Source file | I Platani_PVGIS_API_TMY_SIT | | |
| Date type | Reference year | | |
| Time step | 1 Hour | | |
| Time shift of real data | -19 Min. | | |
| Used parameters in source | | Ambient Temper. | |
| Hertz: Global | | Wind Velocity | |
| Hertz: Diffuse | | Relative humidity | |

Monthly accumulations

| Interval beginning | GlobHor kWh/m ² /month | DiffHor kWh/m ² /month | T_Amb °C | WindVel m/s | RelHum ratio |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------|----------------|-----------------|
| January | 39.9 | 21.17 | 3.6 | 1.8 | 0.835 |
| February (27 days) | 72.4 | 28.22 | 4.2 | 1.7 | 0.772 |
| March (30 days) | 90.2 | 47.18 | 7.8 | 2.2 | 0.780 |
| April | 127.2 | 68.23 | 11.8 | 1.9 | 0.795 |
| May | 155.0 | 68.88 | 15.7 | 2.1 | 0.779 |
| June | 187.6 | 77.41 | 21.4 | 1.9 | 0.757 |
| July | 212.1 | 70.44 | 23.2 | 1.7 | 0.704 |
| August | 169.1 | 68.82 | 21.1 | 1.8 | 0.786 |
| September | 128.3 | 51.58 | 17.4 | 2.0 | 0.731 |
| October | 91.7 | 38.66 | 13.6 | 1.7 | 0.747 |
| November | 54.9 | 25.94 | 9.6 | 1.7 | 0.795 |
| December | 37.9 | 17.61 | 3.1 | 1.8 | 0.803 |
| Year | 1354.2 | 580.10 | 12.8 | 1.9 | 0.773 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 21 di
142

4.3 REQUISITI IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Il lotto 1 è stato progettato secondo i criteri definiti per i campi agrivoltaici.

Gli aspetti e i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi, sono descritte nelle linee guida emanate dal MASE nel giugno 2022.

Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

REQUISITO A

Condizioni costruttive e spaziali

Più spazio per le coltivazioni

Il requisito A viene soddisfatto se l'impianto è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale e opportune scelte tecnologiche, tale da:

- Consentire l'integrazione tra attività agricola e produzione elettrica
- Valorizzare il potenziale produttivo di entrambi;

in particolare, come indicato nelle Linee Guida MiTE, devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

A1 Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione:

Superficie minima per l'attività agricola

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021)⁸.

Pertanto, si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento che:

La superficie per l'attività agricola $S_{agricola}$ sia almeno pari al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico $Stot$:

$$S_{agricola} \geq 0,7 * Stot$$

nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

A2 LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola:

Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità". Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 22 di
142

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'adozione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:

$$Spv/Stot = LAOR \leq 40\%$$

REQUISITO B

Condizioni di esercizio

Produzione agricola ed elettrica congiunta

Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli.

Nel corso della vita tecnica utile devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate:

B1 La Continuità dell'attività agricola

B2 La Producibilità elettrica minima

B1 Continuità dell'attività agricola

la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;

Gli elementi da valutare nel corso dell'esercizio dell'impianto, volti a comprovare la continuità dell'attività agricola, sono:

a) L'esistenza e la resa della coltivazione

Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici. In particolare, 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. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione.

In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.

b) Il 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.

A titolo di esempio, un eventuale riconversione dell'attività agricola da un indirizzo intensivo (es. ortofloricoltura) ad uno molto più estensivo (es. seminativi o prati pascoli), o l'abbandono di attività caratterizzate da marchi DOP o DOPG, non soddisfano il criterio di mantenimento dell'indirizzo produttivo.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 23 di
142

(Per verificare il rispetto del requisito B.1, l'impianto dovrà inoltre dotarsi di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D)

B2 Producibilità elettrica minima

La producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa;

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVagri in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima:

$$FVagri \geq 0,6 \cdot FVstandard$$

REQUISITO D

Sistema di monitoraggio

Verifica delle condizioni ottimali di esercizio

Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificarne le prestazioni:

- l'impatto sulle colture;
- il risparmio idrico;
- la produttività agricola per le diverse tipologie di colture;
- la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.



4.3.1 Verifiche requisiti

Il rispetto dei requisiti A.1, A.2, B.2 e C è stato soddisfatto progettando 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. (TAV15A e TAV15B), con l'area del Lotto 1 suddivisa in 2 tessere e Lotto 2 con unica tessera; a corredo sono presenti le relative tabelle di calcolo di rispetto dei parametri.

4.3.1.1 Lotto 1



Figura 10 - Superficie totale impianto

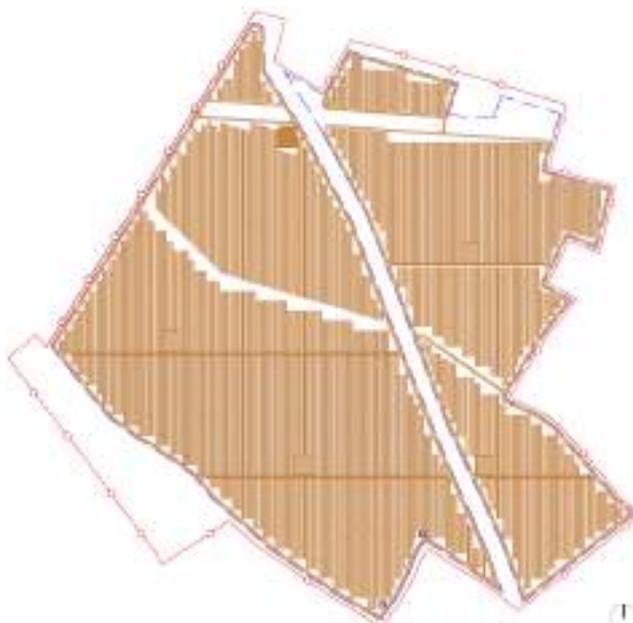


Figura 11 - SN Impianto agrivoltaico



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**



Figura 12 - S Agr. impianto agrivoltaico

| SESTO AL REGHENA LOTTO 1 - 1P - PITCH 4,5m | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------|-------------------------|------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------------------|-----------------|---------------|--------------|----------------------|
| SUPERFICI (mq) | Catastale | SAU | Tare | Stot | Sagricola tracker orizzontale | Sagricola impronta pali | SN impronta pali | SN Pannello orizz | Mitigazioni | S colture esterne | Spv tracker orizzontale | Strade e cabine | Impronta palo | n. palo | Impronta pali totale |
| | 502 188,94 | 493 406,86 | 8 782,08 | 481 887,27 | 245 468,99 | 415 546,00 | 33 240,45 | 203 317,46 | 33 100,82 | 29 577,68 | 170 239,13 | 33 078,33 | 0,014 | 11 580,00 | 162,120 |
| VERIFICHE | Requisito A1: SAgricola è almeno pari al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico Stot (Sagricola $\geq 0,7 * Stot$) | | | | Sagricola | Stot | Valore di verifica | Valore ottenuto | | | | | | | |
| | 415 546,00 | 481 887,27 | > 70% | 86,23% | | | | | | | | | | | |
| | Requisito A2: Rispetto di un limite massimo del LAOR, pari al 40% (Spv/Stot=LAOR $\leq 40\%$) | | | | Spv | Stot | Valore di verifica | Valore ottenuto | | | | | | | |
| | 170 239,13 | 481 887,27 | <40% | 35,33% | | | | | | | | | | | |
| | IMPIANTO DI RIFERIMENTO | | PRODUCIBILITA' GWH/ANNO | | | | | | | | | | | | |
| | N. Pannelli 590 Wp | Potenza di picco (kWp) | | | | | | | | | | | | | |
| | 60 606,00 | 35,76 | 52 086,90 | | | | | | | | | | | | |
| | Requisito B2: FVagri $\geq 0,6 FVrif$ | | | | FVagri | FVrif | Valore di verifica | Valore ottenuto | | | | | | | |
| | 1,07 | 1,04 | 0,62 | 1,07 | | | | | | | | | | | |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 26 di
142

4.3.1.2 Lotto 2



Figura 13 - Superficie totale impianto



Figura 14 - SN Impianto agrivoltaico

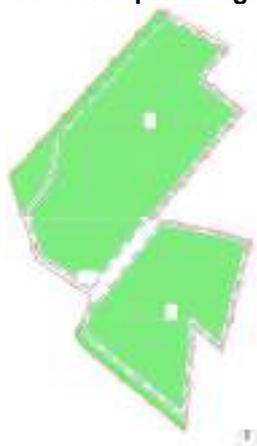


Figura 15 - S Agr. impianto agrivoltaico



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 27 di
142

| SESTO AL REGHENA LOTTO 2 - 1P - PITCH 4,5m | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|----------|------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------|-------------|------------------|-------------------------|-----------------|---------------|----------|----------------------|
| SUPERFICI (mq) | Catastale | SAU | Tare | Stot | Sagricola tracker orizzontale | Sagricola impronta pali | SN impronta pali | SN Pannello orizz | Mitigazioni | Scolture esterne | Spv tracker orizzontale | Strade e cabine | Impronta palo | n. palo | Impronta pali totale |
| | 212 690,00 | 209 681,73 | 3 008,27 | 203 599,76 | 100 325,34 | 176 781,87 | 17 802,57 | 94 259,10 | 9 015,32 | 16 921,16 | 76 529,39 | 17 729,71 | 0,014 | 5 204,00 | 72,856 |

Requisito A1: SAgricola è almeno pari al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico Stot (Sagricola \geq 0,7*Stot)

| Sagricola | Stot | Valore di verifica | Valore ottenuto |
|------------|------------|--------------------|-----------------|
| 176 781,87 | 203 599,76 | > 70% | 86,83% |

Requisito A2: Rispetto di un limite massimo del LAOR, pari al 40% (Spv/Stot=LAOR \leq 40%)

| Spv | Stot | Valore di verifica | Valore ottenuto |
|-----------|------------|--------------------|-----------------|
| 76 529,39 | 203 599,76 | <40% | 37,59% |

VERIFICHE

| IMPIANTO DI RIFERIMENTO | | PRODUCIBILITA' GWH/ANNO |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| N. Pannelli 590 Wp | Potenza di picco (kWp) | |
| 26 350,00 | 15,55 | 22 645,86 |

Requisito B2: FVagri \geq 0,6 FVrif

| FVagri | FVrif | Valore di verifica | Valore ottenuto |
|--------|-------|--------------------|-----------------|
| 1,13 | 1,06 | 0,64 | 1,13 |

4.3.1.3 Quadro riassuntivo

Requisito A1: SAgricola è almeno pari al 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico Stot (Sagricola \geq 0,7*Stot)

- Sagricola = Stot-SN

Requisito A2: Rispetto di un limite massimo del LAOR, pari al 40% (Spv/Stot=LAOR \leq 40%)

Land Area Occupation Ratio: rapporto tra la superficie totale di ingombro dei moduli fotovoltaici di un impianto agrivoltaico (Spv), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (Stot). Il valore è espresso in percentuale.

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

Requisito B1: Continuità dell'attività agricola

- L'esistenza e la resa della coltivazione
- Il mantenimento dell'indirizzo produttivo

Ai fini di garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, scelta progettuale è quella del passaggio ad un **nuovo indirizzo produttivo**. Tale scelta è soprattutto dettata dalle considerazioni effettuate all'interno della RELAZIONE TECNICO-AGRONOMICA (DOC05) in merito ai cambiamenti climatici, alla questione idrica e alla sempre minor sostenibilità economica della monocoltura preesistente.

Requisito B2: Producibilità elettrica minima

- FVagri \geq 0,6 FVrif

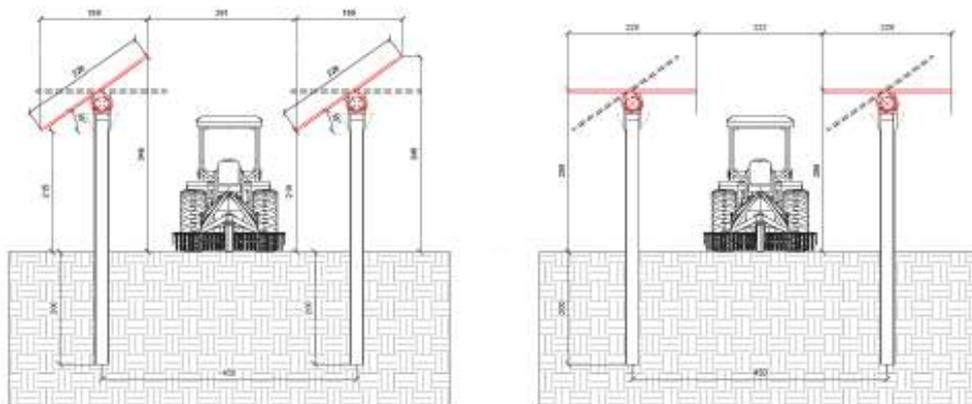


**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 28 di
142

Requisito C: Altezza sotto tracker \geq a 2,1m

L'altezza minima è di 2,15m che permette le lavorazioni agricole al di sotto delle strutture



Requisito D: Sistema di monitoraggio

All'interno del progetto è prevista l'installazione di un sistema di monitoraggio continuo che permetterà il controllo delle prestazioni dell'impianto, a tal proposito vedasi Relazione Agronomica e Piano di Monitoraggio allegati alla presente istanza a dimostrazione che il progetto prevede il rispetto di tale requisito



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 29 di
142

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:

4.4.1 Dati generali Impianto

Tipo di terreno: Terreno agricolo

Potenza di picco: circa 55,94 MWp

Posizionamento del generatore FV: installazione al suolo

Orientamento asse generatore FV: NORD-SUD

Angolo di tilt del generatore FV: variabile con inseguimento est-ovest

Fattore di albedo: erba verde: 0.26

Fattore di riduzione delle ombre Komb 98%

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando 93665 moduli in silicio monocristallino da 590 Wp ciascuno e 154 inverter da 300 kW nominali come dettagliatamente descritto negli elaborati grafici e di seguito.

Come si mostra nella planimetria di progetto riportata, il progetto prevede la suddivisione dell'impianto fotovoltaico in 7 distinti sottocampi ciascuno dei quali dotato di cabine di trasformazione ed inverter. I pannelli sono su tracker singoli da 12, 13, 25, 50, 75 pannelli schierati a mono fila posti a interasse di 4,5 m.

In particolare, si distinguono:

| Stringhe | | n. moduli in serie | n. moduli totali | Potenza Singolo modulo (Wp) | Potenza Totale (kWp) |
|--|-------------|--------------------|------------------|-----------------------------|----------------------|
| Sottocampo A | 510 | 25 | 12750 | 590 | 7 522,50 |
| Sottocampo B | 540 | 24 | 12960 | 590 | 7 646,40 |
| Sottocampo C | 564 | 23 | 12972 | 590 | 7 653,48 |
| Sottocampo D | 540 | 24 | 12960 | 590 | 7 646,40 |
| Sottocampo E | 564 | 23 | 12972 | 590 | 7 653,48 |
| Sottocampo F | 563 | 25 | 14075 | 590 | 8 304,25 |
| Sottocampo G | 576 | 26 | 14976 | 590 | 8 835,84 |
| Totali per Campo fotovoltaico | 3857 | | 93665 | 590 | 55 262,35 |
| Energia generata in un anno (MWh) | | | | | 77 447,04 |
| Energia generata in 30 anni (MWh) | | | | | 2 124 410,37 |

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

| Calcolo Superfici coperte da moduli e cabine | | | |
|--|----------|----------------------------------|-------------------------|
| | Quantità | Superficie Singolo elemento [m2] | Superficie coperta [m2] |
| Trackers 1x12 | 115 | 31,42 | 3 613,30 |
| Trackers 1x13 | 270 | 34,04 | 9 190,80 |
| Trackers 1x25 | 294 | 66,36 | 19 509,84 |
| Trackers 1x50 | 292 | 131,91 | 38 517,72 |
| Trackers 1x75 | 891 | 197,46 | 175 936,86 |
| Cabina di Campo | 7 | 14,77 | 103,39 |
| Cabina di Smistamento | 1 | 28,50 | 28,50 |
| Cabina di Consegna | 1 | 131,00 | 131,00 |
| Step-Up e vani accessori | 1 | 434,55 | 434,55 |
| Control Room | 1 | 9,97 | 9,97 |
| Superficie totale coperta cabine e step-up [m2] | | | 247 465,95 |
| Superficie totale coperta [m2] | | | 247 475,92 |

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).



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 30 di
142

La misura dell'energia prodotta si realizzerà nel locale di misura all'interno della cabina di consegna ubicata nel campo in progetto 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.

4.4.2 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°). I 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.

Il sistema utilizzato nel presente progetto è "SunHunter 18AB", inseguitore solare progettato e prodotto dalla Comal Impianti srl.

SunHunter è un inseguitore monoassiale autoalimentato, che grazie ad un algoritmo proprietario è in grado di seguire con precisione la posizione del sole nell'arco della giornata, andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto in impianti di produzione dell'energia da fonte solare.

SunHunter è progettato per una massima adattabilità a terreni non regolari ed orografie impegnative, nonché configurazioni elettriche differenti, grazie all'utilizzo di trackers di taglie modulari.

Oltre alla massima flessibilità progettuale e di installazione, SunHunter si distingue per le seguenti caratteristiche che lo rendono un prodotto innovativo, affidabile e adattabile:

- Angolo di inseguimento programmabile per singolo tracker, in base alle necessità del cliente ed alla morfologia del sito. Angolo massimo di inseguimento: +/- 35°.
- Tracker autoalimentato grazie all'uso di un modulo FV dedicato da 30 W (incluso nella fornitura) e ricarica di un pacco batteria integrato. SunHunter non necessita di alimentazioni ausiliarie esterne per il suo funzionamento, grazie al pacco batterie è infatti garantito il funzionamento anche in orario notturno o di scarso irraggiamento. Non è di conseguenza necessaria la realizzazione di opere civili e fornitura ed installazione di cavi di alimentazione esterni, andando a ridurre i costi del progetto.
- Sistema di comunicazione wireless a livello tracker basato su protocollo ZigBee. Non si necessitano cavi dati aggiuntivi per ciascun tracker per il trasferimento al sistema SCADA di segnali di stato e di errore.
- Software proprietario, con algoritmo di backtracking integrato.
- Conforme all'uso di moduli fotovoltaici bifacciali, anche in configurazione 2Xn Landscape
- Testing sulle singole componenti e sul sistema nel suo insieme, si citano ad esempio: test in galleria del vento ed analisi CFD, test per la resistenza alla corrosione e per verifica durata materiali e rivestimenti.
- Facilità di installazione, SunHunter prevede solo accoppiamenti imbullonati e necessita di manodopera non specializzata per la sua corretta installazione. Tutti i componenti sono stati progettati in modo da poter correggere eventuali errori commessi nelle precedenti fasi di installazione (es. infissione pali non perfetta).
- Interfaccia Web per il controllo funzionale dei tracker ed invio comandi da remoto agli stessi. Tramite l'interfaccia web è possibile monitorare lo stato dei singoli inseguitori ed i parametri di inseguimento.
- Inclinazione della struttura data da cuscinetti di progettazione Comal che permettono di seguire le variazioni di pendenza del terreno e garantiscono il corretto funzionamento della struttura per un'inclinazione fino a 8°.

Al variare della taglia dell'inseguitore, varia il numero di pali di fondazione. Ogni inseguitore è sempre dotato di un palo centrale di tipo HEA 160 ed un numero variabile di pali Z.

Si riporta la sezione dei tracker di progetto e la scheda tecnica:

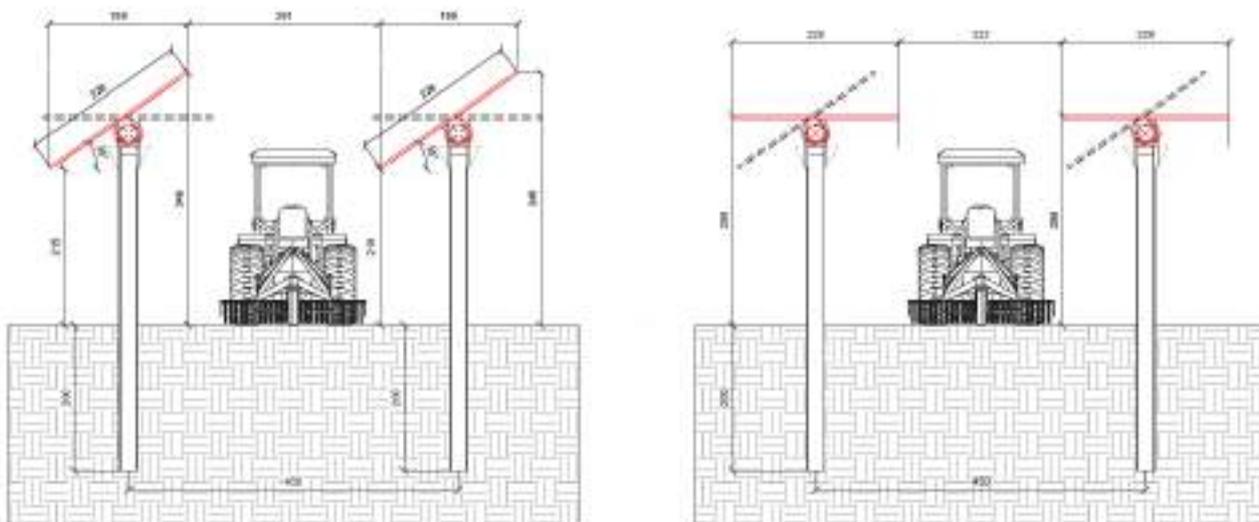


Figura 16 – Sezione tracker con relative posizioni

Caratteristiche:

Tabella 1 - Caratteristiche dei materiali da fondazione

| | HEA | Z |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Materiale | S275JR | S355JR |
| Spessore | HEA160 | 4 mm* |
| Lunghezza | 2,4 metri**, 4 metri*** | 2,4 metri**, 4 metri*** |
| Protezione | Zincatura a caldo HDG | Zincatura a caldo HDG |
| Numero per tracker | 1 | Da 4 a 12 |

* Spessore standard dei pali in configurazione 1Xn portrait.

** Lunghezza standard dei pali in configurazione 1Xn portrait.

*** Lunghezza standard dei pali in configurazione 2Xn portrait.

Lunghezze e spessori differenti sono realizzabili sulla base di accordi commerciali.

Il particolare profilo dei pali Z consente una efficace penetrazione in differenti tipologie di terreni ed un'ottima tenuta alle sollecitazioni dovute alla movimentazione della struttura e carichi da vento.

Entrambe le tipologie di pali presentano delle asolature per il successivo fissaggio delle teste palo.

La presenza di asole consente una più accurata regolazione dell'allineamento della struttura e la compensazione di eventuali errori in fase di infissione. Prove di pull-out vengono eseguite prima della determinazione della lunghezza dei pali per lo specifico progetto.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 32 di
142



Figura 17 Particolare dei pali e delle asole di assemblaggio

Sul palo centrale sono imbullonate due piastre ad L per l'ancoraggio del gruppo motore (definite teste motore) e su queste viene fissato il gruppo motore stesso, al quale vengono successivamente accoppiate le prime due travi centrali.

Analogamente per ogni palo Z sono presenti delle piastre a T (teste palo), sulle quali sono fissati i cuscinetti per la rotazione della struttura. I cuscinetti sono realizzati in materiale plastico polimerico a matrice vetrosa, progettati e testati da Comal Impianti garantiscono alte prestazioni e durabilità per l'intera vita del progetto (stimata in 25 anni).

Tabella 2 - Caratteristiche dei materiali della struttura orizzontale

| | Flangia motore | Testa palo | Cuscinetti |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| Materiale | S355JR | S355JR | Polimero rinforzato |
| Protezione | Zincatura a caldo HDG | Zincatura a caldo HDG | - |
| Numero per tracker | 2 | Da 4 a 12 | Da 4 a 12 |



Figura 18 Particolare cuscinetto

Nella parte centrale della struttura è presente il motore e gruppo di riduzione.

Tabella 3 - Caratteristiche del motore/gruppo riduzione

| | Motore/gruppo riduzione |
|----------------------------|-------------------------|
| Torque [Nm] | 5500, max 8450 |
| Tensione [V] | 24 |
| Temperature di operatività | -20°C a +120°C |
| Rapporto | 61:1 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 33 di
142

Le travi sono l'elemento portante dell'intera struttura. Queste sono ancorate al motore e passanti all'interno dei cuscinetti. Le travi attraverso opportuni giunti sono collegate in serie, andando a formare un'unica struttura.

Tabella 4 – Caratteristiche delle travi

| | Travi |
|------------|-------------------------|
| Materiale | S355JR |
| Lunghezza | Da 5 ad 12 metri |
| Spessore | 3/4 mm |
| Protezione | Zincatura a caldo HDG * |

** Il rivestimento di protezione può essere differente sulla base di accordi commerciali*

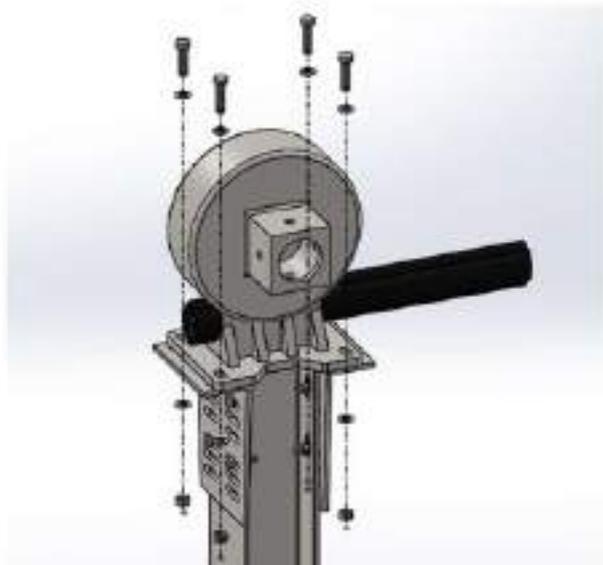


Figura 19 Particolare installazione del motore

Sulle travi vengono installati i moduli fotovoltaici. Specifici supporti con profilo omega (zeta quelli terminali) vengono fissati alle travi e, grazie alla presenza di fori di dimensioni compatibili con quelli presenti sui moduli, è possibile l'ancoraggio del generatore fotovoltaico all'inseguitore.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 34 di
142

Tabella 5 - Caratteristiche dei supporti

| | Omega e zeta |
|------------|------------------------------------|
| Materiale | S275JR |
| Lunghezza | 440 mm* 3219 mm** 3452 mm*** |
| Spessore | Omega 2 mm, Z 3 mm |
| Protezione | Zincatura a caldo HDG **** |

* Lunghezza standard del supporto in configurazione 1Xn portrait.

** Lunghezza standard del supporto in configurazione 2Xn portrait con moduli monofacciali.

*** Lunghezza standard del supporto in configurazione 2Xn portrait con moduli bifacciali.

Lunghezze e spessori differenti sono realizzabili per adattarsi al meglio alle dimensioni dei moduli scelti dal cliente. Il rivestimento di protezione può essere differente sulla base di accordi commerciali.

**** Il rivestimento di protezione può essere differente sulla base di accordi commerciali

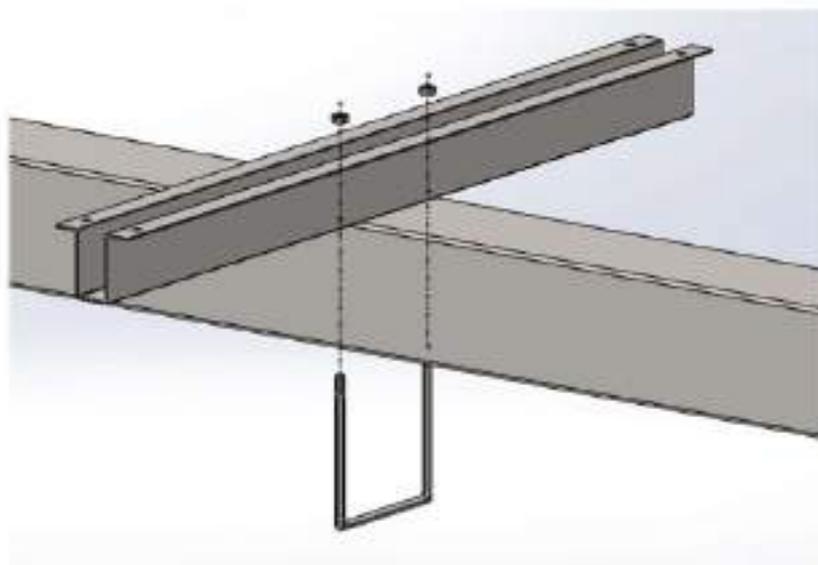


Figura 20 Particolare dell'installazione Omega

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 "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 allega scheda tecnica completa con dettagli relative a tutte le componenti, elettriche e meccaniche.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 35 di
142

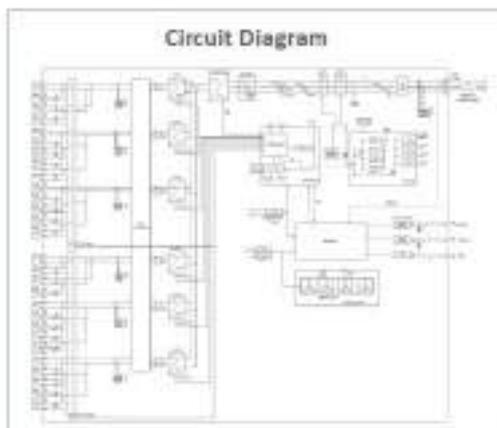
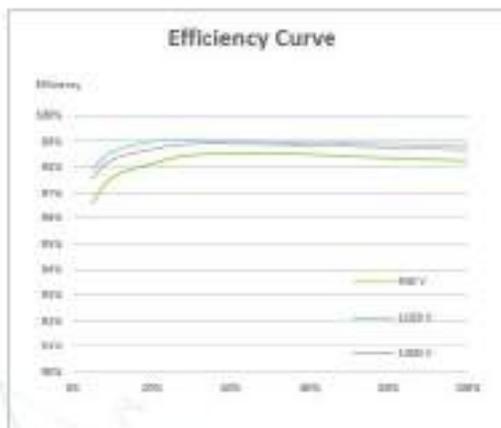
4.4.3 Descrizione Inverter

L'area di impianto è servita nel complesso da 154 inverter opportunamente installati sulle strutture di sostegno (Trackers). Gli inverter in progetto sono di marchio HUAWEI e modello SUN2000-330KTL-H1. Di seguito vengono riportate le schede tecniche di riferimento:

SUN2000-330KTL-H1 Smart String Inverter



- Max. Efficiency >99.0%
- Smart Self Clean Fan
- Smart DC Connector Temperature Detect
- Smart String Level Disconnection
- 28 High Accuracy String Current Detect
- Support IV diagnosis
- IP 66 protection
- Surge Arresters for DC & AC





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

SUN2000-330KTL-H1

Technical Specifications

| Efficiency | |
|--|---------------------------------------|
| Max. Efficiency | ≥90.0% |
| European Efficiency | ≥88.0% |
| Input | |
| Max. Input Voltage | 1,500 V |
| Number of MPPT Trackers | 6 |
| Max. Current per MPPT | 65 A |
| Max. Short Circuit Current per MPPT | 115 A |
| Max. PV Inputs per MPPT | 4/5/5/4/5/3 |
| Start Voltage | 550 V |
| MPPT Operating Voltage Range | 500 V ~ 1,500 V |
| Nominal Input Voltage | 1,080 V |
| Output | |
| Nominal AC Active Power | 300,000 W |
| Max. AC Apparent Power | 330,000 VA |
| Max. AC Active Power (cosφ=1) | 330,000 W |
| Nominal Output Voltage | 800 V, 3W + PE |
| Rated AC Grid Frequency | 50 Hz / 60 Hz |
| Nominal Output Current | 216.6 A |
| Max. Output Current | 238.2 A |
| Adjustable Power Factor Range | 0.8 LG ... 0.8 LD |
| Total Harmonic Distortion | < 1% |
| Protection | |
| Smart String-Level Disconnect(SLD) | Yes |
| Anti-islanding Protection | Yes |
| AC Overcurrent Protection | Yes |
| DC Reverse-polarity Protection | Yes |
| PV-array String Fault Monitoring | Yes |
| DC Surge Arrester | Type II |
| AC Surge Arrester | Type II |
| DC Insulation Resistance Detection | Yes |
| AC Grounding Fault Protection | Yes |
| Residual Current Monitoring Unit | Yes |
| Communication | |
| Display | LED Indicators, WLAN + APP |
| USB | Yes |
| MBUS | Yes |
| RS485 | Yes |
| General | |
| Dimensions (W x H x D) | 1,048 x 792 x 395 mm |
| Weight (with mounting plate) | ≤112 kg |
| Operating Temperature Range | -30 °C ~ 60 °C |
| Cooling Method | Smart Air Cooling |
| Max. Operating Altitude without Derating | 4,000 m (13,123 ft.) |
| Relative Humidity | 0 ~ 100% |
| AC Connector | Waterproof Connector + DT/DT Terminal |
| Protection Degree | IP 66 |
| Topology | Transformerless |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 37 di
142

4.4.4 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 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 di profondità non inferiore a 1,6 m per l'alta tensione, non inferiore a 1,10 m per la media tensione e non inferiore a 0,6 m per la bassa tensione, 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 500 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 in AC, 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.

I collegamenti elettrici lato DC dai moduli agli inverter, verranno realizzati mediante l'utilizzo di cavi di adeguata sezione tale da garantire perdite complessive inferiori al 2% (come di seguito specificato). I collegamenti elettrici lato AC tra gli inverter e le cabine di trasformazione saranno realizzati mediante cavi in BT, invece tra le cabine di trasformazione, smistamento e la Step-Up saranno realizzati mediante cavi in MT opportunamente dimensionati per garantire una caduta di tensione inferiore al 4%. Il collegamento dalla Step-Up alla Stazione elettrica CP 150 kV di Sesto al Reghena avverrà mediante cavi in AT.

La colorazione delle anime rispetta le norme UNEL ed il grado d'isolamento è scelto in funzione dell'effettiva tensione di esercizio. 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 "3.7 – RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI". I tabulati di calcolo eseguiti dall'apposito software sono allegati nell'elaborato "DOC19-CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI E VALUTAZIONE PRODUZIONE IMPIANTO".

4.4.5 Moduli fotovoltaici

I moduli previsti sono **Jinko Solar Tiger Neo N-type 72HL4-BDV da 590 Wp**.

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

Ogni modulo dispone di diodi di by-pass alloggiati in una cassetta IP68 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.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 38 di
142

I moduli scelti sono forniti di cornice e con garanzia di una potenza non inferiore al 94,60 % del valore iniziale dopo 12 anni di funzionamento ed all'87,40% dopo 30 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.

Di seguito si riporta la scheda tecnica dei moduli considerati:

www.jinkosolar.com



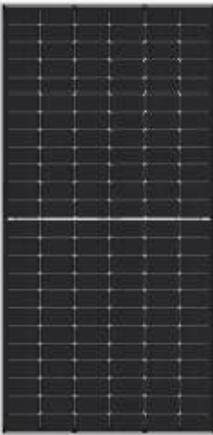
Tiger Neo N-type 72HL4-BDV 570-590 Watt

BIFACIAL MODULE WITH
DUAL GLASS

N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

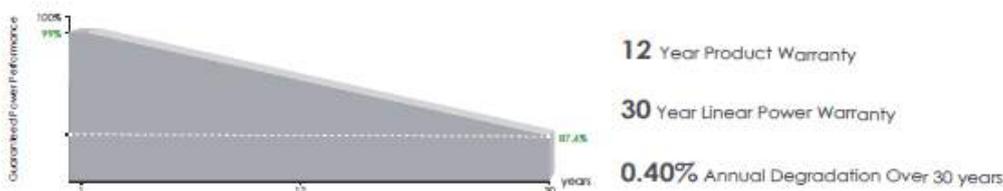
IEC61215(2016), IEC61730(2016)
ISO9001:2015: Quality Management System
ISO14001:2015: Environment Management System
ISO45001:2018
Occupational health and safety management systems



Key Features

| | |
|--|--|
|  SMBB Technology Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability. |  Hot 2.0 Technology The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID. |
|  PID Resistance Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control. |  Enhanced Mechanical Load Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal). |
|  Higher Power Output Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR. |  |

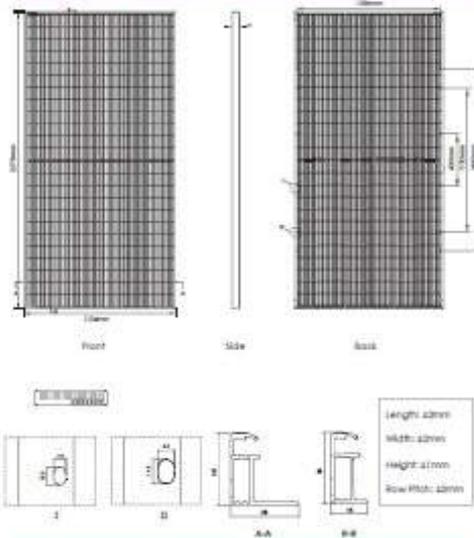
LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



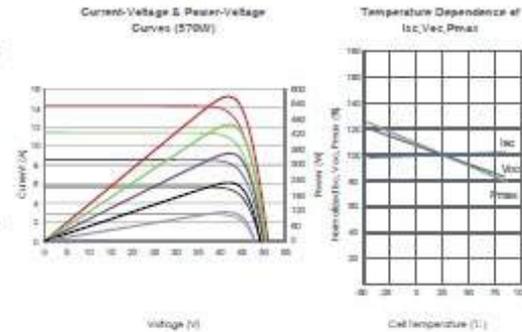


**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Engineering Drawings



Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

| | |
|---------------|---|
| Cell Type | N type Mono-crystalline |
| No. of cells | 144 (2x72) |
| Dimensions | 2278x1134x30mm (89.69x44.65x1.18 inch) |
| Weight | 32 kg (70.55 lbs) |
| Front Glass | 2.0mm, Anti-Reflection Coating |
| Back Glass | 2.0mm, Heat Strengthened Glass |
| Frame | Anodized Aluminium Alloy |
| Junction Box | IP68 Rated |
| Output Cables | TUV 1x4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length |

Packaging Configuration

(2 pcs/pallet) = One stack
8 pcs/pallet, 72 pcs/stack, 720 pcs/ 40HQ Container

SPECIFICATIONS

| Module Type | JKM570H-72HL4-8DV | | JKM575H-72HL4-8DV | | JKM580H-72HL4-8DV | | JKM585H-72HL4-8DV | | JKM590H-72HL4-8DV | |
|---|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|
| | STC | NOCT |
| Maximum Power (Pmax) | 570Wp | 429Wp | 575Wp | 432Wp | 580Wp | 436Wp | 585Wp | 440Wp | 590Wp | 444Wp |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | 42.29V | 39.65V | 42.44V | 39.78V | 42.59V | 39.87V | 42.74V | 40.03V | 42.88V | 40.15V |
| Maximum Power Current (Imp) | 13.48A | 10.81A | 13.55A | 10.87A | 13.62A | 10.94A | 13.69A | 10.99A | 13.76A | 11.05A |
| Open-circuit Voltage (Voc) | 51.07V | 48.51V | 51.27V | 48.70V | 51.47V | 48.89V | 51.67V | 49.08V | 51.86V | 49.26V |
| Short-circuit Current (Isc) | 14.25A | 11.50A | 14.31A | 11.55A | 14.37A | 11.60A | 14.43A | 11.65A | 14.49A | 11.70A |
| Module Efficiency STC (%) | 22.07% | | 22.26% | | 22.45% | | 22.65% | | 22.84% | |
| Operating Temperature(°C) | -40°C~+65°C | | | | | | | | | |
| Maximum system voltage | 1500VDC (IEC) | | | | | | | | | |
| Maximum series fuse rating | 30A | | | | | | | | | |
| Power tolerance | 0~+3% | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Pmax | -0.30%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Voc | -0.25%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Isc | 0.044%/°C | | | | | | | | | |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | 45±2°C | | | | | | | | | |
| Refer. Bifacial Factor | 80±5% | | | | | | | | | |

BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

| | | 599Wp | 604Wp | 609Wp | 614Wp | 620Wp |
|-----|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5% | Maximum Power (Pmax) | | | | | |
| | Module Efficiency STC (%) | 23.17% | 23.37% | 23.57% | 23.78% | 23.98% |
| 15% | Maximum Power (Pmax) | 656Wp | 661Wp | 667Wp | 673Wp | 679Wp |
| | Module Efficiency STC (%) | 25.37% | 25.60% | 25.82% | 26.04% | 26.27% |
| 25% | Maximum Power (Pmax) | 713Wp | 719Wp | 725Wp | 731Wp | 736Wp |
| | Module Efficiency STC (%) | 27.58% | 27.82% | 28.07% | 28.31% | 28.55% |

*STC: ☀️ Irradiance 1000W/m² 📱 Cell Temperature 25°C 🌤️ AM=1.5
NOCT: ☀️ Irradiance 800W/m² 📱 Ambient Temperature 20°C 🌤️ AM=1.5 🌬️ Wind Speed 1m/s



4.4.6 Descrizione Cabinati

All'interno dell'area di progetto saranno presenti:

- Sette cabine di campo (trasformazione), poste centralmente ad ogni sottocampo;
- Una cabina di smistamento all'interno del Lotto 2, posizionata a Sud in prossimità della strada vicinale sterrata;
- Una cabina di consegna all'interno del Lotto 1, posizionata a Nord in prossimità di Via Banduzzo;

Si tratta di cabine elettriche prefabbricate già omologate, sottoforma di container o cabine in muratura. La posa in opera prevede uno scavo di 0,65 m per cabine di consegna e smistamento e 0,7 m per le cabine di campo.

- Una Step-Up all'interno del lotto 1, posizionata a Nord.

La posa in opera prevede uno scavo di 0,6 m per la base stalli e di 1 m per il trasformatore.

Di seguito vengono riportate le sezioni dei cabinati di progetto:

JUPITER-6000K-H1 (Preliminary) Smart Transformer Station



Figura 21 – Cabina di campo



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 41 di
142

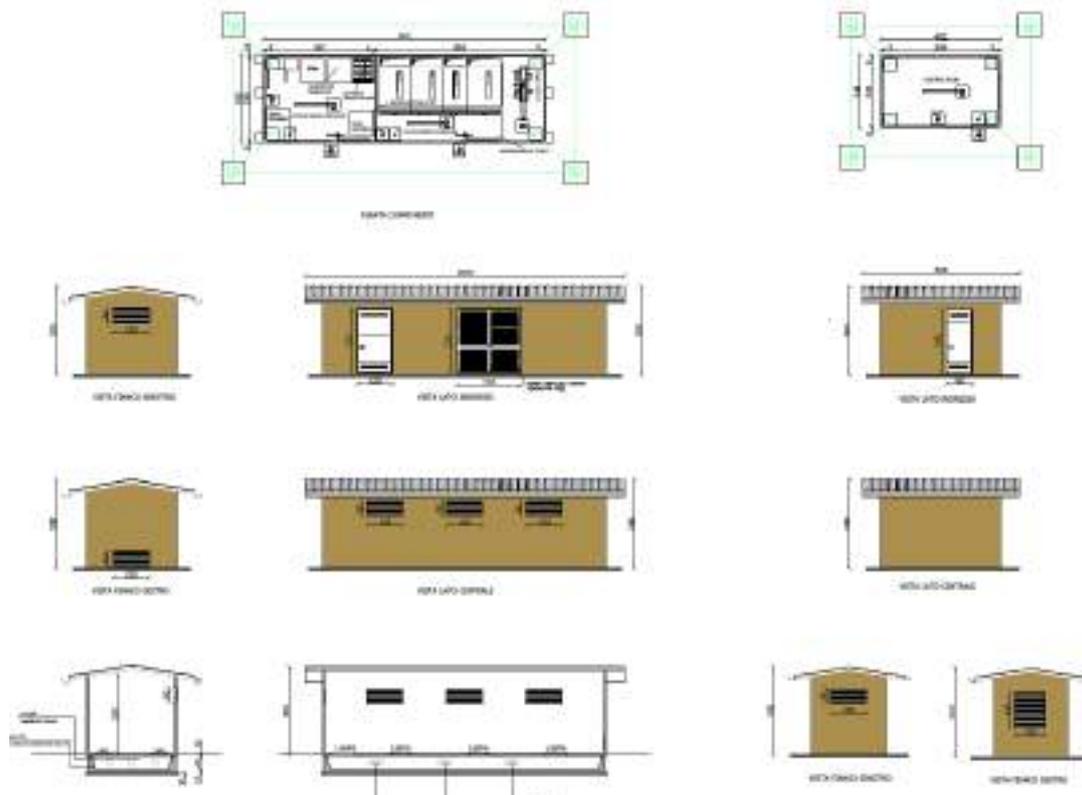


Figura 22 – Cabina di smistamento e control room

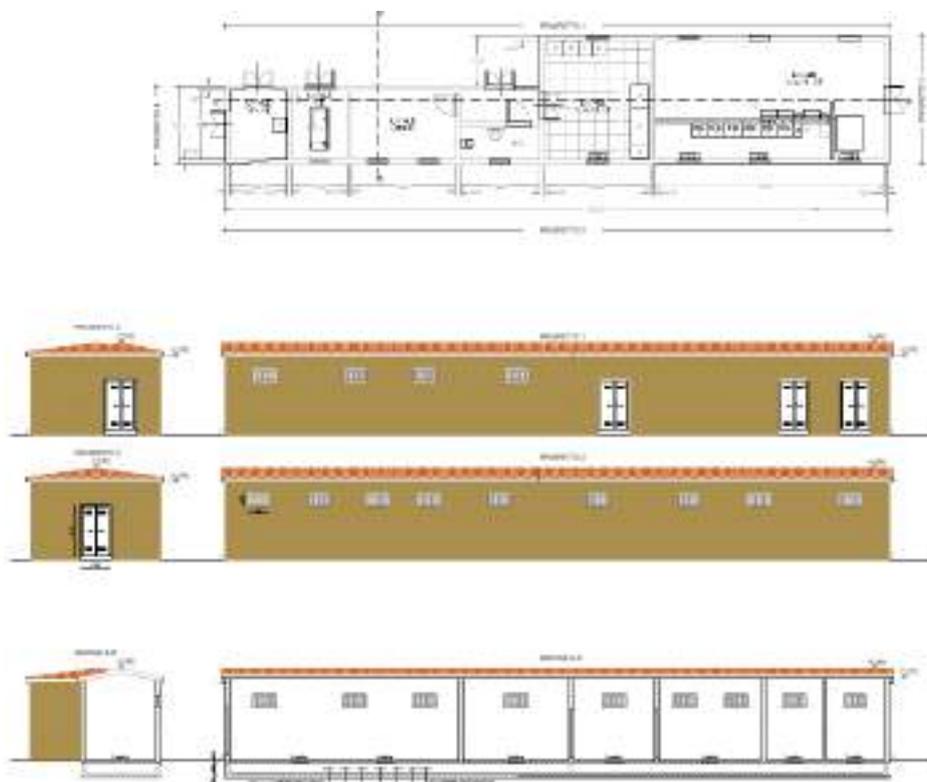


Figura 23 – Cabina di consegna



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 42 di
142

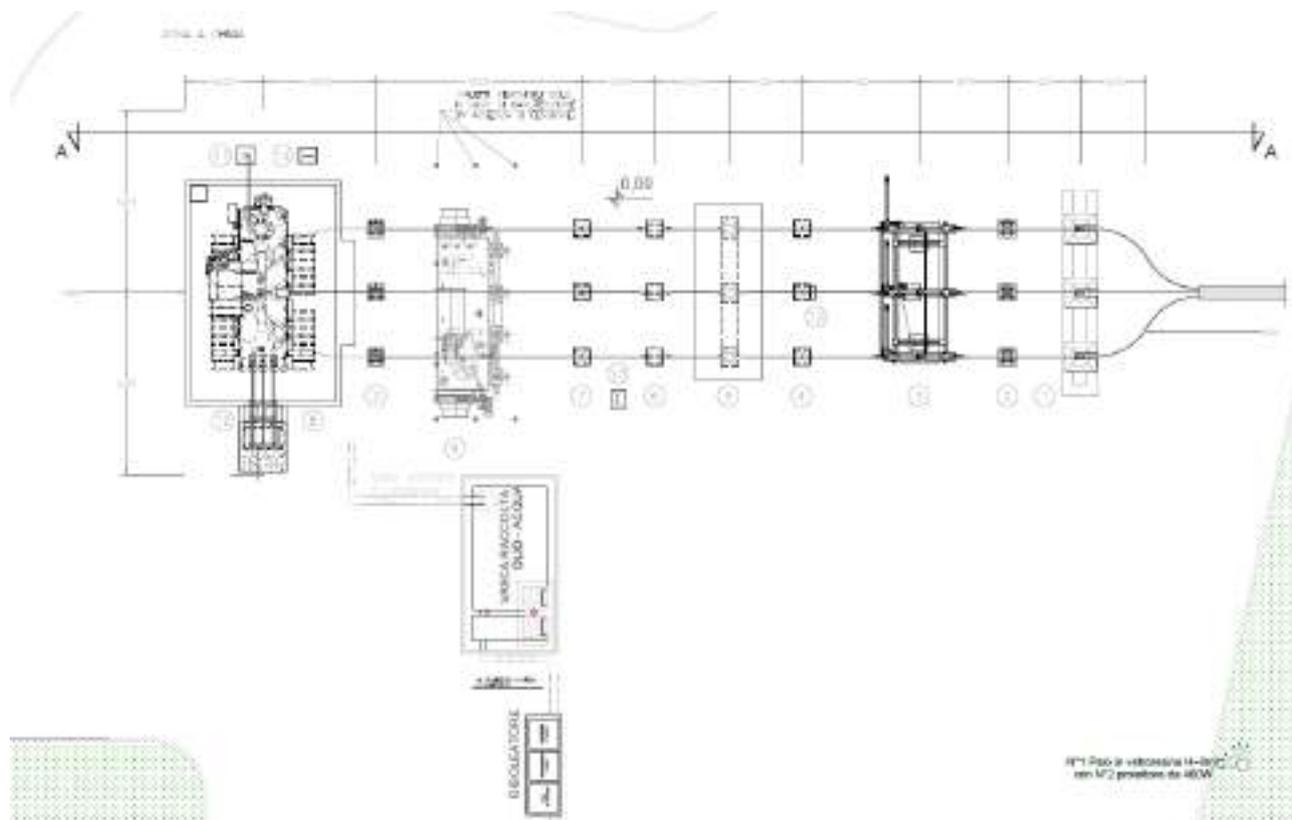


Figura 24 – Step-Up

4.4.7 Collegamento tra i due lotti d'impianto e connessione alla CP di e-Distribuzione

L'energia prodotta all'interno del Lotto 2 verrà veicolata mediante cavidotto interrato esterno al campo in media tensione (20 kV) lungo circa 2,37 km dalla cabina di smistamento alla cabina di consegna interna al Lotto 1. L'energia complessiva prodotta da entrambi i lotti attraverserà la Step-Up, così da innalzare la tensione da 20 kV a 150 kV (alta tensione). Dalla Step-Up verrà realizzato un cavidotto interrato interno al campo a 150 kV di lunghezza pari a 113 m per il collegamento con la CP di e-Distribuzione, posizionata al confine Nord-Est del Lotto 1 d'impianto.

Sulla base di una pre-analisi sui possibili impatti su traffico, viabilità e interferenze con i sottoservizi, si è preferito utilizzare un tracciato per il cavidotto di maggiore lunghezza, che però percorre strade meno urbanizzate, rispetto ad un percorso notevolmente più breve (quindi di minore impatto economico per la Proponente) che però sarebbe entrato in conflitto con il sistema delle abitazioni della frazione ed arrecato quindi maggiori disagi.

Il percorso del cavidotto che convoglia l'energia prodotta dal Lotto 2 verso il Lotto 1, percorre il breve tratto di "Via Marignana Centro" e prosegue lungo la via Bernava. Per poche centinaia di metri interseca le strade urbanizzate della frazione, ma anziché proseguire verso sud lungo la via Marignana Centro, continua verso Ovest, proseguendo un una strada che esce dall'urbanizzato. Al primo incrocio della via Bernava, il cavidotto gira verso sud lungo la via "Località Banduzzo" che si collega, attraverso una piccola rotatoria, alla via Banduzzo con cui confina il Lotto 1. Vedasi figura di seguito.

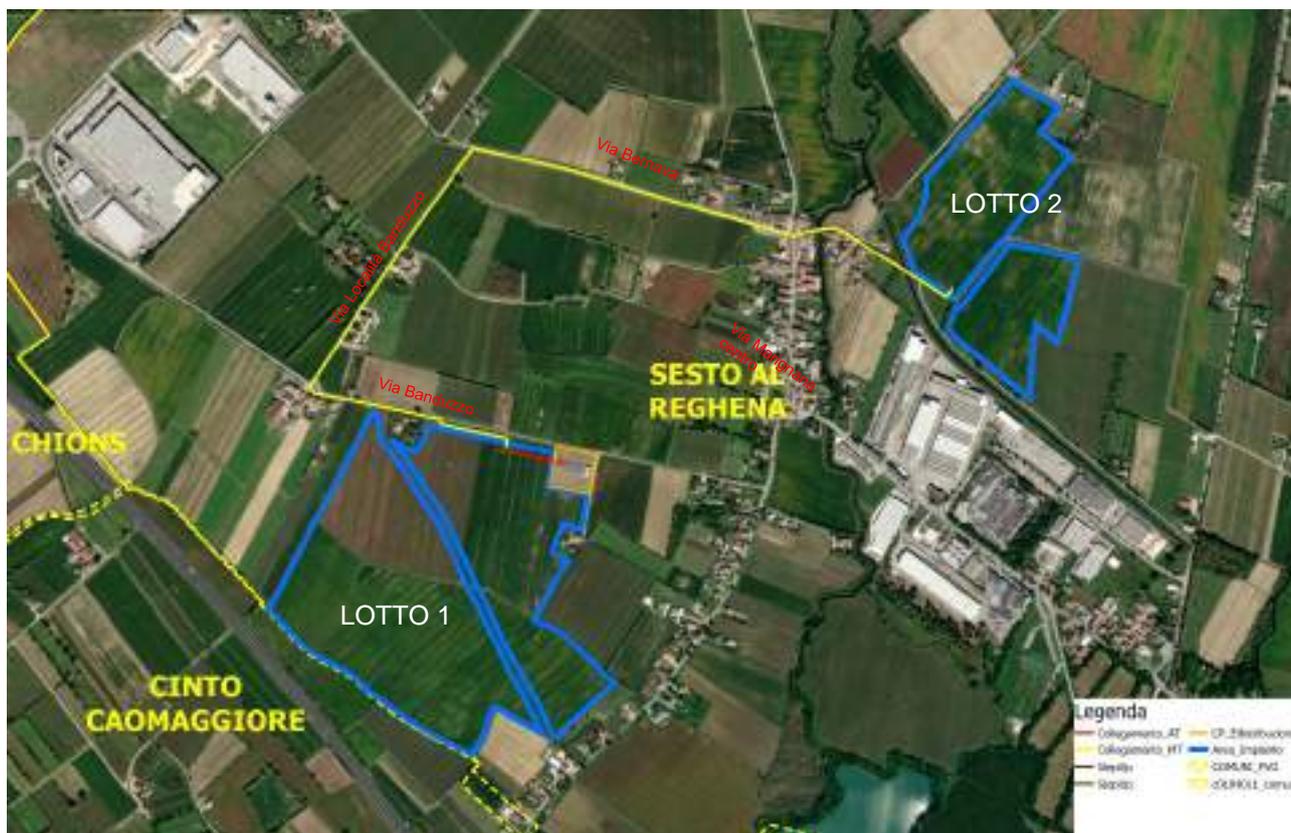


Figura 25 Inquadramento progetto su ortofoto con collegamento tra i due lotti (in giallo) e collegamento alla CP di e-distribuzione (in rosso)

4.4.8 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.



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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 44 di
142

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 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 (*TAV12 - COLLEGAMENTO*).

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 RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO ELETTRICO

Calcolo delle correnti di impiego

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

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

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:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff}$$

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.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 46 di
142

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:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

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:

- 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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 47 di
142

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 |
| 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;



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 48 di
142

- 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:

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

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 (mm²);
 - 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 mm² rame o 16 mm² alluminio se è prevista una protezione meccanica;



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 49 di
142

- 4 mm² o 16 mm² 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 mm², se in rame;
- 35 mm², 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:

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

espresse in °C.

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

Il coefficiente α_{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 Ω /km.

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

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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 50 di
142

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

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto dell'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.

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

da cui si ricavano le componenti dirette:

$$\cos \varphi_{ccmt} = \sqrt{1 - (0,995)^2}$$

$$X_{dl} = 0,995 \cdot Z_{ccmt}$$

$$R_{dl} = \cos \varphi_{ccmt} \cdot Z_{ccmt}$$

e le componenti omopolari:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 51 di
142

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,1 \cdot V_{mt}}{I_{k1ft \max}} \cdot 1000 \cdot \cos \varphi_{ccmt} - (2 \cdot R_{dl})$$
$$X_0 = R_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(\cos \varphi_{ccmt})^2} - 1}$$

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 $m\Omega$:

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

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 $m\Omega$:

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

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:

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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 52 di
142

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

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

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)

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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 53 di
142

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

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

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

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:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 54 di
142

$$R_d = 0$$

$$X_d = X''$$

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 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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 55 di
142

- 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:

- 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 $m\Omega$ 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:

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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 56 di
142

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 :

$$R_d = R_{dc} + R_{d-up}$$
$$X_d = X_{dc} + X_{d-up}$$
$$R_{0N} = R_{0cN} + R_{0N-up}$$
$$X_{0N} = X_{0cN} + X_{0N-up}$$
$$R_{0PE} = R_{0cPE} + R_{0PE-up}$$
$$X_{0PE} = X_{0cPE} + X_{0PE-up}$$

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_{kmax} , fase neutro I_{k1Nmax} , fase terra $I_{k1PEmax}$ e bifase I_{k2max} espresse in kA:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 57 di
142

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

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

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

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;

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:

$$R_{d \max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 58 di
142

$$R_{0N \max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$
$$R_{0PE \max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

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:

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

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 AT

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.

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.

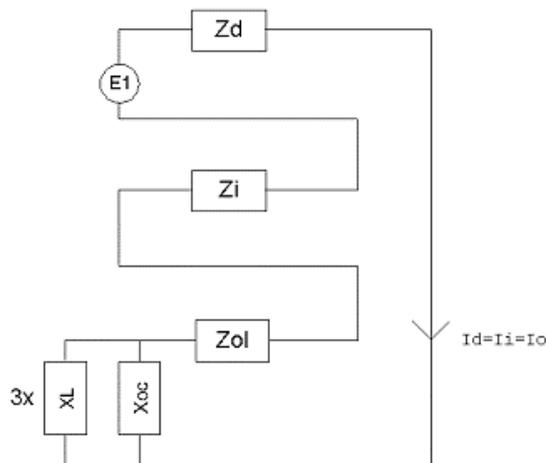
Per rispondere a tutte queste problematiche, Ampère Professional esegue il calcolo del regime di corrente omopolare a seguito di un guasto fase-terra.

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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

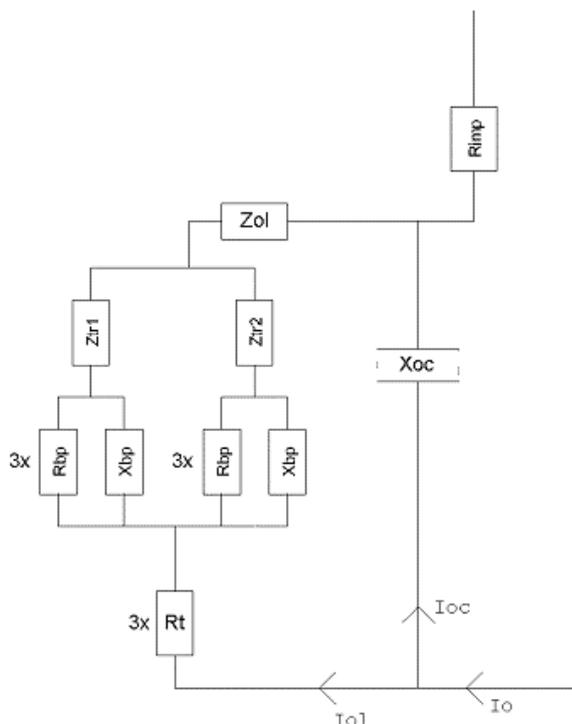
Pag 59 di
142



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_{bpet} : $(R_{bp}+jX_{bp})$ 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.



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:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 60 di
142

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

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

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;
- 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:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 61 di
142

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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 62 di
142

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.

$I_{a \text{ c.i.}}$ assume il valore di I_{50V} se quest'ultima è maggiore della $Ik1(ft) \min$, in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che porta le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

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

Se richiesto dal progetto, è possibile imporre a ciascuna utenza il valore di $I_{a \text{ c.i.}}$ 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).



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 63 di
142

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 $I_{a.c.i.}$ 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.

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:

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

dove:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 64 di
142

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;

$I_{a.c.i.}$ è la minima corrente di guasto, calcolata permutando tutte le utenze s_2 appartenenti alla stessa area elettrica di s_1 .

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

$I_{a.c.i.}$ normalmente è pari alla corrente di guasto a terra $I_{k(IT)_{min}}$ 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.

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

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

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.
- 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.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 65 di
142

- 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.
- 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.



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 alla coltivazione seminativa (prevalentemente soia), 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 ed efficace integrazione.

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 prevalentemente sul confine dei lotti, sono state pensate con più livelli di inserimento paesaggistico e agronomico. Trattati di perimetro di filare singolo di specie arbustive, tratti di doppio filare (uno di specie arbustive e uno di specie arboree) e tratti multifilari di specie arboree ed arbustive.

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".

Le mitigazioni in progetto, si sviluppano per gran parte del perimetro del campo di composizione e ampiezza variabile.

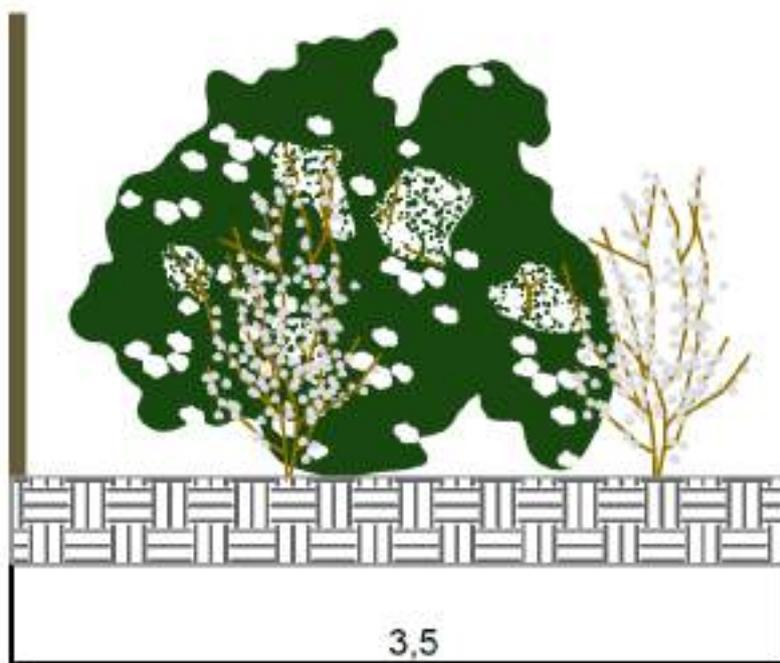
Pertanto valutando il contesto dei luoghi ed i coni visivi di maggiore significatività, considerando puntualmente le specifiche situazioni ambientali presenti, sono state predisposte e differenziate delle fasce di vegetazione arboreo arbustiva al fine di mascherare le strutture inserite e nel contempo ripristinare la biodiversità fortemente ridotta dalle colture esistenti nonché quei corridoi ecologici che possano consentire di elevare il livello di permanenza e permeabilità del territorio da parte della componente faunistica.

Si rimanda al DOC05 RELAZIONE TECNICO-AGRONOMICA per maggiori approfondimenti.

La scelta delle diverse tipologie del verde è riscontrabile all'interno della TAV11 - MITIGAZIONI E OPERE AGRONOMICHE; di seguito si riporta un estratto delle scelte agronomiche:

La mitigazione dell'impianto verrà garantita da fasce vegetali, sulla base di cinque tipologie:

- **Mitigazione a filare singolo di piante con portamento cespuglioso**



Inerbimento della fascia di mitigazione con un miscuglio di graminacee e, se disponibile, fiorume proveniente



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 67 di
142

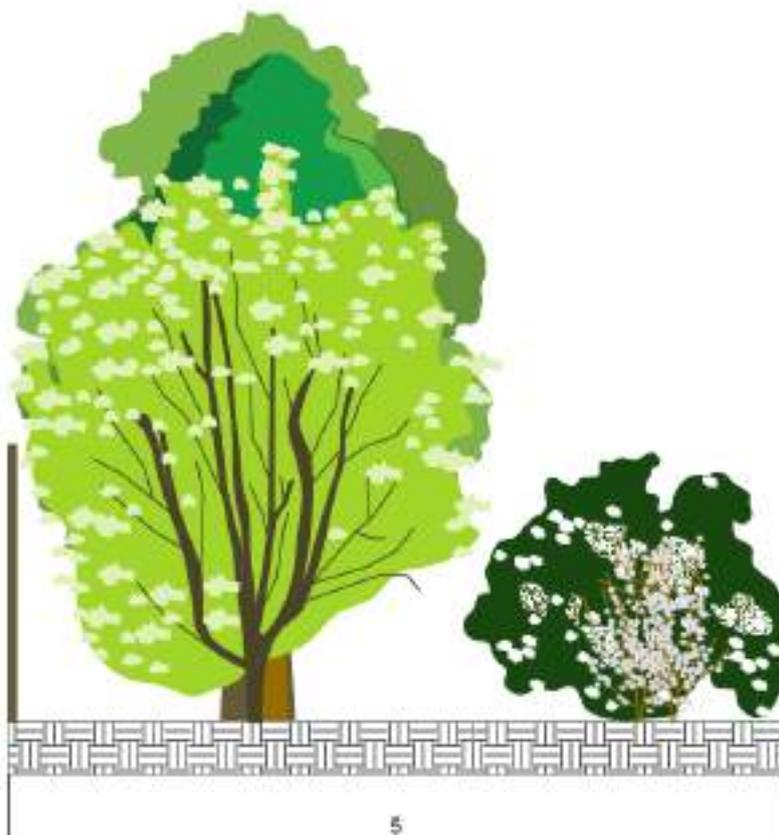
da aree prative circostanti, volto alla formazione di un prato stabile tappezzante.

Avrà una larghezza di 3,50 metri e sarà impiegata all'esterno della recinzione dell'impianto. Nel lotto 1 principalmente lungo il perimetro sud ed est, verso l'A28 e verso alcune abitazione di frazione Marignana, mentre nel lotto 2 prevalentemente lungo il perimetro est, verso aree coltivate e tra i due sottocampi costituenti il lotto;

essa sarà costituita dalle piante riportate di seguito:

| Descrizione | | Largh m | Longh m | Superficie m ² | |
|---|----|------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Inerbimento della fascia di mitigazione con un miscuglio di graminacee e, se disponibile, fiorume proveniente da aree prative circostanti, volto alla formazione di un prato stabile tappezzante. | | 3,50 | 3.450 | 12.075 | |
| Fascia comprendente un filare singolo di specie con portamento cespuglioso con una distanza fra le piante m 1,50 ed una larghezza complessiva di m 3,50. | | | | | |
| Specie cespugliose | % | Long. tot. filare m | Distanza fra le piante m | N° tot. piante | N° piante per specie |
| Biancospino (<i>Crataegus monogyna Jacq.</i>) | 25 | 3.450 | 1,50 | 2.300 | 575 |
| Sanguinella (<i>Cornus sanguinea L.</i>) | 20 | | | | 460 |
| Corniola (<i>Cornus mas L.</i>) | 10 | | | | 230 |
| Ligustro (<i>Ligustrum vulgare L.</i>) | 20 | | | | 460 |
| Prugnolo (<i>Prunus spinosa L.</i>) | 15 | | | | 345 |
| Osma (<i>Osma spicata L.</i>) | 10 | | | | 230 |
| Totali | | | | | 2.300 |

- **Mitigazione a doppio filare di specie arboree e cespugliose**



Inerbimento della fascia di mitigazione con un miscuglio di graminacee e, se disponibile, fiorume proveniente



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 68 di
142

da aree prative circostanti, volto alla formazione di un prato stabile tappezzante.

Avrà una larghezza di 5,00 metri e sarà impiegata all'esterno della recinzione dell'impianto. Nel lotto 1 principalmente lungo il perimetro nord-ovest. Mentre nel lotto 2 prevalentemente lungo il perimetro nord-est, verso abitazioni private e lungo il perimetro sud, verso l'area industriale; essa sarà costituita dalle piante riportate di seguito:

| Descrizione | | | Largh. m | Longh. m | Superficie m ² |
|---|----|------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|
| Inerbimento della fascia di mitigazione con un miscuglio di graminacee e, se disponibile, fioriture provenienti da aree prative circostanti, volto alla formazione di un prato stabile tappezzante. | | | 5,00 | 2.690 | 13.450 |
| Fascia comprendente un filare di specie arboree con sesto d'impianto di m 2,50 (distanza interfilare) per m 4,00 (distanza fra le piante). | | | | | |
| Specie arboree | % | Long. tot. filare m | Distanza fra le piante m | N° tot. piante | N° piante per specie |
| <i>Salice bianco (Salix alba L.)</i> | 50 | 2.690 | 4,00 | 671 | 335 |
| <i>Poppo bianco (Populus alba L.)</i> | 10 | | | | 67 |
| <i>Poppo tremolo (Populus tremula L.)</i> | 10 | | | | 67 |
| <i>Ontano nero (Alnus glutinosa L.)</i> | 30 | | | | 202 |
| Totali | | | | | 671 |
| Fascia comprendente un filare di specie cespugliose con sesto d'impianto di m 2,50 (distanza interfilare) per m 2,00 (distanza fra le piante). | | | | | |
| Specie cespugliose | % | Long. tot. filare m | Distanza fra le piante m | N° tot. piante | N° piante per specie |
| <i>Stivocarpato (Crataegus monogyna Jacq.)</i> | 25 | 2.690 | 2,00 | 1.345 | 336 |
| <i>Sanguinella (Cornus sanguinea L.)</i> | 25 | | | | 336 |
| <i>Cornolo (Cornus mas L.)</i> | 13 | | | | 202 |
| <i>Ligustro (Ligustrum vulgare L.)</i> | 30 | | | | 404 |
| <i>Noceolo (Corylus avellana L.)</i> | 5 | | | | 67 |
| Totali | | | | | 1.345 |

- Fascia alberata su strada (serie di filari multipli)**



Fascia inerbita con essenze graminacee.

Avrà una larghezza di 20,00 metri e sarà impiegata all'esterno della recinzione dell'impianto. Nel lotto 1 lungo il perimetro Nord, verso via Banduzzo, mentre nel lotto 2 lungo il perimetro nord-ovest, verso via XXX Aprile. Essa sarà costituita dalle piante riportate di seguito:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 69 di
142

| Descrizione | | | Largh. m | Largh. m | Superficie mq |
|--|------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Fascia interbita con essenze graminatee | | | 20,00 | 840 | 16.800 |
| Fascia comprendente un doppio filare di specie arboree. Sesto d'impianto di m 3,00 fra le file, m 5,00 fra le piante e punta. | | | | | |
| Specie arboree | % | Long. tot. filare m | Dist. pianta-pianta m | N° tot. piante | N° piante per specie |
| <i>Acer campestre (Acer campestre L.)</i> | 20 | 840,00 | 5,00 | 336 | 67 |
| <i>Fagus (Quercus robur L.)</i> | 15 | | | | 50 |
| <i>Olea campestre (Ulmus minor Mill.)</i> | 20 | | | | 67 |
| <i>Cotoneo salvatico (Prunus avium L.)</i> | 10 | | | | 34 |
| <i>Tiglio salvatico (Tilia cordata Mill.)</i> | 5 | | | | 17 |
| <i>Fraxino ornata (Fraxinus ornus L.)</i> | 20 | | | | 67 |
| <i>Salice bianco (Salix alba L.)</i> | 10 | | | | 34 |
| Totale | 100 | | | | 336 |
| Fascia comprendente un doppio filare di specie arbustive. Sesto d'impianto di m 2,10 fra le file, m 2,00 fra le piante arboree. Distanza dai filari di arboree m 2,60. | | | | | |
| Specie cespugliose | % | Long. tot. filare m | Dist. pianta-pianta m | N° tot. piante | N° piante per specie |
| <i>Biancospino (Crataegus monogyna Jacq.)</i> | 25 | 840,00 | 2,00 | 840 | 210 |
| <i>Sanguinello (Cornus sanguinea L.)</i> | 25 | | | | 210 |
| <i>Cornolo (Cornus mas L.)</i> | 15 | | | | 126 |
| <i>Ligustro (Ligustrum vulgare L.)</i> | 30 | | | | 252 |
| <i>Nocciolo (Corylus avellana L.)</i> | 5 | | | | 42 |
| Totale | 100 | | | | 840 |
| Siepe in filare singolo | | | Largh. m | Dist. pianta-pianta m | Superficie N° piante |
| Fascia comprendente un singolo filare di carpino bianco. Sesto d'impianto: m 3,75 dalla fila adiacente di specie arboree e m 2,00 fra le piante. | | | | | |
| <i>Carpinus betulus</i> | | | 840,00 | 2,00 | 420 |

- **Boschetto (piantazione arboreo-cespugliosa)**



Mitigazione ambientale composta da piante arboree di diverse dimensioni e portamento da porre a dimora



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 70 di
142

senza un preciso sesto d'impianto ma in base ad una densità minima di una pianta ogni mq 9,00. L'intera area verrà prima seminata a prato stabile con specie di graminacee tappezzanti. Avrà una superficie di 7000 mq e sarà realizzata all'esterno della recinzione del lotto 2 nell'angolo Ovest, su via XXX Aprile; essa sarà costituita dalle piante riportate di seguito:

| Descrizione | | Superficie totale m ² | | | |
|--|------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------|----------------------|
| Mitigazione ambientale composta da piante arboree di diverse dimensioni e portamento da porre a dimora senza un preciso sesto d'impianto ma in base ad una densità minima di una pianta ogni mq 9,00. L'intera area verrà prima seminata a prato stabile con specie di graminacee tappezzanti. | | 7.000 | | | |
| Specie arboree | % | Sup. dedicata mq | Area per pianta mq | N° totale piante | N° piante per specie |
| <i>Acero campestre (Acer campestre L.)</i> | 20 | 3.000 | 9,00 | 333 | 67 |
| <i>Farnia (Quercus robur L.)</i> | 15 | | | | 50 |
| <i>Olmo campestre (Ulmus minor Mill.)</i> | 20 | | | | 67 |
| <i>Ciliegio selvatico (Prunus avium L.)</i> | 10 | | | | 33 |
| <i>Tiglio selvatico (Tilia cordata Mill.)</i> | 5 | | | | 17 |
| <i>Fragola ornata (Fragaria ornata L.)</i> | 20 | | | | 67 |
| <i>Salice bianco (Salix alba L.)</i> | 10 | | | | 33 |
| Totale | 100 | | | | 334 |
| Specie cespugliose | % | Sup. dedicata mq | Area per pianta mq | N° tot. piante | N° piante per specie |
| <i>Blancospino (Crataegus monogyna Jacq.)</i> | 25 | 4.000 | 9,00 | 444 | 111 |
| <i>Sanguinella (Cornus sanguinea L.)</i> | 25 | | | | 111 |
| <i>Cornolo (Cornus mas L.)</i> | 15 | | | | 67 |
| <i>Ligustro (Ligustrum vulgare L.)</i> | 30 | | | | 133 |
| <i>Noceola (Corylus avellana L.)</i> | 5 | | | | 21 |
| Totale | 100 | | | | 444 |

- Corridoio verde (piantagione arboreo-cespugliosa)**



Mitigazione ambientale composta da piante arboree di diverse dimensioni e portamento da porre a dimora senza un preciso sesto d'impianto ma in base ad una densità minima di una pianta ogni mq 9,00. L'intera area verrà prima seminata a prato stabile con specie di graminacee tappezzanti. Avrà una superficie di 16.150 mq e sarà realizzata all'interno della recinzione del lotto 1; essa sarà costituita dalle piante riportate di seguito:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 71 di
142

| Descrizione | | | Superficie totale m ² | | |
|--|------------|-------|---|------------------|----------------------|
| Mitigazione ambientale composta da piante arboree di diverse dimensioni e portamento da porte a dimora senza un preciso gesto d'impianto ma in base ad una densità minima di una pianta ogni mq 9,00. L'intera area verrà prima seminata a prato stabile con specie di graminacee tappezzanti. | | | 16.150,09 | | |
| Specie arboree | % | Sup. | Distanza o fra le piante m | N° totale piante | N° piante per specie |
| <i>Acer campestre (Acer campestre L.)</i> | 30 | 6.400 | 9,00 | 717 | 144 |
| <i>Farnia (Quercus robur L.)</i> | 10 | | | | 72 |
| <i>Olea campestre (Ulmus minor Mill.)</i> | 20 | | | | 144 |
| <i>Olivo selvatico (Prunus avium L.)</i> | 10 | | | | 72 |
| <i>Tiglio selvatico (Tilia cordata Mill.)</i> | 5 | | | | 36 |
| <i>Fraxino ornata (Fraxinus ornata L.)</i> | 20 | | | | 144 |
| <i>Salice bianco (Salix alba L.)</i> | 5 | | | | 36 |
| <i>Pioppa bianco (Populus alba L.)</i> | 5 | | | | 36 |
| <i>Pioppa tremolo (Populus tremula L.)</i> | 5 | | | | 36 |
| Totale | 100 | | | | |
| Specie cespugliose | % | Sup. | Distanza o fra piante o gruppi di piante m | N° tot. piante | N° piante per specie |
| <i>Blaucozzuto (Cytisus monogyna Jacq.)</i> | 25 | 9.690 | 9,00 | 1.076 | 269 |
| <i>Sanguinella (Cornus sanguinalis L.)</i> | 25 | | | | 269 |
| <i>Cornolo (Cornus mas L.)</i> | 15 | | | | 161 |
| <i>Ligustro (Ligustrum vulgare L.)</i> | 30 | | | | 323 |
| <i>Nocciuolo (Corylus avellana L.)</i> | 5 | | | | 54 |
| Totale | 100 | | | | |

5.1 L'ATTIVITA' 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 svolgimenti di attività agricole ed anche di servizi ecologici, sono state individuate 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:

- 1) coltivazione estensiva di essenze erbacee foraggere
- 2) allevamento apistico

Ogni opera sarà sviluppata attraverso diverse fasi preparative che sono dettagliatamente descritte all'interno della relazione agronomica DOC05 – RELAZIONE TECNICO-AGRONOMICA



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 72 di
142

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 55,26 MWp, che si intende realizzare su terreno privato a destinazione seminativo. Il progetto prevede un'area di circa 71,5 ha suddivisa in due lotti e situata in provincia di Pordenone nel comune di Sesto al Reghena e nella Città metropolitana di Venezia nel comune di Cinto Caomaggiore di cui è soggetto proponente la società Blusolar sesto al Reghena 1.

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 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).

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 55,26 MWp

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando:

- n. 93.665 moduli in silicio monocristallino
- n 154 inverter.

Il progetto prevede la suddivisione elettrica dell'impianto fotovoltaico nei due Lotti. Per un totale di sette sottocampi.

I pannelli sono posizionati su tracker da 12,13,25,50,75 pannelli, posti a interasse di 4,5 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 sette sottocampi in cui è diviso l'impianto sono serviti ciascuno da inverter e cabine di trasformazione.

L'energia prodotta all'interno del Lotto 2 verrà veicolata mediante cavidotto interrato esternamente all'impianto su strada pubblica in MT lungo circa 2,37 km dalla cabina di smistamento alla cabina di consegna interna al Lotto 1.

L'energia prodotta da entrambi i lotti verrà veicolata all'interno della Step-Up interna all'area di progetto, trasformata in AT e veicolata in uscita dalla Step-Up mediante un cavidotto in AT a 150 kV interrato con lunghezza di circa 113 m fino alla CP di e-Distribuzione, posizionata al confine Nord-Est del Lotto 1 d'impianto. Le tavole di progetto del layout e del cavidotto sono: *TAV10 - PLANIMETRIA DI PROGETTO CON TRACCIATO CONDUTTURE ELETTRICHE*, *TAV12 - COLLEGAMENTO*.

I cavidotti delle linee BT e MT presenti all'interno dell'impianto prevedono delle sezioni di scavo, per l'alloggiamento di tubazioni e cavi, di dimensioni differenti in funzione del numero delle linee da collocare al loro interno.

- Le linee in BT hanno una lunghezza totale di 17.202 m.
- Le linee in MT interne all'area di progetto hanno una lunghezza totale di 3.007 m.
- La linea in MT esterna all'area di progetto, di collegamento tra i due lotti, ha una lunghezza totale di 2.367 m.
- La linea in AT di collegamento tra la step up e la CP di e-Distribuzione ha una lunghezza totale di 113 m.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 73 di
142

Si riportano i riferimenti delle tavole di progetto prodotte a corredo di questo documento:

- *TAV14 - PLANIMETRIA GENERALE E SEZIONI PROFONDITÀ SCAVI;*

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

Gli accessi carrabili presenti sono segnalati all'interno della tavola layout di progetto (TAV02 – LAYOUT).

Saranno costituiti da cancelli a due ante in rete in acciaio zincato plastificata verde, larghi 6 m su pali in legno di castagno fissati al suolo con staffe di acciaio.

La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde alta da 2,7 m, collegata a pali in legno di castagno 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.

La viabilità interna al lotto sarà larga 3 m più l'ingombro della cunetta e sarà realizzata con uno spessore di 15 cm di materiale inerte misto cava di pezzatura fine e circa 20 cm di materiale inerte misto cava di pezzatura media 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 |
| | Step-Up |
| | Cabina di Consegna |
| | Cabina di Smistamento |
| | Cabine di Campo |
| | Linee illuminazione e videosorveglianza |
| | Linee BT interne |
| | Linee MT interne |
| | Linea MT esterna |
| | Giunti MT |
| | Linea AT |
| riporti | Linee illuminazione e videosorveglianza |
| | Linee BT interne |
| | Linee MT interne |
| | Linea MT esterna |
| | Giunti MT |
| Linea AT | |

| Infissioni |
|--------------------|
| Pali Tracker |
| Pali illuminazione |
| Pali recinzione |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 74 di
142

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);
- 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.

6.3 CAVIDOTTO MT– DA REALIZZARE ESTERNAMENTE ALL'IMPIANTO – COLLEGAMENTO LOTTO 2 - LOTTO 1

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee MT (Media tensione) esterne all'impianto si prevedono scavi a sezione di 650x1100 mm come rappresentati nella seguente figura:

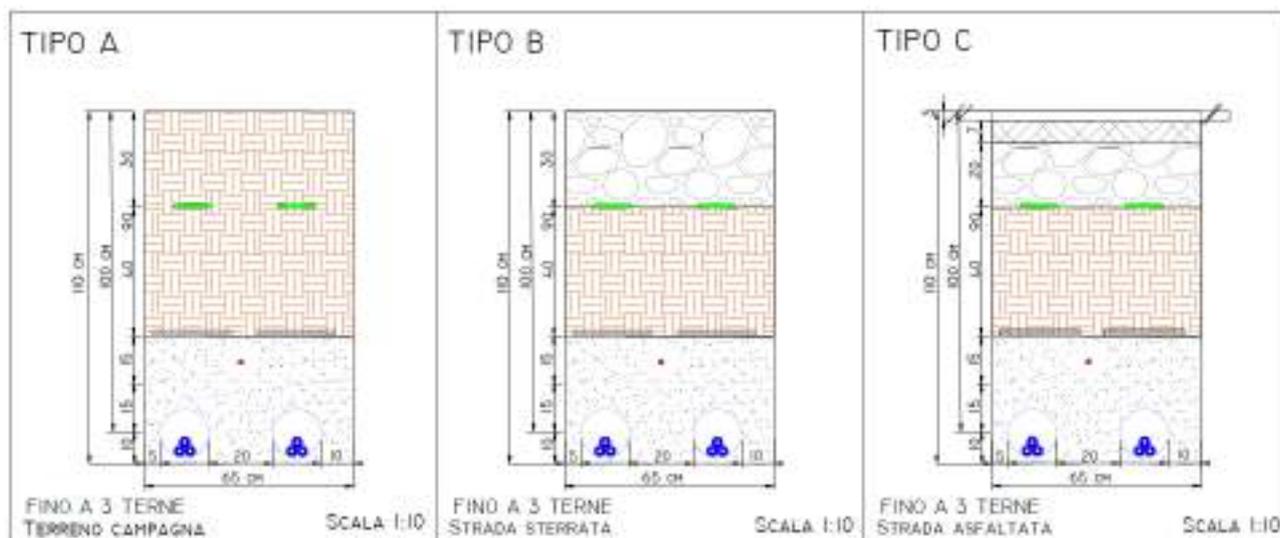


Figura 26 - TIPOLOGIE SEZIONI DI SCAVO LINEE MT ESTERNE ALL'IMPIANTO



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 75 di
142

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

| Linee cavidotto MT | Lunghezza (m) | Larghezza (m) | altezza (m) | Volume (mc) |
|--|---------------|---------------|-------------|---------------|
| Tratto AB - Strada vicinale del Castello sterrata | 105,0 | 0,65 | 1,1 | 75,1 |
| Tratto BC - Strada vicinale del Castello asfaltata | 154,0 | 0,65 | 1,1 | 110,1 |
| Tratto CD - Via Marignana Centro | 164,0 | 0,65 | 1,1 | 117,3 |
| Tratto DE - Via Bernava | 830,0 | 0,65 | 1,1 | 593,5 |
| Tratto EF - Via Banduzzo | 1046,4 | 0,65 | 1,1 | 748,2 |
| TOTALE | 2299,4 | | | 1644,1 |

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti della linea MT interrata che collega la cabina di smistamento interna al Lotto 2 con quella di consegna interna al Lotto 1 è pari a **1644,1 mc**.

Per tali calcoli si è tenuto conto dell'utilizzo della tecnologia No-Dig, in corrispondenza delle due interferenze (metanodotto) e dell'utilizzo di staffaggi in corrispondenza dei due ponti incontrati lungo l'intero percorso con relative geometrie e sezioni (rif. TAV13).

6.4 CAVIDOTTO AT – DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL'IMPIANTO

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee AT (Alta tensione) interne all'impianto si prevedono scavi di sezione 1050x1600 mm come rappresentato nella seguente figura:

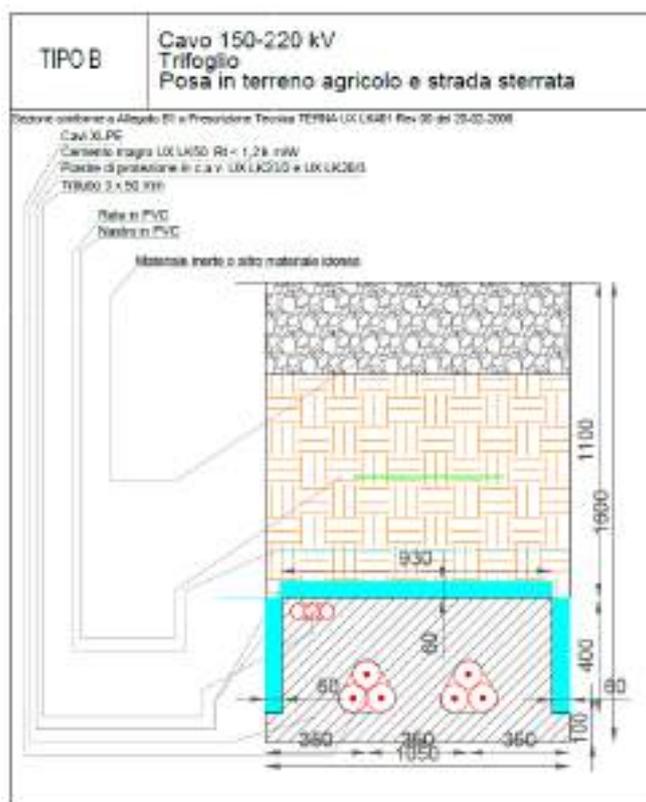


Figura 27 tipologie sezioni di scavo linee AT interne all'impianto

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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

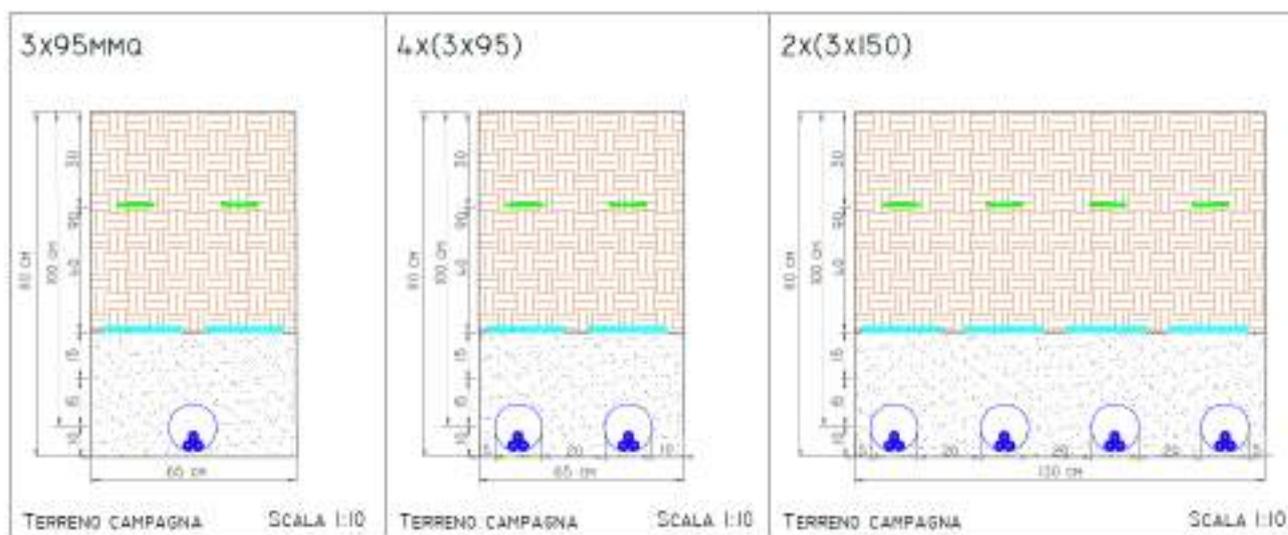
Pag 76 di
142

| Linee cavidotto AT interne | lunghezza (m) | larghezza (m) | altezza (m) | Volume (m3) |
|------------------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|
| Percorso Step Up - CP | 113 | 1,05 | 1,6 | 189,84 |

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti della linea AT interrata che collega la Step-Up interna al Lotto 1 con la CP di e-distribuzione adiacente a tale lotto è pari a **189,84 mc.**

6.5 CAVIDOTTO MT – DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL’IMPIANTO

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee MT (media tensione) si prevedono scavi a sezione di 650x1100 mm come rappresentati nella seguente Figura:



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 interne | | lunghezza (m) | larghezza (m) | altezza (m) | Volume (m3) |
|----------------------------|--------------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|
| LOTTO 1 | CCA-C.CONSEGNA | 267 | 0,65 | 1,1 | 190,86 |
| | CCB-C.CONSEGNA | 237 | 0,65 | 1,1 | 169,15 |
| | CCC-C.CONSEGNA | 559 | 0,65 | 1,1 | 399,58 |
| | CCD-C.CONSEGNA | 609 | 0,65 | 1,1 | 435,46 |
| | CCE-C.CONSEGNA | 557 | 0,65 | 1,1 | 397,93 |
| | C.CONSEGNA-STEP UP | 30 | 1,30 | 1,1 | 42,90 |
| | F-S1 | 178 | 0,65 | 1,1 | 127,27 |
| LOTTO 2 | CCF-C.SMISTAMENTO | 340 | 0,65 | 1,1 | 243,34 |
| | CCG-C.SMISTAMENTO | 203 | 0,65 | 1,1 | 145,29 |
| | S0-A | 28 | 0,65 | 1,1 | 20,02 |
| TOTALE | | 3 007 | | | 2 171,79 |

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee MT interne all'impianto è pari a **2171,79 mc.**



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 77 di
142

6.6 CAVIDOTTO BT – DA REALIZZARE INTERNAMENTE ALL'IMPIANTO

Per quanto riguarda l'alloggiamento delle linee BT (bassa tensione) si prevedono scavi a sezione di 400x600 mm per la linea in CC (corrente continua) e sezioni varie per quelle in CA (corrente alternata).

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 BT CA | lunghezza (m) | larghezza (m) | altezza (m) | Volume (m3) |
|-----------------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|
| TOTALE LOTTO 1 | 2 751 | | | 1 213,28 |
| TOTALE LOTTO 2 | 1 065 | | | 498,42 |
| TOTALE | 3 816 | | | 1 711,70 |

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee BT in CA è pari a **1711,70** mc.

| Linee cavidotto BT CC | lunghezza (m) | larghezza (m) | altezza (m) | Volume (m3) |
|-----------------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|
| SOTTOCAMPO A | 645 | 0,4 | 0,6 | 154,80 |
| SOTTOCAMPO B | 784 | 0,4 | 0,6 | 188,16 |
| SOTTOCAMPO C | 967 | 0,4 | 0,6 | 232,08 |
| SOTTOCAMPO D | 912 | 0,4 | 0,6 | 218,88 |
| SOTTOCAMPO E | 424 | 0,4 | 0,6 | 101,76 |
| SOTTOCAMPO F | 730 | 0,4 | 0,6 | 175,20 |
| SOTTOCAMPO G | 786 | 0,4 | 0,6 | 188,64 |
| TOTALE | 5 248 | | | 1 259,52 |

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee BT è pari a **1259,52** mc.

| | Volume (m3) | Lunghezza (m) |
|--|-----------------|---------------|
| Linea BT CA | 1 711,70 | 3 816 |
| Linea BT CC | 1 259,52 | 5 248 |
| Linea BT CA per videosorveglianza ed illuminazione perimetrale | 1 220,73 | 8 138 |
| TOTALE | 4 191,95 | 17 202 |

Il volume totale di terreno da scavare per la realizzazione degli alloggiamenti delle linee BT è pari a **4191,95** 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 MT esterna | 1 644,07 | 2 367 |
| Linea AT interna | 189,84 | 113 |
| Linea MT interna | 2 171,79 | 3 007 |
| Linea BT interna | 4 191,95 | 17 202 |
| TOTALE | 8 197,65 | 22 689 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 78 di
142

*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 conferito a discarica autorizzata, di tratta di circa **1.479,7 mc** di materiale da conferire in discarica.*

Gli altri movimenti terra interni ai layout di progetto saranno riutilizzati e non si prevede alcun conferimento in discarica.

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

6.7 VOLUMI COMPLESSIVI

In questo paragrafo di riportano le tabelle generali degli scavi interni ed esterni al layout di impianto

Nello specifico si rimanda anche alle tavole di progetto che analizzano le sezioni di scavo e l'andamento naturale del terreno:

- TAV10 – PLANIMETRIA DI PROGETTO CON TRACCIATO CONDOTTURE ELETTRICHE
- TAV12 – COLLEGAMENTO
- TAV13 – INTERFERENZE COLLEGAMENTO
- TAV14 – PLANIMETRIA GENERALE E SEZIONI PROFONDITA' SCAVI

Movimenti interni al layout di cantiere

| BILANCIO MOVIMENTI TERRA INTERNI | | lunghezza (m) | larghezza (m) | profondità/altezza (m) | numero elementi | area (mq) | Volume (mc) |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------|---------------|------------------------|-----------------|-----------|----------------|
| Scavi | Viabilità | - | 3 | 0,2 | - | 30257,6 | 6051,5 |
| | Cabina di consegna | - | - | 0,65 | 1 | 131,0 | 85,2 |
| | Cabina di smistamento | 9,5 | 3 | 0,65 | 1 | 28,5 | 18,5 |
| | Base stalli Step Up | 32,8 | 12,5 | 0,6 | 1 | 409,4 | 245,6 |
| | Trasformatore Step Up | 9,0 | 6,0 | 1,7 | 1 | 54,0 | 91,8 |
| | Vasca Step-Up | 6,1 | 3,3 | 1,7 | 1 | 20,1 | 34,2 |
| | Disoleatore Step-Up | 3,6 | 1,4 | 2,0 | 1 | 5,0 | 10,1 |
| | Cabina di campo | 8,1 | 3,6 | 0,7 | 7 | 205,2 | 143,6 |
| | Percorso ciclopedonale | - | - | 0,2 | - | 5621,8 | 1124,4 |
| | Linee illuminazione-videosorveglianza | 8138 | 0,25 | 0,6 | - | 2034,5 | 1220,7 |
| | Linee BT | 9064 | - | - | - | - | 2971,2 |
| | Linee MT | 3007 | - | - | - | - | 2171,8 |
| | Linea AT percorso Step Up - CP | 113 | 1,05 | 1,6 | - | - | 189,8 |
| Riporto | Linee illuminazione-videosorveglianza | 8138 | 0,25 | 0,4 | - | - | 813,8 |
| | Linee BT | 9064 | - | 0,3 | - | - | 750,9 |
| | Linee MT | 3007 | - | 0,7 | - | - | 1382,0 |
| | Linea AT percorso Step Up - CP | 113 | 1,05 | 0,7 | - | - | 83,1 |
| | Rialzi | - | - | - | - | - | 1543,0 |
| Totale | Totale scavi (mc) | | | | | | 14358,5 |
| | Volumi espansi 30% (mc) | | | | | | 18666,0 |
| | Volumi recuperati 10% (mc) | | | | | | 5030,1 |
| | bilancio terre (mc) | | | | | | 13635,9 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 79 di
142

Movimenti esterni al layout di cantiere

| BILANCIO MOVIMENTI TERRA ESTERNI | | lunghezza (m) | larghezza (m) | profondità/altezza (m) | numero elementi | area (mq) | Volume (mc) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|---------------------------|--------------------|--------------|----------------|
| Scavi | Linea MT | 2299 | 0,65 | 1,1 | 1 | 1494,6 | 1644,1 |
| Riporto | Linea MT | 2299 | 0,65 | 0,4 | 1 | 1494,6 | 597,8 |
| Totale | Totale scavi (mc) | 1644,1 | | | | | |
| | Volumi espansi 30% (mc) | 2137,3 | | | | | |
| | Volumi recuperati 10% (mc) | 657,6 | | | | | |
| | bilancio terre (mc) | 1479,7 | | | | | |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 80 di
142

7. ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE E RICADUTE OCCUPAZIONALI

Si riportano i dati principali, per un maggiore approfondimento si rimanda al DOC18-PIANO DI CANTIERIZZAZIONE E RICADUTE OCCUPAZIONALI

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

- n. 13.139 unità giorno per la fase di costruzione;
- n. 174 unità giorno per la fase di costruzione del cavidotto MT;
- n. 3900 unità giorno ogni anno per la fase di gestione ripartite per l'esecuzione delle attività di gestione e manutenzione;
- n. 711 unità giorno ogni anno per attività agricola;
- n. 5265 unità giorno per la fase di dismissione.

Le fasi di costruzione, quelle di dismissione e le varie fasi ripartite per l'esecuzione delle attività di gestione e manutenzione vengono evidenziate nelle tabelle di seguito riportate:

| Fase di costruzione | | | | | |
|--|-------------|------------|-----------------------------|------------------|---------------|
| Attività | Durata | Inizio | Fine | Operai richiesti | uomini giorno |
| Consegna lavori | 0g | 03/05/2025 | 03/05/2025 | 0 | 0 |
| Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere | 17g | 03/05/2025 | 25/03/2025 | 30 | 510 |
| Scotico del terreno | 16g | 26/03/2025 | 16/04/2025 | 20 | 320 |
| Picchettamento terreno | 13g | 17/04/2025 | 05/05/2025 | 20 | 260 |
| Realizzazione viabilità e piazzole | 34g | 06/05/2025 | 20/06/2025 | 15 | 510 |
| Realizzazione recinzione | 16g | 23/06/2025 | 14/07/2025 | 45 | 720 |
| Sbancamenti e sistemazione piano di posa per cabine | 13g | 23/06/2025 | 09/07/2025 | 10 | 130 |
| Realizzazione percorso ciclopedonale | 15g | 10/07/2025 | 30/07/2025 | 10 | 150 |
| Infissione pali e montaggio delle strutture di supporto | 50g | 23/06/2025 | 29/08/2025 | 50 | 2500 |
| Realizzazione impianto di illuminazione | 22g | 10/07/2025 | 08/08/2025 | 50 | 1100 |
| Posizionamento cabine e realizzazione impianto di terra cabine | 28g | 10/07/2025 | 18/08/2025 | 15 | 420 |
| Realizzazione impianto antifurto | 22g | 19/08/2025 | 17/09/2025 | 20 | 440 |
| Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro | 40g | 18/09/2025 | 12/11/2025 | 15 | 600 |
| Installazione quadri di campo e parallelo cc | 20g | 13/11/2025 | 10/12/2025 | 20 | 400 |
| Stringatura e cablaggi cc | 26g | 11/12/2025 | 15/01/2026 | 40 | 1040 |
| Montaggio dei moduli fotovoltaici | 34g | 16/01/2026 | 04/03/2026 | 40 | 1360 |
| Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite | 28g | 05/03/2026 | 13/04/2026 | 18 | 504 |
| Allestimento cabina di smistamento e di consegna | 5g | 14/04/2026 | 20/04/2026 | 10 | 50 |
| Opere agronomiche | 91g | 15/07/2025 | 18/11/2025 | 15 | 1365 |
| Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane | 3g | 21/04/2026 | 23/04/2026 | 0 | 0 |
| Cablaggi | 23g | 21/04/2026 | 21/05/2026 | 30 | 690 |
| Realizzazione opere di rete | 90g | 21/04/2026 | 24/08/2026 | 0 | 0 |
| Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree | 10g | 25/08/2026 | 07/09/2026 | 7 | 70 |
| Ultimazione lavori | 0g | 07/09/2026 | 07/09/2026 | 0 | 0 |
| Durata | 396g | | Totale uomini giorno | | 13.139 |
| Max operai in cantiere (contemporanei) | | | | | 129 |

TABELLA 1. CALCOLO UNITÀ LAVORATIVE NELLA FASE DI CANTIERE



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 81 di
142

| Calcolo unità lavorative all'anno nella fase di gestione | | |
|---|-----------------|---------------------------|
| Attività di pulizia dei moduli | quantità | u.m. |
| metri quadri da pulire | 244.920,71 | mq |
| numero pulizie/anno | 4 | n° |
| metri quadri puliti giornalmente per ogni operaio | 800 | mq/uomo |
| Uomini giorno pulizia | 1225 | uomini giorno/anno |
| Attività di taglio dell'erba e manutenzione delle aree verdi (lotto2) | | |
| metri quadri da pulire | 118.260,00 | mq |
| numero pulizie/anno | 4 | n./anno |
| metri quadri mantenuti giornalmente per ogni operaio | 3000 | mq/uomo |
| uomini giorno pulizia | 158 | 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 | 386 | uomini giorno/anno |
| Attività di manutenzione straordinaria | | |
| Uomini giorno | 483 | uomini giorno/anno |
| Attività coltivazione (lotto1) | | |
| metri quadri da coltivare | 390.144,58 | ha |
| numero pulizie/anno | 4 | n./anno |
| metri quadri mantenuti giornalmente per ogni operaio | 3000 | mq/uomo |
| Uomini giorno | 520 | uomini giorno/anno |
| Attività apistica | | |
| arnie | 20 | n° |
| ore annuali dedicate | 264 | h |
| Uomini giorno | 33 | uomini giorno/anno |
| Totale uomini giorno fase di gestione e manutenzione | 3900 | uomini giorno/anno |

TABELLA 2. CALCOLO UNITÀ LAVORATIVE NELLA FASE DI GESTIONE



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 82 di
142

Per l'intervento di dismissione dell'impianto in progetto si presume l'impiego di massimo 110 operai contemporaneamente in cantiere per un totale di **5.265** uomini giorno.

È possibile prevedere una durata del cantiere pari a circa 109 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 in tabella

| 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 | 17 | 17 | 30 | 510 |
| Comunicazione fine attività agli Enti | 18 | 20 | 3 | 0 | 0 |
| Smantellamento Step-Up | 18 | 30 | 13 | 20 | 260 |
| Smantellamento cablaggi MT e BT | 18 | 21 | 4 | 30 | 120 |
| Dismissione cabine di smistamento e di consegna | 31 | 32 | 2 | 20 | 20 |
| Disconnessione inverter | 33 | 38 | 6 | 40 | 240 |
| Smontaggio dei moduli fotovoltaici | 33 | 43 | 11 | 60 | 660 |
| Rimozione stringatura e cablaggi cc | 44 | 54 | 11 | 60 | 660 |
| Rimozione quadri di campo e parallelo cc | 55 | 57 | 3 | 35 | 105 |
| Rimozione cavidotti, corrugati e pozzetti, reinterro | 58 | 60 | 3 | 20 | 60 |
| Rimozione impianto antifurto | 61 | 63 | 3 | 60 | 180 |
| Rimozione cabine e impianto di terra cabine | 33 | 33 | 1 | 29 | 30 |
| Demolizione/rimozione impianto di illuminazione | 64 | 68 | 5 | 60 | 300 |
| Rimozione pali/viti e smontaggio delle strutture di supporto | 44 | 63 | 20 | 32 | 640 |
| Rimozione recinzione | 64 | 68 | 5 | 50 | 250 |
| Smantellamento viabilità e piazzole | 69 | 80 | 12 | 30 | 360 |
| Sistemazione e ripristino terreno allo stato ante operam | 81 | 97 | 17 | 30 | 510 |
| Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree | 98 | 109 | 12 | 30 | 360 |
| Ultimazione lavori | 109 | 109 | 0 | 0 | 0 |
| totale uomini giorno | | | | | 5265 |
| max operai in cantiere (contemporanei) | | | | | 110 |

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 | 12.224 |
| Unità impiegate in fase di gestione | 117.000 |
| Unità impegnate in fase di dismissione | 5.265 |
| Totale | 134.509 |
| Anni/uomo corrispondenti | 4.484 |

TABELLA 3. CALCOLO UNITÀ LAVORATIVE COMPLESSIVE



7.1 DESCRIZIONE DELLE FASI INDIVIDUATE NEL CRONOPROGRAMMA

7.1.1 Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del 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 28 - ALLESTIMENTO CANTIERE



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

Il cavidotto di progetto è illustrato nella tavola "TAV12 – COLLEGAMENTO" e nella tavola "TAV13 – INTERFERENZE COLLEGAMENTO".

I cavidotti in media tensione saranno dotati di due terne e saranno interrati per i primi metri su strada interpodereale sterrata attraversante i campi e successivamente posate su carreggiata asfaltata, tenendo conto degli eventuali sottoservizi e interferenze. Vengono indicati gli ostacoli dei sottoservizi 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.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 84 di
142

Tale tracciato sarà ricadente nel comune di Sesto al Reghena.

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.

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 segnalatori 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.

Alla realizzazione dei 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.

Alcuni tratti del cavidotto saranno posati con tecnologia No-Dig. La caratteristica principale della trivellazione orizzontale guidata (no-dig) è la possibilità di effettuare la posa in opera di un servizio richiesto in alternativa allo scavo a cielo aperto. La perforazione orizzontale è una tecnica innovativa molto apprezzata sia per la sua versatilità e capacità di realizzare i più comuni interventi, sia per completare con successo problematiche che fino a poco tempo fa sembravano improponibili. L'uso della tecnologia no-dig elimina inoltre i negativi impatti sull'ambiente naturale e costruito.

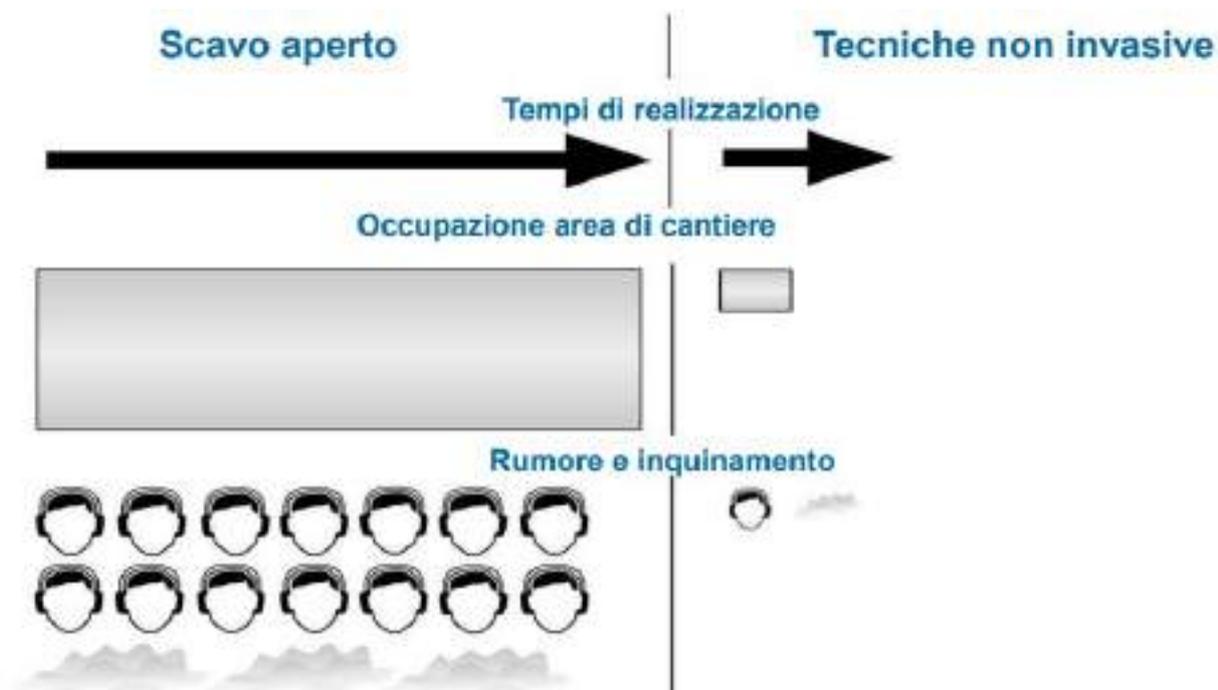


Figura 29 - confronto tra scavo aperto e tecniche non invasive

Alla realizzazione dei lavori composti principalmente di scavi ristretti a cielo aperto, mitigata dall'utilizzo in numerosi tratti della tecnica No-Dig, 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, e sarà predisposto un sistema di bagnatura dei risultati dello scavo al fine di evitare al massimo le dispersioni di polveri in atmosfera.

Si dovranno realizzare le seguenti connessioni interrate:

- Collegamento interno del campo fotovoltaico in corrente alternata in bassa tensione per illuminazione e videosorveglianza perimetrale;
- Collegamento interno al campo fotovoltaico in corrente alternata in bassa tensione tra gli inverter e le cabine di campo;
- Collegamento interno al campo fotovoltaico in media tensione tra le cabine di campo e la cabina di smistamento (interna al Lotto 2);
- Collegamento interno al campo fotovoltaico in media tensione tra le cabine di campo e la cabina di consegna (interna al Lotto 1);
- Collegamento in media tensione tra la cabina di smistamento interna al Lotto 2 e la cabina di consegna interna al Lotto 1 (percorso esterno all'area d'impianto);
- Collegamento in media tensione tra la cabina di consegna interna al Lotto 1 e la Step-Up;
- Collegamento in alta tensione tra la Step Up e la CP di e-distribuzione adiacente al Lotto 1.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 86 di
142

Percorso A:

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

| | |
|--------------------------------|--|
| Numero di addetti | 1 squadra = 6 operatori |
| Periodo di occupazione stimata | Sesto al Reghena 23 giorni; Totale 23 giorni. |
| Lunghezza collegamento | Sesto al Reghena 1.776 m; Totale 1.776 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 |

Per quanto riguarda il cavidotto che collega la cabina di smistamento interna al Lotto 2 e la cabina di consegna interna al Lotto 1:

- Nel comune di Sesto al Reghena si percorrerà una strada comunale sterrata per 72 m circa, una strada comunale asfaltata per 193 m circa, Via Marignana Centro per 604 m circa, Via Settimo per 220 m circa, Via Banduzzo per 687 m circa.

Note di dettaglio sui percorsi adottati – Collegamento Lotto 2 – Lotto 1:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 87 di
142

Strada vicinale sterrata del Castello.

Lunghezza scavi circa 105 m



Primo tratto all'esterno dell'area di progetto

La porzione stradale ha una carreggiata da 3 m circa di larghezza e presenta un fondo erboso con misto ghiaia e sabbia. Risulta fiancheggiata da campi coltivati.

Gli scavi interesseranno il centro della carreggiata.



Scavi cavidotti MT

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **1 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.

Si sottolinea che il tratto stradale è caratterizzato da traffico poco intenso e di tipo principalmente agricolo, in quanto conduce ai campi.

Strada vicinale asfaltata del castello.

Lunghezza scavi circa 166 m



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

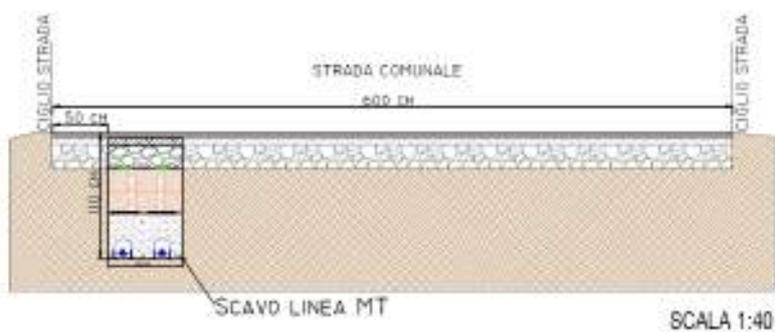
Pag 88 di
142



Incrocio tra Via Castello e Via XXX Aprile

La porzione stradale ha una carreggiata da 4 m circa di larghezza. È circondata da campi coltivati ed abitazioni e attraversa il Fiume Caomaggiore in prossimità del Lotto 2.

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



Scavi cavidotti MT



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 89 di
142

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico poco intenso.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **2 giorni lavorativi** inclusi gli attraversamenti No-Dig.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 90 di
142

Via Marignana Centro.
Lunghezza scavi circa 604 m



Primo tratto di strada in prossimità del campo



Tratto che attraversa il fiume



Incrocio con Via Stazione e Via Bernava



Tratto che attraversa la frazione



Incrocio con Via Giotto di Bondone

Via Marignana Centro è una strada asfaltata con carreggiata da 6 m circa, attraversa il Fiume Caomaggiore, incrocia Via Stazione da Nord e Via Bernava da Ovest, prosegue attraversando la frazione omonima fino all'incrocio con Via Giotto di Bondone da Est, dove assume la denominazione di Via Settimo.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 91 di
142

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



Scavi cavidotti MT

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico relativamente intenso, in quanto attraversa il centro abitato.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **8 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 92 di
142

Via Settimo (SP42)

Lunghezza scavi circa 220 m



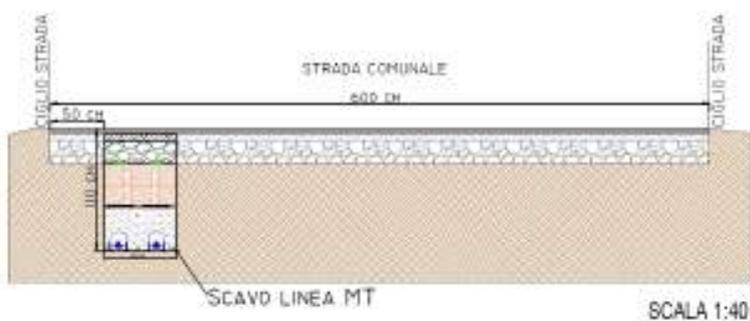
**Primo tratto in prossimità dell'incrocio con
Via Giotto di Bondone**



Incrocio con Via Banduzzo

Via Settimo è una strada asfaltata con carreggiata da 6 m circa, attraversa parte di frazione Marignana e prosegue verso Sud.

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



Scavi cavidotti MT

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 93 di
142



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico relativamente intenso in quanto attraversa il centro abitato. Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **3 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig

Via Banduzzo.

Lunghezza scavi circa 687 m



Primo tratto



Tratto che costeggia la CP

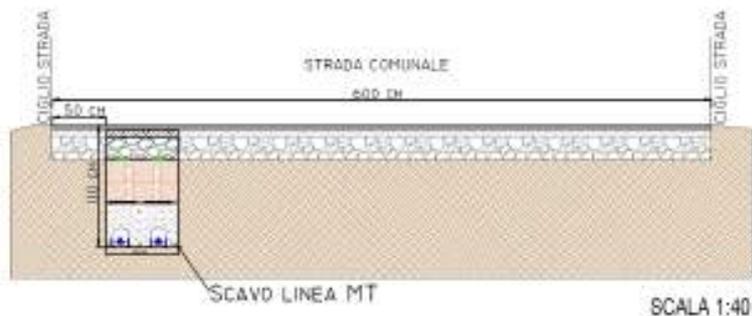
Via Banduzzo è una strada asfaltata con carreggiata da 4 m circa, attraversa campi coltivati, costeggia la CP di e-distribuzione proseguendo poi verso Ovest.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 94 di
142

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



Scavi cavidotti MT

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico relativamente intenso, in quanto conduce ai campi e ad aree industriali limitrofe.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **9 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 95 di
142

Percorso B:

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

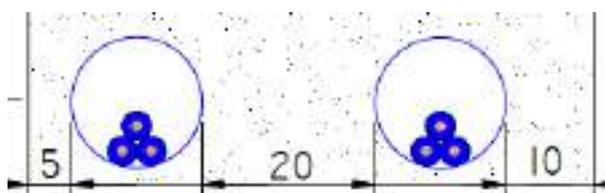
| | |
|--------------------------------|--|
| Numero di addetti | 1 squadra = 6 operatori |
| Periodo di occupazione stimata | Sesto al Reghena: 29 giorni; Totale 29 giorni. |
| Lunghezza collegamento | Sesto al Reghena: 2.367 m; Totale 2.367 m. |
| Produzione stimata | 80 m/giorno |
| Strade di accesso | viabilità ordinaria e secondaria |
| Mezzi necessari | Escavatore Argano a motore Camion per trasporto materiale Automezzi per trasporto personale Trivella Pantografo |

Per quanto riguarda la volumetria di terreno scavato per l'elettrodotto esterno in MT si tratta di circa **1644,07 mc** di sterro;

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.

- Come già indicato, il superamento delle interferenze avverrà mediante la tecnologia No-Dig; sono state riscontrate 4 interferenze dislocate nei diversi tratti di collegamento, di seguito un riepilogo per tratto:
- Tratto AB – Strada vicinale sterrata del Castello;
- Tratto BC – Strada vicinale asfaltata del Castello (1 interferenze): 1 ponte;
- Tratto CD – Via Marignana Centro (1 interferenze): 1 ponte;
- Tratto DE – Via Bernava;
- Tratto EF – Via Banduzzo (2 interferenze): 2 metanodotti.

Nel caso di progetto si tratta di due terne di cavi inseriti in due corrugati dal diametro di 15 cm. La testa di perforazione è dotata di una sonda con la quale è possibile registrare continuamente l'avanzamento delle condotte monitorando così le quote e le posizioni.



Sezione delle terne all'interno dei corrugati da 15 cm



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 96 di
142

Nella **Figura 15** viene mostrata come avviene l'intestazione dei fori nella tecnologia no-dig.

Si stima che l'area di intervento in ingresso e in uscita del no-dig sia di 1 m².



Figura 15 - Intestazione foro no-dig

Il tracciato del cavidotto percorrerà il Comune di Sesto al Reghena.

Per quanto riguarda il cavidotto che collega il Lotto 2 di progetto alla cabina di consegna interna al Lotto 1:

- Nel comune di Sesto al Reghena si percorrerà una strada vicinale sterrata per 105 m circa, una strada vicinale asfaltata per 166 m circa, Via Marignana Centro per 180 m circa, Via Bernava per 830 m circa, Via Banduzzo per 1086 m circa.

Note di dettaglio sui percorsi adottati – Collegamento Lotto 2 – Lotto 1:

Strada vicinale sterrata del Castello.

Lunghezza scavi circa 105 m



Primo tratto all'esterno dell'area di progetto



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 97 di
142

La porzione stradale ha una carreggiata da 3 m circa di larghezza e presenta un fondo erboso con misto ghiaia e sabbia. Risulta fiancheggiata da campi coltivati.

Gli scavi interesseranno il centro della carreggiata.

Scavi cavidotti MT

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **1 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.

Si sottolinea che il tratto stradale è caratterizzato da traffico poco intenso e di tipo principalmente agricolo, in quanto conduce ai campi.

Strada vicinale asfaltata del Castello.

Lunghezza scavi circa 166 m

Incrocio tra Via Castello e Via XXX Aprile

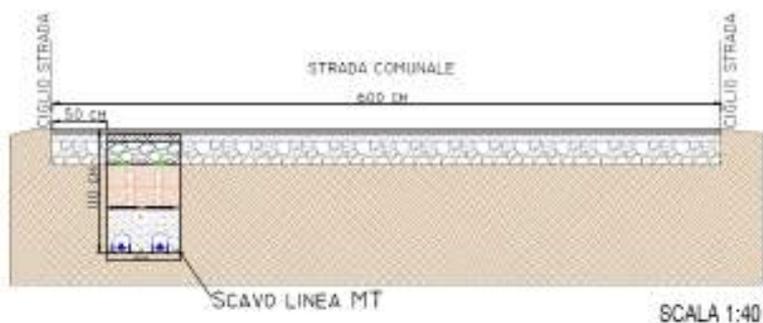
La porzione stradale ha una carreggiata da 4 m circa di larghezza. È circondata da campi coltivati ed abitazioni e attraversa il Fiume Caomaggiore in prossimità del Lotto 2.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 98 di
142

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



Scavi cavidotti MT

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico poco intenso.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **2 giorni lavorativi** inclusi gli attraversamenti No-Dig.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 99 di
142

Via Marignana Centro.
Lunghezza scavi circa 180 m



Primo tratto di strada in prossimità del campo

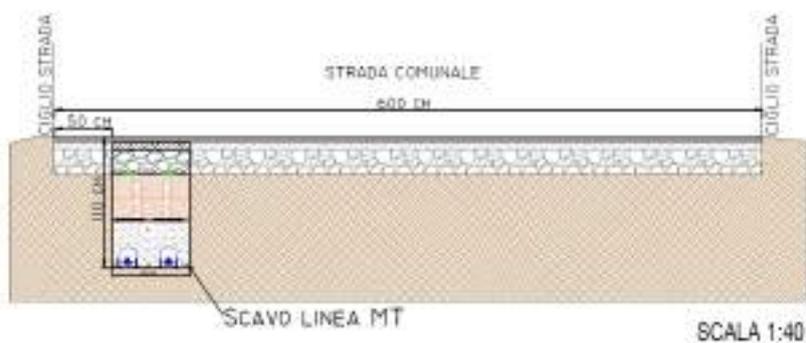


Tratto che attraversa il fiume



Incrocio con Via Stazione e via Bernava

Via Marignana Centro è una strada con carreggiata da 6 m circa, attraversa il Fiume Caomaggiore fino ad incrociare Via Stazione da Nord e Via Bernava da Ovest.
Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



Scavi cavidotti MT



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 101 di
142

Via Bernava.

Lunghezza scavi circa 830 m



Primo tratto in uscita dalla frazione



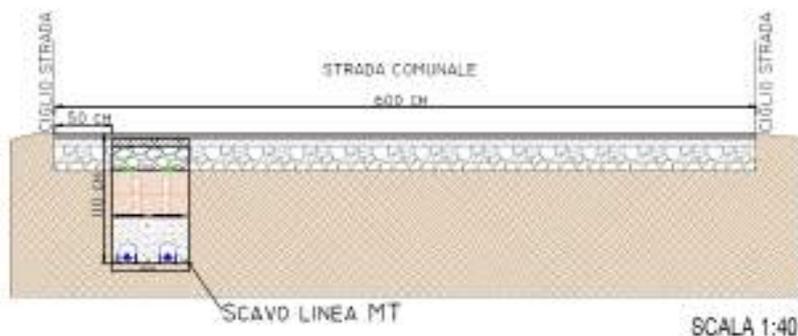
Tratto centrale



Tratto in corrispondenza dell'incrocio con Via Banduzzo

Via Bernava è una strada asfaltata con carreggiata da 6 m circa, costeggia alcune abitazioni di frazione Marignana a Nord e prosegue verso Ovest attraversando campi coltivati.

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



Scavi cavidotti MT



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 103 di
142

Via Banduzzo

Lunghezza scavi circa 1086 m



Primo tratto



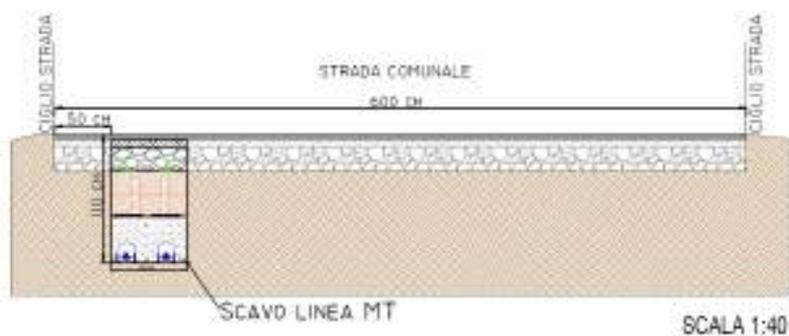
tratto in prossimità della rotonda i Platani



Tratto in prossimità del Lotto 1

Via Banduzzo è una strada asfaltata con carreggiata da 3 m circa, lungo la porzione tra Via Bernava e la rotonda, e con carreggiata da 4 m circa lungo la porzione successiva. Attraversa campi coltivati ed alcune abitazioni.

Gli scavi interesseranno il bordo stradale.



Scavi cavidotti MT



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 104 di
142

A causa dell'assenza di banchina si prevede la realizzazione dello schema ministeriale di seguito riportato con traffico alternato:



Il tratto stradale è caratterizzato da traffico relativamente intenso, in quanto conduce ai campi e ad aree industriali limitrofe.

Si prevede che il cantiere in questo tratto duri circa **14 giorni lavorativi**, inclusi gli attraversamenti No-Dig.

7.1.3 Scelta percorso collegamento

In natura dei criteri progettuali precedentemente esposti si decide di optare per il Percorso B di collegamento. Il percorso B risulta più lungo di 591 m circa rispetto al percorso A, ma la maggior lunghezza viene sopperita da una notevole diminuzione di interferenze riscontrate durante il tragitto. Nello specifico si evita l'attraversamento di Frazione Marignana lungo l'SP42 ricca di sottoservizi di varia natura che obbligherebbero ad un notevole utilizzo della tecnologia No-Dig con costi tecnico economici decisamente maggiori. Si limita quindi l'interessamento di nuclei e centri abitati, transitando su aree di minor pregio ed interessando prevalentemente aree agricole.

Gestione della viabilità

Preliminarmente all'esecuzione delle attività verrà sottoposto al Comando di Polizia Urbana competente del 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 limitati negli orari e organizzati secondo le indicazioni riportate nel SIA e nella relazione Acustica. 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.

Impatto del traffico nei comuni limitrofi



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 105 di
142

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 |
|------------------------------------|-----|------------|
| | 93 | |
| Moduli fotovoltaici | 665 | 407 |
| Tracker 1x12 | 115 | 12 |
| Tracker 1x13 | 270 | 27 |
| Tracker 1x25 | 294 | 59 |
| Tracker 1x50 | 292 | 117 |
| Tracker 1x75 | 891 | 446 |
| Inverter | 130 | 1 |
| Cabina di Campo | 7 | 4 |
| Cabina di Consegna | 1 | 1 |
| Cabina di Smistamento | 1 | 1 |
| Step Up | 1 | 3 |
| Control Room | 1 | 1 |
| Totale trasporti principali | | 1077 |
| Altri materiali 10% | | 108 |
| Giorni lavoro complessivi | | 396 |
| Trasporti medi giornalieri | | 3 |

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

7.1.4 Scotico del terreno

Il lavoro consiste nella pulizia e nel parziale livellamento del terreno, al fine di una corretta installazione dei moduli fotovoltaici. Si utilizzeranno mezzi meccanici cingolati e lama livellatrice.

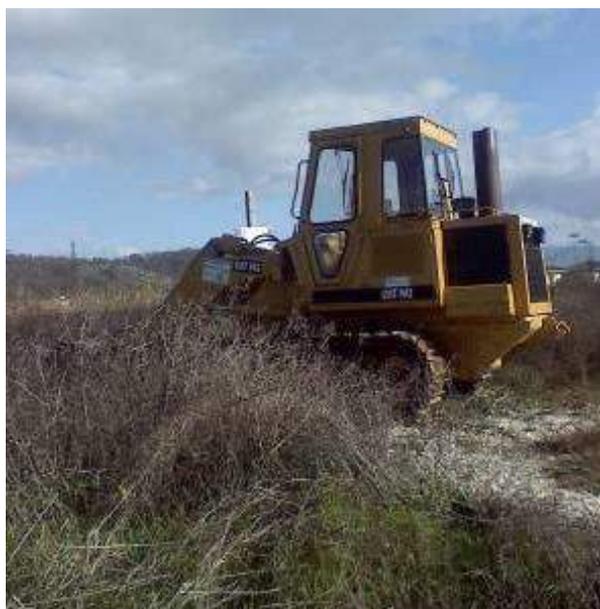


Figura 31 – PULIZIA TERRENO



Figura 30– LIVELLAMENTO TERRENO



7.1.5 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:

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

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 %.

7.1.6 Picchettamento del terreno



Figura 32– PICCHETTAMENTO



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 107 di
142

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.

7.1.7 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 33 – VIABILITÀ INTERNA

7.1.8 Realizzazione recinzione

Il lavoro consiste nella predisposizione della recinzione e dunque dalla messa in ripristino 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. All'interno del progetto i pali previsti per la realizzazione della recinzione sono in legno di castagno, come anche il cancello di ingresso. (TAV07 - *PARTICOLARI COSTRUTTIVI*)

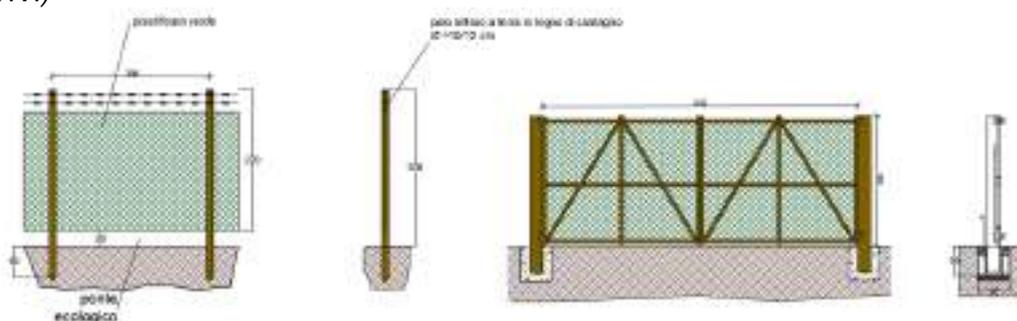


Figura 34 – STRALCIO DELL'ELABORATO GRAFICO CON DETTAGLI DI RECINZIONE E CANCELLI DI INGRESSO

7.1.9 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, gli inverter e i trasformatori. 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.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 108 di
142



Figura 35 – SBANCAMENTO PIANO POSA CABINE

7.1.10 Realizzazione percorso ciclopedonale

Il lavoro consiste nella realizzazione del tracciato ciclopedonale da progetto.

La prima fase è quella di predisposizione del fondo, compiendo le operazioni di riporto dopo gli opportuni tracciamenti. Seguirà versamento e livellazione del misto adatto trasportato in loco dai mezzi d'opera. La fase successiva sarà quella di posa del manto della pista.



Figura 36 – PISTA CICLOPEDONALE

7.1.11 Installazione cabine

Le operazioni da eseguire sono la posa della struttura prefabbricata e l'assemblaggio delle diverse parti che costituiscono la cabina avendo cura di predisporre tutti i passaggi per i cavi.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 109 di
142

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 37– INSTALLAZIONE CABINE

7.1.12 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 38 – MACCHINA BATTIPALO PER INFISSIONE 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.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 110 di
142

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.**

7.1.13 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.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 111 di
142

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 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 39 – SCAVI PR

7.1.14 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 40 – QUADRI IN PARALLELO

7.1.15 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.

7.1.16 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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 112 di
142

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.

7.1.17 Cablaggi

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

7.1.18 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.

7.1.19 Opere agronomiche e di mitigazione

Il lavoro consiste nella messa a dimora di tutte le specie arboree individuate per le opere di mitigazione, quali:

- 1) coltivazione estensiva di essenze erbacee foraggiere nettariifere sull'intera superficie dell'impianto
- 2) allevamento apistico
- 3) Essenze arboree ed arbustive perimetrali

Ogni opera sarà sviluppata attraverso diverse fasi preparative che sono dettagliatamente descritte all'interno della relazione agronomica DOC05 – RELAZIONE TECNICO-AGRONOMICA

7.1.20 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.

7.2 CRONOPROGRAMMA

7.2.1 Cronoprogramma Costruzione impianto

| Fase di costruzione | | | | | |
|---|--------|------------|------------|------------------|---------------|
| Attività | Durata | Inizio | Fine | Operai richiesti | uomini giorno |
| Consegna lavori | 0g | 03/05/2025 | 03/05/2025 | 0 | 0 |
| Alliestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere | 17g | 03/05/2025 | 25/03/2025 | 30 | 510 |
| Scotico del terreno | 16g | 26/03/2025 | 16/04/2025 | 20 | 320 |
| Picchettamento terreno | 13g | 17/04/2025 | 05/05/2025 | 20 | 260 |
| Realizzazione viabilità e piazzole | 34g | 06/05/2025 | 20/06/2025 | 15 | 510 |
| Realizzazione recinzione | 16g | 23/06/2025 | 14/07/2025 | 45 | 720 |
| Sbancamenti e sistemazione piano di posa per cabine | 13g | 23/06/2025 | 09/07/2025 | 10 | 130 |
| Realizzazione percorso ciclopedonale | 15g | 10/07/2025 | 30/07/2025 | 10 | 150 |
| Infissione pali e montaggio delle strutture di supporto | 50g | 23/06/2025 | 29/08/2025 | 50 | 2500 |
| Realizzazione impianto di illuminazione | 22g | 10/07/2025 | 08/08/2025 | 50 | 1100 |
| Posizionamento cabine e realizzazione impianto di terra cabine | 28g | 10/07/2025 | 18/08/2025 | 15 | 420 |
| Realizzazione impianto antifurto | 22g | 19/08/2025 | 17/09/2025 | 20 | 440 |
| Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro | 40g | 18/09/2025 | 12/11/2025 | 15 | 600 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 113 di
142

| | | | | | |
|--|-------------|------------|-----------------------------|----|---------------|
| Installazione quadri di campo e parallelo cc | 20g | 13/11/2025 | 10/12/2025 | 20 | 400 |
| Stringatura e cablaggi cc | 26g | 11/12/2025 | 15/01/2026 | 40 | 1040 |
| Montaggio dei moduli fotovoltaici | 34g | 16/01/2026 | 04/03/2026 | 40 | 1360 |
| Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite | 28g | 05/03/2026 | 13/04/2026 | 18 | 504 |
| Allestimento cabina di smistamento e di consegna | 5g | 14/04/2026 | 20/04/2026 | 10 | 50 |
| Opere agronomiche | 91g | 15/07/2025 | 18/11/2025 | 15 | 1365 |
| Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane | 3g | 21/04/2026 | 23/04/2026 | 0 | 0 |
| Cablaggi | 23g | 21/04/2026 | 21/05/2026 | 30 | 690 |
| Realizzazione opere di rete | 90g | 21/04/2026 | 24/08/2026 | 0 | 0 |
| Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree | 10g | 25/08/2026 | 07/09/2026 | 7 | 70 |
| Ultimazione lavori | 0g | 07/09/2026 | 07/09/2026 | 0 | 0 |
| Durata | 396g | | Totale uomini giorno | | 13.139 |
| Max operai in cantiere (contemporanei) | | | | | 140 |

7.2.2 Cronoprogramma cavidotto su strada - Percorso B

| Nome attività | Giorni | Operai richiesti | Totale uomini giorno |
|--|-----------|------------------|----------------------|
| Tratto AB – Strada vicinale del Castello sterrata | 1 | 6 | 6 |
| Tratto BC – Strada vicinale del Castello asfaltata | 2 | 6 | 12 |
| Tratto CD – Via Marignana Centro | 2 | 6 | 12 |
| Tratto DE – Via Bernava | 10 | 6 | 60 |
| Tratto EF – Via Banduzzo | 14 | 6 | 84 |
| Collegamento Lotto 2 – Lotto 1 | 29 | 6 | 174 |

Prima dell'inizio dei lavori verrà trasmessa al Comune di Sesto al Reghena e alla Provincia di Pordenone formale richiesta di autorizzazione all'esecuzione degli scavi previsti per la posa dei cavi.

Si riportano i riferimenti alle tavole di progetto:

- TAV12 - COLLEGAMENTO;
- TAV13 - INTERFERENZE COLLEGAMENTO.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 114 di
142

8. PIANO 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 27.837,59 € 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 1.557.235,05 €.

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.

Di fatto al termine della vita utile dell'impianto di procederà con la dismissione e il ripristino dei luoghi allo stato agricolo originario. Alcune piccole aree di progetto esterne alla recinzione dell'impianto saranno soggette a trasformazione permanente (aree di sosta e percorso ciclopedonale).

Nel DOC14 – RELAZIONE PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO sono approfondite le caratteristiche e le metodologie di riciclo dei materiali e delle forniture impiegate.

Si precisa che il soggetto responsabile per la dismissione è la società Blusolar Sesto al Reghena S.r.l., che sottoforma di fidejussione dà garanzia al Comune in merito agli adempimenti richiesti.

8.1 COMPUTO METRICO PER LA DISMISSIONE

A fine vita utile l'impianto fotovoltaico sarà dismesso. I costi di dismissione e smaltimento sono stati valutati come segue:

| TARIFFA | DESIGNAZIONE DEI LAVORI | MISURAZIONI: | | | | Quantità | IMPORTI | |
|---------|--|--------------|-------|-------|--------|----------|------------|------------|
| | | Par.ug | Lung. | Larg. | H/peso | | unitario | TOTALE |
| NP.D.01 | Allestimento di cantiere temporaneo per gli interventi di dismissione dell'impianto fotovoltaico e di tutti le opere connesse sia fuori che sottoterra, comprese le operazioni di rimozione di impianti, la macro-attività comprende la fornitura ed il nolo per tutto il tempo necessario di barrecche, servizi igienici, locali di direzione completi di attrezzature informatiche e mobilia necessaria, mezzi speciali e quant'altro necessario. Si intende compresa nel costo la successiva dismissione dell'area e ripristino dello stato "ante operam", incluso i trasporti ed il conferimento in discarica di tutti i materiali di risulta. | | | | | | | |
| | MISURAZIONI: | | | | | | | |
| | | 1,00 | | | | 1,00 | | |
| | SOMMANO a corpo | | | | | 1,00 | 16000,00 € | 16000,00 € |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 115 di
142

| | | | | | | | | |
|----------|---|------|--|--------|----------|---------|--|------------|
| A25019.b | Demolizione totale di fabbricati civili, sia per la parte interrata che fuori terra, questa per qualsiasi altezza, compreso e ogni onere e magistero per assicurare l'opera eseguita a regola d'arte secondo le normative esistenti, eseguita con mezzi meccanici e con intervento manuale ove occorrente, incluso il carico e il trasporto del materiale di risulta a discarica controllata, con esclusione degli oneri di discarica: per fabbricati in cemento armato e muratura, vuoto per pieno | | | | | | | |
| | M I S U R A Z I O N I: | | | | | | | |
| | Cabina di smistamento | 1,00 | | 98,40 | 98,40 | | | |
| | Cabina di consegna | 1,00 | | 215,43 | 215,43 | | | |
| | Volume basamento cabine di campo (trasformazione) e Step-Up | | | | 356,94 | | | |
| | SOMMANO m3 | | | | 670,77 | 24,66 € | | 16541,19 € |
| A25010 | Scavo a sezione aperta o di sbancamento in zona ampia all'esterno di edifici, compreso carico su mezzo di trasporto | | | | | | | |
| | M I S U R A Z I O N I: | | | | | | | |
| | Vedi voce n° 1 [m3 20 168.52] | | | | 20168,52 | | | |
| | Vedi voce n° 4 [m3 2311.47] | | | | 2311,47 | | | |
| | SOMMANO m3 | | | | 22479,99 | 2,60 € | | 58447,97 € |
| NP.D.03 | Rimozione opere di drenaggio o consolidamento, accatastamento nell'area di cantiere, carico sul cassone di raccolta, incluso trasporto e conferimento presso discarica autorizzata. | | | | | | | |
| | M I S U R A Z I O N I: | | | | | | | |
| | Vedi voce n° 5 [m3 20 168.52] | | | | 20168,52 | 1,00 € | | 20168,52 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| NP.D.04 | Rimozione di cavidotti, compresa la rimozione per il successivo smaltimento del nastro di segnalazione e della piastra di protezione. Il costo comprende lo scavo a sezione obbligata, il recupero dei materiali da rifiuto, il tiraggio dei cavi e il ricolmo del terreno. Sono compresi i costi per il carico sul cassone di raccolta e il trasporto presso area di deposito interna al cantiere o in zona esterna predisposta per il successivo conferimento presso centro autorizzato allo smaltimento e recupero dei materiali riciclabili | | | | | | | |
| | M I S U R A Z I O N I: | | | | | | | |
| | Vedi voce n° 55 [m 14 521.00] | | | | 14521,00 | | | |
| | Vedi voce n° 56 [m 2 910.00] | | | | 2910,00 | | | |
| | Vedi voce n° 57 [m 5 080.00] | | | | 5080,00 | | | |
| | Vedi voce n° 60 [m 8 139.00] | | | | 8139,00 | | | |
| | Vedi voce n° 74 [m 8 139.00] | | | | 8139,00 | | | |
| | SOMMANO m | | | | 38789,00 | 1,50 € | | 58183,50 € |
| NP.D.05 | Sfilaggio cavi elettrici e trasporto presso ditta specializzata per il suo smaltimento e riuso. Sono compresi tutti gli oneri necessari per il carico ed il trasporto presso ditta autorizzata. | | | | | | | |
| | M I S U R A Z I O N I: | | | | | | | |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 116 di
142

| | | | | | | | | |
|---------|---|--------|--|--|--|----------|--------------|--------------|
| | Vedi voce n° 72 [m 12 470.00] | | | | | 12470,00 | | |
| | Vedi voce n° 44 [m 7 942.00] | | | | | 7942,00 | | |
| | Vedi voce n° 45 [m 5 985.00] | | | | | 5985,00 | | |
| | Vedi voce n° 46 [m 594.00] | | | | | 594,00 | | |
| | Vedi voce n° 47 [m 2 360.00] | | | | | 2360,00 | | |
| | Vedi voce n° 48 [m 550.00] | | | | | 550,00 | | |
| | Vedi voce n° 50 [m 5 080.00] | | | | | 5080,00 | | |
| | Vedi voce n° 49 [m 8 139.00] | | | | | 8139,00 | | |
| | Vedi voce n° 73 [m 8 139.00] | | | | | 8139,00 | | |
| | Vedi voce n° 75 [m 8 139.00] | | | | | 8139,00 | | |
| | Vedi voce n° 76 [m 24 417.00] | | | | | 24417,00 | | |
| | Vedi voce n° 77 [m 24 417.00] | | | | | 24417,00 | | |
| | SOMMANO m | | | | | | 1,00 € | 108232,00 € |
| NP.D.13 | Rimozione e smaltimento di piante o vegetazione impiantata, compreso il conferimento presso vivai autorizzati al riutilizzo o ad impianti autorizzati allo smaltimento con completo interrimento dei residui vegetali, concimi, livellamento, compresa la ripulitura finale | | | | | | | |
| | M I S U R A Z I O N I: | | | | | | | |
| | SOMMANO a corpo | 1,00 | | | | 1,00 | | |
| | | | | | | 1,00 | 110.000,00 € | 110.000,00 € |
| NP.D.06 | Rimozione inverter e trasporto presso deposito per la rigenerazione degli stessi e la successiva rimessa in opera presso altro sito. Sono compresi tutti gli oneri necessari per il carico ed il trasporto presso ditta autorizzata. | | | | | | | |
| | M I S U R A Z I O N I: | | | | | | | |
| | | 154,00 | | | | 154,00 | | |
| | SOMMANO a corpo | | | | | 154,00 | 100,00 € | 15400,00 € |
| NP.D.07 | Smontaggio apparecchiature elettriche quali quadri elettrici in c.a., quadri di media tensione e trasporto a ditta specializzata per lo smaltimento. Sono compresi tutti gli oneri necessari per lo smontaggio e lo smaltimento presso ditta autorizzata. | | | | | | | |
| | M I S U R A Z I O N I: | | | | | | | |
| | | 1,00 | | | | 1,00 | | |
| | SOMMANO a corpo | | | | | 1,00 | 90000,00 € | 90000,00 € |
| NP.D.08 | Smontaggio pannelli fotovoltaici con idonei mezzi meccanici quali gru semovente con ventose ed accatastamento in area dedicata del cantiere, rimozione delle parti elettriche di movimento, distacco dei cablaggi. Sono comprese opere di protezione degli stessi dagli agenti atmosferici in attesa del ritiro da parte di ditte specializzate ed il conseguente smaltimento ei tutti gli oneri necessari per lo smontaggio, il deposito presso il cantiere ed il trasporto a centri specializzati per la rigenerazione. | | | | | | | |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 117 di
142

| | | | | | | | | |
|---------|---|--------------|--|--|--|----------|------------|-------------|
| | MISURAZIONI: | | | | | | | |
| | | 55938,4 9 | | | | 55938,49 | | |
| | SOMMANO kW | | | | | 55938,49 | 5,00 € | 279692,45 € |
| NP.D.09 | Rimozione di opere in ferro quali recinzioni e cancelli ecc.. compreso accatastamento all'interno dell'area di cantiere, carico del materiale sul cassone di raccolta ad esclusione del trasporto e conferimento presso discarica autorizzata per rifiuti speciali riciclabili. | | | | | | | |
| | MISURAZIONI: | | | | | | | |
| | Vedi voce n° 8 [m 7 682.30] | | | | | 7682,30 | | |
| | Cancelli n° 5 lunghi 6 m | 30,00 | | | | 30,00 | | |
| | SOMMANO m | | | | | 7712,30 | 5,00 € | 38561,50 € |
| NP.D.10 | Smontaggio sistemi accessori (antifurto, illuminazione, LPS), dismissione e pulizia delle aree temporanee di stoccaggio | | | | | | | |
| | MISURAZIONI: | | | | | | | |
| | | 1,00 | | | | 1,00 | | |
| | SOMMANO a corpo | | | | | 1,00 | 30000,00 € | 30000,00 € |
| NP.D.11 | Smantellamento delle strutture di sostegno in acciaio dei pannelli FTV compresi i fissaggi a terra mediante l'ausilio di mezzo meccanico previo smontaggio manuale degli elementi, estrazione delle strutture dal terreno, smontaggio e/o tagli, rimozione delle parti elettriche di movimento, distacco dei cablaggi. Sono comprese opere di protezione degli stessi dagli agenti atmosferici in attesa del ritiro da parte di ditte specializzate ed il conseguente smaltimento e tutti gli oneri necessari per lo smontaggio, il deposito presso il cantiere ed il trasporto a centri specializzati per la rigenerazione | | | | | | | |
| | MISURAZIONI: | | | | | | | |
| | | | | | | 55938,49 | | |
| | SOMMANO kW | | | | | 55938,49 | 8,00 € | 447507,92 € |
| NP.D.12 | Ripristino del suolo originario mediante la fine pulizia di tutto il terreno da materiale di risulta vario derivato dalle operazioni di smantellamento da svolgere, il costo per lo smaltimento e/o recupero e quanto altro necessario per dare il lavoro finito secondo la regola dell'arte. Compresa aratura o vangatura meccanica e semina a spaglio di essenze autoctone. | | | | | | | |
| | MISURAZIONI: | | | | | | | |
| | | 1,00 | | | | 1,00 | | |
| | SOMMANO a corpo | | | | | 1,00 | 96000,00 € | 96000,00 € |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 118 di
142

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|------|--|--|--|------|------------|---------------------|--|
| NP.D.14 | Opere necessarie alla dismissione della Step-up: Rimozione e smaltimento di apparecchiature elettriche, tralacci, cavi, trasformatori, recinzione perimetrale e quanto altro presente all'interno della Step-up, edifici, accumulatori, cavi elettrici di collegamento, impianti di illuminazione e videosorveglianza compreso il trasporto a discarica autorizzata e/o a centro di riutilizzo | | | | | | | | |
| | | 1,00 | | | | 1,00 | | | |
| | SOMMANO a corpo | | | | | 1,00 | 80000,00 € | 80000,00 € | |
| NP.D.15 | Opere necessarie alla dismissione del caviodotto MT: sfilaggio dei cavi senza necessità di interventi sul manto stradale | | | | | | | | |
| | | 1,00 | | | | 1,00 | | | |
| | SOMMANO a corpo | | | | | 1,00 | 22500,00 € | 22500,00 € | |
| NP.D.14 | Oneri della sicurezza | | | | | | | | |
| | MISURAZIONI: | | | | | | | | |
| | | 1,00 | | | | 1,00 | | | |
| | SOMMANO a corpo | | | | | 1,00 | 70000,00 € | 70000,00 € | |
| TOTALE COSTI DISMISSIONE | | | | | | | | 1.557.235,05 | |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 119 di
142

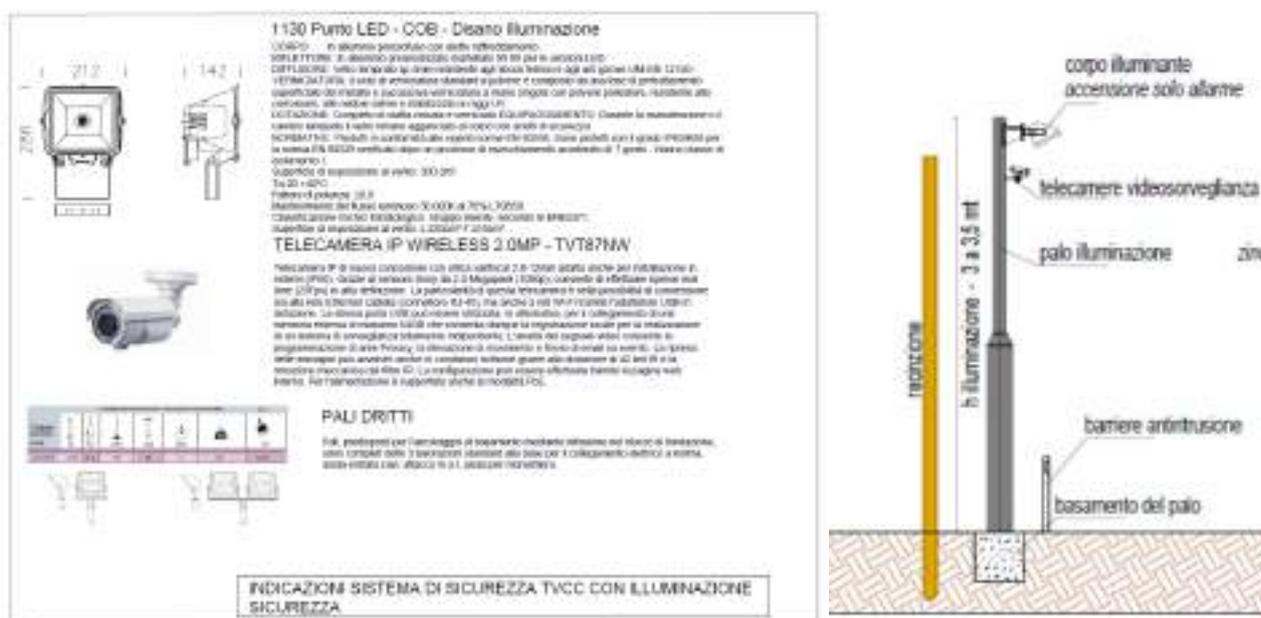
9. ILLUMINAZIONE CAMPI FOTOVOLTAICI – IMPATTO NOTTURNO

L'illuminazione del campo agrivoltaico prevede un sistema progettato in modo da consentire ove necessario l'attivazione di specifici settori.

I punti luce saranno distanziati tra loro di circa 50 m con 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 pali 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.



Componenti sistema di illuminazione

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 50 m.

Sulla base di questa indicazione viene sviluppato il calcolo mediante il software Dialux per una striscia di 4 pali.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 121 di
142

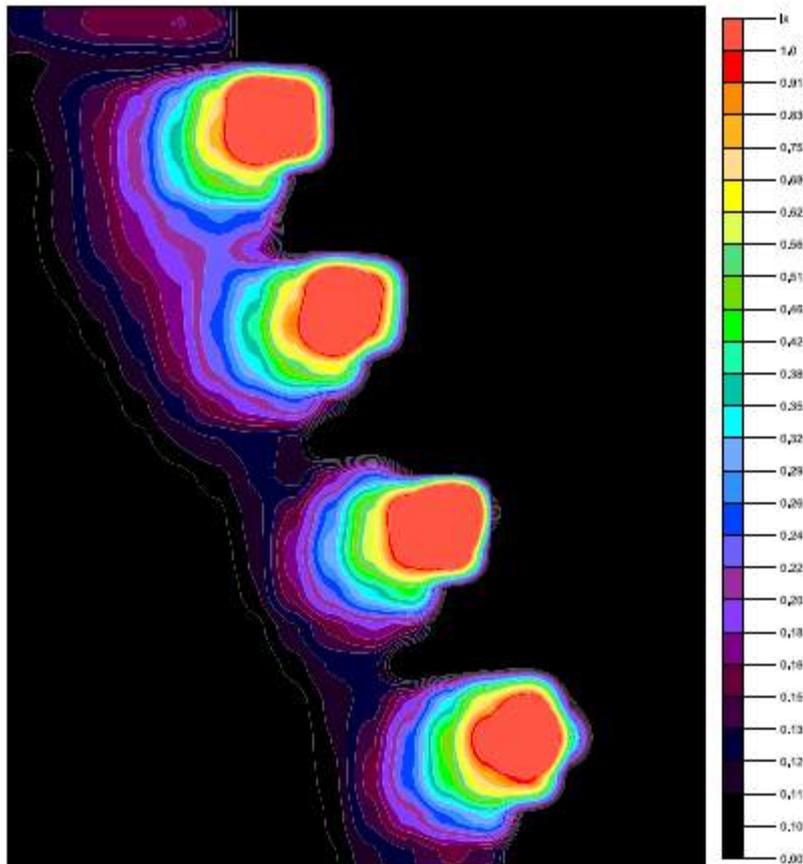
Illuminazione 0

24/03/2020

DIALux

Area 1 / Superficie di calcolo 4 / Illuminamento perpendicolare

Colori sfalsati [lx]



Scala: 1 : 1000



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
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.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 123 di
142

10. ALLEGATO 1 – PVSYST Lotto1

Nelle pagine seguenti è riportata la verifica PVsyst in merito alla produzione fotovoltaica dell'impianto di progetto (Lotto1):



Versione 7.4.7

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Eliostati illimitati con indetreggiamento

Potenza di sistema: 38.12 MWc

I Platani - Italy



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 124 di
142



PVsyst V7.4.7
VC7, Simulato su
18/06/24 16:07
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Sommario del progetto

| | | |
|---|--|--|
| Luogo geografico I Platani Italia | Ubicazione Latitudine 45.86 °N Longitudine 12.79 °E Altitudine 10 m Fuso orario UTC+1 | Parametri progetto Albedo 0.20 |
| Dati meteo I Platani PVGIS api TMY | | |

Sommario del sistema

| | | |
|---|---|------------------------------------|
| Sistema connesso in rete Orientamento campo FV Orientamento Assi inseguimento orizzontali | Eliostati illimitati con indetreggiamento Algoritmo dell'inseguimento Ottimizzazione irraggiamento Backtracking attivato | Ombre vicine Senza ombre |
| Informazione sistema Campo FV Nr. di moduli 64614 unità Pnom totale 38.12 MWc | Inverter Numero di unità 110 unità Pnom totale 33.00 MWac Rapporto Pnom 1.155 | |
| Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete) | | |

Sommario dei risultati

| | | |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Energia prodotta 53547873 kWh/anno | Prod. Specif. 1405 kWh/kWp/anno | Indice rendimento PR 87.74 % |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|

Indice dei contenuti

| | |
|---|----|
| Sommario del progetto e dei risultati | 2 |
| Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema | 3 |
| Risultati principali | 6 |
| Diagramma perdite | 7 |
| Grafici predefiniti | 8 |
| Strumenti decadimento | 9 |
| Schema unifilare | 11 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 125 di
142



PVsyst V7.4.7
VC7, Simulato su
18/06/24 16:07
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Parametri principali

| | | | |
|---------------------------------|-----------|--|-------------------------------------|
| Sistema connesso in rete | | Eliostati illimitati con indetreggiamento | |
| Orientamento campo FV | | Algoritmo dell'inseguimento | Campo con backtracking |
| Orientamento | | Ottimizzazione irraggiamento | N. di eliostati 10 unità |
| Assi inseguimento orizzontali | | Backtracking attivato | Eliostati illimitati |
| | | | Dimensioni |
| | | | Distanza eliostati 4.50 m |
| | | | Larghezza collettori 3.00 m |
| | | | Fattore occupazione (GCR) 86.7 % |
| | | | Banda inattiva sinistra 0.02 m |
| | | | Banda inattiva destra 0.02 m |
| | | | Phi min / max +/- 35.0 ° |
| | | | Strategia backtracking |
| | | | Phi limits for BT +/- 47.7 ° |
| | | | Distanza tavole backtracking 4.50 m |
| | | | Larghezza backtracking 3.00 m |
| Modelli utilizzati | | Ombre vicine | Bisogni dell'utente |
| Trasposizione | Perez | Senza ombre | Carico illimitato (rete) |
| Diffuso | Importato | | |
| Circumsolare | separare | | |
| Orizzonte | | | |
| Orizzonte libero | | | |

Caratteristiche campo FV

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|
| Modulo FV | | Inverter | |
| Costruttore | Jinkosolar | Costruttore | Huawei Technologies |
| Modello | JKM-590N-72HL4-BDV | Modello | SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2 |
| | (PVsyst database originale) | | (Definizione customizzata dei parametri) |
| Potenza nom. unit. | 590 Wp | Potenza nom. unit. | 300 kWac |
| Numero di moduli FV | 64614 unità | Numero di inverter | 110 unità |
| Nominale (STC) | 38.12 MWc | Potenza totale | 33000 kWac |
| Campo #1 - Sottocampo 1 | | Numero di inverter | 22 unità |
| Numero di moduli FV | 12750 unità | Potenza totale | 6600 kWac |
| Nominale (STC) | 7523 kWp | | |
| Moduli | 510 stringa x 25 In serie | Voltaggio di funzionamento | 500-1500 V |
| In cond. di funz. (50°C) | | Potenza max. (=>30°C) | 330 kWac |
| Pmpp | 6976 kWp | Rapporto Pnom (DC:AC) | 1.14 |
| U mpp | 991 V | Power sharing within this inverter | |
| I mpp | 7040 A | | |
| Campo #2 - Sottocampo 2 | | Numero di inverter | 22 unità |
| Numero di moduli FV | 12960 unità | Potenza totale | 6600 kWac |
| Nominale (STC) | 7646 kWp | | |
| Moduli | 540 stringa x 24 In serie | Voltaggio di funzionamento | 500-1500 V |
| In cond. di funz. (50°C) | | Potenza max. (=>30°C) | 330 kWac |
| Pmpp | 7091 kWp | Rapporto Pnom (DC:AC) | 1.16 |
| U mpp | 951 V | Power sharing within this inverter | |
| I mpp | 7454 A | | |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 126 di
142



PVsyst V7.4.7
VC7, Simulato su
18/06/24 16:07
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Caratteristiche campo FV

| | | | |
|---------------------------------|---------------------------|------------------------------------|------------|
| Campo #3 - Sottocampo #3 | | | |
| Numero di moduli FV | 12972 unità | Numero di inverter | 22 unità |
| Nominale (STC) | 7653 kWp | Potenza totale | 6600 kWac |
| Moduli | 564 stringa x 23 In serie | | |
| In cond. di funz. (50°C) | | Voltaggio di funzionamento | 500-1500 V |
| Pmpp | 7097 kWp | Potenza max. (=>30°C) | 330 kWac |
| U mpp | 912 V | Rapporto Pnom (DC:AC) | 1.16 |
| I mpp | 7785 A | Power sharing within this inverter | |
| Campo #4 - Sottocampo #4 | | | |
| Numero di moduli FV | 12960 unità | Numero di inverter | 22 unità |
| Nominale (STC) | 7646 kWp | Potenza totale | 6600 kWac |
| Moduli | 540 stringa x 24 In serie | | |
| In cond. di funz. (50°C) | | Voltaggio di funzionamento | 500-1500 V |
| Pmpp | 7091 kWp | Potenza max. (=>30°C) | 330 kWac |
| U mpp | 951 V | Rapporto Pnom (DC:AC) | 1.16 |
| I mpp | 7454 A | Power sharing within this inverter | |
| Campo #5 - Sottocampo #5 | | | |
| Numero di moduli FV | 12972 unità | Numero di inverter | 22 unità |
| Nominale (STC) | 7653 kWp | Potenza totale | 6600 kWac |
| Moduli | 564 stringa x 23 In serie | | |
| In cond. di funz. (50°C) | | Voltaggio di funzionamento | 500-1500 V |
| Pmpp | 7097 kWp | Potenza max. (=>30°C) | 330 kWac |
| U mpp | 912 V | Rapporto Pnom (DC:AC) | 1.16 |
| I mpp | 7785 A | Power sharing within this inverter | |
| Potenza PV totale | | Potenza totale inverter | |
| Nominale (STC) | 38122 kWp | Potenza totale | 33000 kWac |
| Totale | 64614 moduli | Potenza max. | 36300 kWac |
| Superficie modulo | 166914 m² | Numero di inverter | 110 unità |
| | | Rapporto Pnom | 1.16 |

Perdite campo

| | | | | | | | | |
|--|---------------|----------------------------------|--------|--|-------------|-------|-------|-------|
| Fatt. di perdita termica | | Perdita di qualità moduli | | Perdite per mismatch del modulo | | | | |
| Temperatura modulo secondo irraggiamento | | Fraz. perdite | -0.8 % | Fraz. perdite | 2.0 % a MPP | | | |
| Uc (cost) | 20.0 W/m²K | | | | | | | |
| Uv (vento) | 0.0 W/m²K/m/s | | | | | | | |
| Perdita disadattamento Stringhe | | | | | | | | |
| Fraz. perdite | 0.1 % | | | | | | | |
| Fattore di perdita IAM | | | | | | | | |
| Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Fresnel, antiriflesso, nVetro=1.526, n(AR)=1.290 | | | | | | | | |
| 0° | 30° | 50° | 60° | 70° | 75° | 80° | 85° | 90° |
| 1.000 | 0.999 | 0.987 | 0.962 | 0.892 | 0.816 | 0.681 | 0.440 | 0.000 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 127 di
142



PVsyst V7.4.7
VC7, Simulato su
18/06/24 16:07
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Perdite DC nel cablaggio

Res. globale di cablaggio : 0.41 mΩ
Fraz. perdite : 1.5 % a STC

Campo #1 - Sottocampo 1

Res. globale campo : 2.3 mΩ
Fraz. perdite : 1.5 % a STC

Campo #3 - Sottocampo #3

Res. globale campo : 1.9 mΩ
Fraz. perdite : 1.5 % a STC

Campo #5 - Sottocampo #5

Res. globale campo : 1.9 mΩ
Fraz. perdite : 1.5 % a STC

Campo #2 - Sottocampo 2

Res. globale campo : 2.1 mΩ
Fraz. perdite : 1.5 % a STC

Campo #4 - Sottocampo #4

Res. globale campo : 2.1 mΩ
Fraz. perdite : 1.5 % a STC



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 128 di
142



PVsyst V7.4.7
VC7, Simulato su
18/06/24 16:07
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Risultati principali

Produzione sistema

Energia prodotta 53547873 kWh/anno

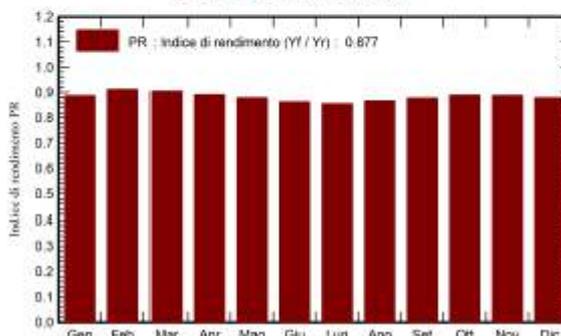
Prod. Specif.
Indice rendimento PR

1405 kWh/kWp/anno
87.74 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

| | 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 |
|-------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| Gennaio | 39.9 | 21.17 | 3.76 | 46.7 | 43.0 | 1605475 | 1579652 | 0.888 |
| Febbraio | 72.4 | 26.22 | 4.17 | 87.9 | 83.4 | 3100524 | 3054782 | 0.912 |
| Marzo | 90.2 | 47.18 | 7.81 | 105.1 | 100.8 | 3680886 | 3624135 | 0.905 |
| Aprile | 127.2 | 66.23 | 11.80 | 147.8 | 142.6 | 5105023 | 5023793 | 0.892 |
| Maggio | 155.0 | 88.86 | 15.69 | 181.3 | 176.0 | 6173390 | 6071243 | 0.878 |
| Giugno | 187.6 | 77.41 | 21.37 | 221.2 | 215.2 | 7393896 | 7271543 | 0.862 |
| Luglio | 212.1 | 70.44 | 23.24 | 252.7 | 246.6 | 8377976 | 8239405 | 0.855 |
| Agosto | 159.1 | 68.82 | 21.05 | 188.9 | 183.1 | 6345865 | 6242789 | 0.867 |
| Settembre | 126.3 | 51.56 | 17.39 | 150.3 | 145.1 | 5111802 | 5030791 | 0.878 |
| Ottobre | 91.7 | 38.66 | 13.62 | 108.9 | 103.8 | 3751983 | 3694835 | 0.890 |
| Novembre | 54.9 | 25.94 | 9.59 | 65.0 | 60.7 | 2237136 | 2203214 | 0.889 |
| Dicembre | 37.9 | 17.61 | 3.08 | 45.2 | 41.0 | 1536784 | 1512689 | 0.879 |
| Anno | 1354.2 | 580.10 | 12.76 | 1600.9 | 1541.3 | 64420740 | 53547873 | 0.877 |

Legenda

| | | | |
|---------|--|--------|-----------------------------------|
| GlobHor | Irraggiamento orizzontale globale | EArray | Energia effettiva in uscita campo |
| DiffHor | Irraggiamento diffuso orizz. | E_Grid | Energia immessa in rete |
| T_Amb | Temperatura ambiente | PR | Indice di rendimento |
| GlobInc | Globale incidente piano coll. | | |
| GlobEff | Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre | | |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 129 di
142



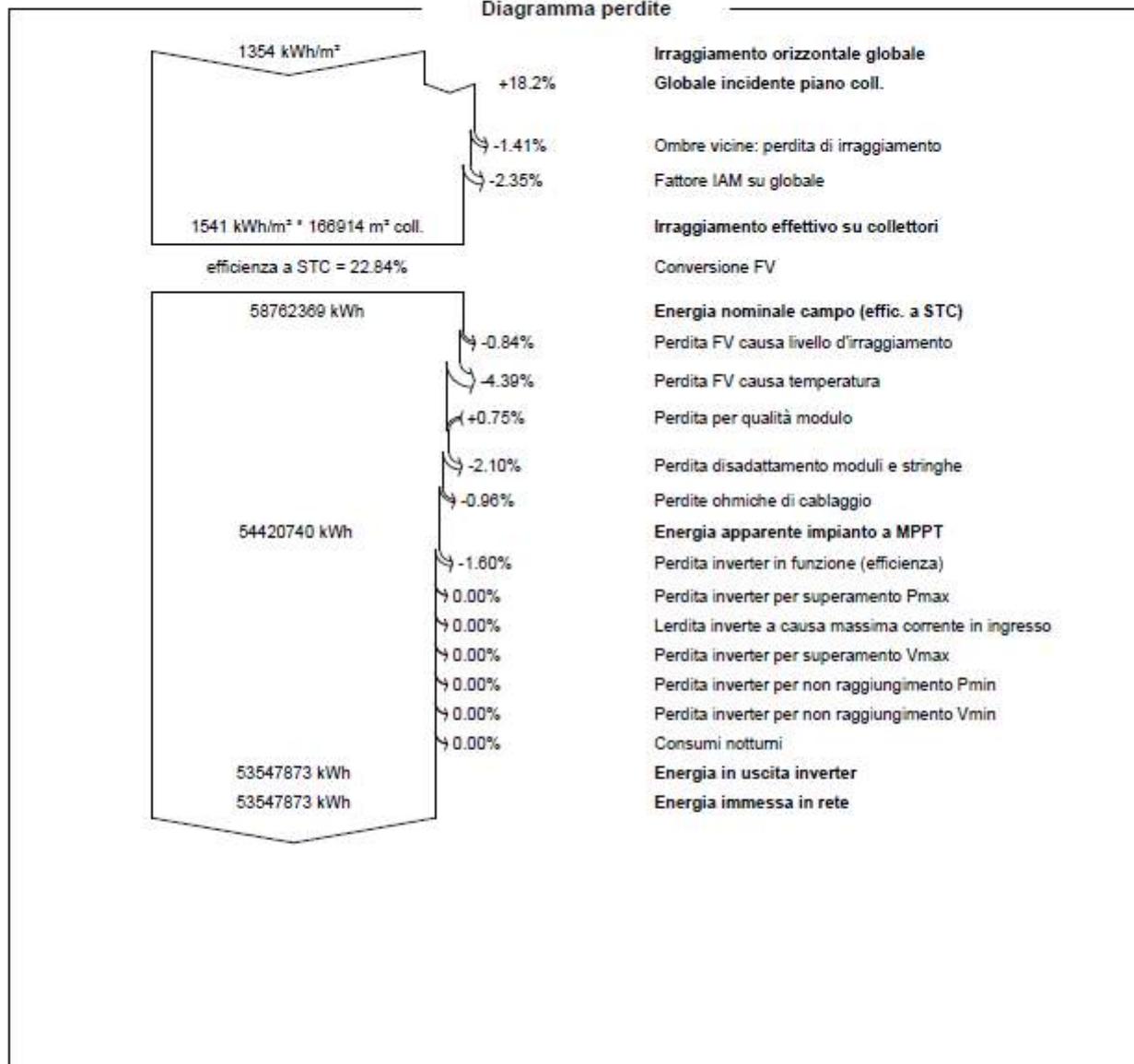
PVsyst V7.4.7
VC7, Simulato su
18/06/24 16:07
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Diagramma perdite





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 130 di
142



PVsyst V7.4.7
VC7, Simulato su
18/06/24 16:07
con V7.4.7

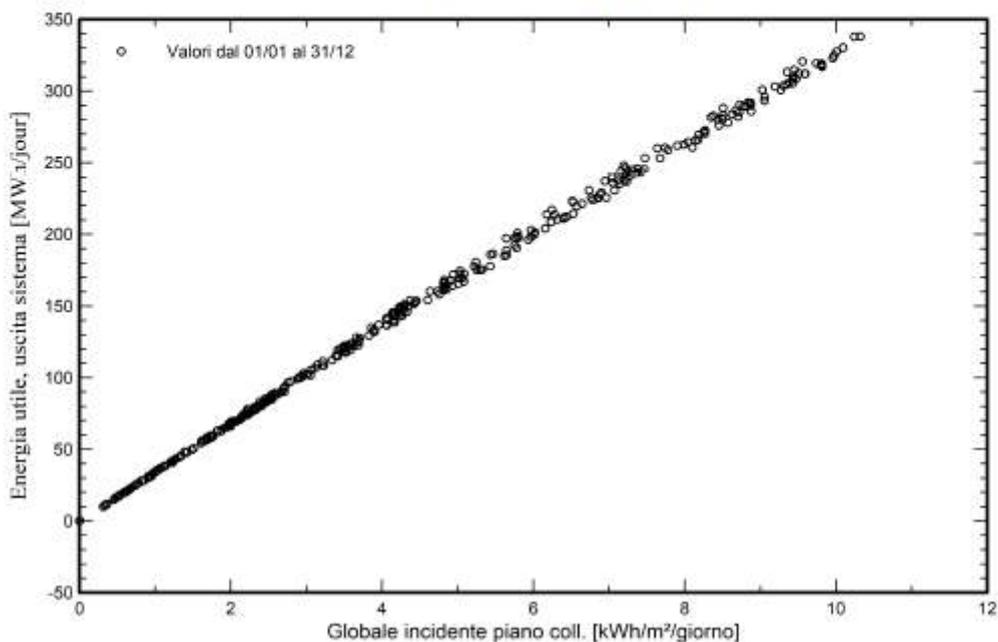
Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

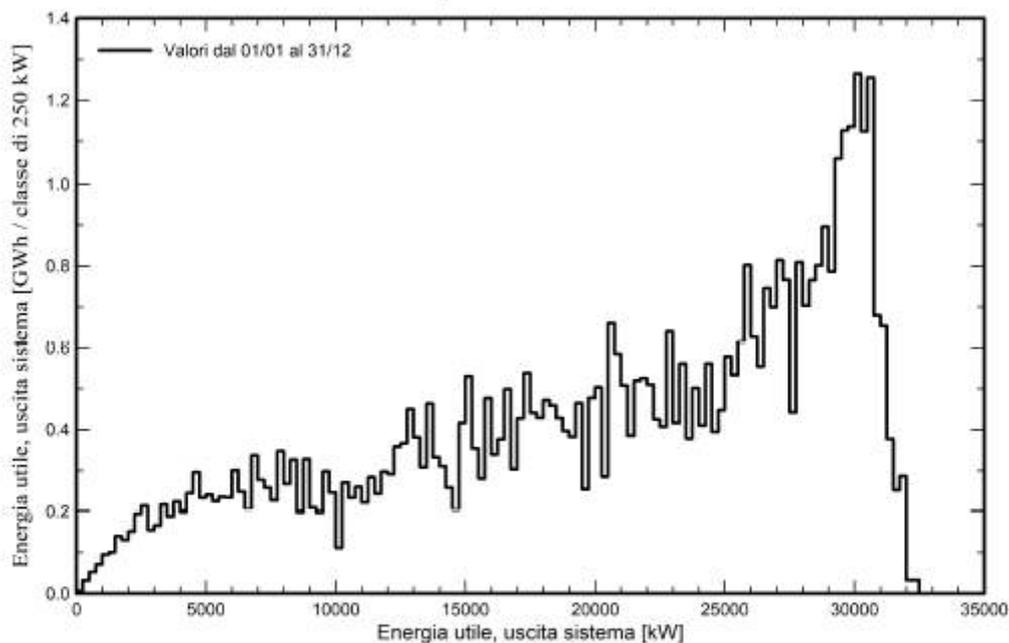
Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA



PVsyst V7.4.7
VC7, Simulato su
18/06/24 16:07
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Strumenti decadimento

Parametri di decadimento

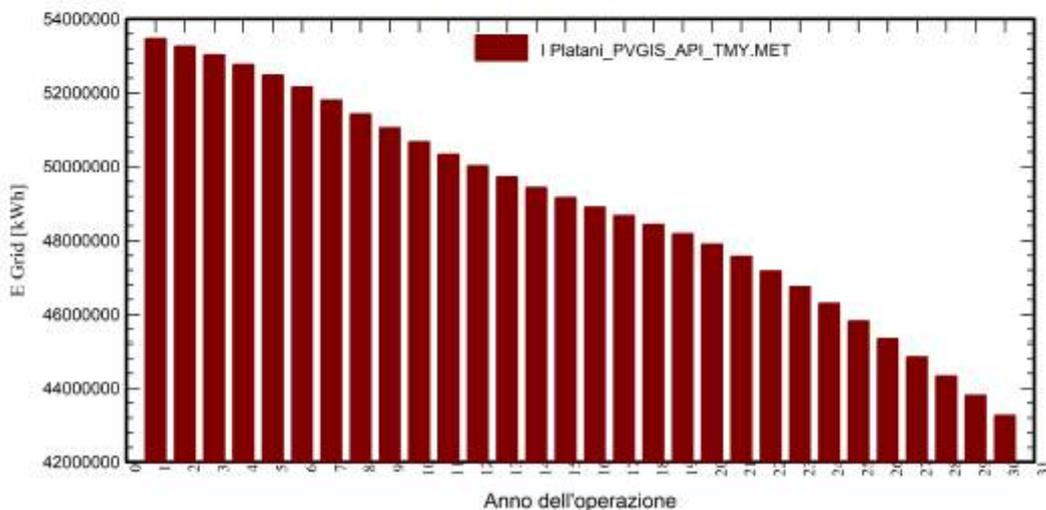
| | | | |
|---------------------------------|------------|---------------------------|------------|
| Durata totale della simulazione | 30 anni | Mismatch dovuto a degrado | |
| Degrado medio dei moduli | | Dispersione Imp RMS | 0.4 %/anno |
| Fattore di perdita annuale | 0.4 %/anno | Dispersione Vmp RMS | 0.4 %/anno |

Dati meteo usati per la simulazione

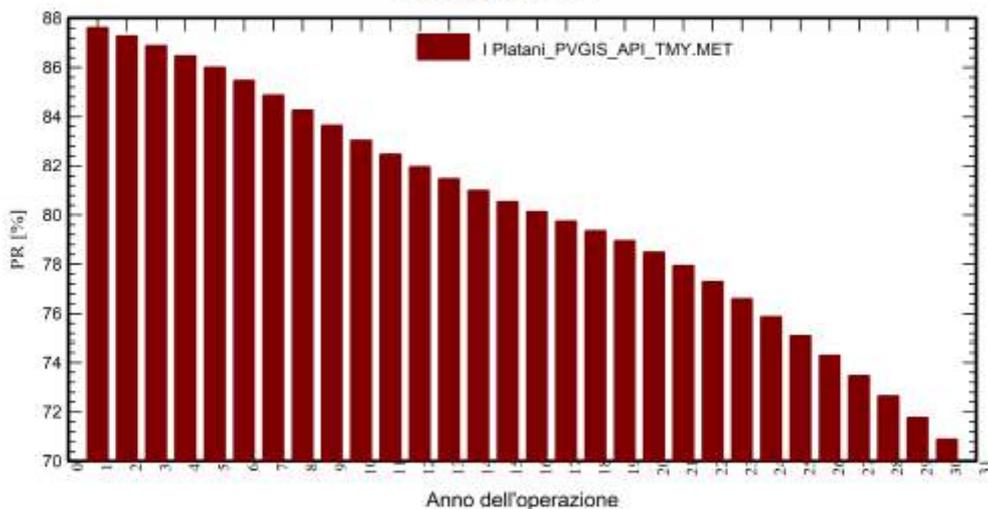
I Platani PVGIS API TMY

Anni anno di riferimento

Energia immessa in rete



Indice di rendimento





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 132 di
142



PVsyst V7.4.7
VC7, Simulato su
18/06/24 16:07
con V7.4.7

Progetto: Sesto al Reghena

Variante: Lotto 1 V2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Strumenti decadimento

Parametri di decadimento

Durata totale della simulazione 30 anni

Degrado medio dei moduli

Fattore di perdita annuale 0.4 %/anno

Mismatch dovuto a degrado

Dispersione Imp RMS 0.4 %/anno

Dispersione Vmp RMS 0.4 %/anno

Dati meteo usati per la simulazione

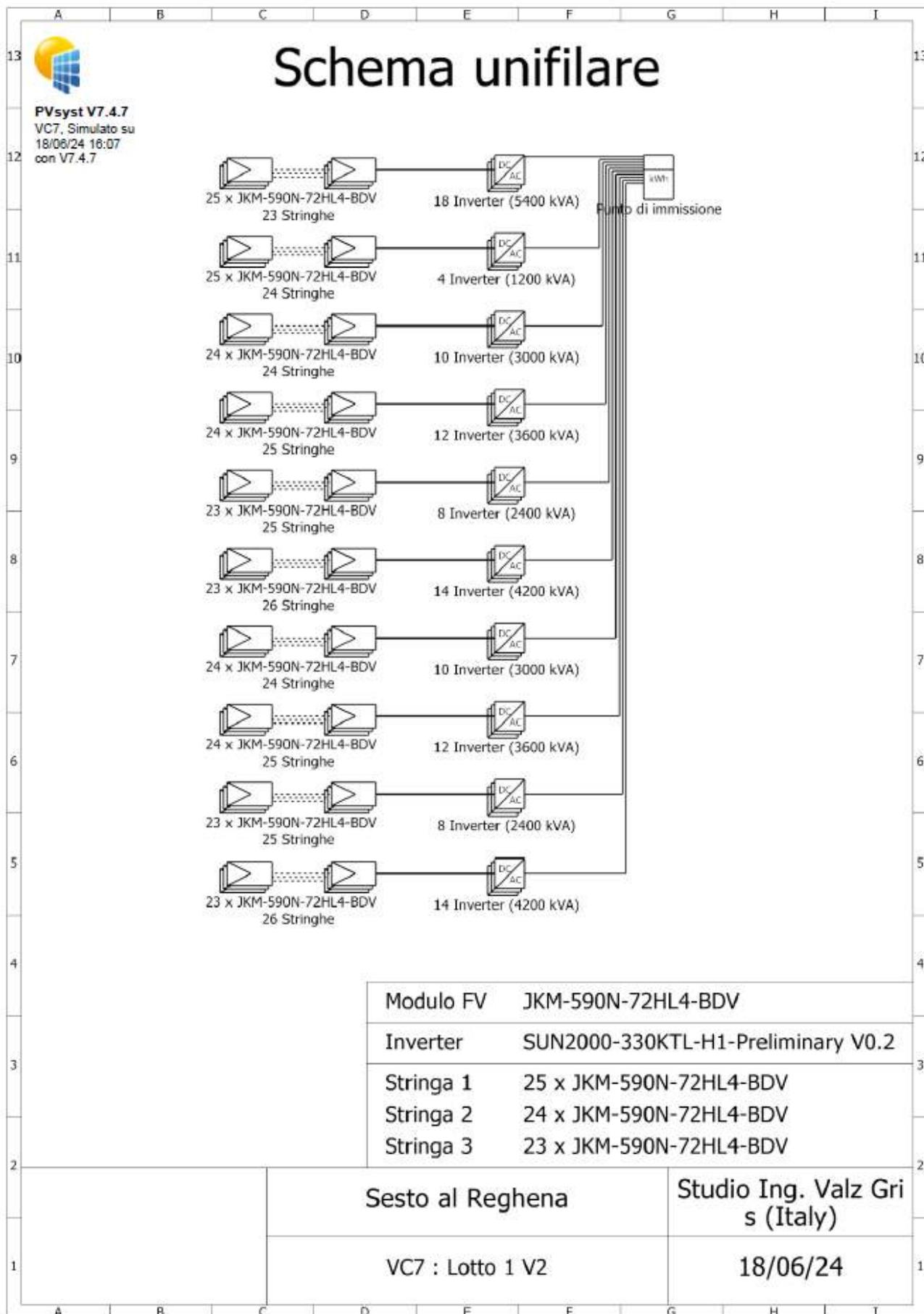
I Platani PVGIS API TMY

Anni anno di riferimento

| Anno | E Grid | PR | Perdite degrad. PR |
|------|----------|-------|--------------------|
| | kWh | % | % |
| 1 | 53469297 | 87.61 | -0.19 |
| 2 | 53261171 | 87.27 | -0.58 |
| 3 | 53027447 | 86.89 | -1.02 |
| 4 | 52768669 | 86.46 | -1.50 |
| 5 | 52484929 | 86.00 | -2.03 |
| 6 | 52160492 | 85.47 | -2.64 |
| 7 | 51799859 | 84.87 | -3.31 |
| 8 | 51427172 | 84.26 | -4.01 |
| 9 | 51050335 | 83.65 | -4.71 |
| 10 | 50677173 | 83.04 | -5.41 |
| 11 | 50333514 | 82.47 | -6.05 |
| 12 | 50022264 | 81.96 | -6.63 |
| 13 | 49723615 | 81.47 | -7.19 |
| 14 | 49436212 | 81.00 | -7.72 |
| 15 | 49158790 | 80.55 | -8.24 |
| 16 | 48906402 | 80.13 | -8.71 |
| 17 | 48673525 | 79.75 | -9.15 |
| 18 | 48434641 | 79.36 | -9.59 |
| 19 | 48180962 | 78.95 | -10.07 |
| 20 | 47903598 | 78.49 | -10.56 |
| 21 | 47568391 | 77.94 | -11.21 |
| 22 | 47173549 | 77.29 | -11.95 |
| 23 | 46746541 | 76.60 | -12.74 |
| 24 | 46297295 | 75.86 | -13.58 |
| 25 | 45823595 | 75.08 | -14.47 |
| 26 | 45338160 | 74.29 | -15.37 |
| 27 | 44842813 | 73.48 | -16.30 |
| 28 | 44330904 | 72.64 | -17.25 |
| 29 | 43802624 | 71.77 | -18.24 |
| 30 | 43258214 | 70.88 | -19.25 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA**

Pag 134 di
142

11. ALLEGATO 2 – PVSYST Lotto2

Nelle pagine seguenti è riportata la verifica PVsyst in merito alla produzione fotovoltaica dell'impianto di progetto (Lotto2):



Version 7.4.4

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Unlimited Trackers with backtracking

System power: 17.14 MWp

I Platani - Italy

Author
Studio Ing. Valz Gris (Italy)



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA

Pag 135 di
142



PVsyst V7.4.4
VC5, Simulation date:
07/12/23 10:15
with v7.4.4

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Project summary

| | | |
|---|---|--|
| Geographical Site I Platani Italy | Situation Latitude 45.86 °N Longitude 12.79 °E Altitude 10 m Time zone UTC+1 | Project settings Albedo 0.20 |
| Meteo data I Platani PVGIS api TMY | | |

System summary

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| Grid-Connected System PV Field Orientation Orientation Tracking horizontal axis | Unlimited Trackers with backtracking Tracking algorithm Irradiance optimization Backtracking activated | Near Shadings No Shadings |
| System information PV Array Nb. of modules 29051 units Pnom total 17.14 MWp | Inverters Nb. of units 44 units Pnom total 13.20 MWac Pnom ratio 1.298 | |
| User's needs Unlimited load (grid) | | |

Results summary

| | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Produced Energy 24015330 kWh/year | Specific production 1401 kWh/kWp/year | Perf. Ratio PR 87.34 % |
|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------|

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 |
| Aging Tool | 8 |
| Single-line diagram | 10 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA



PVsyst V7.4.4
VC5, Simulation date:
07/12/23 10:15
with v7.4.4

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

General parameters

| | | | |
|------------------------------|----------|---|--|
| Grid-Connected System | | Unlimited Trackers with backtracking | |
| PV Field Orientation | | Tracking algorithm | |
| Orientation | | Irradiance optimization | |
| Tracking horizontal axis | | Backtracking activated | |
| | | Backtracking array | |
| | | Nb. of trackers 10 units | |
| | | Unlimited trackers | |
| | | Sizes | |
| | | Tracker Spacing 4.50 m | |
| | | Collector width 3.00 m | |
| | | Ground Cov. Ratio (GCR) 86.7 % | |
| | | Left inactive band 0.02 m | |
| | | Right inactive band 0.02 m | |
| | | Phi min / max. +/- 60.0 ° | |
| | | Backtracking strategy | |
| | | Phi limits for BT +/- 47.7 ° | |
| | | Backtracking pitch 4.50 m | |
| | | Backtracking width 3.00 m | |
| | | Mode Automatic | |
| Models used | | Near Shadings | |
| Transposition | Perez | No Shadings | |
| Diffuse | Imported | | |
| Circumsolar | separate | | |
| Horizon | | User's needs | |
| Free Horizon | | Unlimited load (grid) | |

PV Array Characteristics

| | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| PV module | | Inverter | |
| Manufacturer | Jinko Solar | Manufacturer | Huawei Technologies |
| Model | Tiger Neo N-type 72HL4-BDV 590W | Model | SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2 |
| (Custom parameters definition) | | (Custom parameters definition) | |
| Unit Nom. Power | 590 Wp | Unit Nom. Power | 300 kWac |
| Number of PV modules | 29051 units | Number of inverters | 44 units |
| Nominal (STC) | 17.14 MWp | Total power | 13200 kWac |
| Array #1 - Sottocampo F | | | |
| Number of PV modules | 14075 units | Number of inverters | 22 units |
| Nominal (STC) | 8304 kWp | Total power | 6800 kWac |
| Modules | 563 string x 25 In series | | |
| At operating cond. (50°C) | | Operating voltage | |
| Pmpp | 7744 kWp | 500-1500 V | |
| U mpp | 997 V | Max. power (=>30°C) 330 kWac | |
| I mpp | 7765 A | Pnom ratio (DC:AC) 1.26 | |
| | | Power sharing within this inverter | |
| Array #2 - Sottocampo G | | | |
| Number of PV modules | 14976 units | Number of inverters | 22 units |
| Nominal (STC) | 8836 kWp | Total power | 6800 kWac |
| Modules | 576 string x 26 In series | | |
| At operating cond. (50°C) | | Operating voltage | |
| Pmpp | 8239 kWp | 500-1500 V | |
| U mpp | 1037 V | Max. power (=>30°C) 330 kWac | |
| I mpp | 7945 A | Pnom ratio (DC:AC) 1.34 | |
| | | Power sharing within this inverter | |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
 AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp
 Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
 PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
 RELAZIONE TECNICA**



PVsyst V7.4.4
 VC5, Simulation date:
 07/12/23 10:15
 with v7.4.4

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

PV Array Characteristics

| Total PV power | | Total inverter power | |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------|------------|
| Nominal (STC) | 17140 kWp | Total power | 13200 kWac |
| Total | 29051 modules | Max. power | 14520 kWac |
| Module area | 75046 m ² | Number of inverters | 44 units |
| | | Pnom ratio | 1.30 |

Array losses

| | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------------------------------|--------------|----------------------------|--------|-------|-------|-------|
| Thermal Loss factor | | DC wiring losses | | Module Quality Loss | | | | |
| Module temperature according to irradiance | | Global array res. | 2.1 mΩ | Loss Fraction | -0.8 % | | | |
| Uc (const) | 20.0 W/m ² K | Global wiring resistance | 1.0 mΩ | | | | | |
| Uv (wind) | 0.0 W/m ² K/m/s | Loss Fraction | 1.5 % at STC | | | | | |
| Module mismatch losses | | Strings Mismatch loss | | | | | | |
| Loss Fraction | 2.0 % at MPP | Loss Fraction | 0.2 % | | | | | |
| IAM loss factor | | | | | | | | |
| Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, n = 1.526 | | | | | | | | |
| 0° | 30° | 50° | 60° | 70° | 75° | 80° | 85° | 90° |
| 1.000 | 0.998 | 0.981 | 0.948 | 0.862 | 0.776 | 0.636 | 0.403 | 0.000 |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA



Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

PVsyst V7.4.4

VC5, Simulation date:
07/12/23 10:15
with v7.4.4

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Main results

System Production

Produced Energy

24015330 kWh/year

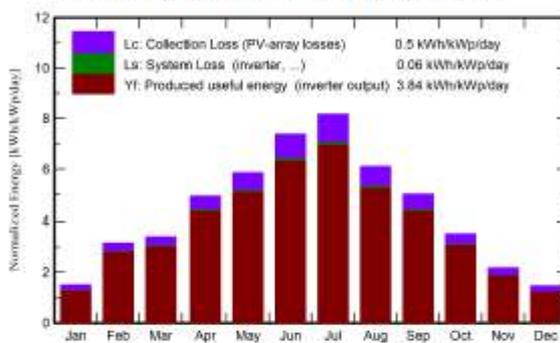
Specific production

1401 kWh/kWp/year

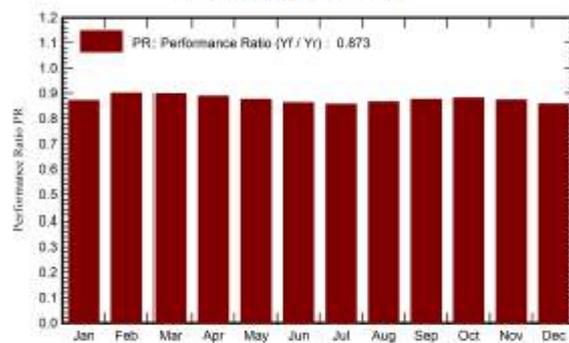
Perf. Ratio PR

87.34 %

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 |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| January | 39.9 | 21.17 | 3.76 | 46.7 | 42.2 | 707581 | 697690 | 0.872 |
| February | 72.4 | 26.22 | 4.17 | 88.1 | 82.5 | 1377877 | 1359548 | 0.900 |
| March | 90.2 | 47.18 | 7.81 | 105.2 | 100.0 | 1642272 | 1619445 | 0.898 |
| April | 127.2 | 66.23 | 11.80 | 148.1 | 141.9 | 2287990 | 2254796 | 0.888 |
| May | 155.0 | 68.86 | 15.69 | 181.8 | 175.5 | 2771783 | 2729594 | 0.876 |
| June | 187.6 | 77.41 | 21.37 | 221.5 | 214.5 | 3329194 | 3277325 | 0.863 |
| July | 212.1 | 70.44 | 23.24 | 253.3 | 246.0 | 3778643 | 3718701 | 0.857 |
| August | 159.1 | 68.82 | 21.05 | 189.5 | 182.5 | 2855563 | 2812223 | 0.866 |
| September | 126.3 | 51.56 | 17.39 | 150.4 | 144.2 | 2291028 | 2257430 | 0.875 |
| October | 91.7 | 38.66 | 13.62 | 109.1 | 102.7 | 1671747 | 1648610 | 0.881 |
| November | 54.9 | 25.94 | 9.59 | 65.2 | 59.7 | 989355 | 976039 | 0.874 |
| December | 37.9 | 17.61 | 3.08 | 45.2 | 40.0 | 673089 | 663928 | 0.857 |
| Year | 1354.2 | 580.10 | 12.76 | 1604.2 | 1531.8 | 24376122 | 24015330 | 0.873 |

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 | | |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA



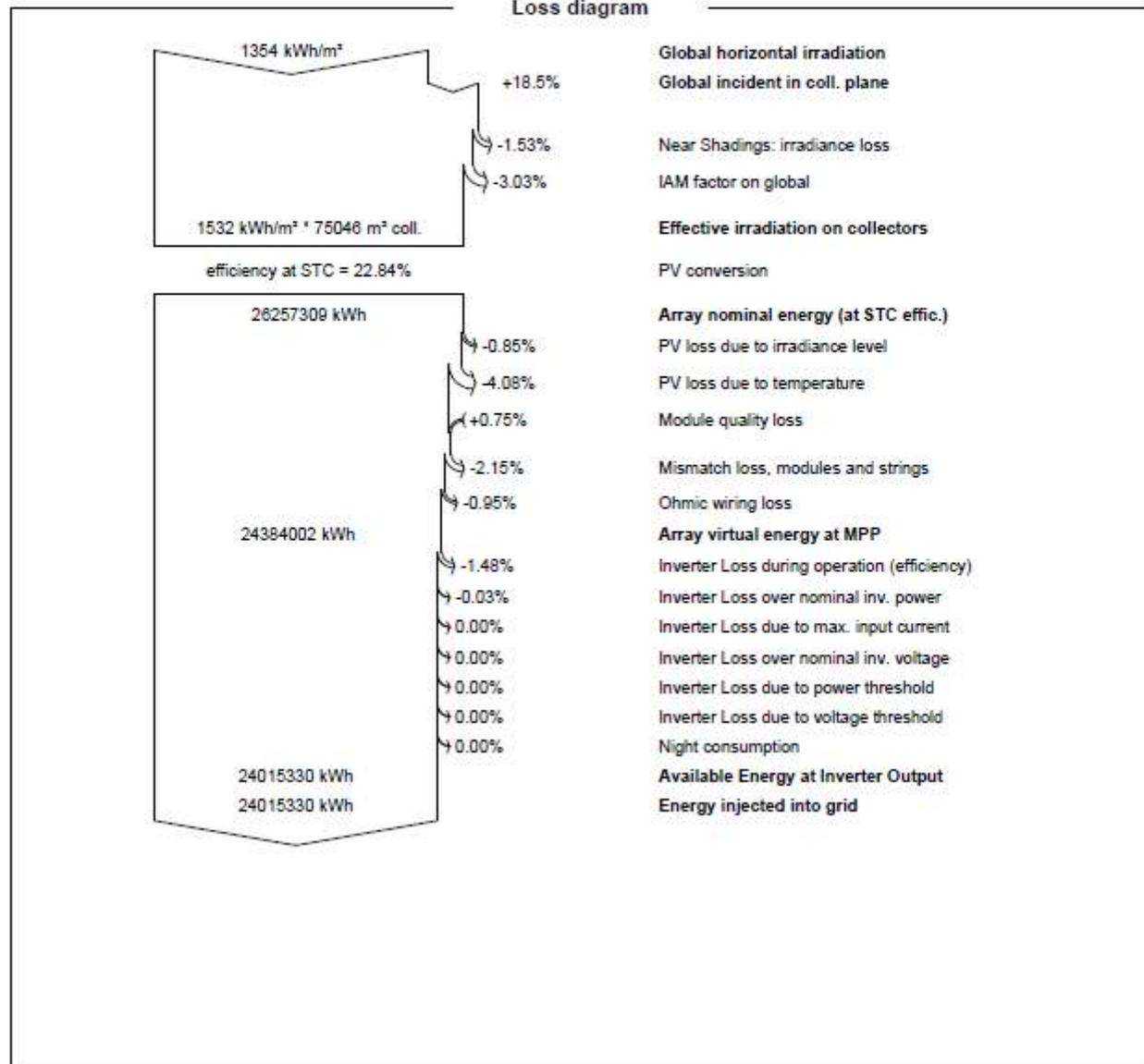
PVsyst V7.4.4
VC5, Simulation date:
07/12/23 10:15
with v7.4.4

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Loss diagram





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA



PVsyst V7.4.4
VC5, Simulation date:
07/12/23 10:15
with v7.4.4

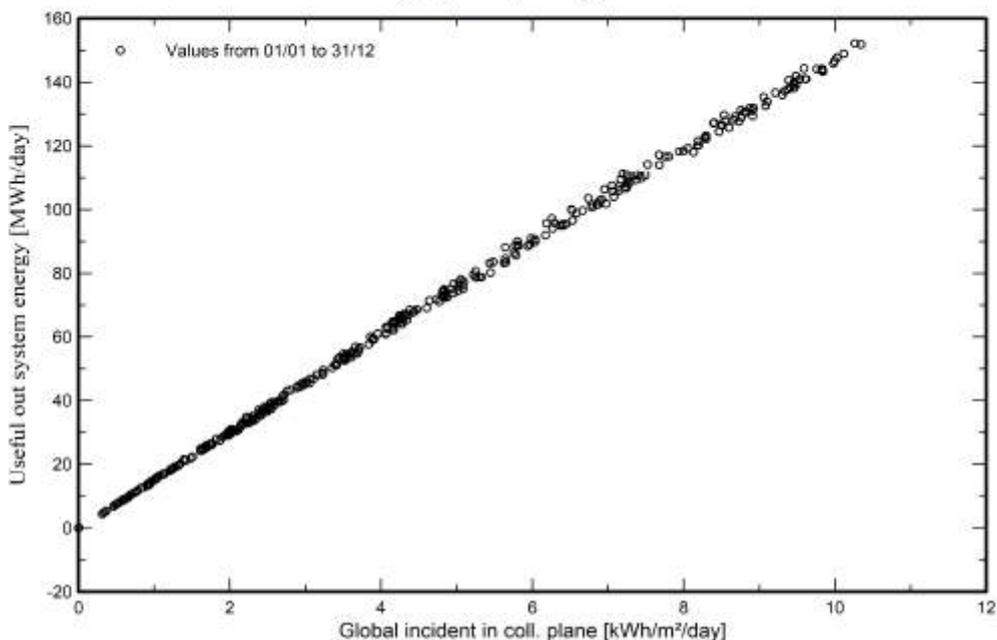
Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

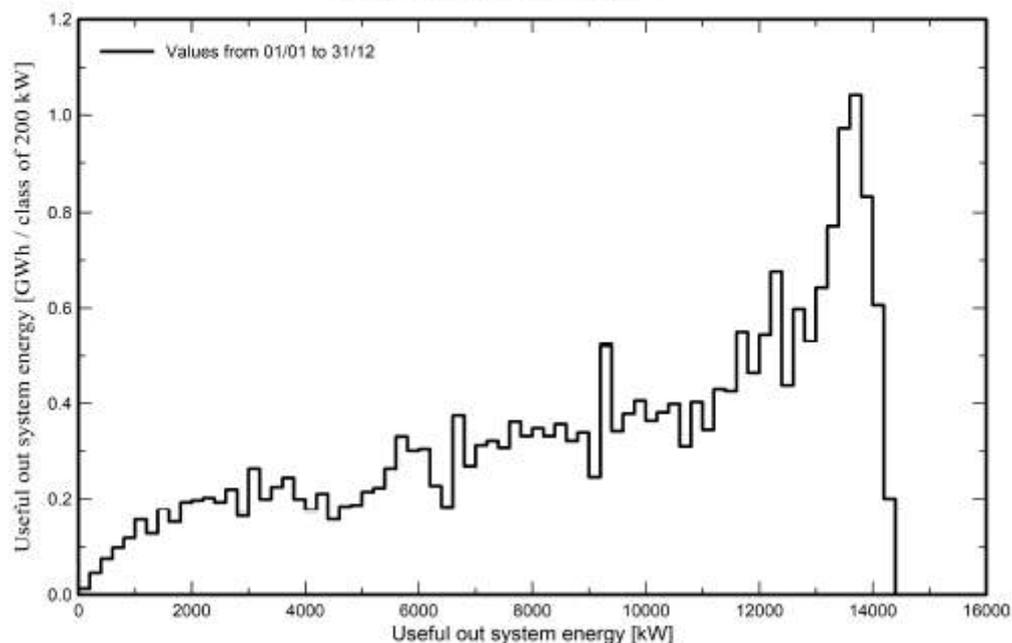
Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA



PVsyst V7.4.4
VC5, Simulation date:
07/12/23 10:15
with v7.4.4

Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Aging Tool

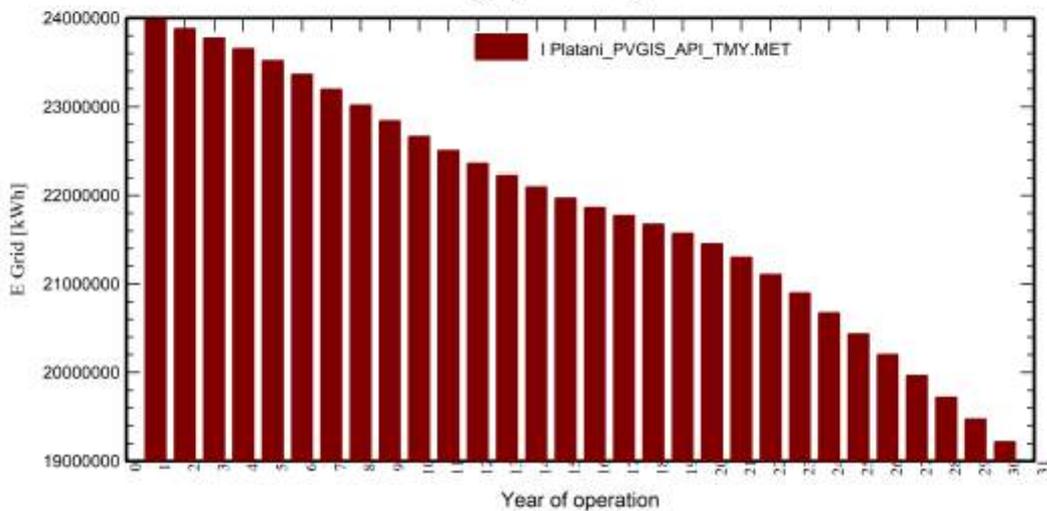
Aging Parameters

| | | | |
|----------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| Time span of simulation | 30 years | Mismatch due to degradation | |
| Module average degradation | | Imp RMS dispersion | 0.4 %/year |
| Loss factor | 0.4 %/year | Vmp RMS dispersion | 0.4 %/year |

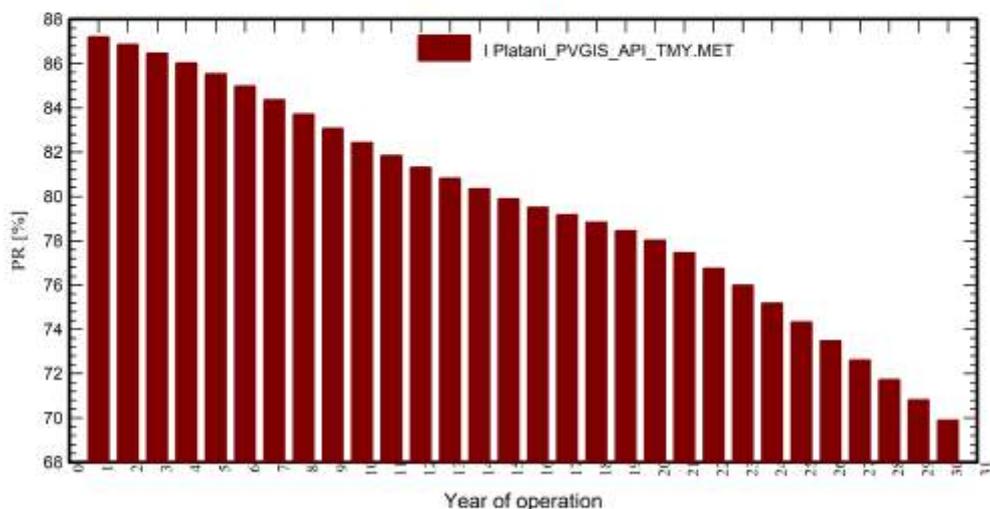
Meteo used in the simulation

I Platani PVGIS API TMY
Years reference year

Energy injected into grid



Performance Ratio





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DA 55,26 MWp**
Comune di Sesto al Reghena e Cinto Caomaggiore
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA
RELAZIONE TECNICA



Project: Sesto al Reghena

Variant: Lotto 2

PVsyst V7.4.4
VC5, Simulation date:
07/12/23 10:15
with v7.4.4

Studio Ing. Valz Gris (Italy)

Aging Tool

Aging Parameters

| | | | |
|-------------------------------------|----------------|------------------------------------|------------|
| Time span of simulation | 30 years | | |
| Module average degradation | | Mismatch due to degradation | |
| Loss factor | 0.4 %/year | Imp RMS dispersion | 0.4 %/year |
| | | Vmp RMS dispersion | 0.4 %/year |
| Meteo used in the simulation | | | |
| I Platani PVGIS API TMY | | | |
| Years | reference year | | |

| Year | E Grid | PR | PR loss |
|------|----------|-------|---------|
| | kWh | % | % |
| 1 | 23977744 | 87.21 | -0.20 |
| 2 | 23881465 | 86.86 | -0.60 |
| 3 | 23772796 | 86.46 | -1.05 |
| 4 | 23651936 | 86.02 | -1.56 |
| 5 | 23518876 | 85.54 | -2.11 |
| 6 | 23385784 | 84.98 | -2.75 |
| 7 | 23194870 | 84.36 | -3.46 |
| 8 | 23018341 | 83.72 | -4.19 |
| 9 | 22840228 | 83.07 | -4.93 |
| 10 | 22664471 | 82.43 | -5.67 |
| 11 | 22503355 | 81.84 | -6.34 |
| 12 | 22358522 | 81.32 | -6.94 |
| 13 | 22221021 | 80.82 | -7.51 |
| 14 | 22090486 | 80.34 | -8.06 |
| 15 | 21966575 | 79.89 | -8.57 |
| 16 | 21860287 | 79.50 | -9.01 |
| 17 | 21768321 | 79.17 | -9.40 |
| 18 | 21673462 | 78.83 | -9.79 |
| 19 | 21570100 | 78.45 | -10.22 |
| 20 | 21452601 | 78.02 | -10.71 |
| 21 | 21297743 | 77.46 | -11.36 |
| 22 | 21104791 | 76.76 | -12.16 |
| 23 | 20894761 | 75.99 | -13.03 |
| 24 | 20670854 | 75.18 | -13.96 |
| 25 | 20436208 | 74.33 | -14.94 |
| 26 | 20199795 | 73.47 | -15.92 |
| 27 | 19963051 | 72.60 | -16.91 |
| 28 | 19720172 | 71.72 | -17.92 |
| 29 | 19471239 | 70.82 | -18.96 |
| 30 | 19216363 | 69.89 | -20.02 |