

REGIONE: LAZIO

PROVINCIA: VITERBO

COMUNI: ACQUAPENDENTE

ELABORATO:

119.21.01.R02

OGGETTO:

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO
ACQUAPENDENTE 37.15MWp
PROGETTO DEFINITIVO**

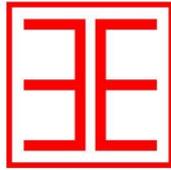
PROPONENTE:

ICA FOR s.r.l.

ICA FOR s.r.l.

via Giorgio Pitacco n.7, 00177 Roma (RM)

**PROGETTO
DEFINITIVO**



**E N E R G Y
E N V I R O N M E N T
E N G I N E E R I N G**

3E Ingegneria S.r.l.

Via G. Volpe n.92 – cap 56121 – Pisa (PI)

3eingegneria@pec.it

www.3eingegneria.it

info@3eingegneria.it

Relazione Tecnica Descrittiva



Note:

DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO da:	APPROVATO da:
DICEMBRE 2021	0	Emissione	3E Ingegneria Srl	Ingenium

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE,
UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA



S O M M A R I O

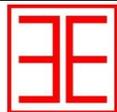
1	PREMESSA.....	4
2	FINALITA' DELL'OPERA	6
3	GENERALITÀ	8
3.1	Dati generali identificativi della società proponente.....	8
3.2	Dati generali del progetto.....	8
4	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	10
5	DATI DI PROGETTO	12
5.1	Riferimenti catastali	12
5.2	Riferimenti cartografici.....	12
5.3	Consistenza impianto.....	13
6	LAYOUT DELL'IMPIANTO	14
7	CARATTERISTICHE TECNICHE.....	15
7.1	Moduli Fotovoltaici.....	15
7.2	Convertitori di Potenza	16
7.3	Trasformatore.....	18
7.4	Strutture di supporto.....	19
7.5	Cavi e quadri.....	22
7.5.1	Cavi.....	22
7.5.2	Quadro AT	23
7.6	Sistemi ausiliari.....	24
7.6.1	Sorveglianza.....	24
7.6.2	Illuminazione	25
8	SISTEMA ANTINCENDIO E RISCHIO INCIDENTI	27
8.1	Sistema antincendio – Impianto Fotovoltaico	27
8.2	Rischio incidenti – Sicurezza dei lavoratori	27
9	CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ	28
9.1	Benefici ambientali	38
10	SCHEMA DI COLLEGAMENTO	39
11	COLLEGAMENTO ALLA RETE AT.....	40
11.1	Premessa.....	40
11.2	Elettrodotto AT di connessione alla RTN.....	40
11.2.1	Descrizione del Tracciato.....	40
11.2.2	Aree Impegnate e fasce di rispetto	41
11.2.3	Progetto dell'elettrodotto	42
11.3	Fasi di costruzione	48
11.3.1	Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere per la posa del cavo	49
11.3.2	Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea.....	49
11.3.3	Posa del cavo.....	49
11.3.4	Ricopertura e ripristini	50
11.3.5	Scavo della trincea in corrispondenza dei tratti lungo percorso stradale.....	51
11.3.6	Trivellazione orizzontale controllata.....	51
12	OPERE CIVILI	55
12.1	Strutture di supporto dei moduli.....	55

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	2	73



12.2	Cabine elettriche	55
12.3	Recinzioni	57
12.4	Livellamenti.....	59
12.5	Movimenti di terra.....	60
12.6	Scolo acque	60
13	GESTIONE IMPIANTO.....	61
14	FASI DI LAVORAZIONE	62
14.1	Dettaglio fasi di cantiere.....	63
14.1.1	Montaggio del cantiere.....	64
14.1.2	Realizzazione recinzione definitiva	64
14.1.3	Realizzazione strade.....	64
14.1.4	Approvvigionamento materiali	65
14.1.5	Lavori preliminari elettrici	68
14.1.6	Cabine di campo e cabine di impianto	68
14.1.7	Montaggio strutture e posa moduli.....	69
14.1.8	Lavori elettricista	70
14.1.9	Smantellamento cantiere	70
15	MANUTENZIONE.....	71
16	DISMISSIONE	73

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	3	73



1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere principali e la configurazione scelta per l'installazione e messa in esercizio di un Impianto Fotovoltaico di potenza nominale di picco di 37.154 kW e potenza in immissione di 35.584 kW, denominato "Acquapendente" e connesso alla R.T.N. 380 kV attraverso la realizzazione di una nuova stazione 380/132/36 kV da inserire in entrata sulla linea esistente "Roma nord-Pian della Speranza", finalizzato alla produzione di energia elettrica rinnovabile. L'impianto verrà realizzato nel territorio comunale di Acquapendente in provincia di Viterbo (VT) mentre le opere di rete per la connessione dell'impianto alla R.T.N. saranno realizzate nel comune di Castel Giorgio (TR), regione Umbria.

Negli ultimi 30 anni le comunità internazionali hanno accelerato, grazie ad una riscoperta sensibilità socio-ambientale, tutti gli interventi volti a coniugare lo sviluppo tecnologico ed industriale con la massima salvaguardia del "pianeta Terra".

L'effetto serra, il buco dell'ozono, i cambiamenti climatici, i problemi su larga e piccola scala legati all'inquinamento delle acque, del suolo e dell'aria, hanno convinto anche i maggiori scettici della necessità di intraprendere azioni correttive a breve, medio e lungo termine.

Nell'ambito di un "nuovo patto tra Uomo e Natura" come risposta ad una crescita troppo spesso poco rispettosa e distruttiva dell'ambiente, sono stati fissati precisi obiettivi in merito alla emissione di gas serra, con particolare riferimento all'anidride carbonica CO₂, obbligando a rivedere lo schema classico di utilizzo dei combustibili "tradizionali" a favore di tutte le soluzioni che coniugano il risparmio e/o la razionalizzazione energetica con la adozione di fonti energetiche "pulite, alternative e rinnovabili".

Le scienze ingegneristiche hanno oramai tracciato un approccio operativo, in grado di garantire per tutte le realtà produttive il raggiungimento degli obiettivi di risparmio e razionalizzazione energetica e di minimizzazione degli impatti ambientali.

I cardini attuali della politica energetica dell'Unione Europea, ribaditi e rafforzati nella Direttiva RED II 2030, sono: la necessità di ridurre la domanda di energia, un maggiore ricorso a fonti energetiche alternative (svilupparli a livello nazionale e in modo sostenibile), la diversificazione delle fonti energetiche.

Il recentissimo **Piano Nazionale Integrato "Energia Clima 2030"**, che impegna l'Italia verso i propri partners europei, fissa al 30% al 2030 l'obiettivo da raggiungere in termini di copertura da fonti energetiche rinnovabili dell'energia elettrica consumata; attualmente tale valore è intorno al 19%.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	4	73



Su scala locale, il territorio e i recettori ambientali vengono considerati come beni preziosi “presi in prestito” dalle generazioni future, e da restituirsi pertanto integri e produttivi una volta ultimato il virtuoso ciclo di produzione di energia rinnovabile.

Al fine di rendere possibile tale obiettivo, le scelte progettuali adottate sono orientate all’ottimale inserimento paesistico dell’impianto e a rendere “retrofit” ogni componente e/o parte di esso rendendo agevole, laddove possibile, il recupero e riciclo delle materie prime utilizzate.

La tecnologia con cui sarà realizzato l’impianto si contraddistingue sia per una elevata affidabilità e per una facile manutenzione e gestione durante la fase di esercizio, che per rapido e completo recupero dei terreni a fine ciclo di vita dell’impianto.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	5	73



2 FINALITA' DELL'OPERA

Tra le fonti energetiche rinnovabili, l'energia solare rappresenta e rappresenterà sempre la fonte energetica più pulita ed affidabile.

Considerati gli spazi ridotti di ulteriore crescita delle fonti eolica, idroelettrica e delle biomasse per sostanziale saturazione del potenziale nazionale, solo il ricorso intensivo alla fonte solare potrà garantire il sicuro raggiungimento dei nuovi obiettivi fissati a livello nazionale dal Piano Nazionale Integrato "Energia Clima 2030".

Scopo dell'intero impianto è produrre energia elettrica valorizzandola attraverso il Market Parity, un meccanismo che consente la vendita di energia sulla borsa elettrica ad un prezzo inferiore a quella prodotta dalle fonti convenzionali. Il regime di Market Parity presuppone quindi non la realizzazione di impianti in autoconsumo, e neanche di impianti in ritiro dedicato, ma l'accesso diretto al mercato elettrico e la competizione diretta con le fonti convenzionali su questo stesso mercato. Trattasi dunque di una sfida innovativa in un sistema, quello italiano, che già da anni non prevede più incentivi. La centrale fotovoltaica non è quindi associata ad alcun tipo di utenza, ma vende direttamente sul mercato elettrico generale.

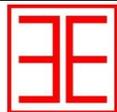
Si sottolinea, infatti che in data 6 luglio 2013 è terminato il Conto Energia, introdotto in Italia con la Direttiva comunitaria per le fonti rinnovabili (Direttiva 2001/77/CE), recepita con l'approvazione del Decreto legislativo 387 del 2003. Questo meccanismo, premiava con tariffe incentivanti l'energia prodotta dagli impianti fotovoltaici per un periodo di 20 anni, ed è diventato operativo con l'entrata in vigore dei Decreti attuativi del 28 luglio 2005 e del 6 febbraio 2006 (Primo Conto Energia) e s.m.i. che hanno introdotto il sistema di finanziamento in conto esercizio della produzione elettrica, sostituendo i precedenti contributi statali a fondo perduto destinati alla messa in servizio dell'impianto. L'incentivo consisteva in un contributo finanziario per kWh di energia prodotta per un periodo di tempo (fino a 20 anni), variabile a seconda della dimensione o della tipologia di impianto e fino a un tetto massimo di MWp di potenza complessiva generata dai suddetti impianti. Tra il 2008 ed il 2015 il mercato del Fotovoltaico ha assistito ad un crollo dei prezzi del fotovoltaico mediamente di oltre il 60%. Questo a fronte di un calo dei costi di produzione di circa il 70%, in larga parte attribuibile sia al prezzo del Silicio sia all'introduzione di sistemi di produzione fortemente automatizzati che garantiscono una più alta velocità di fabbricazione. Parallelamente sono stati introdotti sul mercato moduli fotovoltaici ad alta efficienza che consentono di ottenere una maggiore potenza nominale a parità di ingombro.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	6	73



Visto che tale diminuzione dei costi d’impianto e l’aumento dell’efficienza dei moduli fotovoltaici, da soli non consentono di effettuare un investimento con tassi di rendimento (IRR) utili a giustificarne i costi d’investimento, si rende necessario aumentare ulteriormente la produzione (aumento dei kWh prodotti per ogni kWp installato) montando delle strutture con inseguitore monoassiale in grado di integrarsi perfettamente con ogni tipo di tecnologia fotovoltaica utilizzata nella realizzazione di impianti.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	7	73



3 GENERALITÀ

3.1 Dati generali identificativi della società proponente

La società proponente è la ICA FOR s.r.l., che si qualifica quale Soggetto Titolare e Soggetto Responsabile dell'impianto, ha sede legale in via Giorgio Pitacco n.7, 00177 Roma (RM), P.IVA 16026451001 ed è legalmente rappresentata da Francisco Jose Soriano Davo nato in Spagna il 22/12/1966. L'impianto è progettato per funzionare in parallelo alla rete 380 kV di trasmissione, cedendo totalmente alla rete tutta l'energia prodotta, al netto degli autoconsumi di impianto.

3.2 Dati generali del progetto

La presente relazione ha lo scopo di fornire una descrizione dell'impianto fotovoltaico "ACQUAPENDENTE" con potenza di circa **37.15 MW_p**, da realizzare nel comune di Acquapendente in provincia di Viterbo, regione Lazio. L'impianto fotovoltaico occuperà aree agricole poste a Sud-Ovest del centro abitato di Acquapendente. L'impianto fotovoltaico è ubicato esclusivamente nel comune di Acquapendente (VT), a circa 4 km a Sud-Ovest del centro abitato. Il comune di Castel Giorgio (TR), regione Umbria, in località Torraccia a Nord-Ovest del centro abitato è invece interessato dalle sole opere di connessione alla rete di trasmissione nazionale. L'impianto occuperà aree, attualmente a destinazione agricola; a Nord-Ovest saranno interessate l'area del Pod. Di San Giovanni e Falconiera. Ad Est saranno interessate le aree in località Grollanella e Cotone. A Sud-Ovest saranno interessate aree in località al Km. 4.300 Strada Onanese. L'inquadrimento dell'intero layout è riportato nella Corografia 119.21.01.W03.

La potenza richiesta in immissione per l'impianto fotovoltaico riportata nella STMG rilasciata da TERNA S.p.A. è pari a **35,584°MW**.

Per tale impianto è previsto un collegamento in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN da inserire in entra - esce sull'elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Roma Nord - Pian della Speranza", di cui al Piano di Sviluppo Terna.

Nel presente documento vengono illustrate le attività ed i processi che saranno posti in essere sul sito, le caratteristiche costruttive, funzionali e prestazionali dell'impianto nel suo complesso e nelle sue componenti elementari, la sua producibilità annua e le modalità impiantistiche con cui si intende effettuare il collegamento di parallelo con la rete del

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	8	73



ENERGY
ENVIRONMENT
ENGINEERING

**Impianto Fotovoltaico “ACQUAPENDENTE ”
da 37.15 MWp
Relazione tecnica descrittiva**

OGGETTO / SUBJECT

ICA FOR s.r.l.

CLIENTE / CUSTOMER

Gestore. La tecnologia con cui sarà realizzato l'impianto si contraddistingue sia per una elevata affidabilità e per una facile manutenzione e gestione durante la fase di esercizio, che per rapido e completo recupero dei terreni a fine ciclo di vita dell'impianto.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	9	73

4 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;

CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per i dispositivi fotovoltaici di riferimento;

CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento;

IEC 61727: Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface;

CEI EN 61215-1: Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1: Prescrizioni per le prove

CEI EN 61215-2: Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova

CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);

CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili -Parte 1: Definizioni;

CEI EN 60439: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT);

CEI EN 60445: Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori;

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099: Scaricatori

CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750

CEI 81-10/1/2/3/4 : Protezione contro i fulmini;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	10	73



UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;

CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

IEC 60364-7-712: Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.

D. Lgs. 81/2008 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

DM 37/2008 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005.

CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica

CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica e collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione

Allegato A alla deliberazione ARG/elt99/08 valido per le richieste di connessione presentate a partire dall'1 gennaio 2011 –Versione integrata e modificata dalle deliberazioni ARG/elt79/08, ARG/elt205/08, ARG/elt130/09, ARG/elt125/10, ARG/elt51/11,ARG/elt148/11,ARG/elt187/11,226/2012/R/eel,328/2012/R/eel, 578/2013/R/eel,574/2014/R/eel,400/2015/R/eel,558/2015/R/eel,424/2016/R/eel,581/2017/R/eel, 564/2018/R/eele 592/2018/R/eel Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessioni di terzi degli impianti di produzione (testo integrato delle connessioni attive – **TICA**)

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	11	73



5 DATI DI PROGETTO

5.1 Riferimenti catastali

L'impianto fotovoltaico da installare nel comune di Acquapendente, in provincia di Viterbo, le aree impegnate dall'impianto sono riportate graficamente nella tavola "119.21.01.W08 - Inquadramento catastale".

L'area disponibile ha un'estensione complessiva pari a circa **55,4 ha**.

5.2 Riferimenti cartografici

Le caratteristiche geografiche del sito individuato per la realizzazione dell'impianto sono indicate nella seguente tabella (misurate in posizione baricentrica rispetto all'estensione dell'area):

Nome Impianto	Comune	Provincia	Coordinate geografiche	Altitudine media (m s.l.m.)
ACQ-Sottocampo 1	Acquapendente	Viterbo	42°43'40.57"N, 11°50'18.85"E	460
ACQ - Sottocampo 2	Acquapendente	Viterbo	42°43'0.03"N, 11°51'21.10"E	465
ACQ - Sottocampo 3	Acquapendente	Viterbo	42°42'39.39"N, 11°50'29.86"E	460

Tabella 1

Le aree dove verrà realizzato l'impianto hanno accessi dalla viabilità esistente locale o da strade comunali e/o provinciali.

La planimetria dell'impianto e delle relative opere di connessione alla RTN è riportato nella seguente figura.



Figura 1 – Planimetria su ortofoto dell’impianto fotovoltaico

5.3 Consistenza impianto

L’impianto fotovoltaico è suddiviso in tre macroaree (Sottocampo 1, Sottocampo 2, Sottocampo 3), comprendenti rispettivamente n°3, n°3, n°2, cabine di campo, della potenza nominale massima di 5660 kVA; sono utilizzati moduli fotovoltaici con potenza di picco di 670 Wp.

In ciascuna cabina di campo avverrà la trasformazione a 36 kV dell’energia proveniente dagli inverter di campo a 640 V; ciascuna linea AT a 36 kV uscente dalla rispettiva cabina di campo andrà a collegare le altre cabine di campo e si atterrerà infine ad un quadro AT ubicato nella cabina di impianto. Dalla cabina di impianto partirà una linea AT a 36 kV da collegare in antenna con la sezione a 36kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione 36/132/380 kV (SE) della RTN da inserire in entra – esce sull’ elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Roma Nord - Pian della Speranza”.

L’inquadramento territoriale dell’impianto è rappresentato in dettaglio negli elaborati grafici allegati al presente progetto, quali il layout di impianto, l’inquadramento urbanistico, la corografia e la planimetria catastale.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	13	73



6 LAYOUT DELL'IMPIANTO

Si rimanda allo specifico elaborato grafico (119.21.01.W05), oltre alla corografia (119.21.01.W03) e alla planimetria catastale (119.21.01.W08) che individuano in dettaglio le aree destinate ai moduli fotovoltaici dell'impianto oggetto del presente documento.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	14	73



7 CARATTERISTICHE TECNICHE

7.1 Moduli Fotovoltaici

Il dimensionamento dell'impianto è stato realizzato con una tipologia di modulo fotovoltaico composto da 240 celle in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di una stringa è pari a 22,78 kWp.

L'impianto sarà costituito da un totale di 55.454 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 37154,18 kWp.

Le caratteristiche principali della tipologia di moduli scelti è la seguente:

Marca: Trina Solar (o equivalente)

Modello: TSM-670DEG21C.20

Caratteristiche geometriche e dati meccanici

Dimensioni (LxAxP):	2289x1374x35 mm
Tipo celle:	in silicio monocristallino
Telaio:	alluminio anodizzato

Caratteristiche elettriche (in STC)

Potenza di picco (Wp) [W]:	670
Tensione a circuito aperto (Voc) [V]:	41,8
Tensione al punto di massima potenza (Vmp) [V]:	34,6
Corrente al punto di massima potenza (Imp) [A]:	19,37
Corrente di corto circuito (Isc) [A]:	20,25

La superficie coperta dai pannelli fotovoltaici, intesa quale proiezione sul piano orizzontale dei pannelli stessi (ai sensi della Legge Regionale n.26 del 28/12/2007), è complessivamente pari a circa 174.408 m², e pertanto la superficie ricoperta da pannelli risulta inferiore al 50% di quella complessivamente oggetto dell'intervento.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	15	73



7.2 Convertitori di Potenza

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante convertitori statici trifase (inverter) di tipo centralizzato marca SIEL, modello TLH DSPX 1415M, posizionati all'interno di cabinati in un numero massimo di 4 inverter, in maniera tale da comporre un sistema "multi-inverter" di tipo M tra loro collegati. Questi inverter con suffisso "M", sono composti da due moduli di potenza funzionanti in parallelo (Modulo "1" e "Modulo" 2 ") secondo la logica " Master & Multi-Slave " e sono dotati di una tecnologia innovativa, che consente di raggiungere potenze molto elevate aumentando l'efficienza ponderata del sistema.

La potenza nominale dell'inverter in questione è pari a 1435 kWp; la ripartizione dei vari moduli su ognuno degli inverter utilizzati sarà effettuata sulla base delle caratteristiche tecniche sotto riportate.

In particolare il numero di ingressi DC per polo è pari a 4, per cui le stringhe provenienti dal campo saranno messi in parallelo in appositi quadri DC, da quali partiranno poi i cavi che si attesteranno su un quadro sezionatore DC nei pressi degli ingressi dell'inverter. L'uscita trifase AC dell'inverter si attesterà poi direttamente ai morsetti BT del trasformatore elevatore BT/AT della cabina di campo.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	16	73



SOLEIL DSPX TLH 1500	708	1415M(*)	2830M(*)	4245M(*)	5660M(*)
Ingresso DC – Potenza raccomandata dei moduli					
Nominale [kWp]	718	1435	2865	4291	5721
Massima [kWp]	899	1794	3582	5364	7152
Numero di moduli di potenza	1	2	4	6	8
Ingresso DC – Specifiche tecniche					
Intervallo operativo di tensione [V] ⁷	950 - 1450				
Intervallo di tensione di MPPT [V] ⁷	950 - 1400				
Tensione massima(no operation)[V]	1500				
Tensione nominale DC	1170				
Tensione minima DC [V]	950				
Corrente Massima Ingresso DC [A]	757	1511	3016	4517	6023
Corrente cortocircuito (Isc) [A]	947	1889	3770	5647	7529
N. ingressi DC per polo	4	4	4	4	4
N. di MPPT	1	1	1	1	1
Uscita lato AC					
Potenza Apparente Nominale Sn [kVA] ¹	707,5	1415	2830	4245	5660
Potenza Apparente Massima Smax [kVA] ¹	721,65	1443,3	2886,6	4329,9	5773,2
Potenza Attiva Massima Pmax[kW] ¹	721,65	1443,3	2886,6	4329,9	5773,2
Tensione Nominale rms [V]	640				
Connessione	3ph				
Corrente Nominale In [A] ²	639	1277	2553	3830	5106
Corrente Massima Imax [A] ³	724	1447	2894	4341	5787
Tensione Minima di funzionamento a Smax [V] ⁴	90% Vn				
Tensione Minima assoluta di funzionamento [V] ⁴	85% Vn				
Tensione Massima assoluta di funzionamento [V] ⁴	115% Vn				
Frequenza Nominale [Hz]	50 or 60				
Intervallo di Frequenza [Hz] ⁵	Impostabile (47,5 - 51,5) or (55.5 to 62.5)				
Efficienza Massima [%] ⁶	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)	99,55 (**)
Euro Efficienza [%] ⁶	99,29 (**)	99,33 (**)	99,36 (**)	99,36 (**)	99,35 (**)
Efficienza Statica di MPPT [%]	99,8 (**)				
Efficienza Dinamica di MPPT [%]	98,78 (**)				
THD I @Pnom [%]	<3				
Fattore di Potenza (copshi) ¹	0.9 ... 1.0 capacitivo- induttivo				
Sbilanciamento Massimo di corrente	1%				
Contributo alla corrente dic cortocircuito [A]	1086	2170,5	4341	6511,5	8680,5
Altri Dati					



Sistema di ventilazione	Aria Forzata				
Potenza Dissipata a vuoto [W]	80	80	80	80	80
Controllo	DSP				
Forma d'onda d'uscita	Sinusoidale				
Intervallo di temperature di funzionamento [°C]	-20°C / + 51°C				
Massima Temperatura di Funzionamento [C°]	+60				
Intervallo di temperature di stoccaggio [°C]	-25°C / + 70°C				
Intervallo di umidità ammesso	5% / 95%				
Massima altitudine per funzionamento senza limitazione di Potenza alla massima temperature ambiente (+51°C)	2000 (s.l.m)				
Declassamento in potenza con l'altitudine	1% ogni 100m sopra i 2000m				
Categoria Ambientale	INDOOR				
Grado di inquinamento	PD3				
Classe di sovratensione (ingresso DC)	Class II				
Classe di sovratensione (uscita AC)	Class II				
Caratteristiche Meccaniche					
Classe di Protezione	IP20				
Rumore Acustico [dBA]	65	69	69	69	69
Dimensioni basamento a terra (LxD) [mm]	2000/1000	2000/1000	4000/1000	6000/1000	8000/1000
Dimensioni complessive (LxDxH) [mm]	2000/1000/2000	2000/1000/2000	4000/1000/2000	6000/1000/2000	8000/1000/2000
Peso [kg]	1600	1800	3600	5400	7200

Tabella 2: Caratteristiche tecniche Inverter modello SOLEIL DSPX TLH 1415M

7.3 Trasformatore

I trasformatori di elevazione BT/AT saranno per ogni cabina di campo, di potenza pari a 6000 kVA a doppio secondario. Essi saranno alloggiati all'esterno delle cabine di campo e presenteranno le seguenti caratteristiche generali:

- -- frequenza nominale 50 Hz
- -- Rapporto di trasformazione $V1n/V2n/V3n = 36.000/640/640 V$
- -- campo di regolazione tensione maggiore $\pm 2 \times 2,5\%$
- -- Tipologia di isolamento: olio
- -- livello di isolamento primario 1,1/3 kV
- -- livello di isolamento secondario 36/70/120
- -- simbolo di collegamento Dyn11yn11
- -- collegamento primario: triangolo

- -- collegamento secondario: stella+neutro
- -- classe ambientale E2
- -- classe climatica C2
- -- comportamento al fuoco F1
- -- classe di isolamento primarie e secondarie F/F
- -- temperatura ambiente max. 40 °C
- -- sovratemperatura avvolgimenti primari e secondari 100/100 K
- -- installazione Interna
- -- tipo raffreddamento ONAN
- -- altitudine sul livello del mare $\leq 1000\text{m}$
- -- impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- -- livello scariche parziali $\leq 10 \text{ pC}$

Nella figura sottostante un esempio tipico di trasformatore in olio.

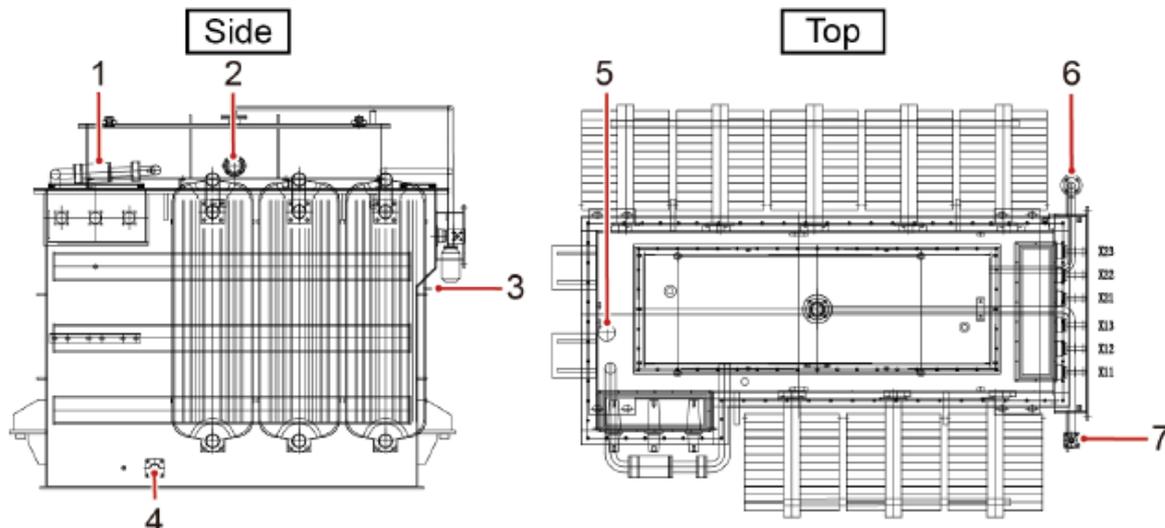


Figura 2 – Tipico trasformatore in olio

7.4 Strutture di supporto

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici impiegati sono di tipo tracker ad inseguimento monoassiale (inseguitori solari allineati in direzione “nord-sud” capaci di ruotare in direzione “est-ovest”, consentendo pertanto ai pannelli di “seguire” il sole lungo il suo moto apparente diurno).

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	19	73



I tracker saranno costituiti da matrici di pannelli FV 2x34 oppure 2x17.

La distanza (in direzione est-ovest) tra i pali di sostegno dei tracker assume valori all'incirca di 11,05 m.

I tracker sono realizzati con profilati metallici in acciaio zincato su cui vengono fissati i pannelli fotovoltaici, rigidamente collegati ad una trave metallica centrale mossa da un piccolo motore elettrico che consente la rotazione; la struttura è ancorata al terreno mediante pali metallici semplicemente infissi nel terreno. Le strutture avranno una garanzia di 10 anni per le componenti strutturali e di 20 anni per la zincatura. La loro progettazione sarà in accordo con l'Eurocodice e con gli standard locali. I relativi elaborati grafici saranno prodotti in accordo con:

- USA: UL508 ASCE 7-10, UL3703 incluso UL2703
- Europa: CE, IEC TS62727

Al fine di ottenere per la potenza elettrica in uscita dal Generatore Fotovoltaico (in corrente continua) valori di tensione/corrente/potenza compatibili con le caratteristiche degli Inverter, i diversi moduli sono collegati in serie (“stringhe”) ed in parallelo (“sottocampi”).

Le strutture sono caratterizzate da un sistema di montaggio completamente innovativo sviluppato in base a conoscenze scientifiche e normative. Il montaggio modulare offre possibilità quasi illimitate di assemblaggio per i moduli maggiormente in circolazione sul mercato.

Per mezzo dello sviluppo di particolari morsetti di congiunzione si riducono al minimo i tempi di montaggio.

La struttura metallica è costituita essenzialmente da:

- Il corpo di sostegno disponibile come sostegno singolo o articolato a seconda del numero di moduli da applicare. La leggerezza dell'alluminio e la robustezza dell'acciaio raggiungono un'ottima combinazione e attraverso il profilo monoblocco vengono evitate ulteriori giunzioni suscettibili alla corrosione e alla maggiore applicazione.
- Le traverse sono rapportate alle forze di carico. Tutti i profili sono integrati da scanalature che permettono un facile montaggio. Le traverse sono fissate al sostegno con particolari morsetti.
- Le fondazioni costituite semplicemente da un profilato in acciaio zincato a caldo conficcato nel terreno disponibile in 6 lunghezze standard. La forma del profilo supporta ottimamente i carichi statici e dinamici. Rispetto ai profili laminati il risparmio di materiale è del 50%.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	20	73



Grazie ai pochi componenti che costituiscono la struttura il tempo di montaggio è particolarmente ridotto. Il conficcamento dei profili in acciaio viene realizzato da ditte specializzate.

Il sistema di tipo tracker è applicabile sia per siti perfettamente piani che con qualsiasi grado di pendenza.

Per il dimensionamento viene svolta una perizia geologica per il calcolo ottimale della profondità a cui vanno conficcati i profilati in relazione al tipo di terreno. In questo modo viene garantito un ottimale utilizzo dei profili e dei materiali. La struttura di supporto è garantita per 25-30 anni.

Sinteticamente i vantaggi della struttura utilizzata si possono così riassumere:

Logistica

Alto grado di prefabbricazione

Montaggio facile e veloce

Componenti del sistema perfettamente integrati

Materiali

Materiale interamente metallico (alluminio/inox) con notevole aspettativa di durata

Materiali altamente riciclabili

Aspetto leggero dovuto alla forma dei profili ottimizzata

Costruzione

Nessun tipo di fondazioni per la struttura;

Facilità di installazione di moduli laminati o con cornice

Facile e vantaggiosa integrazione con un sistema parafulmine

Calcoli statici

Forza di impatto del vento calcolata sulla base delle più recenti e aggiornate conoscenze scientifiche e di innovazione tecnologiche

Traverse rapportate alle forze di carico

Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi

Di seguito si riporta una rappresentazione tipica della struttura di supporto.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	21	73

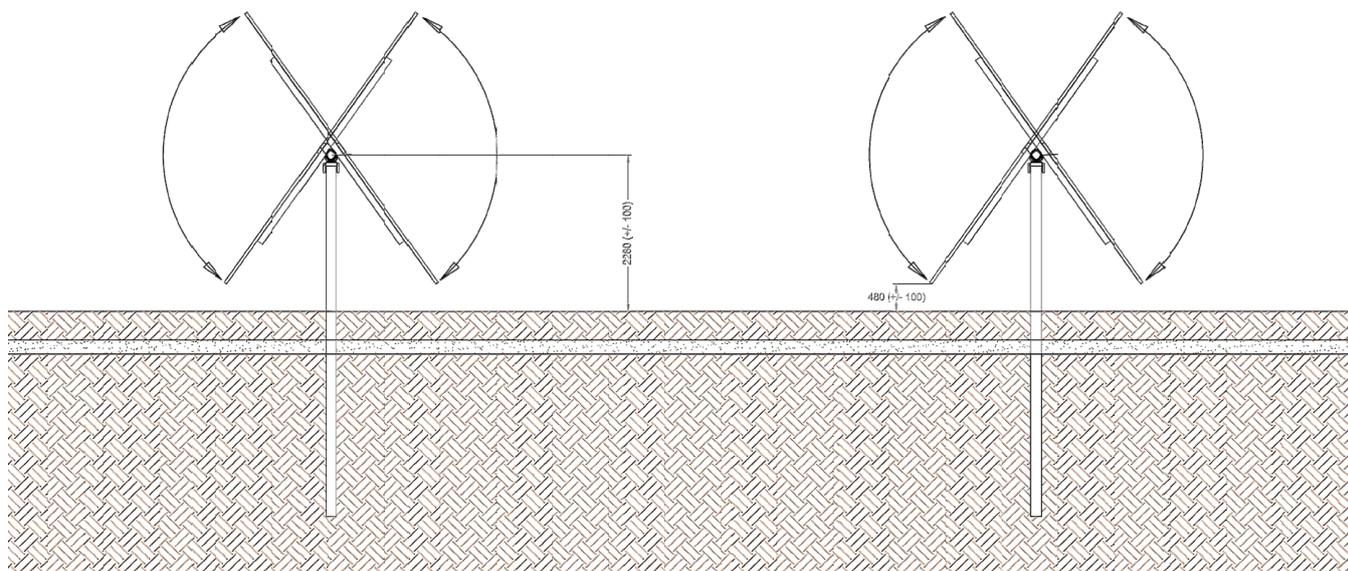


Figura 3 – Rappresentazione tipo della struttura di supporto

7.5 Cavi e quadri

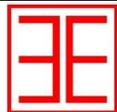
7.5.1 Cavi

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e i quadri di campo sono previsti conduttori di tipo “SOLAR” in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l’impiego in campi FV per la produzione di energia.

Caratteristiche tecniche:

- Conduttore: rame elettrolitico, stagnato, classe 5 secondo IEC 60228
- Isolante: HEPR 120 °C
- Max. tensione di funzionamento 1,5 kV CC Tensione di prova 4kV, 50 Hz, 5 min.
- Intervallo di temperatura Da - 50°C a + 120°C
- Durata di vita attesa pari a 30 anni in condizioni di stress meccanico, esposizione a raggi UV, presenza di ozono, umidità, particolari temperature.
- Verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216
- Resistenza alla corrosione
- Ampio intervallo di temperatura di utilizzo
- Resistenza ad abrasione

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	22	73



- Ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi
- Resistenza ad agenti chimici
- Facilità di assemblaggio
- Compatibilità ambientale e facilità di smaltimento.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%. La portata dei cavi (I_z) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Cavo di collegamento dei moduli di stringa

$$S=6 \text{ mm}^2 \quad I_z (60 \text{ C}^\circ) = 70\text{A (TECSUN (PV) PV1-F 0,6/1 kV AC (1,5 kV DC))}$$

Per il BUS in corrente continua saranno usati cavi in alluminio da 240mm² fino alla cabina inverter, collegando le stringhe in parallelo (fino a un massimo di 15).

Tutti i componenti in CC saranno dimensionati per un esercizio continuo in corrente continua e una tensione massima di 1500Vcc considerando le massime correnti di corto circuito. I componenti saranno scelti adottando un criterio di minimizzazione dei guasti a terra e dei corto circuiti.

Altri cavi

Cavi di media tensione: ARE4H1R 26/45 kV

Cavi di bassa tensione: FG16R16, FG16OR16 0,6/1 kV

Cavi di bassa tensione: ARE4R, ARE4OR 0,6/1 kV

Cavi di bus: speciale MOD BUS / UTP CAT6 ethernet

7.5.2 Quadro AT

Saranno impiegati scomparti normalizzati di tipo protetto, che possono essere affiancati per formare quadri di trasformazione fino a 40,5 kV. Le dimensioni contenute consentono di occupare spazi decisamente ridotti, la modularità permette di sfruttare al massimo gli spazi disponibili. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediscono errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Gli

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	23	73



scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento dell'impianto di messa a terra, doppi oblò di ispezione che consentono un'agevole ispezione visiva.

7.6 Sistemi ausiliari

7.6.1 Sorveglianza

Le aree occupate dall'impianto fotovoltaico saranno recintate e sottoposte a sorveglianza dal personale in loco o automaticamente dalla presenza di un sistema integrato anti-intrusione di cui sarà eventualmente dotata l'intera zona.

Tale sistema, se presente, sarà composto dalle seguenti apparecchiature principali:

- telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 35 m;
- cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina;
- n.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alle cabine;
- n.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

Il cavo alfa sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina.

Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alle cabine elettriche e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna gsm.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	24	73

Lo schema a blocchi dell’impianto è il seguente.

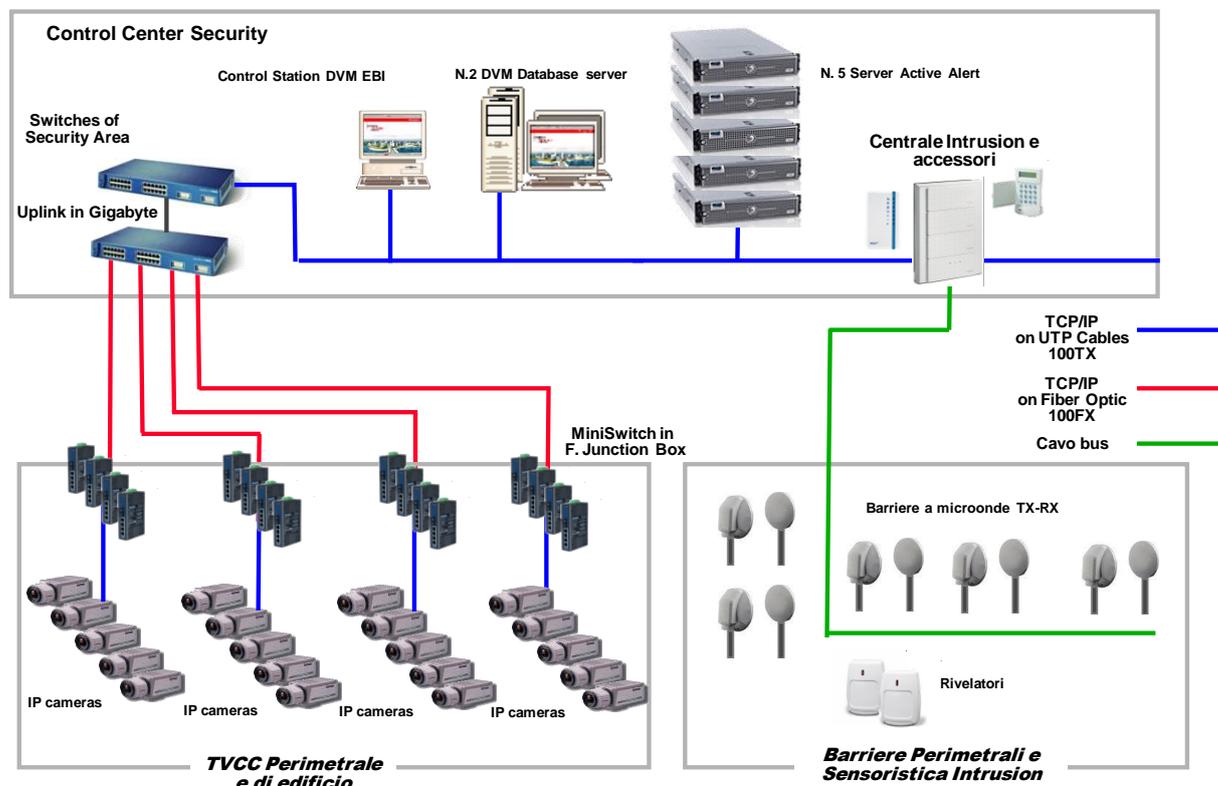


Figura 4 – Schema del sistema di sorveglianza

7.6.2 Illuminazione

L’impianto di illuminazione esterno sarà costituito da 2 sistemi:

- Illuminazione perimetrale
- Illuminazione esterna cabine di campo e cabine di impianto

Tali sistemi sono di seguito brevemente descritti.

Illuminazione perimetrale

Sarà realizzato un impianto di illuminazione per la videosorveglianza composto da armature IP65 in doppio isolamento (classe 2) con lampade a LED da 79 W posti nelle immediate vicinanze delle telecamere e quindi sulla sommità del palo. Quindi, la morsettiera a cui saranno attestati i cavi dovrà essere anche essa in classe 2 e i pali utilizzati, se metallici, non dovranno essere collegati a terra.

Il sistema è stato progettato al fine di garantire il minimo possibile di energia e inquinamento luminoso utilizzando le moderne tecnologie a LED e prevedendo un sistema di sensori, già presente per l’impianto di sicurezza, che sarà tarato per attivarsi

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	25	73



esclusivamente con la presenza di entità significative (per massa e volume). Ciò consentirà all'impianto di non attivarsi per la maggior parte del tempo e di non attivarsi per la presenza della fauna locale di piccola taglia (es. volpi, conigli, istrici ecc.).

In una tavola grafica distinta si riportano le caratteristiche dell'impianto di videosorveglianza e illuminazione.

Illuminazione esterna cabine di campo e cabine di impianto

- Tipo lampade: 24 led 1887 Rodio - POWERLED;
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, con alettature di raffreddamento;
- Numero lampade: 4;
- Funzione: illuminazione piazzole per manovre e sosta.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	26	73



8 SISTEMA ANTINCENDIO E RISCHIO INCIDENTI

8.1 Sistema antincendio – Impianto Fotovoltaico

L’Impianto Fotovoltaico, ai sensi del DPR 151/2011, sarà soggetto ai controlli dei Vigili del Fuoco per quanto attiene:

AREA DI GENERAZIONE

- **Attività 48:** Centrali termoelettriche, macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 m³ (**Nota:** per quanto attiene l’olio isolante contenuto nei trasformatori BT/AT);

Saranno rispettate le fasce di rispetto previste dalla normativa vigente e le indicazioni sugli accessi alle aree, nonché le prescrizioni del Comando provinciale dei Vigili del Fuoco di Viterbo.

Per gli interventi di prima necessità, in prossimità delle strumentazioni elettriche quali inverter, quadri, e trasformatori, verranno localizzati/installati estintori adatti, catalogati secondo la classe E, caricati con estinguente del tipo non tossico.

Per gli interventi di prima necessità nell’intera area dell’Impianto Fotovoltaico verranno inoltre localizzati/installati estintori adatti per classe A-B-C con capacità estinguente non inferiore a 13A - 89B, caricati con polveri o fluidi del tipo non tossico.

8.2 Rischio incidenti – Sicurezza dei lavoratori

In relazione alla presenza di lavoratori si sottolinea come l’Impianto Fotovoltaico in fase di esercizio preveda attività di carattere saltuario.

Il personale addetto alla manutenzione dell’impianto sarà esclusivamente rappresentato da personale addestrato e abilitato a operare su impianti elettrici, ed avrà il compito di supervisione e controllo delle apparecchiature elettriche. Tutti i lavoratori saranno informati – formati ed equipaggiati di D.P.I. in linea con le disposizioni del D.Lgs 81/2008 e successive modificazioni e/o integrazioni.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	27	73

9 CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ

Facendo riferimento ai dati radiometrici della provincia di Viterbo e con riferimento al Comune di Acquapendente, si è proceduto al calcolo della producibilità per l’impianto fotovoltaico “ACQUAPENDENTE” in oggetto mediante apposito software PVSYST 7.2.10.

Di seguito il report di calcolo effettuato.

Yearly sum of solar electricity generated by 1kWp photovoltaic system with optimally-inclined modules
ITALY

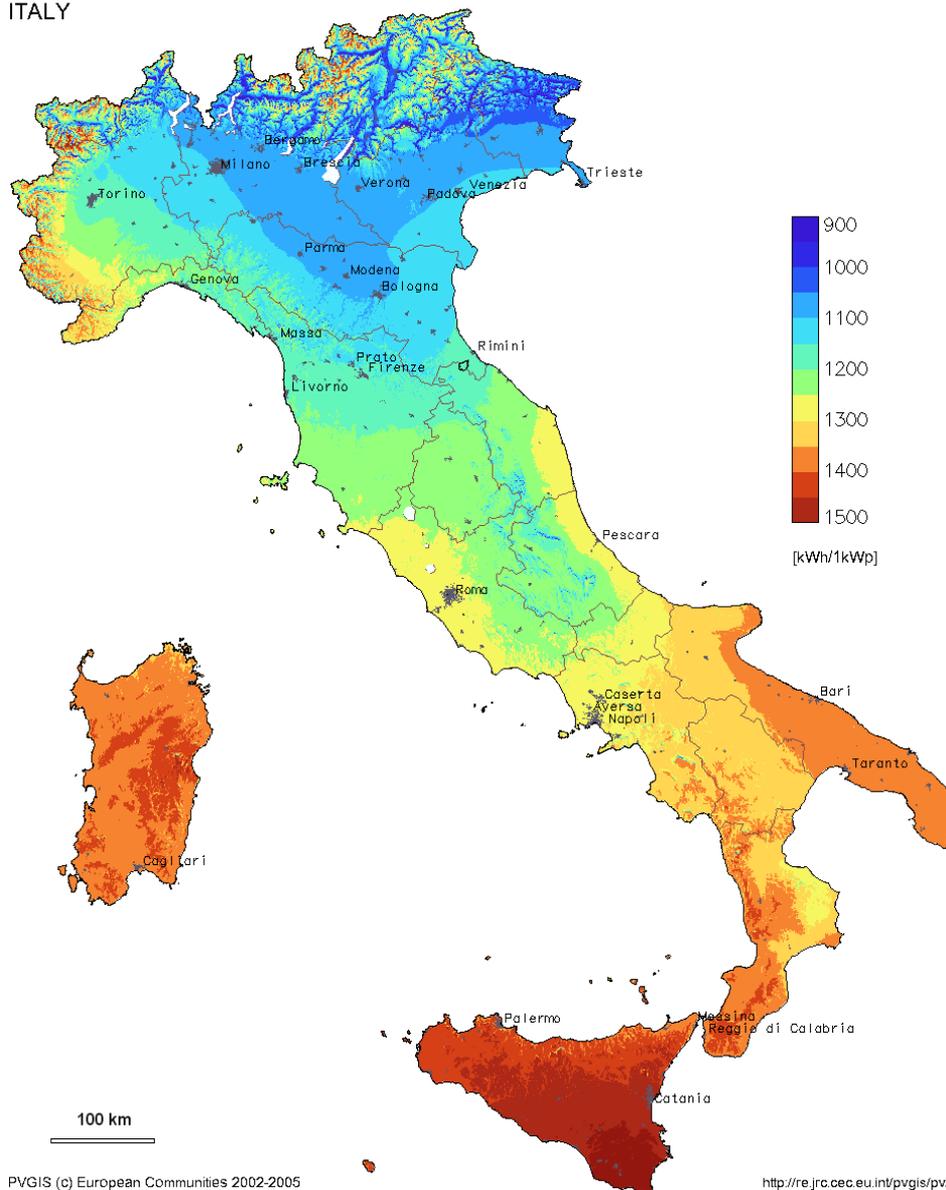


Figura 5 – diagramma della producibilità attesa media annua in Italia con moduli fissi ad inclinazione ottimale (fonte: <http://sunbird.jrc.it>)

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	28	73



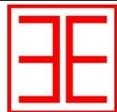
PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Acquapendente

Variant: Acquapendente 37.15 Mw 55454 TRINA670 Sie1415idd
Tracking system with backtracking
System power: 37.15 MWp
La Sbarra - Italy

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	29	73



Project: Acquapendente
Variant: Acquapendente 37.15 Mw 55454 TRINA670 Sie1415idd

PVsyst V7.2.10

VC0, Simulation date:
12/01/22 16:23
with v7.2.10

Project summary

Geographical Site La Sbarra Italy	Situation Latitude 42.73 °N Longitude 11.84 °E Altitude 457 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data La Sbarra PVGIS api TMY		

System summary

Grid-Connected System PV Field Orientation Tracking plane, horizontal N-S axis Axis azimuth 0 °	Tracking system with backtracking Near Shadings According to strings Electrical effect 100 %	User's needs Unlimited load (grid)
System information PV Array		
Nb. of modules	55454 units	Inverters Nb. of units 28 units
Pnom total	37.15 MWp	Pnom total 39.62 MWac Grid power limit 33.77 MWac Grid lim. Pnom ratio 1.100

Results summary

Produced Energy	64 GWh/year	Specific production	1710 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	84.83 %
Apparent energy	65585 MVAh				

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Special graphs	8
P50 - P90 evaluation	9

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	30	73


Project: Acquapendente
Variant: Acquapendente 37.15 Mw 55454 TRINA670 Sie1415Idd
PVsyst V7.2.10

 VC0, Simulation date:
 12/01/22 16:23
 with v7.2.10

General parameters

Grid-Connected System		Tracking system with backtracking	
PV Field Orientation		Backtracking strategy	
Orientation		Nb. of trackers	879 units
Tracking plane, horizontal N-S axis		Sizes	
Axis azimuth	0 °	Tracker Spacing	11.1 m
		Collector width	4.70 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	42.5 %
		Phi min / max.	-/+ 60.0 °
		Backtracking limit angle	
		Phi limits	+/- 64.8 °
Horizon		Near Shadings	
Free Horizon		According to strings	
		Electrical effect	100 %
		User's needs	
		Unlimited load (grid)	
Grid injection point		Power factor	
Grid power limitation		Cos(phi) (leading)	0.970
Active Power	33.77 MWac		
Pnom ratio	1.100		

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	TSM-670DEG21C.20	Model	SOLEIL1415 P(Text) REV04
(Original PVsyst database)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	670 Wp	Unit Nom. Power	1415 kVA
Number of PV modules	55454 units	Number of inverters	28 units
Nominal (STC)	37.15 MWp	Total power	39620 kVA
Modules	1631 Strings x 34 In series	Operating voltage	950-1400 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>20°C)	1443 kVA
Pmpp	34.04 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	0.94
U mpp	1078 V		
I mpp	31582 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	37154 kWp	Total power	39620 kVA
Total	55454 modules	Number of inverters	28 units
Module area	174408 m²	Pnom ratio	0.94
Cell area	161038 m²		

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses	
Loss Fraction	2.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	0.56 mΩ
		Uc (const)	20.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s		
LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss		Module mismatch losses	
Loss Fraction		Loss Fraction			2.0 % at MPP
Strings Mismatch loss					
Loss Fraction	0.1 %				



Project: Acquapendente
Variant: Acquapendente 37.15 Mw 55454 TRINA670 Sie1415Idd

PVsyst V7.2.10

VC0, Simulation date:
12/01/22 16:23
with v7.2.10

Array losses

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

Auxiliaries loss

constant (fans) 15.00 kW
0.0 kW from Power thresh.
Proportionnal to Power 1.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.
Night aux. cons. 6.00 kW

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 640 Vac tri
Loss Fraction 0.32 % at STC

Inverter: SOLEIL1415 P(Text) REV04

Wire section (28 Inv.) Alu 28 x 3 x 1000 mm²
Average wires length 30 m

MV line up to Injection

MV Voltage 36 kV
Average each inverter
Wires Alu 3 x 500 mm²
Length 20000 m
Loss Fraction 0.48 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo

Grid voltage 36 kV
Operating losses at STC
Nominal power at STC 36861 kVA
Iron loss (24/24 Connexion) 5.53 kW/Inv.
Loss Fraction 0.12 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.89 mΩ/inv.
Loss Fraction 1.00 % at STC

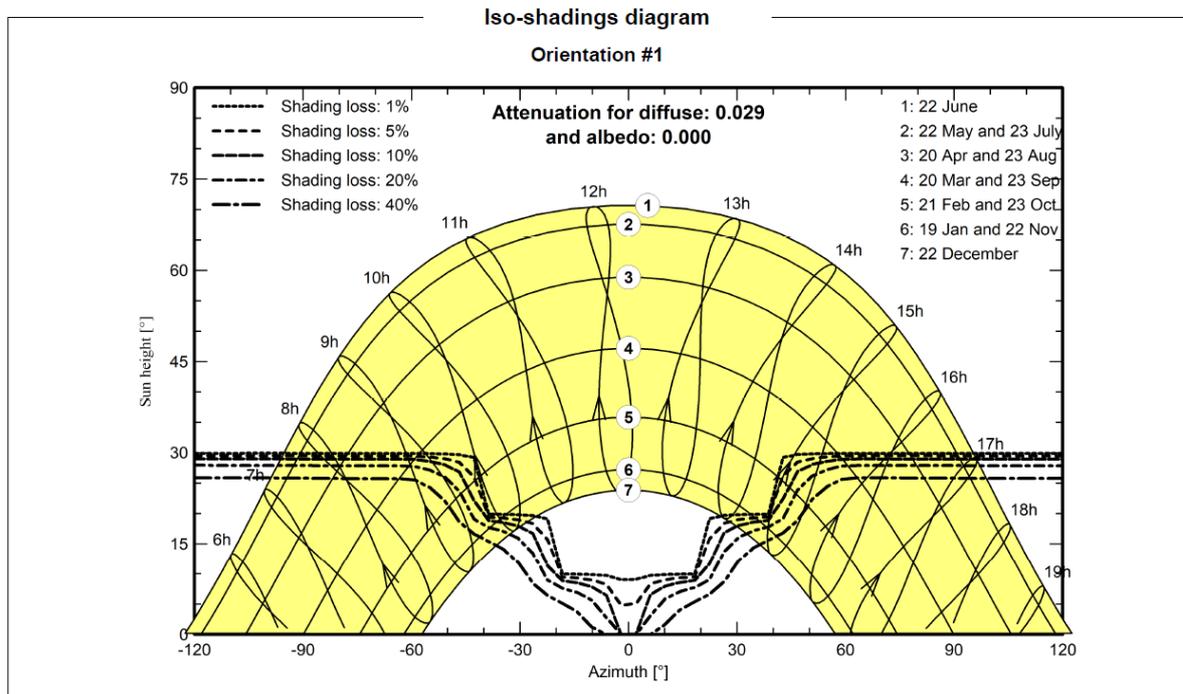
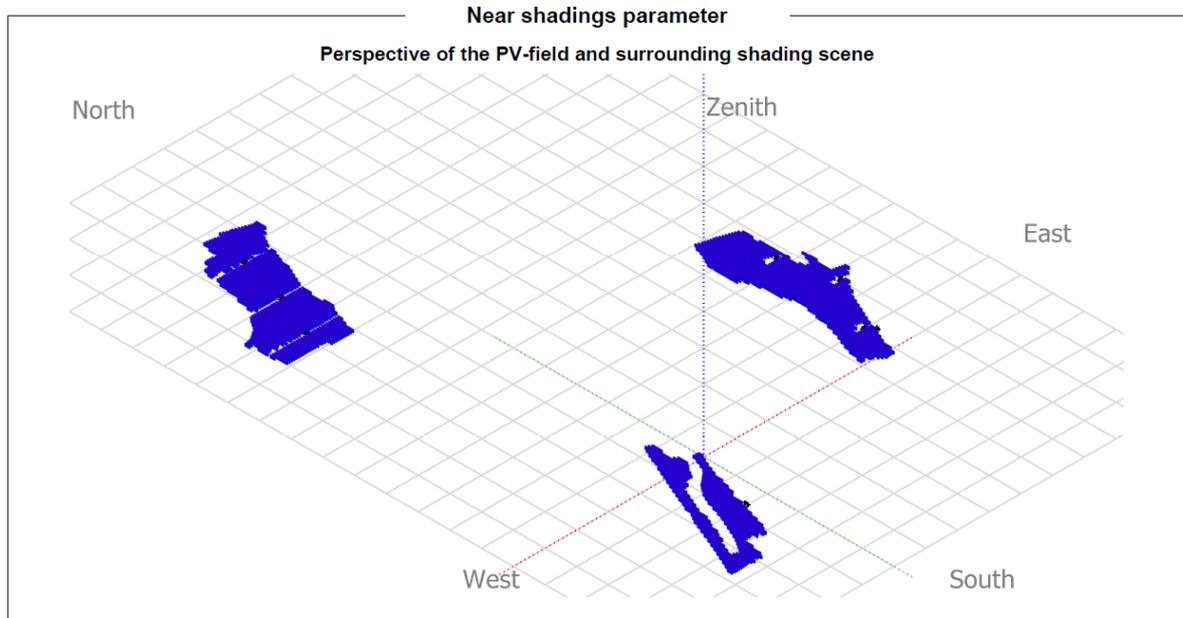
119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	32	73



Project: Acquapendente
Variant: Acquapendente 37.15 Mw 55454 TRINA670 Sie1415Idd

PVsyst V7.2.10

VC0, Simulation date:
12/01/22 16:23
with v7.2.10



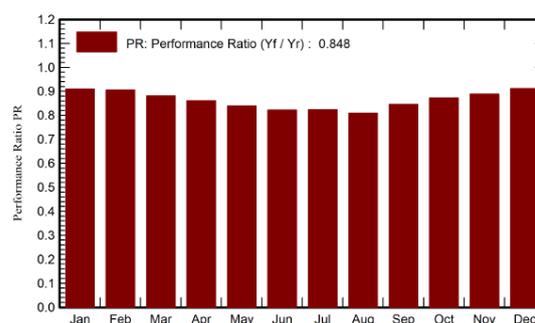
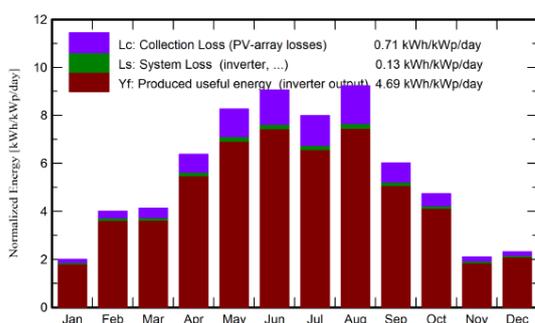
119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	33	73


Project: Acquapendente
Variant: Acquapendente 37.15 Mw 55454 TRINA670 Sie1415idd
PVsyst V7.2.10

 VC0, Simulation date:
 12/01/22 16:23
 with v7.2.10

Main results
System Production

 Produced Energy **64 GWh/year**
 Apparent energy **65585 MVAh**

 Specific production **1710 kWh/kWp/year**
 Performance Ratio PR **84.83 %**


	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	GWh	GWh	ratio
January	47.8	25.29	5.35	61.8	59.2	2.165	2.087	0.909
February	81.8	30.65	5.23	112.1	108.1	3.879	3.771	0.906
March	100.6	50.07	8.00	128.0	123.3	4.315	4.189	0.881
April	151.0	67.61	12.00	191.3	184.9	6.287	6.120	0.861
May	199.2	76.34	15.57	256.0	247.8	8.200	7.984	0.839
June	211.0	74.00	20.00	271.8	263.2	8.518	8.295	0.822
July	193.3	81.53	21.24	247.8	239.6	7.782	7.580	0.823
August	211.7	57.71	24.04	286.1	277.6	8.829	8.605	0.809
September	137.7	54.45	18.45	180.4	174.5	5.820	5.667	0.845
October	107.5	40.76	14.04	146.6	141.7	4.882	4.752	0.873
November	50.1	26.91	10.16	62.7	60.1	2.151	2.072	0.889
December	52.1	22.40	5.67	71.4	68.5	2.502	2.420	0.912
Year	1543.9	607.73	13.36	2016.0	1948.6	65.329	63.542	0.848

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		

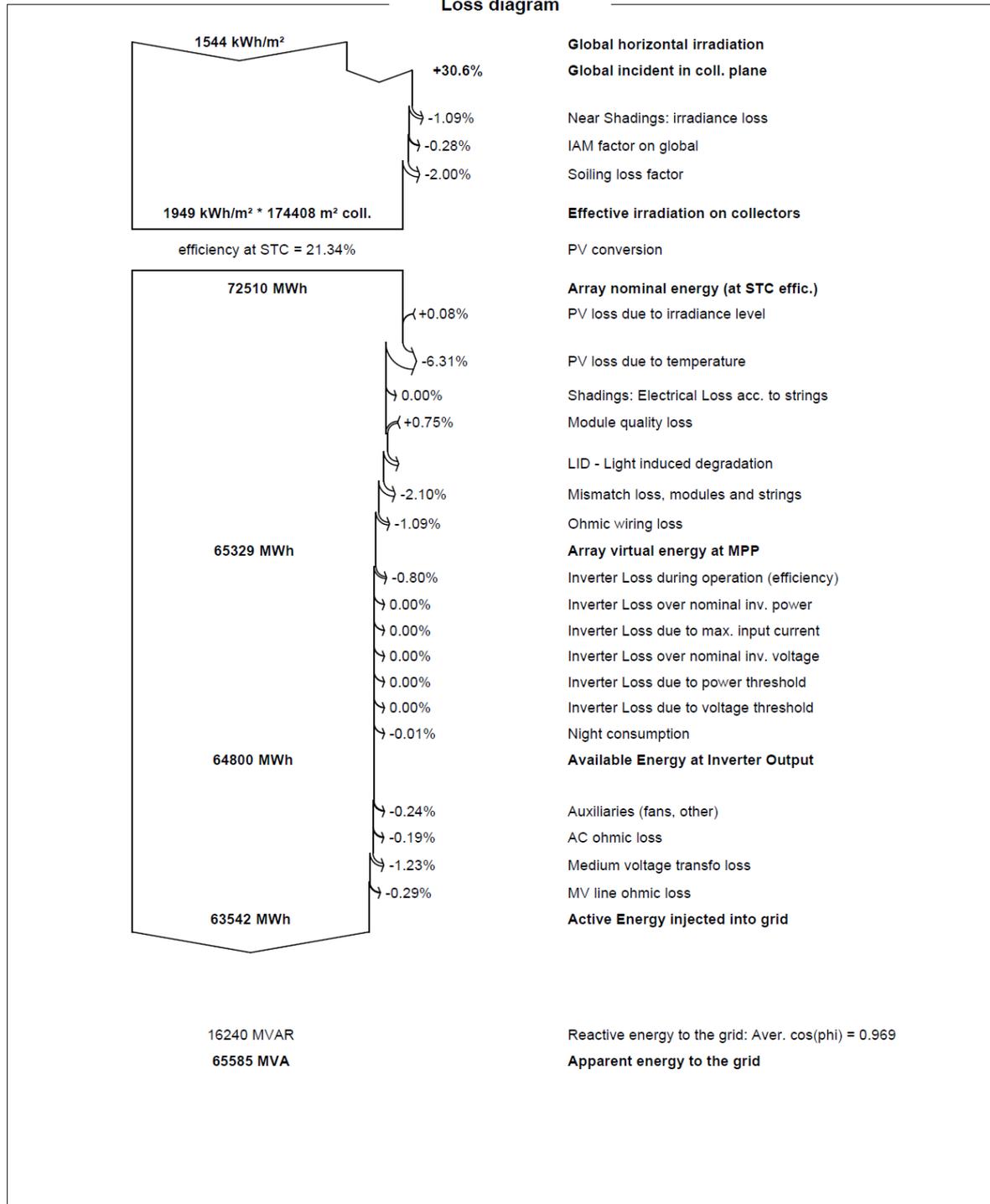


Project: Acquapendente
Variant: Acquapendente 37.15 Mw 55454 TRINA670 Sie14151dd

PVsyst V7.2.10

VC0, Simulation date:
12/01/22 16:23
with v7.2.10

Loss diagram



119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	35	73

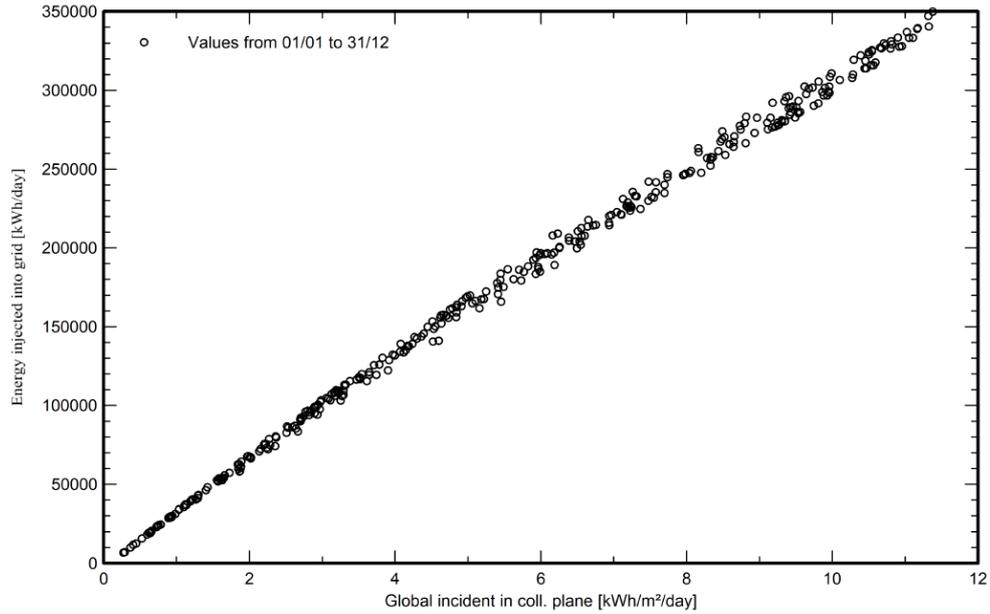


Project: Acquapendente
Variant: Acquapendente 37.15 Mw 55454 TRINA670 Sie1415ldd

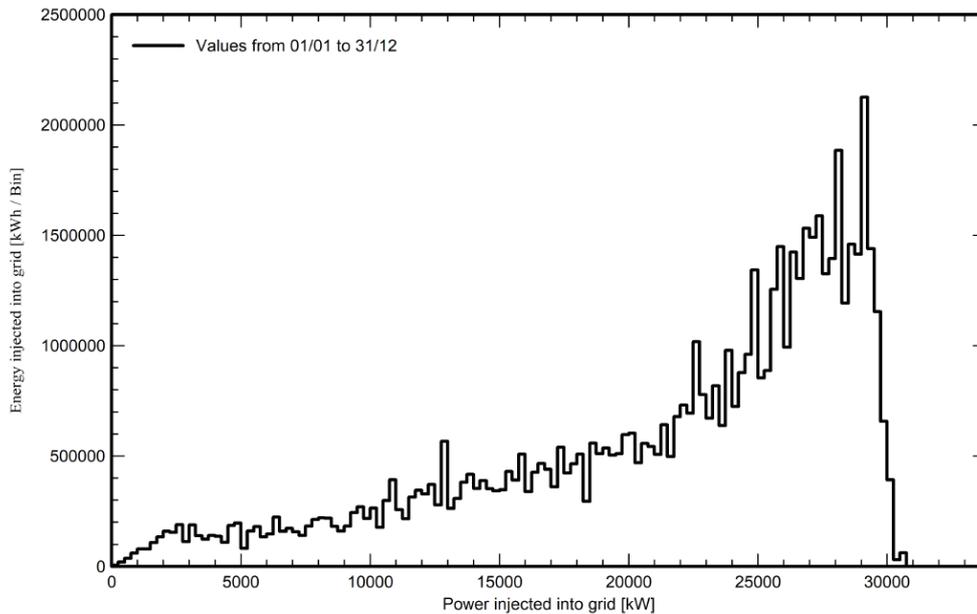
PVsyst V7.2.10
VC0, Simulation date:
12/01/22 16:23
with v7.2.10

Special graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	36	73



Project: Acquapendente
Variant: Acquapendente 37.15 Mw 55454 TRINA670 Sie1415Idd

PVsyst V7.2.10

VCO. Simulation date:
12/01/22 16:23
with v7.2.10

P50 - P90 evaluation

Meteo data

Source PVGIS api TMY
Kind Not defined
Year-to-year variability(Variance) 0.0 %

Specified Deviation

Global variability (meteo + system)

Variability (Quadratic sum) 1.8 %

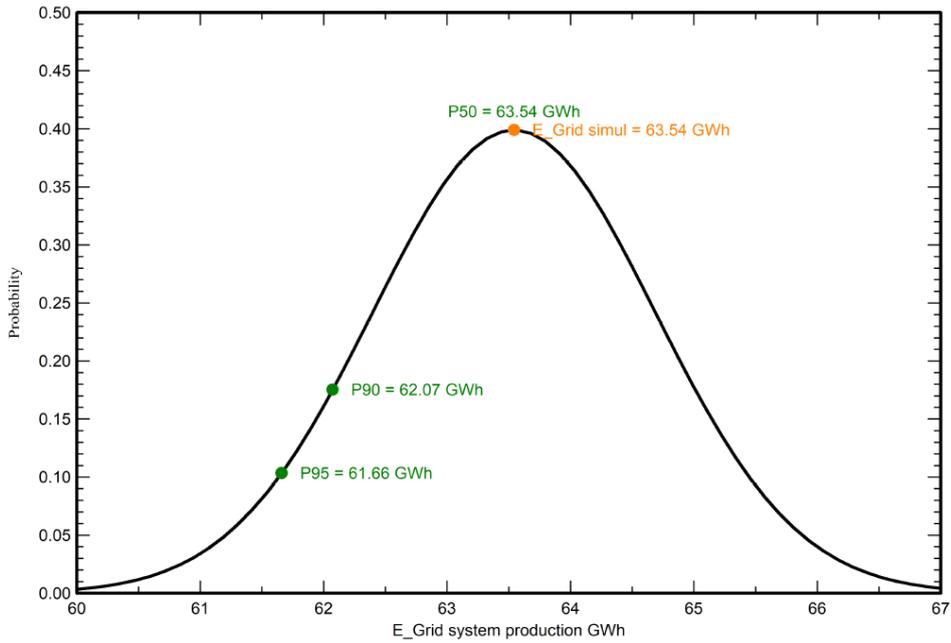
Simulation and parameters uncertainties

PV module modelling/parameters 1.0 %
Inverter efficiency uncertainty 0.5 %
Soiling and mismatch uncertainties 1.0 %
Degradation uncertainty 1.0 %

Annual production probability

Variability 1.15 GWh
P50 63.54 GWh
P90 62.07 GWh
P95 61.66 GWh

Probability distribution



119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	37	73



Da tali dati si ricava che l'impianto fotovoltaico "ACQUAPENDENTE" ha una producibilità totale annua pari a circa **63.542 MWh/anno** al netto delle perdite d'impianto di generazione fotovoltaica e di conversione (inverter).

9.1 Benefici ambientali

Sulla base della producibilità annua stimata nel paragrafo precedente si può affermare che la messa in servizio e l'esercizio dell'impianto fotovoltaico "ACQUAPENDENTE" potrà:

- consentire un risparmio di circa 13.980 tep* (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) all'anno;
- evitare l'immissione di circa 30.756 tonnellate di CO₂** all'anno.

* TERNA S.p.a dichiara che 1 tonnellata equivalente di petrolio (1 tep) genera 4.545 kWh di energia utile; valore standard fornito come consumo specifico medio lordo convenzionale del parco termoelettrico italiano.

** Valore cautelativo calcolato sulla base dell'indicatore chiave fornito dalla commissione europea per il territorio europeo (e approssimato per difetto): intensità di CO₂: 2,2 tCO₂/tep.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	38	73



10 SCHEMA DI COLLEGAMENTO

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata nello schema unifilare dell'impianto (119.21.01.W09).

Tale configurazione prevede che a ciascun inverter siano collegate fino ad un massimo di 60 stringhe in parallelo, ciascuna composta da 34 pannelli in serie per stringa.

I cavi di stringa provenienti dal campo fotovoltaico dopo essere stati posti in parallelo tra loro all'interno di un quadro DC, da quest'ultimo partirà un cavo di alimentazione verso uno dei 4 ingressi consentiti di ciascun inverter centralizzato posizionato all'interno della cabina di campo più vicina, l'uscita trifase di ciascun inverter si attesterà poi direttamente sul lato BT del trasformatore elevatore.

All'interno della cabina di campo sarà alloggiato il trasformatore BT/AT che permette l'elevazione della tensione al livello 36 kV, con il quale viene effettuata la distribuzione principale di ciascuna area.

Le cabine di campo saranno collegate con schema di tipo radiale alla cabina di impianto AT a 36 kV situata all'interno della macro-area n°2. Per i dettagli dei collegamenti si rimanda all'elaborato relativo al già citato schema elettrico unifilare (119.21.01.W07).

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	39	73

11 COLLEGAMENTO ALLA RETE AT

11.1 Premessa

I criteri e le modalità per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale a 380 kV saranno conformi a quanto prescritto dal codice di rete (Allegato A.68), relative ai clienti produttori dotati di generatori fotovoltaici che entrano in parallelo continuativo con la rete elettrica. L'energia prodotta dall'impianto “ACQUAPENDENTE” verrà trasferita dalla cabina di impianto, ubicata a circa 3,5 km a Sud-Ovest rispetto al centro abitato di Acquapendente e distante circa 12,5 km dalla nuova stazione di rete indicata per il collegamento alla RTN. Da ciascuna delle tre aree partirà un cavo interrato a 36 kV fino alla cabina d'impianto, avente la seguente lunghezza:

- da Area 1 a cabina di impianto: circa 4800 m
- da Area 2 a cabina di impianto: circa 500 m
- da Area 3 a cabina di impianto: circa 2800 m.

Dalla cabina di impianto avrà origine il collegamento in cavidotto AT a 36kV fino al sito di futura realizzazione della stazione di rete Terna 36/132/380 kV, avente circa 12500 m di lunghezza.

11.2 Elettrodotto AT di connessione alla RTN

11.2.1 Descrizione del Tracciato

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato, come risulta dalla planimetria catastale allegata, è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n° 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Esso consiste in una linea interrata della lunghezza complessiva di circa 12.500 m che, uscendo dalla cabina d'impianto posizionata all'interno del sottocampo n°2, prosegue sulla Strada Onanese Cassia in direzione Est per circa 3900 m, attraversa l'incrocio con la strada SR2 e prosegue sempre in direzione Est per altri 3800m fino ad entrare nella regione Umbria su via del Poderetto. Percorsi circa 700m il tracciato gira a sinistra in località Poderetto e prosegue per altri 1700m circa fino ad incrociare la località Tesoro dove prosegue su questa

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	40	73



strada in direzione sud-est per circa 1300m. Giunti in località Torraccia il cavidotto gira a sinistra in direzione nord per gli ultimi 900 m circa per arrivare alla cabina di interfaccia d'utente da cui partirà poi il cavo che entrerà nello stallo dedicato a 36kV della nuova stazione di rete di Terna 380/132/36kV da inserire in entra-esce sulla linea esistente "Roma nord-Pian della Speranza". Il tracciato si sviluppa pertanto su sede stradale esistente e si estende dal comune di Acquapendente (VT) fino al comune di Castel Giorgio (TR) non interferendo con aree soggette a vincolo.

11.2.2 Aree Impegnate e fasce di rispetto

Le aree interessate da un elettrodotto interrato sono individuate dal Testo Unico sugli espropri come Aree Impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto; nel caso specifico, per il cavo interrato, esse hanno un'ampiezza di 1.5 m per parte dall'asse linea.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle "aree potenzialmente impegnate", che equivalgano alle zone di rispetto di cui all'art. 52 quater, comma 6, del Testo Unico sugli espropri n. 327 del 08/06/2001 e successive modificazioni, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni. L'ampiezza delle zone di rispetto (ovvero aree potenzialmente impegnate) sarà di circa 3 m dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato (ma corrispondente a quella impegnata nei tratti su sede stradale), come meglio indicato nella planimetria catastale allegata.

Pertanto, ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, le "aree potenzialmente impegnate" coincidono con le "zone di rispetto"; di conseguenza i terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al suddetto vincolo. In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

Le "fasce di rispetto" sono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003, emanata con Decreto MATT del 29 Maggio 2008.

Le simulazioni di campo magnetico riportate nell'elaborato specifico contengono le informazioni circa l'estensione di tali fasce.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	41	73



11.2.3 Progetto dell'elettrodotto

L'elettrodotto sarà costituito da una terna composta da sei cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascuna fase di energia sarà composta da due corde in parallelo della sezione di 2x400 mm².

Il progetto dei cavi e le modalità per la loro messa in opera rispondono alle norme contenute nel D.M. 21.03.1988, regolamento di attuazione della Legge n. 339 del 28.06.1986, per quanto applicabile, ed alle Norme CEI 11-17.

11.2.3.1 Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo

Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima in immissione dell'impianto fotovoltaico in oggetto. La potenza in immissione dell'impianto FV "Acquapendente" è pari a 35,584 MW.

Considerando un funzionamento a $\cos \varphi$ pari a 0.90, si ha:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \varphi} = 635 \text{ A}$$

Per il cavo di sezione pari a 800 mm² e per le condizioni standard di posa, considerando una resistività termica del terreno di 1,5 K m/W si ha un valore di portata pari a circa 890 A, pertanto ampiamente idonea anche in previsione di futuri ampliamenti dell'impianto fotovoltaico.

Le caratteristiche elettriche principali del collegamento.

Frequenza nominale	50	Hz
Tensione nominale	36	kV
Potenza nominale dell'impianto da collegare	36	MW
Intensità di corrente nominale (per fase)	635	A
Intensità di corrente massima ammessa nelle condizioni di posa	890	A

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	42	73



11.2.3.2 Composizione del collegamento

Per l'elettrodotto in oggetto sono previsti i seguenti componenti:

- n. 6 conduttori di energia;
- n. 12 terminali cavo per interno;
- n. 1 sistema di telecomunicazioni.

11.2.3.3 Modalità di posa e di attraversamento

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1.5 m, con disposizione delle fasi a trifoglio.

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

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

Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da lastre di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

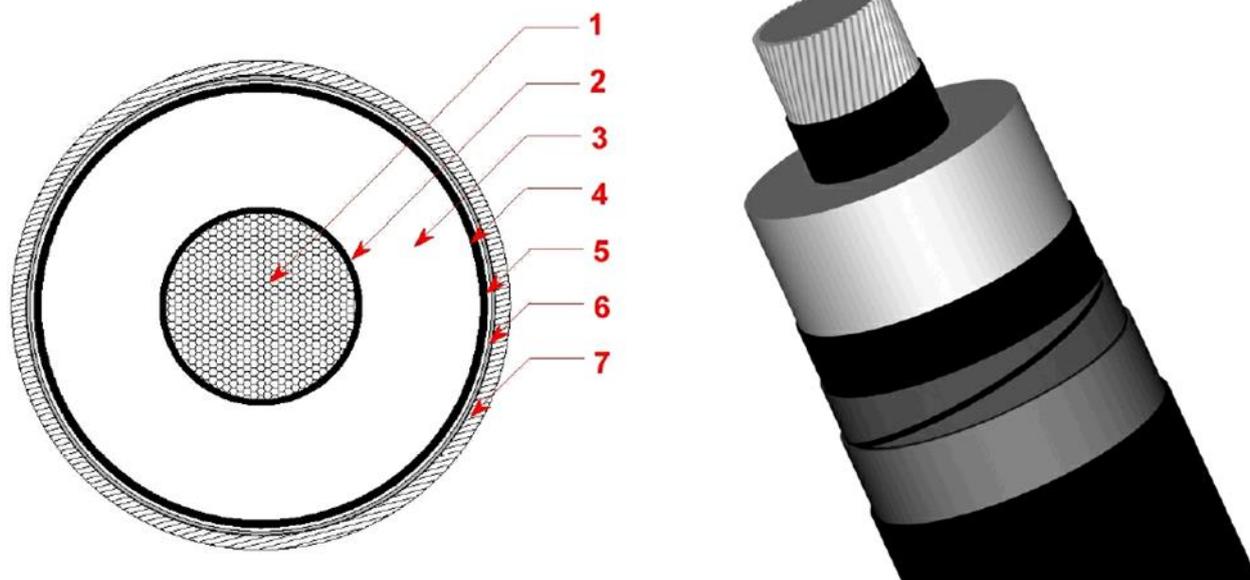
La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

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

11.2.3.4 Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore di energia

Ciascun cavo d'energia a 36kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione pari a 400 mm² tamponato (1), schermo semiconduttivo sul conduttore (2), isolamento in polietilene reticolato (XLPE) (3), schermo semiconduttivo sull'isolamento (4), nastri in materiale igroespandente (5), guaina in alluminio longitudinalmente saldata (6), rivestimento in polietilene con grafitatura esterna (7).

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	43	73



1	Conduttore compatto di Alluminio
2	Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno)
3	Isolante
4	Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno)
5	Barriera igroscopica
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna termoplastica

Figura 6 Schema tipico del cavo
DATI TECNICI DEL CAVO

Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	1x400 mm ²
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	45 kV



Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	"Cross bonding" o "single point bonding"
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,50 m
Formazione	Una terna a trifoglio
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	Spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di nastro monitore in PVC – profondità	1,00 m circa

11.2.3.5 Giunti di transizione XLPE/XLPE

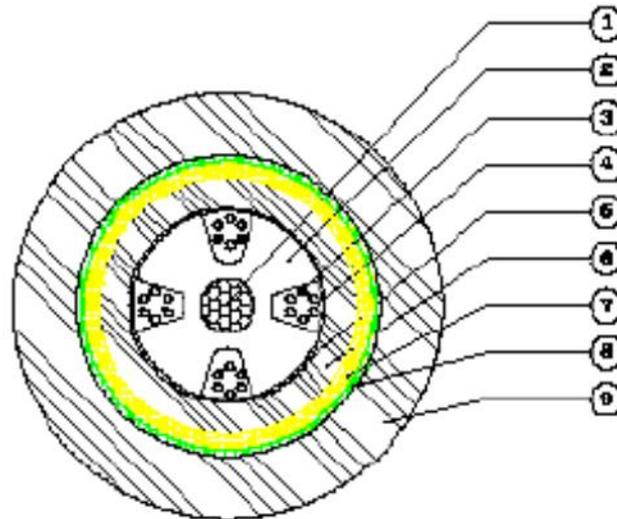
Il cavo verrà fornito in bobine con pezzatura da 600 m circa. Poiché l'elettrodotto avrà una lunghezza di circa 12500 m si prevede l'esecuzione all'incirca di 21x2 giunzioni intermedie.

11.2.3.6 Sistema di Telecomunicazioni

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati alla stazione di rete. Sarà costituito da un cavo con 12 o 24 fibre ottiche.

Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	45	73



- 1 - Elemento centrale dielettrico
- 2 - Intesa metallica in materiale plastico
- 3 - Fibra ottica
- 4 - Tapposonde
- 5 - Fasciatura con nastri sintetici
- 6 - Guaina di polietilene nero
- 7 - Filati aramidici
- 8 - Fasciatura con nastri sintetici
- 9 - Guaina di polietilene nero

Cavo ottico a 24 fibre TOS4 24 4(6SMR)

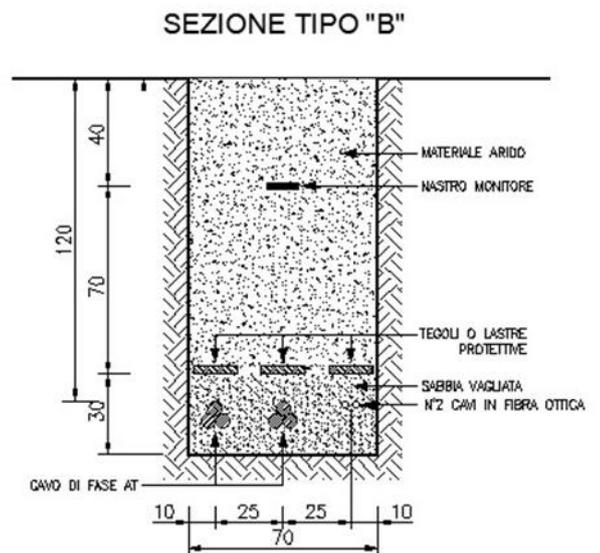
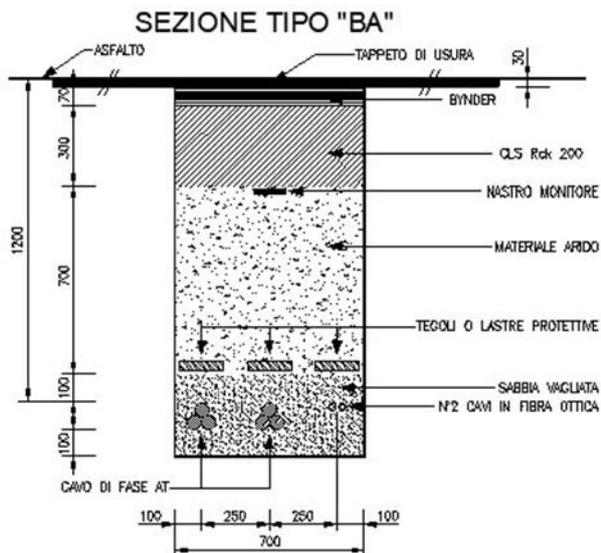
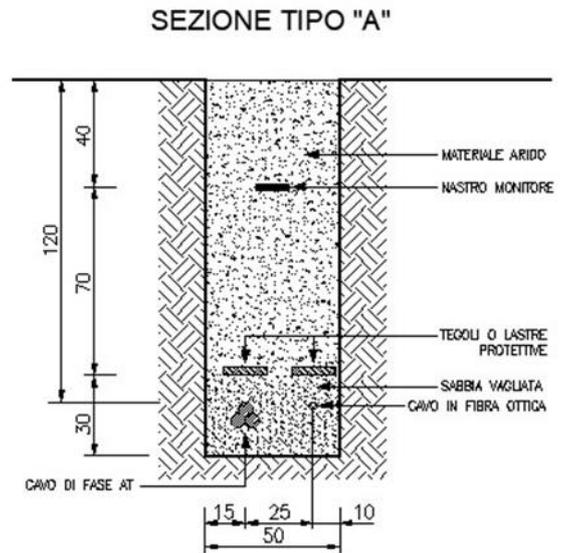
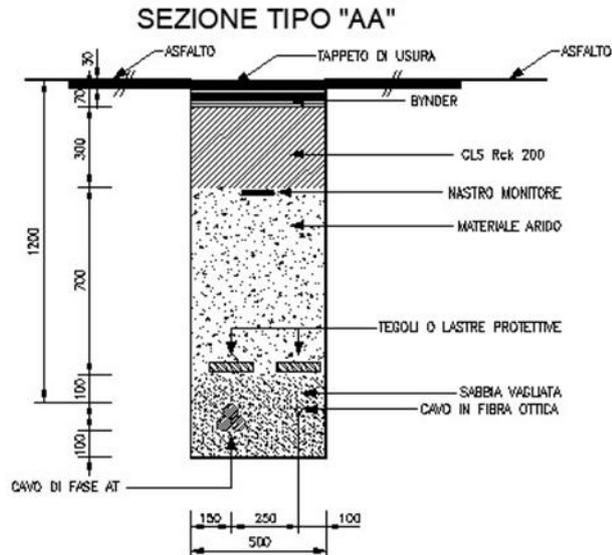
Diametro esterno 13.5 mm

Peso 130 kg/km

Figura 7 Schema tipico fibra ottica

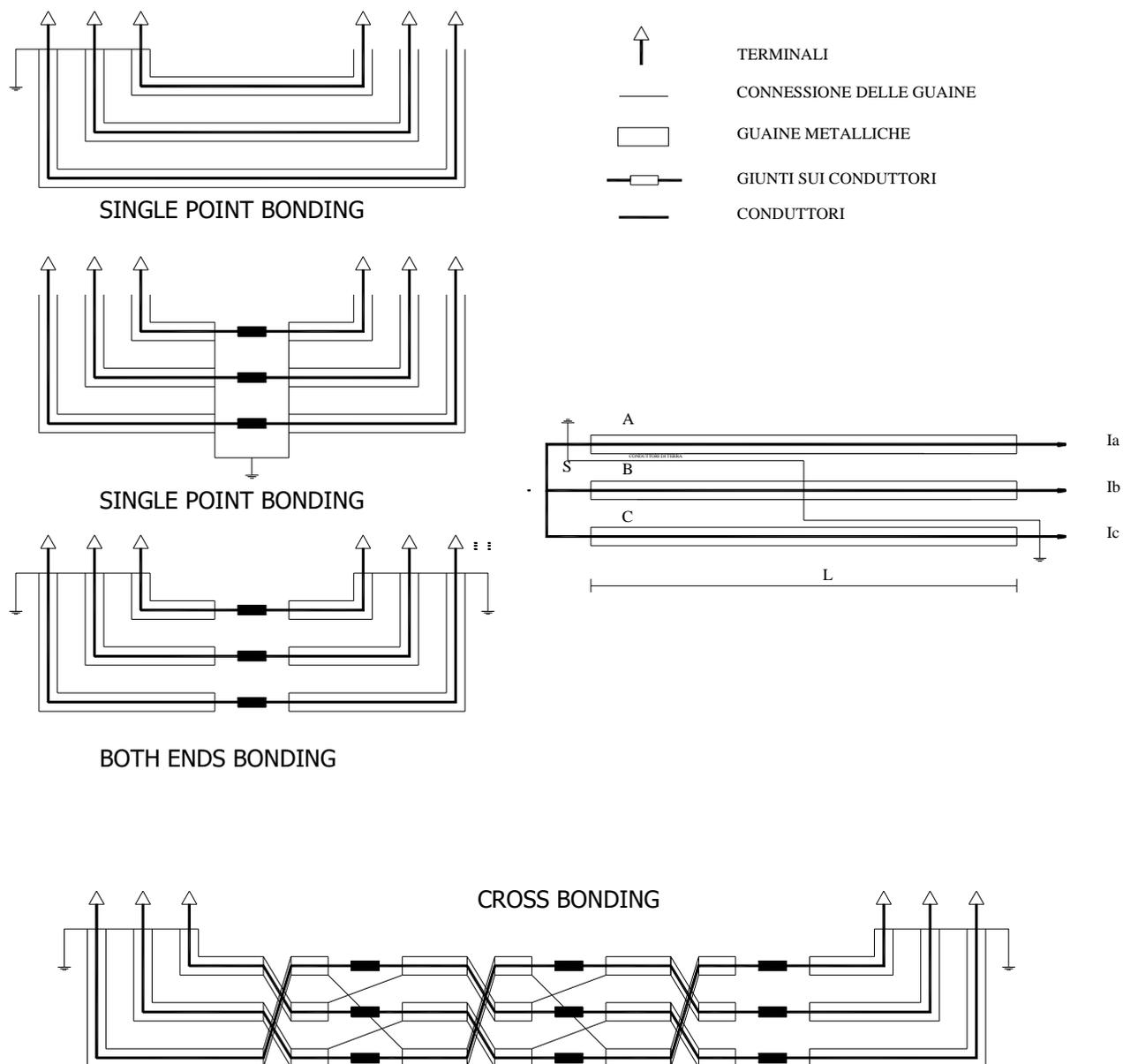


11.2.3.7 Sezione di posa



119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	47	73

11.2.3.8 Schema di connessione delle guaine metalliche



11.3 Fasi di costruzione

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

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	48	73



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

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

In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario, in particolare per tratti interni ai centri abitati e in corrispondenza di attraversamenti, si potrà procedere anche con modalità diverse da quelle su esposte.

In particolare si evidenzia che in alcuni casi specifici potrebbe essere necessario procedere alla posa del cavo con:

- Perforazione teleguidata
- Staffaggio su ponti o strutture pre-esistenti;
- Posa del cavo in tubo interrato;
- Realizzazione manufatti per attraversamenti corsi d’acqua

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

11.3.1 Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere per la posa del cavo

Prima della realizzazione dell’opera sarà necessario realizzare le piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine contenenti i cavi; di norma vengono predisposte piazzole circa ogni 500-800 metri.

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

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

11.3.2 Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l’apertura di un’area di passaggio, denominata “fascia di lavoro”. Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio.

11.3.3 Posa del cavo

In accordo alla normativa vigente, l’elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	49	73



danneggiamento dei cavi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori).

Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sarà inferiore a 0°C;

i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

11.3.4 Ricopertura e ripristini

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

- ripristini geomorfologici ed idraulici;
- ripristini della vegetazione.

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella ri-profilatura dell'area interessata dai lavori e nella ri-configurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.

La funzione principale del ripristino idraulico è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso.

Successivamente si passerà al ripristino vegetale, avente lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente i lavori nelle zone con vegetazione naturale.

Il ripristino avverrà mediante:

- ricollocazione dello strato superficiale del terreno se precedentemente accantonato;

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	50	73



- inerbimento;
- messa a dimora, ove opportuno, di arbusti e alberi di basso fusto.

Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all’ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l’originaria fertilità.

11.3.5 Scavo della trincea in corrispondenza dei tratti lungo percorso stradale

Tenendo conto che il tracciato si sviluppa interamente su percorso stradale si nota che quando la strada lo consenta (cioè nel caso in cui la sede stradale permetta lo scambio di due mezzi pesanti) sarà realizzata, come anticipato, la posa in scavo aperto, mantenendo aperto lo scavo per tutto il tratto compreso tra due giunti consecutivi e istituendo per la circolazione stradale un regime di senso unico alternato mediante semafori iniziale e finale, garantendo la opportuna segnalazione del conseguente restringimento di corsia e del possibile rallentamento della circolazione. In casi particolari e solo quando si renderà necessario potrà essere possibile interrompere al traffico, per brevi periodi, alcuni tratti stradali particolarmente stretti, segnalando anticipatamente ed in modo opportuno la viabilità alternativa e prendendo i relativi accordi con i comuni e gli enti interessati.

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

11.3.6 Trivellazione orizzontale controllata

Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico, senza scavo a cielo aperto: questa tecnica sarà utilizzata in particolare per tutti gli attraversamenti dei corpi idrici. Il controllo della perforazione è reso possibile dall’utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l’unità operativa esterna permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

Indagine del sito e analisi dei sottoservizi esistenti

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	51	73



L'indagine del sito e l'attenta analisi dell'eventuale presenza di sottoservizi e/o qualsiasi impedimento alla realizzazione della perforazione, è una fase fondamentale per la corretta progettazione di una perforazione orizzontale. Per analisi dei sottoservizi, e per la mappatura degli stessi, soprattutto in ambiti urbani fortemente compromessi, è consigliabile l'utilizzo del sistema "Georadar". Mentre in ambiti suburbani, dove la presenza di sottoservizi è minore è possibile, mediante indagini da realizzare c/o gli enti proprietari dei sottoservizi, saperne anticipatamente l'ubicazione.

Realizzazione del foro pilota

La prima vera e propria fase della perforazione è la realizzazione del "foro pilota", in cui il termine pilota sta ad indicare che la perforazione in questa fase è controllata ossia "pilotata". La "sonda radio" montata sulla punta di perforazione emette delle onde radio che indicano millimetricamente la posizione della punta stessa. I dati rilevabili e sui quali si può interagire sono:

- Altezza;
- Inclinazione;
- Direzione;
- Posizione della punta.

Il foro pilota viene realizzato lungo tutto il tracciato della perforazione da un lato all'altro dell'impedimento che si vuole attraversare (strada, ferrovia, canale, pista aeroportuale ecc.). La punta di perforazione viene spinta dentro il terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche così da permettere la realizzazione di curve altimetriche. All'interno delle aste viene fatta scorrere dell'aria ad alta pressione ed eventualmente dell'acqua. L'acqua contribuirà sia al raffreddamento della punta che alla lubrificazione della stessa, l'aria invece permetterà lo spurgo del materiale perforato ed in caso di terreni rocciosi, ad alimentare il martello "fondo-foro".

Generalmente la macchina teleguidata viene posizionata sul piano di campagna ed il foro pilota emette geometricamente una "corda molla" per evitare l'intercettazione dei sottoservizi esistenti. In alcuni casi però, soprattutto quando l'impianto da posare è una condotta fognaria non in pressione, è richiesta la realizzazione di una camera per il posizionamento della macchina alla quota di perforazione desiderata.

Allargamento del foro pilota

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	52	73

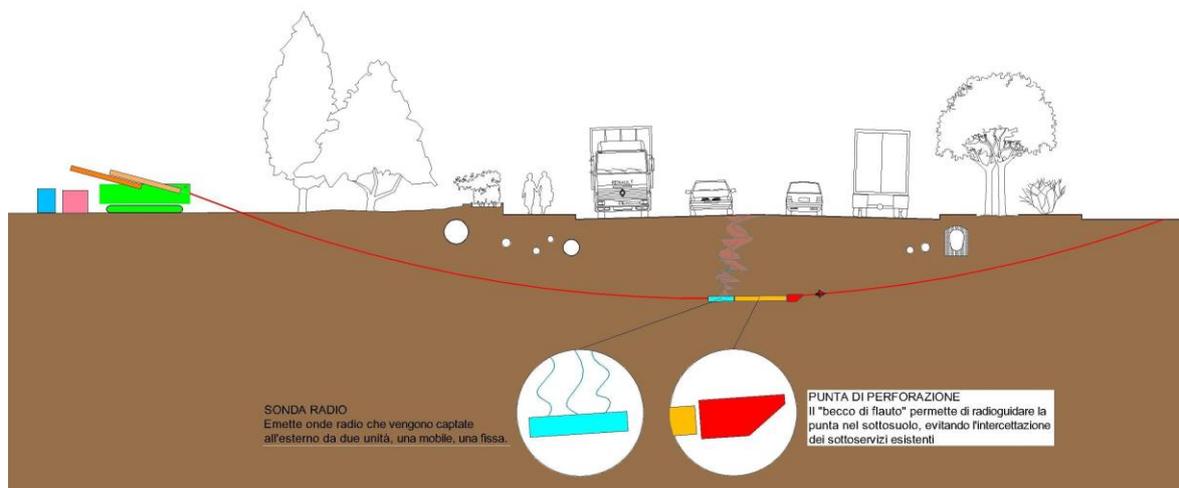
La seconda fase della perforazione teleguidata è l'allargamento del "foro pilota", che permette di posare all'interno del foro, debitamente aumentato, un tubo camicia o una composizione di tubi camicia generalmente in PEAD.

L'allargamento del foro pilota avviene attraverso l'ausilio di strumenti chiamati "Alesatori" che sono disponibili in diverse misure e adatti ad aggredire qualsiasi tipologia di terreno, anche rocce dure. Essi vengono montati al posto della punta di perforazione e tirati a ritroso attraverso le aste cave, al cui interno possono essere immesse aria e/o acqua ad alta pressione per agevolare l'aggressione del terreno oltre che lo spurgo del materiale.

Posa in opera del tubo camicia

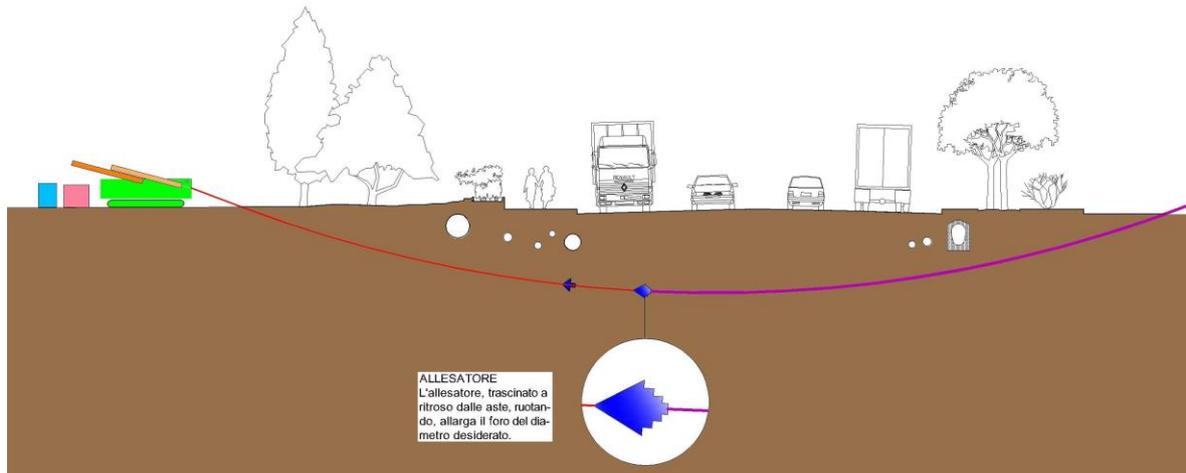
La terza ed ultima fase che in genere, su terreni morbidi e/o incoerenti, avviene contemporanea-mente a quella di "alesaggio", è l'infilaggio del tubo camicia all'interno del foro alesato.

La tubazione camicia generalmente in PEAD, se di diametro superiore ai 110 mm, viene saldata a caldo preventivamente, e ancorata ad uno strumento di collegamento del tubo camicia all'asta di rotazione. Questo strumento, chiamato anche "girella", evita durante il tiro del tubo camicia che esso ruoti all'interno del foro insieme alle aste di perforazione.



fase 1: REALIZZAZIONE FORO PILOTA CON CONTROLLO ALTIMETRICO

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	53	73



fase 2: ALESAGGIO DEL FORO PILOTA E TIRO TUBO CAMICIA

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	54	73

12 OPERE CIVILI

12.1 Strutture di supporto dei moduli

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli di conversione fotovoltaica è sostenuta da pali del diametro circa di 17 cm infissi a terra, senza fondazioni. La lunghezza dei pali e la profondità di infissione potranno variare in funzione del tipo di terreno, ma quest'ultima ha generalmente un valore di 1,3-1,5 m.

A tal fine saranno rispettate norme, leggi e disposizioni vigenti in materia.

I moduli fotovoltaici saranno imbullonati alla barella di sostegno tramite bulloni in acciaio inox delle dimensioni opportune. Le barelle ed i telai saranno di altezza circa pari a 2,5 m e distribuiti uniformemente sul terreno in modo da non creare impatto visivo

12.2 Cabine elettriche

Le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, del trasformatore, e delle apparecchiature di telecontrollo e di consegna e misura.

Per questo impianto è stato deciso di adottare per le cabine di campo dei Power Station composti da Box (container) di alloggiamento prefabbricato (con struttura portante in acciaio e chiusure con pannelli metallici a doppia parete contenenti materiale isolante termo-acustico), munito di fondazione, del sistema di raffreddamento ad acqua (circuito chiuso), dei sistemi ausiliari per il fabbricato e per la connessione degli inverter fotovoltaici ai trasformatori elevatori e di questi ai rispettivi quadri. Soluzione del tipo “plug and play”.



Figura 8 – Esempio di Trasformation Center (Power Station)

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	55	73



Le dimensioni del box container (cabina di campo) sono di 12,15 x 2,85 m della superficie complessiva di circa 34,6m² per una cubatura complessiva di circa 93,4m³. L'accesso alla cabina elettrica di campo avviene tramite la viabilità interna.

Per la descrizione particolareggiata del manufatto si rimanda all'elaborato specifico cabina di campo: pianta e sezioni.

Relativamente alla cabina di impianto, situata all'interno delle area n°3 sopra individuate, questa è costituita dai seguenti vani:

- n°1 locale AT;
- n°1 locale BT e TLC;
- n°1 cella trasformatore servizi ausiliari;

La cabina di impianto, raccoglie tutti i cavi provenienti dalle cabine di campo della relativa area e da qui parte il collegamento verso la nuova stazione elettrica di RTN 36/132/380 kV localizzata nel comune di Castel Giorgio (TR).

La struttura prevista per la cabina di impianto sarà prefabbricata in c.a.v. monoblocco costituita da pannelli di spessore 80 mm e solaio di copertura di 100 mm realizzati con armatura in acciaio FeB44K e calcestruzzo classe Rck 400 kg/cmq. La fondazione sarà costituita da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 50 cm predisposta con forature a frattura prestabilita per passaggio cavi AT/BT. In alternativa potrà essere realizzata in materiale metallico, tipo container.

La rifinitura della cabina, nel caso essa sia prefabbricata, comprende:

- impermeabilizzazione della copertura con guaina di spessore 4 mm;
- imbiancatura interna con tempera di colore bianco;
- rivestimento esterno con quarzo plastico;
- impianto di illuminazione;
- impianto di terra interno realizzato con piattina in rame 25x2 mm;
- fornitura di 1 kit di Dispositivi di Protezione Individuale;
- porte e serrande metalliche di mm 1200x2200, 2000x2300 e 2400x2600 con serratura.

La cabina sarà costituita da 3 locali compartimentali adibiti rispettivamente a locale quadri BT, trasformazione in AT e quadri AT.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	56	73

Le pareti esterne del prefabbricato verranno colorate in tinta adeguata, per un miglior inserimento ambientale, salvo diversa prescrizione degli Enti preposti, mentre le porte d’accesso e le finestre di aerazione saranno in lamiera zincata verniciata.

La cabina sarà dotata di un adeguato sistema di ventilazione per prevenire fenomeni di condensa interna e garantire il corretto raffreddamento delle macchine elettriche presenti.

La sicurezza strutturale dei manufatti dovrà essere garantita dal fornitore. I relativi calcoli strutturali saranno eseguiti in conformità alla normativa vigente sui manufatti in calcestruzzo armato.

Per la caratterizzazione tecnica delle opere di connessione alla stazione suddetta si rimanda alla consultazione degli elaborati tecnici specifici.

L’accesso alle cabine elettriche di campo e di impianto avviene tramite la viabilità interna; la sistemazione di tale viabilità (percorsi di passaggio tra le strutture), sarà realizzata in materiale stabilizzato permeabile. La dimensione delle strade è stata scelta per consentire il passaggio di mezzi idonei ad effettuare il montaggio e la manutenzione dell’impianto.

L’accesso alla stazione elettrica di rete avviene dalla viabilità pubblica.

I cavi elettrici BT dell’impianto e i cavi di collegamento AT delle cabine di campo alla cabina di impianto saranno sistemati in appositi cunicoli e cavidotti interrati.

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l’area già servita da infrastrutture viarie, sebbene non si potranno escludere alcuni interventi localizzati per l’adeguamento della sede stradale.

12.3 Recinzioni



Per garantire la sicurezza delle aree dell’impianto le singole aree di pertinenza saranno delimitate da una recinzione metallica integrata da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

La recinzione continua lungo il perimetro dell’area d’impianto sarà costituita da elementi modulari rigidi in tondini di acciaio elettrosaldati di diverso diametro che conferiscono una particolare resistenza e solidità alla recinzione. Essa offre una

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	57	73



notevole protezione da eventuali atti vandalici, lasciando inalterato un piacevole effetto estetico e costituisce un sistema di fissaggio nel rispetto delle norme di sicurezza.

Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia si prevede la realizzazione a non più di 20 metri l'uno dall'altro, di varchi nelle recinzioni della dimensione minima di 30x30 cm, a livello del terreno, per consentire il passaggio della piccola fauna.

La recinzione avrà altezza complessiva di circa 200 cm con pali di sezione 60x60 mm disposti ad interassi regolari di circa 1 m con 4 fissaggi su ogni pannello ed incastrati alla base su un palo tozzo in c.a. trivellato nel terreno fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna.

A distanze regolari di 4 interassi le piantane saranno controventate con paletti tubolari metallici inclinati con pendenza 3:1.

In prossimità dell'accesso principale saranno predisposti un cancello metallico per gli automezzi della larghezza di cinque metri e dell'altezza di due e uno pedonale della stessa altezza e della larghezza di un metro e mezzo.

La recinzione presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

PANNELLI

Zincati a caldo, elettrosaldati con rivestimento protettivo in Poliester.

Larghezza mm 2000.

Maglie mm 150 x 50.

Diametro dei fili verticali mm 5 e orizzontali mm 6.

PALI

Lamiera d'acciaio a sezione quadrata.

Sezione mm 60 x 60 x 1,5.

Giunti speciali per il fissaggio dei pannelli.

Fornibili con piastra per tassellare.

COLORI

Verde Ral 6005 e Grigio Ral 7030, altri colori a richiesta.

CANCELLI

Cancelli autoportanti e cancelli scorrevoli.

Cancelli a battente carrai e pedonali.

RIVESTIMENTI

Pannelli

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	58	73



Zincati a caldo con quantità minima di zinco secondo norme DIN 1548 B.

Plastificazione con Poliestere spessore da 70 a 100 micron.

Pali

Zincati a caldo.

Plastificazione con Poliestere spessore da 70 a 100 micron.

Di seguito si sintetizzano le caratteristiche dimensionali della gamma di prodotti scelti.

Pannelli larghezza 2000			Pali 60x60	
Altezza nominale recinzione	Altezza reale pannello	Numero fissaggi	Altezza pali da cementare	Altezza pali su Piastre speciali
1000	1080	3	1300	1100
1400	1380	3	1700	1400
1700	1680	4	2000	1700
2000	1980	4	2300	2000
Dimensioni espresse in mm.				

Tabella 3: – Caratteristiche dimensionali della recinzione

La recinzione potrà essere mitigata con delle siepi di idonea altezza costituite da essenze arboree-arbustive autoctone.

12.4 Livellamenti

Nelle aree oggetto di intervento sarà necessaria una pulizia propedeutica dei terreni dalle graminacee e dalle piante selvatiche preesistenti.

L'adozione della soluzione a palo infisso senza fondazioni ridurrà praticamente a zero la necessità di livellamenti localizzati, necessari invece in caso di soluzioni a plinto.

Saranno necessari degli sbancamenti localizzati nelle sole aree previste per la posa delle cabine di campo BT/AT e per la realizzazione della cabina di impianto.

La posa della recinzione sarà effettuata in modo da seguire l'andamento del terreno.

La posa delle canale portacavi non necessiterà in generale di interventi di livellamento.

Il profilo generale del terreno non sarà comunque modificato, lasciando così intatto il profilo orografico preesistente del territorio interessato. Né saranno necessarie opere di contenimento del terreno.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	59	73



In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, dovendo essere ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase di direzione lavori.

12.5 Movimenti di terra

Di seguito si riporta un quadro di sintesi delle voci di scavo con relativi volumi di terra movimentata.

CALCOLO VOLUMI DI SCAVO					
	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Profondità [m]	N	m ³
STRADE INTERNE	1160	4	0.4	1	1856
STRADA PERIMETRALE	7345	4	0.4	1	11752
CAVIDOTTI CC	2800	0.7	1	1	1,960
CAVIDOTTI BT	4500	0.7	1	1	3150
CAVIDOTTI AT	23900	0.7	1.5	1	25095
CAVIDOTTO ILLUM.NE PERIMETRALE	7345	0.3	0.8	1	1763
FONDAZIONI CABINA DI CAMPO	18.45	3	0.8	8	354
FONDAZIONI CABINA DI IMPIANTO	7	3	0.8	2	34
TOTALE					45964

Si precisa che, trattandosi di un sito ubicato in zona agricola, il materiale di risulta degli scavi sarà in parte riutilizzato in sito, mentre il rimanente dovrà essere conferito a idoneo impianto di trattamento.

12.6 Scolo acque

Si prevede un sistema di raccolta e incanalamento delle acque piovane. Tale sistema avrà lo scopo di far confluire le acque meteoriche all'esterno del campo seguendo la pendenza naturale del terreno, in modo da prevenire possibili allagamenti.

Il sistema di raccolta sarà allacciato alla rete consortile esistente.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	60	73



13 GESTIONE IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto. La centrale, infatti, verrà esercita, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche.

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

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

Il sistema di controllo con software dedicato, permetterà l'interrogazione in ogni istante dell'impianto, al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento.

Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

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

La connessione tra gli inverter e il PC avverrà tramite un box acquisizione (convertitore USB/RS485 MODBUS).

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	61	73



14 FASI DI LAVORAZIONE

La realizzazione dell'impianto sarà divisa in varie fasi.

Ogni fase potrà prevedere il noleggio di uno o più macchinari (muletti, escavatrici, gru per la posa della cabina prefabbricata, ecc.)

A questo proposito è opportuno precisare che non sono previsti interventi di adeguamento della viabilità pubblica pre-esistente al fine di consentire il transito dei mezzi idonei al montaggio e alla manutenzione.

È previsto l'intervento di squadre di operai differenziate a seconda del tipo di lavoro da svolgere.

È previsto l'intervento minimo di 2 squadre per ognuno dei 3 sottocampi durante la fase di esecuzione.

Verranno impiegati in prima analisi i seguenti tipi di squadre:

- Manovali edili
- Elettricisti
- Montatori meccanici
- Ditte specializzate

Si riporta di seguito una tabella con le fasi principali previste.

A fianco di ogni fase è specificato il tempo di esecuzione stimato ed il tipo di manodopera coinvolta.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	62	73



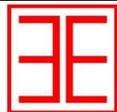
FASE	Uomini-giorno	N° persone	Tempo [gg lav]	Operatore
AUTORIZZAZIONI				
Rilascio autorizzazioni secondarie	na	na	20.00	Ufficio
OPERE CIVILI				
Esecuzione recinzione provvisoria e allestimento cantiere	73.5	8	9.18	Manovali edili
Sistemazione e pulizia del terreno	241.6	8	30.20	Ditta specializzata
Sbancamento per le piazzole di cabina di campo	18.0	4	4.50	Manovali edili
Tracciamento delle strade interne e perimetrali	46.4	8	5.80	Manovali edili
Realizzazione dei canali per la raccolta delle acque meteoriche	154.7	16	9.67	Manovali edili
Installazione della recinzione definitiva	367.3	8	45.91	Manovali edili
Posa delle cabine prefabbricate	30.0	4	7.50	Ditta specializzata
Esecuzione scavi per cavidotti MT	956.0	24	39.83	Manovali edili
Esecuzione scavi per cavidotti BT e di segnale	180.0	28	6.43	Manovali edili
Esecuzione delle infissioni delle strutture di sostegno e livellamenti necessari	222.3	24	9.26	Manovali edili
Montaggio delle strutture di sostegno	444.5	40	11.11	Montatori meccanici
Infissione e collegamento dei dispersori dell'impianto di terra	444.5	40	11.11	Manovali edili
MONTAGGI ELETTROMECCANICI				
Esecuzione dell'impianto di terra e collegamento conduttori di protezione	302.0	30	10.07	Elettricisti
Posa dei cavi MT	478.0	16	29.88	Elettricisti
Posa dei cavi BT	90.0	16	5.63	Elettricisti
Installazione sostegni impianto illuminazione esterno	294.0	8	36.75	Manovali edili
Installazione e cablaggio corpi illuminanti	147.0	8	18.38	Elettricisti
Posa dei moduli FV sulle sottostrutture	693.2	40	17.33	Elettricisti
Posa degli inverters	25.5	40	0.64	Ditta specializzata
Cablaggi dei moduli fotovoltaici	1109.1	50	22.18	Elettricisti
Posa dei cavi di segnale	45.0	16	2.81	Elettricisti
Montaggio trasformatori, quadri MT e BT cabina di campo e di impianto	60.0	6	10.00	Elettricisti
Cablaggi all'interno delle cabine	90.0	6	15.00	Ditta specializzata
Posa e cablaggio cancelli elettrici	6.0	3	2.00	Manovali edili
Completamento e verifica montaggi	25.0	6	4.17	Elettricisti
REALIZZAZIONE COLL. MT ALLA STAZ. DI RETE				
Scavi	500.00	4	125.00	Manovali edili
Posa cavi	625.00	4	156.25	Elettricisti/edili
Reinterri e ripristini	833.33	4	208.33	Manovali edili
VERIFICHE, PROVE, COLLAUDI				
Verifiche sull'impianto di terra	60.4	8	7.5	Elettricisti
Collaudo degli impianti tecnologici e servizi ausiliari	74.3	8	9.3	Ditta specializzata
Primo collaudo funzionale e di sicurezza (prove in bianco)	80.0	12	6.7	Direzione lavori
Prova di produzione	80.0	12	6.7	Direzione lavori
Installazione dei gruppi di misura	15.0	4	3.8	TERNA
Intervento dell'UTF	10.0	4	2.5	UTF
Collaudo finale	60.0	12	5.0	Direzione lavori
Messa in esercizio	30.0	10	3.0	Ditta specializzata

La realizzazione del solo impianto FV è prevista complessivamente in circa 20-24 mesi. La realizzazione del collegamento AT alla stazione di rete è prevista in circa 22-26 mesi.

14.1 Dettaglio fasi di cantiere

Di seguito sono descritte le principali fasi di lavorazione che possono incidere significativamente nella realizzazione dell'opera.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	63	73



14.1.1 Montaggio del cantiere

I lavori per la realizzazione dell’opera non sono tali da comportare un allestimento di cantiere particolarmente complesso. In particolare le attrezzature e impianti da allestire in ciascuna delle tre aree saranno costituite da:

- 7 o 8 Container attrezzati per la funzione di uffici, uno per la Direzione Lavori e uno o due per le principali imprese appaltatrici
- 3 container uso magazzino per le imprese appaltatrici
- 8 bagni chimici
- N°2 depositi acqua da 1000 litri per acqua di cantiere
- Recinzione provvisoria di cantiere
- Allaccio provvisorio rete BT di cantiere
- Scarrabili per la raccolta degli imballaggi (rifiuti)

L’attrezzaggio del cantiere richiederà un minimo di preparazione dell’area di posizionamento dei container mediante eventuale spianatura del terreno realizzata con mezzi di movimento terra.

14.1.2 Realizzazione recinzione definitiva

La recinzione definitiva dell’impianto viene realizzata come prima opera in maniera tale da delimitare le aree di lavoro. La recinzione viene realizzata, previo picchettamento, mediante piccoli scavi di fondazione in cui vengono cementati i paletti di sostegno della recinzione tipo orso grill. Successivamente viene montata la recinzione di tamponamento mediante operazioni manuali.

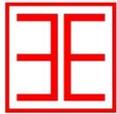
Il lavoro viene realizzato con piccole carotatrici e cemento prodotto con betoniere da cantiere.

14.1.3 Realizzazione strade

Ciascuna strada sarà realizzata mediante rimozione di uno strato di circa 45 cm di terreno, formazione di una massicciata di spessore intorno ai 30 cm e successivo riempimento con breccia. La strada avrà una larghezza intorno ai 4 metri con degli slarghi in corrispondenza delle cabine per permettere le manovre dei mezzi utilizzati per la posa delle cabine stesse.

Inoltre lungo tutto il perimetro interno della recinzione è prevista la realizzazione di uno scavo di 30 cm con successivo riempimento con stabilizzato e breccia per permettere il passaggio di piccoli mezzi (furgoncini) per gli interventi di manutenzione ordinaria.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	64	73



Per entrambe le tipologie di strade saranno utilizzati inerti vergini tali da garantire anche un aspetto visivo adeguato per i tracciati.

La realizzazione delle strade richiede l'utilizzo di ruspe ed escavatori per l'esecuzione di scavi e del rullo compressore per il compattamento della strada.

14.1.4 Approvvigionamento materiali

L'attività di approvvigionamento dei materiali è significativa, soprattutto in riferimento a:

- Materiali per strutture di sostegno
- Cabine di campo e di impianto
- Moduli fotovoltaici
- Inerti per opere edili

La tabella seguente riporta, in funzione della singola tipologia di fornitura, il tipo di trasporto previsto e il numero di viaggi necessario al suo completamento.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	65	73



Fornitura	Tipologia Trasporto	Provenienza	n. Viaggi
Strutture portanti	Con Autoarticolato 	Estero	100
Cabine prefabbricate	Trasporto mediante rimorchio piatto. Un viaggio per ogni base e uno per ogni "set" per assemblaggio della cabina di impianto o di campo. 	Italia/Estero	20

Fornitura	Tipologia Trasporto	Provenienza	n. Viaggi
Moduli	<p>Per i moduli si devono prevedere container da 12,2 x 2,45 x 2,6 metri di altezza.</p> <p>In questo modo per ogni viaggio vengono trasportati circa 700 moduli.</p> 	Estero	80
Inerti	<p>Gli inerti necessari per la realizzazione delle strade saranno approvvigionati da ditte locali e trasportati con mezzi specializzati.</p> <p>Si considera che un mezzo può trasportare circa 22 metri cubi di inerti. Nel calcolo del numero di viaggi occorre tenere conto che il materiale di risulta degli scavi verrà riutilizzato solo in parte; il rimanente verrà pertanto conferito ad idoneo impianto di trattamento.</p> 	Locale	2000

Partendo dal presupposto che per motivi di sicurezza il numero medio di viaggi/giorno dei mezzi pesanti non possa superare un valore di 35-40 viaggi/giorno per ciascuna delle 3 aree, si stima che la consegna dei materiali e la movimentazione terra occupi un periodo complessivo della durata di circa 50-60 giorni lavorativi.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	67	73

Dei materiali approvvigionati solamente i moduli presentano degli imballaggi (box) di cui è necessaria la gestione ai sensi della normativa sui rifiuti. In particolare, i moduli sono imballati in cartoni del peso di circa 36 kg poggiati su un bancale di legno (12 kg) e fissati esternamente con un film termoretraibile.



Ipotizzando che il numero di box contenuti in ogni container sia pari a 18, gli imballaggi in cartone saranno dunque stimabili intorno a 1800 unità, per un peso complessivo di circa 64.800 kg di cartone e 21.600 kg di pancali di legno.

14.1.5 Lavori preliminari elettrici

I lavori preliminari elettrici sono essenzialmente costituiti dalla realizzazione dei cavidotti interrati.

Vengono realizzati gli scavi per i cavidotti, posato uno strato di sabbia e sopra ad esso i tubi in PVC per il passaggio dei cavi. Quindi lo scavo viene riempito con inerti utilizzando piccoli escavatori.

Le materie prime utilizzate, oltre ai canali e ai cavi elettrici sono costituite dalla sabbia per la preparazione del fondo dello scavo. I quantitativi sono comunque molto ridotti.

14.1.6 Cabine di campo e cabine di impianto

Le cabine di campo e di impianto sono di tipo prefabbricato. Per il loro posizionamento vengono eseguiti degli scavi per l'alloggiamento della base della cabina integrata con una vasca per la raccolta di eventuali perdite di olio dai trasformatori.

Sul fondo dello scavo viene realizzato uno strato di “magrone” per garantire la stabilità della cabina stessa.

La posa delle cabine, sia nel caso che arrivino già assemblate che nell'ipotesi di assemblaggio sul posto avviene con due mezzi affiancati, quello di trasporto e quello munito di gru. Questo giustifica la necessità di ampi spazi di manovra di fronte alle varie cabine.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	68	73



14.1.7 Montaggio strutture e posa moduli

Il montaggio delle strutture e dei moduli è la fase che ha una durata temporale maggiore. Tale fase consta sostanzialmente di due attività principali di cui una basata sull'utilizzo di macchinari per il fissaggio nel terreno dei profili portanti dei pannelli e una prettamente manuale che prevede il montaggio delle strutture di sostegno dei moduli al disopra dei profili portanti e il fissaggio dei moduli stessi.

La fase che prevede l'utilizzo del battipali è certamente quella cui possono essere associati aspetti ambientali in quanto la macchina produce rumore ed è munita di un motore a scoppio con necessità di gasolio e presenza di oli idraulici.

Il rumore emesso dalla battipali raggiunge normalmente valori intorno ai 90 dBA ad un metro di distanza dalla macchina.



119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	69	73



14.1.8 Lavori elettricista

I lavori elettrici sono sostanzialmente legati al cablaggio dei moduli già montati sulle strutture e all'allestimento dei vari quadri elettrici e cabine di campo. Tali attività vengono svolte manualmente e dal punto di vista ambientale comportano solamente la produzione di modeste quantità di spezzoni di cavo e imballaggi derivanti dai materiali utilizzati.

14.1.9 Smantellamento cantiere

Lo smantellamento del cantiere consiste nell'eliminazione delle strutture provvisorie costituite dai container uffici e magazzino, da bagni chimici e dagli "scarrabili" per il deposito temporaneo dei rifiuti.

Verranno inoltre rimosse tutte le attrezzature e i materiali utilizzati per la fase di cantierizzazione e dismessi gli allacci temporanei di acqua e corrente.

Le attività richiedono l'accesso al cantiere dei mezzi per il carico delle attrezzature.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	70	73



15 MANUTENZIONE

Qui di seguito vengono riportate le operazioni di manutenzione, con relativa periodicità ed indicazione del personale richiesto per espletare tali attività, per ogni componente di rilievo dell'impianto fotovoltaico:

Apparecchiatura	Attività/impianto	Addetto	Frequenza
PANNELLI FOTVOLTAICI	Ispezione visiva del campo fotovoltaico e verifica grado di opacizzazione dell'incapsulante	GENERICO	SEMESTRALE
	Controllo danni ai moduli (danneggiamento, incrinatura, shock termici ai vetri) e alle cornici di sostegno (usura, ecc.)		
	Verifica presenza di accumuli di sporcizia (foglie in autunno, neve d'inverno, escrementi di uccelli...)		
	Rimozione della sporcizia con getti di acqua	ELETTRICISTA	
	Misurazione del valore di tensione per ogni stringa di moduli e verifica uniformità		
	Verifica dello stato della scatola di giunzione		
	Verifica del serraggio dei connettori stagni		
Verifica presenza cavi strappati o danneggiati da animali (compresi quelli dei moduli)			
INVERTERS	Verifica assenza di danneggiamenti all'eventuale armadio di contenimento	GENERICO	TRIMESTRALE
	Verifica assenza di infiltrazioni d'acqua e formazione di condensa all'interno		
	Controllo efficienza ed integrità sistemi di ventilazione forzata		
	Verifica dei parametri (tensione, corrente, potenza) ed il valore di produzione energetica	ELETTRICISTA	
	Prove di simulazione del distacco dell'alimentazione di rete		
	Ulteriori controlli specifici come da manuale costruttore		
STRUTTURE DI SOSTEGNO	Verifica assenza di deformazioni e/o particolari alterazioni, assicurandosi che l'azione del vento o della neve non abbia provocato modifiche o piegature anche lievi alla geometria dei profili.	GENERICO	SEMESTRALE
	Verifica dello stato di corrosione e della zincatura		
CAVIELETTRICHE CAVIDOTTI	Verifica eventuale variazione di colorazione dei cavi, presenza bruciature o abrasioni per usura o stress termici	GENERICO	SEMESTRALE
	Verifica dell'integrità meccanica dei cavidotti e della colorazione delle condotte in PVC		
	Verifica del corretto fissaggio delle canalizzazioni e dei tubi agli ancoraggi		
IMPIANTO DI MESSA A TERRA	Controllo stato di ossidazione e continuità elettrica dei dispersori	ELETTRICISTA	ANNUALE
	Ingrassaggio delle giunzioni meccaniche dei dispersori		
	Verifica strumentale della continuità dei conduttori di protezione principali		
	Misura del valore di resistenza di terra		BIENNALE
Apparecchiatura	Attività/impianto	Addetto	Frequenza



Apparecchiatura	Attività/impianto	Addetto	Frequenza
DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI	Controllo strumentale della resistenza di isolamento degli SPD, dell'integrità delle cartucce e della loro corrente di dispersione	ELETRICISTA	ANNUALE
	Controllo strumentale della continuità dei conduttori di messa a terra degli SPD		
QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE E CONTATTORI	Controllo assenza anomalie e/o allarmi, compresa eventuale sostituzione lampade spia e segnalazione	ELETRICISTA	MENSILE
	Controllo e/o prova funzionamento e registrazione lettura apparecchiature di misura		
	Verifica assenza e rimozione parti estranee		
	Pulizia apparecchiature, carpenteria		SEMESTRALE
	Controllo a vista connessioni elettriche, morsetti, teste dei cavi, connessioni dei PE, targhetture e simboli di identificazione, presenza di punti di riscaldamento localizzati		
	Controllo visivo sistema di messa a terra		
	Controllo efficienza ed integrità guarnizioni quadro elettrico		
	Contr. visivo protez. da contatti accidentali parti in tensione		
	Controllo efficienza ed integrità contattori		
	Verifica strumentale funzionamento/regolazione dispositivi di protezione differenziale		
	Verifica del corretto funzionamento della protezione e del dispositivo di interfaccia		
	Pulizia sbarre e contatti elettrici di comando ed ausiliari		
	Controllo serraggio morsetti		
	Controllo e/o prova funzionamento circuiti ausiliari		
	Prova meccanica dei dispositivi di manovra		SEMESTRALE
Verifica strumentale equilibratura carico			
CELLA DI MEDIA TENSIONE DI MISURA	Controllo efficienza ed integrità lampade illuminazione e spia interno box / celle	GENERICO	SEMESTRALE
	Pulizia apparecchiature	ELETRICISTA	ANNUALE
	Controllo a vista teste di cavo		
	Controllo serraggio morsetti		
	Lubrificazione e/o ingrassaggio cinematismi degli organi di manovra		
Manutenzione programmata della cabina di campo, ai sensi della norma CEI 0-15			



16 DISMISSIONE

Si prevede una vita utile dell'impianto non inferiore ai 35 anni.

A fine vita dell'impianto è previsto l'intervento sulle opere non più funzionali attraverso uno dei modi seguenti:

- totale o parziale sostituzione dei componenti elettrici principali (moduli, inverter, trasformatori, ecc.), oppure:
- smantellamento integrale del campo e riutilizzo del terreno per altri scopi.

In caso di smantellamento dell'impianto, i materiali tecnologici elettrici ed elettronici verranno smaltiti secondo direttiva 2002/96/EC: WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) – direttiva RAEE – recepita in Italia con il Dlgs 151/05 e modificato dalla legge 221, 28 dicembre 2015.

Il prodotto più tecnologicamente sviluppato e maggiormente presente in peso nel campo è il modulo fotovoltaico: è stata istituita un'associazione/progetto di produttori di celle e moduli fotovoltaici, chiamata PV-Cycle. L'associazione consta al momento più di 40 membri tra i maggiori paesi industrializzati, tra cui TOTAL, SHARP, REC e molti altri giganti del settore. Il progetto si propone di riciclare ogni modulo a fine vita. Il costo dell'operazione è previsto da sostenersi a cura dei produttori facenti parte dell'associazione.

Maggiori informazioni sono disponibili all'URL: <http://www.pvcycle.org/>

Per le ragioni appena esposte lo smaltimento/riciclaggio dei moduli non rappresenterà un futuro problema.

Prodotti quali gli inverter, i trasformatori BT/AT, ecc., verranno ritirati e smaltiti a cura del produttore.

Essendo prevista la completa sfilabilità dei cavi, a fine vita ne verrà recuperato il rame e smaltiti i rivestimenti in mescole di gomme e plastiche.

Le opere metalliche quali i pali di sostegno delle strutture, la recinzione, i pali perimetrali e le strutture in acciaio e Fe zincato verranno recuperate. Le strutture in Al saranno riciclabili al 100%.

I materiali edili (i plinti di pali perimetrali, la muratura delle cabine) in calcestruzzo, verranno frantumati e i detriti verranno e riciclati come inerti da ditte specializzate.

Per ulteriori approfondimenti in merito alle opere di dismissione dell'impianto fotovoltaico si rimanda alla relazione specialistica dedicata.

119.21.01.R.02	0	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	DICEMBRE 2021	73	73