



REGIONE MOLISE



PROVINCIA DI CAMPOBASSO



COMUNE DI ROTELLO

RELAZIONE DESCRITIVA GENERALE

COMMITTENTE

VOLTALIA ITALIA SRL
 P.IVA 05983740969, Viale Montenero 32, 20315
 Milano Italia
 PEC voltaliaitalia@pec.it



Progetto Definitivo

Progetto di n. 2 impianti per la produzione di energia elettrica da fonte solare in Rotello (CB), denominati "Rotello 43" di potenza nominale pari a 41.546,44 kWp

*Allegato al
 procedimento di
 Autorizzazione
 Unica ai sensi del
 D.lgs 387/2003*

PROGETTISTI

Coordinamento tecnico di progetto

Ingegnere
Michele Di stefano
 m.distefano@windenergysrl.eu



Ingegnere
Emilio Andreoli
 e.andreoli@energonproject.it



RESPONSABILI TECNICI

Ingegnere
Maurizio De Donno
 (per NRG Plus Italia S.r.l.)
 mdedonno@nrgplus.global



INDICE

1.	PREMESSA.....	6
2.	INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	9
2.1	Descrizione sintetica del Progetto	9
2.2	Ubicazione del Progetto	9
2.3	Inquadramento catastale	11
2.4	Inquadramento CTR	12
2.5	Aree impegnate	15
2.6	Criteri progettuali generali	16
3.	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO.....	19
4.	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE.....	21
4.1	Metodologia di stima degli impatti	22
4.2	Sintesi delle valutazioni sugli impatti	26
4.3	Alternative al Progetto	26
4.3.1	Alternative tipologiche delle opere	26
4.3.2	Delocalizzazione	27
4.3.3	Alternativa “zero”: non realizzazione del Progetto	27
5.	 FONTE ENERGETICA. PRODUCIBILITÀ E BENEFICI AMBIENTALI	30
5.2	Descrizione fonte energetica utilizzata e modalità approvvigionamento	30
5.3	Producibilità Attesa	33
5.4	Benefici Ambientali	40
6.	DESCRIZIONE TECNICA INTERVENTO PROGETTUALE.....	42
6.1	DESCRIZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	42
6.1.1	Descrizione e caratteristiche generali - impianto fotovoltaico	42
6.1.1.1	Descrizione generale	42
6.1.1.2	Elenco caratteristiche tecniche	47
6.1.1.3	Configurazione elettrica	49
6.1.1.4	Elementi costituenti l'impianto fotovoltaico	50
6.1.2	Componenti e opere elettromeccaniche	52
6.1.2.1	Moduli fotovoltaici	52
6.1.2.2	Strutture di fissaggio	54
6.1.2.3	Inverter	56
6.1.2.4	Cabine di trasformazione MT/BT	60
6.1.2.5	Cabine di ricezione e controllo	62
6.1.2.6	Cavi elettrici	65

6.1.2.7	Canalizzazioni.....	68
6.1.2.8	Terminali e Derivazioni	69
6.1.2.9	Impianto di terra	70
6.1.3	Componenti e opere civili	72
6.1.3.1	Recinzione perimetrale	72
6.1.3.2	Viabilità interna.....	73
6.1.3.3	Viabilità esterna	74
6.1.3.4	Movimentazione terra	74
6.1.3.5	Scavi	75
6.1.3.6	Trincee	77
6.1.3.7	Cabinati	80
6.1.3.8	Basamenti e opere in calcestruzzo.....	81
6.1.3.9	Pozzetti e camerette.....	82
6.1.3.10	Drenaggi e regimentazione delle acque meteoriche	82
6.1.3.11	Opere di verde	83
6.1.4	Componenti e opere servizi ausiliari	84
6.1.4.1	Sistema di monitoraggio	84
6.1.4.2	Sistema antintrusione (videosorveglianza, allarme e gestione accessi)	84
6.1.4.3	Sistema di illuminazione	86
6.1.4.4	Sistema idrico.....	87
6.1.5	Misure di protezione dell'impianto fotovoltaico.....	88
6.1.5.1	Misure di protezione contro i contatti diretti.....	88
6.1.5.2	Misure di protezione contro i contatti indiretti.....	88
6.1.5.3	Misure di protezione dalle sovracorrenti	90
6.1.5.4	Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica	91
6.1.5.5	Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche	92
6.1.6	Criteri dimensionali	92
6.1.6.1	Generatore fotovoltaico – Criteri di dimensionamento	92
6.1.6.2	Cavi elettrici lato c.c.– Criteri dimensionali	96
6.1.6.3	Cavi elettrici lato c.a. – Criteri dimensionali	97
6.1.6.4	Canalizzazioni – Criteri dimensionali.....	98
6.2	DESCRIZIONE TECNICA DELLE OPERE DI CONNESSIONE.....	99
6.2.1.1	Descrizione e caratteristiche generali – opere connessione.....	99
6.2.1.2	Criteri di progettazione	100
6.2.1.3	Dati di progetto	100

6.2.2	Cavidotto MT - Descrizione e caratteristiche tecniche	103
6.2.3	Stazione Elettrica 150/30KV - Descrizione e caratteristiche tecniche	106
6.2.4	CAVIDOTTO AT - Descrizione e caratteristiche tecniche	113
7.	ESECUZIONE DEI LAVORI – FASI DI CANTIERE	117
7.1	Modalità di esecuzione dei lavori	117
7.2	Elenco delle fasi costruttive	117
7.3	Descrizione delle fasi costruttive	119
7.4	Elencazione dei tempi	121
8.	ANALISI DEI BENEFICI SOCIO-ECONOMICI	123
8.1	Metodologia	123
8.2	Ricadute occupazionali FER	124
8.3	Ricadute occupazionali sulla realtà locale	124
9.	QUADRO ECONOMICO	129
10.	SISTEMA DI GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO E MATERIALI DA DEMOLIZIONE	132
9.1	Quadro di riferimento normativo	132
9.1.1	Normativa Nazionale	132
9.1.2	Materiale destinato al riutilizzo nel sito di produzione	134
9.1.3	Materiale destinato allo smaltimento in discarica oppure al recupero	136
9.1.4	Deposito temporaneo	138
9.1.5	Caratterizzazione del rifiuto	139
9.1.6	Rifiuti derivanti dalle attività di costruzione e demolizione	140
9.2.	Piano di indagine	141
9.2.1	Parametri da determinare	143
9.2.2	Terreni di riporto	143
9.3	Piano di utilizzo terre e rocce da scavo e materiali da demolizione	144
9.3.1	Terre e rocce - stima dei quantitativi	145
9.3.2	Riutilizzo in sito - Adempimenti	149
9.3.3	Volumi di non riutilizzo e possibile destinazione	149
9.3.4	Quantitativi stimati e disponibilità di impianti di conferimento	149
11.	SISTEMA DI GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	151
12.	PIANO DI DISMISSIONE, RIFIUTI E RISPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI	152
12.1	Premessa - LCA sistemi fotovoltaici e normativa di riferimento	152
12.2.	Fasi principali del piano di dismissione	152
12.3.	Smontaggio/smantellamento delle infrastrutture elettriche e civili	153
12.3.1	Dismissione del campo fotovoltaico	153

12.3.2	Dismissione opere connessione: elettrodotto e cabina elettrica AT/MT.....	155
12.4	Ripristino dello stato dei luoghi.....	157
12.5	Interventi di ripristino della fertilità del suolo.....	159
12.5.1	Interventi sugli aspetti fisici del substrato.....	159
12.5.2	Interventi sugli aspetti chimici del substrato.....	164
12.5.3	Interventi sugli aspetti biologici del substrato.....	166
12.5.4	Interventi per potenziare la fertilità.....	168
12.5.5	Fascia di mitigazione.....	170
12.6	Classificazione dei rifiuti.....	171
12.6.1	Conferimento del materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento ovvero per il recupero.....	171
12.6.2	Dettagli riguardanti lo smaltimento dei componenti.....	173
12.7	Computo metrico delle operazioni di dismissioni.....	175
12.8	Cronoprogramma delle operazioni di dismissioni.....	179
13.	ABBAGLIAMENTO, EMISSIONI ACUSTICHE ED ELETTROMAGNETICHE.....	180
13.1	Analisi del fenomeno di abbagliamento.....	180
13.1	Rumore.....	181
13.3	Campo elettromagnetico.....	195
13.3.1	Normativa di riferimento.....	195
13.3.2	Limiti di riferimento.....	196
13.3.3	Obiettivo di qualità, Fascia di rispetto e DPA.....	197
13.3.4	Calcolo delle fasce di rispetto in base al modello previsto dalla norma CEI 211-4.....	198
13.3.5	Calcolo delle fasce di rispetto in base ad un modello approssimato.....	199
13.3.5	Calcolo dei campi elettromagnetici – Campo Fotovoltaico.....	200
13.3.5.1	Campi elettromagnetici impianto fotovoltaico.....	200
13.3.5.2	Campi elettromagnetici opere connesse.....	204
13.3.6	Conclusioni campo elettromagnetico.....	212
14.	SICUREZZA E PREVENZIONE INCENDI.....	213
14.1	Sicurezza nei cantieri.....	213
14.2	Prevenzione Incendi.....	213
15.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVO.....	219

1. PREMESSA

La Società Voltalia Italia srl, P.IVA 05983740969, Viale Montenero 32, 20135 Milano Italia, PEC voltaliaitalia@pec.it (di seguito Proponente) ha in progetto la realizzazione di due impianti fotovoltaici, nel territorio comunale di Rotello (CB), Regione Molise, denominati Rotello 1 e Rotello 2, della potenza di 26,18616 MWp e 15,36028 MWp rispettivamente. In relazione a tali parchi fotovoltaici, il Proponente ha in progetto la realizzazione di un cavidotto di collegamento in linea interrata MT 30 kV della lunghezza complessiva di circa 5,6 km (di seguito cavidotto) e di una stazione di trasformazione (stazione elettrica), anch'essi all'interno del medesimo ambito comunale suddetto. Titolo del progetto: "ROTELLO 43" (di seguito Progetto).

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di una linea MT di collegamento (di seguito elettrodotto) suddiviso in due tratte: la prima tratta, di lunghezza pari a circa 2,75 km, collegherà Rotello 1 e Rotello 2 mentre la seconda, di lunghezza pari a circa 2,85 km, completerà il progetto raccogliendo la produzione di entrambi i parchi fotovoltaici e conferendola alla futura stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV (stazione elettrica), ubicata a sua volta all'interno di un punto di raccolta condiviso da altri 4 produttori e denominato "Piana della Fontana". Infine, tutto sarà poi connesso alla SE Rotello esistente, della RTN, mediante un cavo AT interrato 87/150 kV (cavo AT), della lunghezza di circa 500 m, che sarà posato sotto strada.

L'iter procedurale per l'ottenimento dei permessi alla realizzazione del progetto prevede la trasmissione, da parte del Proponente, di diversi elaborati ad Enti di competenza per l'acquisizione delle autorizzazioni. Tra i diversi documenti da esibire in fase di Autorizzazione Unica (AU) di cui al Decreto Legislativo 387/2003, vi è anche il presente elaborato "Relazione Descrittiva Generale".

Con la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si intende conseguire un significativo risparmio energetico mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole.

Il progetto si inquadra in quelli che sono i programmi Nazionali e Internazionali per la transizione verso un'economia globale a impatto climatico zero entro il 2050.

In occasione della Conferenza sul clima tenutasi nel 2015 a Parigi è stato stipulato un nuovo accordo sul clima per il periodo dopo il 2020 che, per la prima volta, impegna tutti i Paesi, compreso l'Italia a ridurre le proprie emissioni di gas serra. In tal modo è stata di fatto abrogata la distinzione di principio tra Paesi industrializzati e Paesi in via di sviluppo. Nell'ambito di tale accordo l'Italia ha elaborato un Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) in cui l'Italia fissa degli obiettivi vincolanti al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO₂. Stabilisce inoltre il target da raggiungere in tema di sicurezza energetica, interconnessioni,

mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, definendo precise misure che garantiscano il raggiungimento degli obiettivi definiti con l'accordo di Parigi e la transizione verso un'economia a impatto climatico zero entro il 2050.

L'Italia intende accelerare la transizione dai combustibili tradizionali alle fonti rinnovabili promuovendo il graduale abbandono del carbone per la generazione elettrica a favore di un mix elettrico basato su una quota crescente di rinnovabili e, per la parte residua, sul gas. L'Italia, punta a portare la quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia al 30%, alla riduzione del 43% dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007, alla riduzione del 33% dei gas serra.

L'uscita dal carbone al 2025 e la promozione dell'ampio ricorso a fonti energetiche rinnovabili, a partire dal settore elettrico, dovrà fare sì che al 2030 si raggiungano i 16 Mtep da FER, pari a 187 TWh di energia elettrica. Grazie in particolare alla significativa crescita di fotovoltaico la cui produzione dovrebbe triplicare ed eolico, la cui produzione dovrebbe più che raddoppiare, al 2030 il settore elettrico arriverà a coprire il 55,0% dei consumi finali elettrici lordi con energia rinnovabile, contro il 34,1% del 2017. L'obiettivo finale del fotovoltaico è stato portato a 52GW nel 2030, con la tappa del 2025 di 28,5 GW: si prevede dunque che negli ultimi 5 anni vengano installati più di 23 GW dei 30 GW nelle diverse regioni d'Italia vocate per la produzione di energia da fonte rinnovabile, tra cui figura anche la Regione Molise.

In tale scenario l'impianto fotovoltaico di progetto con la sua produzione netta attesa di 10.281 MWh/anno di energia elettrica da fonte rinnovabile e con un sostanziale abbattimento di emissioni in atmosfera di CO2 ogni anno risponde pienamente agli obiettivi energetici e climatici del Paese.

In sintesi l'intervento proposto:

- è finalizzato alla realizzazione di un'opera infrastrutturale, non incentivato;
- è compatibile con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- consente la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- utilizza fonti rinnovabili eco-compatibili;
- consente il risparmio di combustibile fossile;
- non produce nessun rifiuto o scarto di lavorazione;
- non è fonte di inquinamento acustico;
- non è fonte di inquinamento atmosferico;
- utilizza viabilità di accesso già esistente;

- comporta l'esecuzione di opere edili di dimensioni modeste che non determinano in alcun modo una significativa trasformazione del territorio, relativamente a fondazioni superficiali di alcune stazioni di conversione/trasformazione e cabine di smistamento con volumetrie decisamente molto contenute.

2. INQUADRAMENTO PROGETTUALE

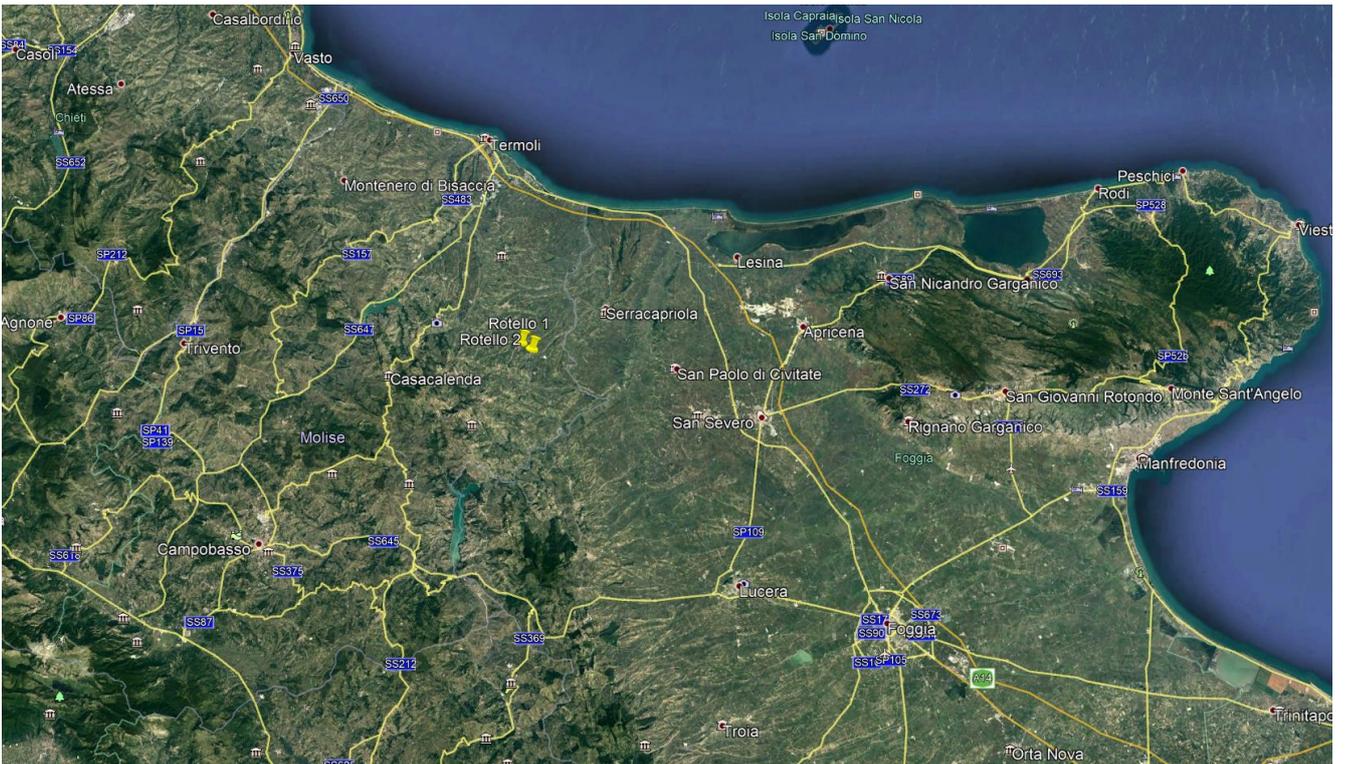
2.1 Descrizione sintetica del Progetto

Il Progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato "ROTELLO 43" di potenza complessiva pari a 41.546,44 nel comune di Rotello (CB) di superficie complessiva (Superficie Disponibile) di circa 65,84 ettari. Il progetto è suddiviso in 2 (due) campi fotovoltaici Rotello 1 e Rotello 2, rispettivamente 44,6 ettari e 21,24 ettari, con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino con una potenza di picco di 545Wp posizionati su struttura fissa ed inverter distribuiti con potenza nominale di 250kVA con cabine di trasformazione MT/BT comprese tra 2000 e 3150kVA. Oltre al gruppo di generazione è prevista la realizzazione di un elettrodotto interrato MT 30kV, interamente su territorio del comune di Rotello, realizzato con cavo unipolare 30kV avente sezione di 500 mm² avente una lunghezza complessiva di 5,6 km diviso in due tratte: la prima tratta, di lunghezza pari a circa 2,75 km, collegherà Rotello 1 e Rotello 2 mentre la seconda, di lunghezza pari a circa 2,85 km, completerà il progetto raccogliendo la produzione di entrambi i parchi fotovoltaici e conferendola alla futura stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV (stazione elettrica), ubicata a sua volta all'interno di un punto di raccolta condiviso da altri 4 produttori e denominato "Piana della Fontana". Infine, tutto sarà poi connesso alla SE Rotello esistente, della RTN, mediante un cavo AT interrato 87/150 kV (cavo AT) della sezione di 1.600 mm² e lunghezza di circa 500 m, che sarà posato sotto strada. In questo modo, cinque diversi impianti occuperanno un solo stallo sulla stazione RTN, in grado di connettere potenze per 250 MVA.

2.2 Ubicazione del Progetto

Tra le possibili soluzioni è stata individuata l'ubicazione più funzionale in merito alle esigenze tecniche di connessione dell'impianto alla rete elettrica e delle sue possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

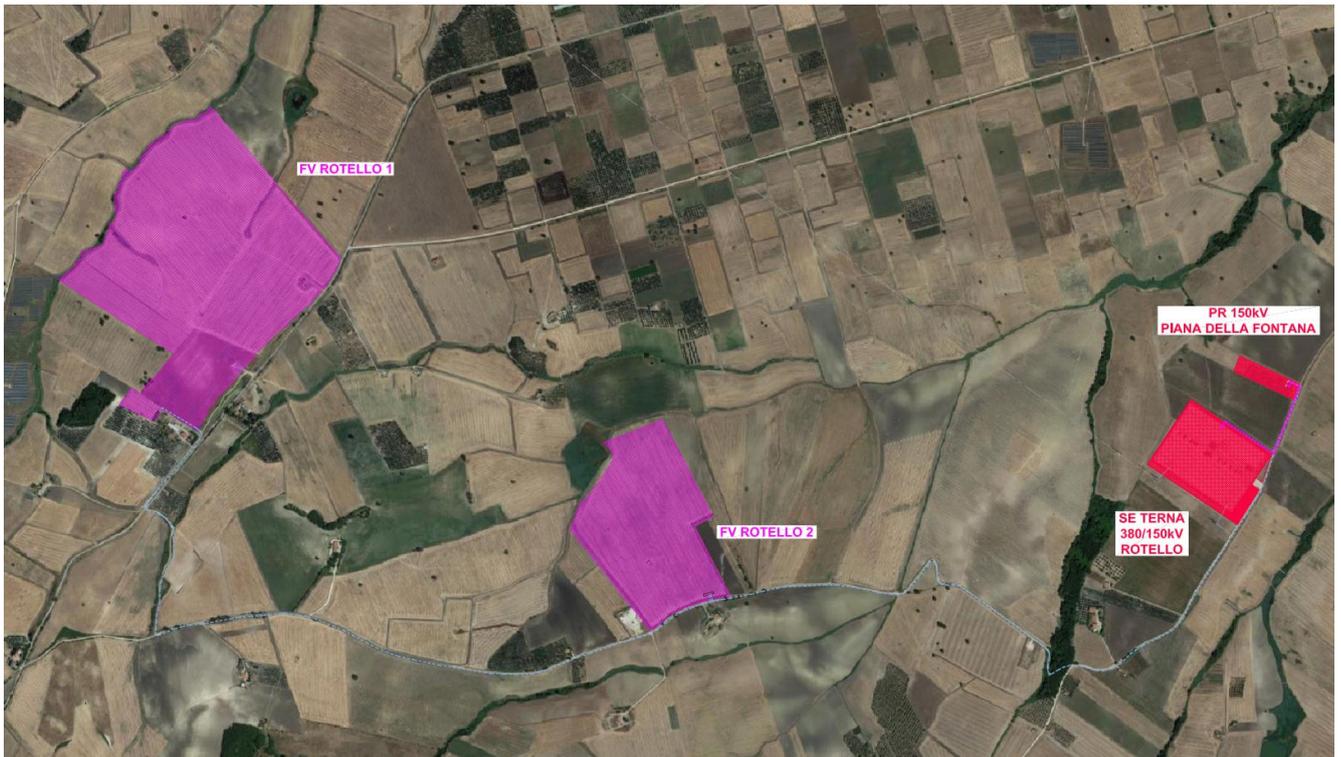
L'area interessata dall'intervento è ubicata sul territorio comunale di Rotello, Provincia di Campobasso, Molise (Italia meridionale), prossima al limite tra le regioni Molise e Puglia, nei pressi della SP78, a circa 3 km direzione Nord - Est dal centro abitato di Rotello. La zona occupata è costituita da terreni agricoli caratterizzata da pendenze molto blande, con quote comprese per Rotello 1 tra i 275 ed i 180 m circa sul livello del mare e per Rotello 2 a quote comprese tra i 211 ed i 170 m.



Individuazione dell'area di intervento su foto satellitare.

Le **coordinate geografiche** del sito fotovoltaico sono:

Impianto Rotello 1:	Impianto Rotello 2:	Stazione Elettrica 150/30kV:
Latitudine Nord: 41°45'48";	Latitudine Nord: 41°45'21";	Latitudine Nord: 41°45'34"
Longitudine Est: 15°01'57".	Longitudine Est: 15°02'52".	Longitudine Est: 15°04'24"



Individuazione dell'area fotovoltaica su foto satellitare.

Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale, costituita da strade statali, comunali ed interpoderali.

Il sito è raggiungibile percorrendo l'autostrada A14 Adriatica Bologna - Taranto fino all'uscita Termoli; si prosegue sulla SS87 verso Campobasso – Larino, quindi sulla SP167 per Rotello, si continua sulle SP148, SP73 ed SP40 fino a Rotello ed infine la SP78 che conduce a Rotello 1 e la Strada Comunale Capomandra che conduce a Rotello 2.

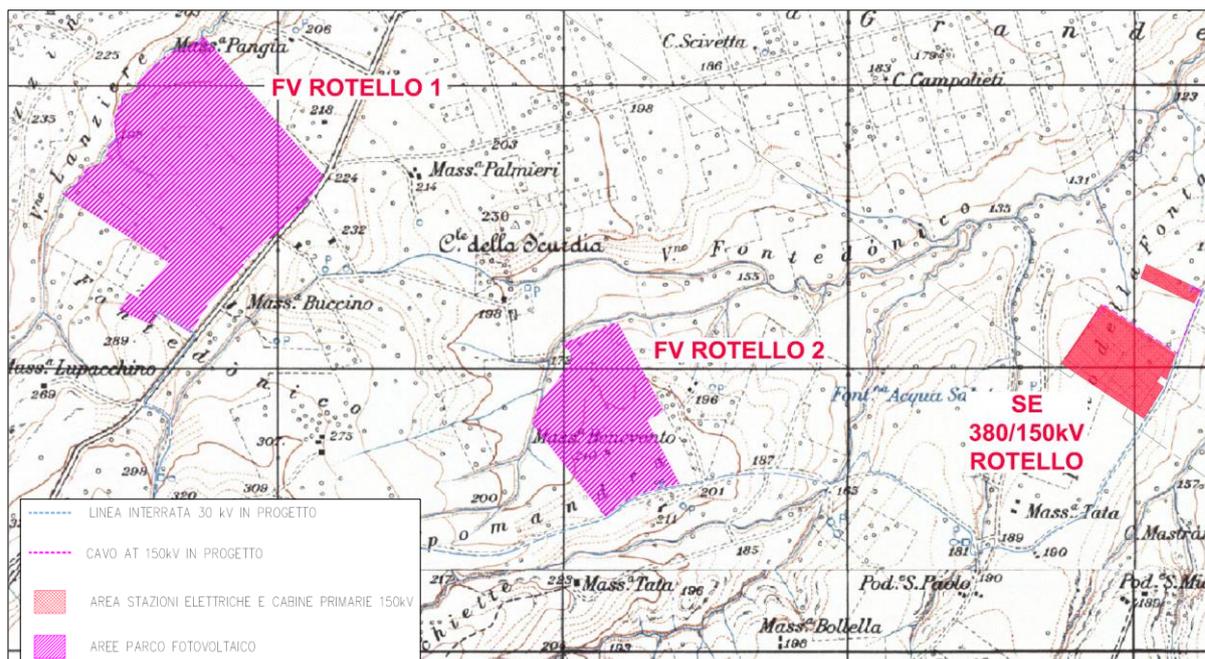
2.3 Inquadramento catastale

In tabella seguente, i riferimenti catastali delle aree con riferimento dei fogli e particelle:

Tipologia opera		Foglio	Particelle
Parchi FV	Rotello 1	Foglio n. 26 Rotello	25
		Foglio n. 27 Rotello	14, 15, 21, 22, 38,46,47, 50, 51, 98,99,110
	Rotello 2	Foglio n. 42 Rotello	7, 30, 31, 32, 33
Cavidotto MT		Foglio n. 27 Rotello	46, 47
		Foglio n. 42 Rotello	7

	Foglio n. 43 Rotello	29
	Foglio n. 30 Rotello	43
Cavidotto AT	Foglio n. 30 Rotello	55
Stazione Elettrica (in punto di raccolta Piana della Fontana)	Foglio n. 30 Rotello	43

Tabella riferimenti catastali



Progetto su stralcio 1:25.000 fuori scala.

2.4 Inquadramento CTR

Le tavolette in scala 1:5.000 (CARTA TECNICA REGIONALE – REGIONE MOLISE) di riferimento sono la 395013 e la 395012, rispettivamente da Ovest ad Est. Di seguito, un estratto fuori scala dall'originale 1: 25.000 dai tipi IGM (vedi figura in basso). Per la topografia di dettaglio si rimanda alla cartografia allegata allo studio.

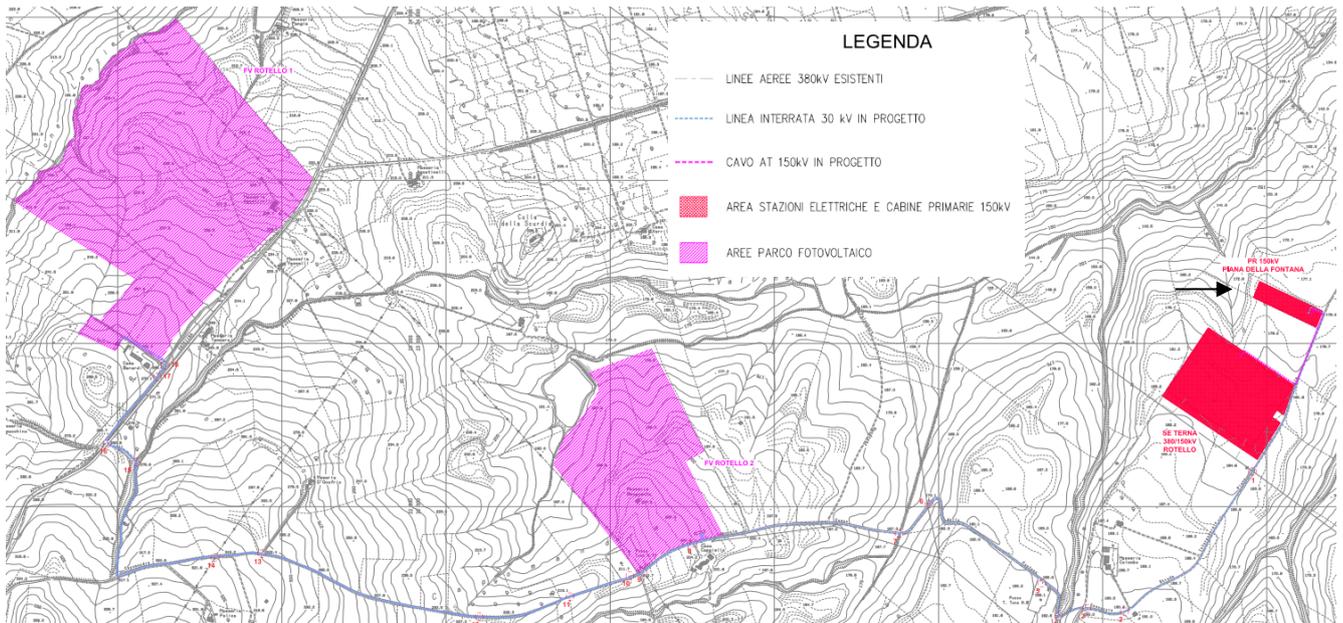


Figura: Aree parco fotovoltaico, cavidotto e punto di raccolta (indicato dalla freccia); stralcio fuori scala da base

CTR 1:5.000

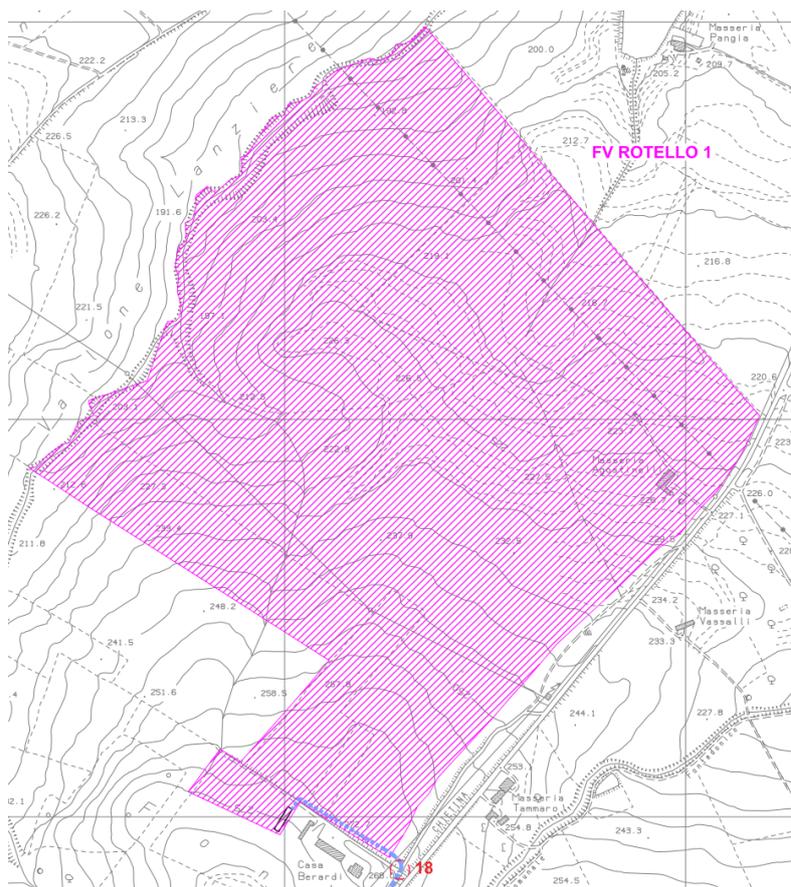


Figura: Area disponibile Rotello 1: stralcio fuori scala dall'originale CTR in scala 1:5.000

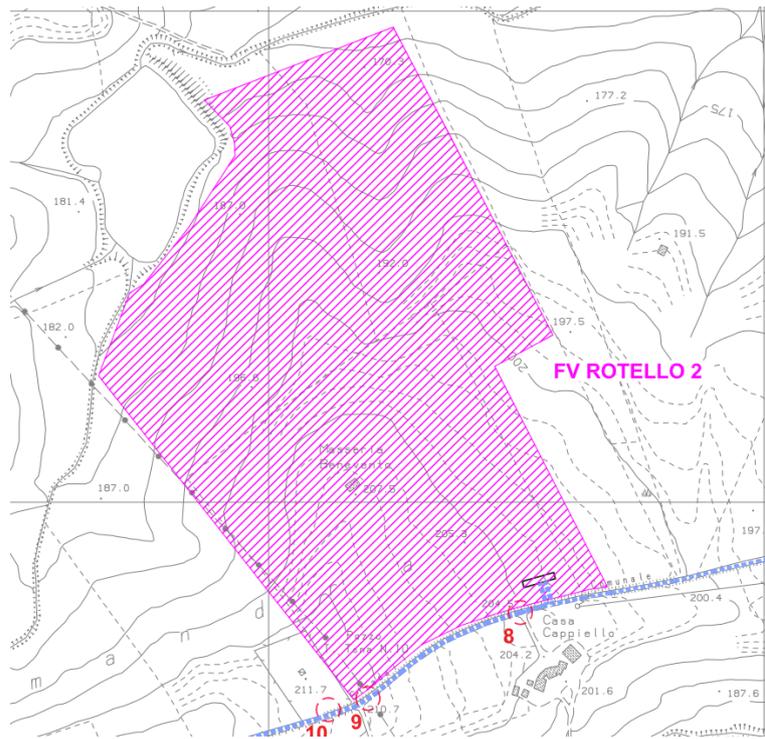


Figura: Area disponibile Rotello 3: stralcio fuori scala dall'originale CTR in scala 1:5.000

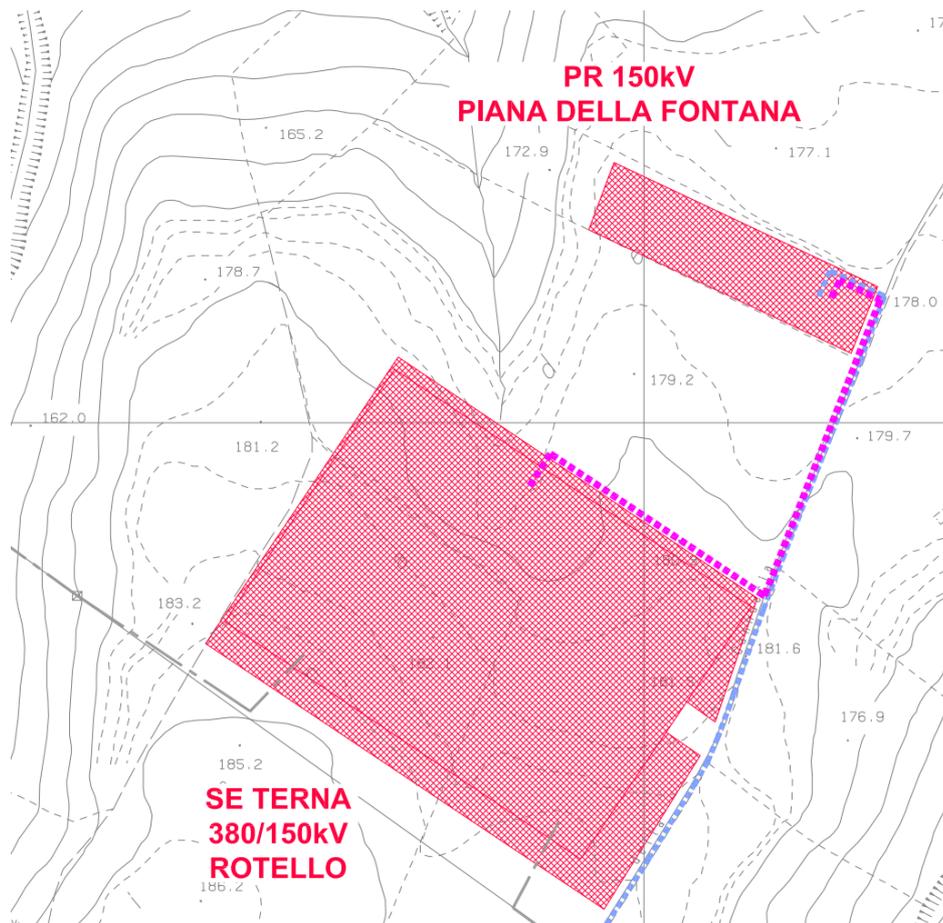


Figura: Area Stazione elettrica e Stazione RTN Rotello: stralcio fuori scala dall'originale CTR in scala 1:5.000

2.5 Aree impegnate

Caratteristiche attuali delle aree

Sui fondi che accoglieranno il parco FV, in base ai sopralluoghi in campagna il terreno è attualmente utilizzato per scopi agricoli oppure risulta incolto. Ciò concorda con quanto riportato negli strumenti urbanistici locali e con le informazioni acquisite c/o il Comune di Rotello, in base ai quali si evince che il progetto interessa esclusivamente la zona urbanistica E – Agricola.

Indice di occupazione

Si premette che non si terrà conto dei terreni che accoglieranno il **cavidotto**: di fatto, essendo l'opera interrata, non occuperà del suolo in superficie e la stretta fascia di terreno in corrispondenza del suo passaggio, dopo poco tempo, tornerà allo stato *ante operam* a seguito di ritombamento vale a dire a fine posa in opera.

Prendendo spunto dal lavoro di Baldescu & Barion (2011), nel presente paragrafo verrà esposto il rapporto tra **Superficie Occupata** e **Superficie Disponibile** in termini di **Indice di Occupazione** del suolo. I dati sono esposti nella seguente tabella.

Tipologia opera		Superficie Occupata (m ²)
Rotello 43	parchi FV (moduli, viabilità, cabine e basamenti)	circa 155.130,00
	Fascia di mitigazione	circa 7.000,00
Punto raccolta	Area interamente recintata del punto di raccolta 150 kV denominato "Piana della Fontana"	circa 6.325,00
TOTALE SUPERFICIE OCCUPATA		168.455,00
SUPERFICIE DISPONIBILE		Superficie Disponibile (m ²)
Superficie a disposizione parchi FV		circa 658.400,00
Superficie a disposizione Punto raccolta		circa 15.090,00
TOTALE SUPERFICIE DISPONIBILE		circa 673.490,00
INDICE DI OCCUPAZIONE		Numero puro
Totale superficie occupata / Totale superficie disponibile		0,25

Tabella: indice di occupazione del Progetto, data dal rapporto Superficie Occupata su Superficie Disponibile.

In base a quanto riportato poco sopra, si può sintetizzare dicendo che in teoria (considerando la proiezione al suolo delle vele fotovoltaiche) circa un quarto della Superficie Disponibile sarà occupata dall'impianto: quasi il 75% della superficie manterrà lo *status quo ante*. Bisogna tuttavia tenere conto del fatto che le strisce di terreno tra le file delle vele fotovoltaiche all'interno dei *parchi FV* non saranno utilizzabili come nella situazione *quo ante* dato che la pratica agricola non potrà essere condotta; in quest'ottica, la superficie realmente utilizzabile dall'uomo si abbassa ad un valore di circa il 25%, avendo un indice di occupazione pari a circa 0,75. Senza tenere in considerazione il fattore antropico, di fatto, per il terreno vale quanto definito in tabella.

2.6 Criteri progettuali generali

Il Progetto è la sintesi del lavoro di un gruppo di professionisti composto da ingegneri, architetti, paesaggisti, archeologi, naturalisti, agronomi che hanno collaborato per l'ottimizzazione delle soluzioni tecniche e di produttività e per la compatibilità con l'area di intervento al fine di non alterarne gli elementi paesaggistici e di biodiversità.

Nel rispetto delle norme di tutela ambientali e paesaggistiche vigenti la proposta progettuale ha tenuto conto dei seguenti aspetti:

1. Le caratteristiche orografiche e geomorfologiche del sito prevalentemente pianeggianti e a pendenze moderate tale da evitare movimenti terra eccessivi che comporterebbero un'alterazione della morfologia attuale del sito. Inoltre, si è dato gran peso alla salvaguardia degli elementi che compongono il paesaggio a (vegetazione, acqua, uso del suolo, viabilità di cantiere, colorazioni degli elementi strutturali).
2. Vicinanza con il punto di connessione alla Rete Elettrica di Distribuzione Nazionale compatibilmente con i vincoli ambientali, idrogeologici, geomorfologici, infrastrutturali, e disponibilità dei suoli per la realizzazione del progetto.
3. Nella scelta delle strutture di appoggio dei moduli fotovoltaici sono state preferite quelle con pali di sostegno infissi con battipalo al fine di evitare la realizzazione di fondazioni e l'artificializzazione eccessiva del suolo. Sono state scelte delle strutture fisse e una configurazione dei moduli su di essi tale da lasciare uno spazio sufficiente da evitare nel corso di esercizio dell'impianto fotovoltaico gli effetti terra-bruciata e desertificazione del suolo.
4. Sono stati scelti moduli fotovoltaici ad alta efficienza nel tempo oltre che per garantire delle performance di produttività elettrica dell'impianto fotovoltaico di lunga durata anche per ridurre i fenomeni di abbagliamento e inquinamento luminoso.
5. È stata massimizzata la captazione della radiazione solare annua disponibile, dove il generatore fotovoltaico è esposto alla luce solare scegliendo orientamento ed esposizioni ottimali, evitando fenomeni di ombreggiamento

che costituiscono cause dirette di perdite d'energia prodotta, incidendo sul tempo di ritorno economico dell'investimento.

6. La distanza tra le file di moduli è stata scelta tale che oltre a evitare fenomeni di ombreggiamento anche per creare un equilibrio tra spazi coperti e spazi liberi tali da evitare un'alterazione delle caratteristiche naturali del suolo.

7. La predisposizione delle cabine di trasformazione all'interno dei campi è stata ottimizzata con la finalità di ridurre al minimo la viabilità interna e di conseguenza la sottrazione di suolo.

8. I suoli interessati all'installazione dell'impianto fotovoltaico sono stati scelti in prossimità di viabilità già esistenti al fine di evitare la realizzazione di nuove viabilità e quindi alterazione del paesaggio attuale.

9. La recinzione metallica perimetrale prevede il varco di passaggio per la microfauna terrestre locale.

10. È prevista una fascia di mitigazione di 1,5 m per mascherare la recinzione e il campo fotovoltaico realizzata con fascia arborea di altezza tale da mitigare l'impatto visivo-percettivo dell'impianto fotovoltaico dall'esterno e da eventuali punti di belvedere e interesse paesaggistico nelle vicinanze dell'impianto fotovoltaico di progetto. Verranno utilizzati specie autoctone tali da favorire una connettività ecosistemica con le colture presenti nelle aree circostanti all'impianto fotovoltaico.

11. I collegamenti elettrici in media tensione costituenti l'impianto fotovoltaico sono realizzati con cavidotti interrati alla profondità minima di 1 m al fine di ridurre le interferenze elettromagnetiche.

12. Il tracciato dell'elettrodotto e il posizionamento della Stazione Elettrica è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del Testo unico emesso con RD 11 dicembre 1933 No. 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti

13. La posizione della Stazione Elettrica in prossimità della Stazione RTN 380/150 kV di Rotello permette il contenimento delle infrastrutture per la connessione dell'impianto, concentrandole in una unica zona.

La descrizione del progetto è finalizzata alla conoscenza esaustiva dell'intervento principale e delle opere connesse e alla descrizione delle caratteristiche fisiche e funzionali dello stesso, delle fasi di cantiere, di esercizio e di eventuale dismissione.

Sarà fornito il bilancio delle terre e rocce da scavo e gli esiti della loro caratterizzazione e destinazione secondo le indicazioni della normativa vigente.

In riferimento alla fase di **cantiere**, relativa a tutte le lavorazioni previste (opera principale ed opere connesse), il progetto comprende:

- l'individuazione delle aree utilizzate in modo permanente (fase di esercizio) e temporaneo, per le aree occupate dalle attività di cantiere principali (campi-base) e complementari (nuovi tracciati viari necessari per il raggiungimento delle zone operative);
- l'indicazione delle operazioni necessarie alla predisposizione delle aree di intervento (movimenti di terra e modifiche alla morfologia del terreno), il fabbisogno del consumo di acqua, di energia, le fonti di approvvigionamento dei materiali, le risorse naturali impiegate (acqua, territorio, suolo e biodiversità), la quantità e tipologia di rifiuti prodotti dalle lavorazioni;
- la descrizione dettagliata dei tempi di attuazione dell'opera principale e delle opere connesse, considerando anche la contemporaneità delle lavorazioni nel caso insistano sulle stesse aree; del fabbisogno complessivo previsto di forza lavoro, in termini quantitativi e qualitativi; dei mezzi e macchinari usati e delle relative caratteristiche; della movimentazione da e per i cantieri, delle modalità di gestione del cantiere, delle misure di sicurezza adottate;
- il ripristino delle aree a fine lavorazioni.

In riferimento alla fase di **esercizio**, che si conclude alla fine della fornitura dei servizi o dei beni per la quale è stata progettata ed è successiva alla fine di ogni attività connessa alla costruzione dell'opera, compreso il collaudo, il progetto comprende:

- l'indicazione della durata di esercizio dell'intervento principale e delle opere connesse (vita dell'opera);
- la quantificazione dei fabbisogni di energia e delle risorse naturali eventualmente necessari e per il processo produttivo;
- l'elenco di tipologie e quantità dei residui delle emissioni previste (gassose, liquide, solide, sonore, luminose, vibrazionali, di calore, radioattive), sostanze utilizzate, quantità e tipologia di rifiuti eventualmente prodotti;
- la descrizione di interventi manutentivi richiesti per il corretto funzionamento delle opere, tempi necessari, frequenza degli interventi, eventuali fabbisogni di energia e di risorse naturali non già necessari per il suo normale esercizio, eventuali rifiuti ed emissioni diversi, in termini qualitativi e quantitativi, rispetto all'esercizio.

La fase di **dismissione**, parziale o totale dell'opera, comprende tutte le necessarie attività di cantiere per la demolizione o smantellamento delle singole componenti strutturali, finalizzate al ripristino ambientale dell'area. Sono descritte le modalità di smaltimento e/o di riutilizzo e/o di recupero dei materiali di risulta e/o dei componenti dell'opera.

3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

Il quadro di riferimento programmatico è esposto nel documento di Sintesi non tecnica del Progetto al quale si rimanda per approfondimenti, in cui viene offerta una panoramica del quadro normativo delineato dai piani regionali e provinciali in riferimento alle attività in progetto. Lo studio del territorio e l'analisi del regime vincolistico si sono basati sull'esame della documentazione reperibile a carattere nazionale, regionale e locale.

La griglia di sintesi degli indirizzi e vincoli di natura sostanzialmente ambientale (vincoli naturalistici, paesaggistici, geologici) e culturale/antropica (strategia energetica, politiche ambientali, archeologia, luoghi della cultura, altro) che si trovano sul territorio in cui ricade il Progetto possono così essere riassunti:

PIANI E NORMATIVA DI SETTORE			
PIANI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	INDIRIZZO		
Strategia Energetica Nazionale (SEN)	Raggiungimento quote di produzione Energia da Fonti Rinnovabili		
P.E.A.R. (Piano Energetico Ambientale Regionale)	Promozione efficienza energetica e sviluppo sostenibile		
D.Lgs. 152/06 e ssmii	Indicazioni sulla procedura autorizzativa ambientale		
D.P.R. 387/2003	Autorizzazione Unica per la realizzazione e conduzione di impianti da Fonti Energetiche Rinnovabili (FER)		
L.R. 21 del 24/03/2000	Indicazioni sui contenuti degli elaborati		
D.G.R. 621 del 04/08/2011	Linee Guida e contenuti minimi della Autorizzazione Unica		
ROTELLO 43 (ROTELLO 1, ROTELLO 2 ed opere di connessione)			
NORMATIVA E PIANIFICAZIONE AMBIENTALE			
TIPOLOGIA VINCOLISTICA	VINCOLO/INDIRIZZO	PRESENTE	ASSENTE
Sistema delle aree protette e/o tutelate (<u>Legge n. 394/91</u>)	Parchi nazionali		X
	Parchi naturali regionali e interregionali		X
	Riserve naturali		X
	Zone umide di interesse internazionale		X
	Aree naturali protette		X
Rete natura 2000	Zone Speciali di Conservazione (ZSC)_ Siti di Importanza Comunitaria (SIC)		X
	Zone a Protezione Speciale (ZPS)		X
Vincolo idrogeologico (R.D.L. n. 3267/1923)	Vincolo idrogeologico (R.D.L. n. 3267/1923)		X
Rischio sismico	Accelerazione sismica di base; (*) la pericolosità sismica di base è presente su tutto il territorio nazionale: sarà tenuta in considerazione dai progettisti perché non causi rischi all'impianto	X (*)	

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – UoM Regionale Molise	pericolosità da frana moderata (PF1)	X	
	pericolosità da frana elevata (PF2)	X	
	pericolosità da frana estremamente elevata (PF3)		X
	pericolosità idraulica bassa (PI1)		X
	pericolosità idraulica moderata (PI2)		X
	pericolosità idraulica alta (PI3)		X
Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGR) del Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale	pericolosità idraulica bassa P1		X
	pericolosità idraulica media P2	X	
	pericolosità idraulica elevata P3		X
NORMATIVA E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PAESAGGISTICA			
TIPOLOGIA VINCOLISTICA	VINCOLO/INDIRIZZO	PRESENTE	ASSENTE
Piani territoriali paesistico-ambientali di area vasta (P.T.P.A.A.V.)	Trasformazione condizionata TC2 (fornisce soltanto indicazioni riguardo la trasformabilità dell'area)		X
Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)	Storico-culturale		X
	Ambientale		X
	Insediativa		X
	Produttiva		X
	Infrastrutturale		X
Beni paesaggistici (art. 136 e 142)	Art. 136: dichiarazione di notevole interesse pubblico	X	
Beni culturali (D.Lgs.42/2004)			X
Piano di Fabbricazione del Comune di Rotello	Il progetto ricade in zona E – zona agricola		

Tabella: sintesi vincoli territoriali nell'area

In estrema sintesi, il Progetto non interferisce con piani, progetti o vincoli che siano contrari alla sua realizzazione. Anzi, rientra pienamente nello spirito della SEN (Strategia Energetica Nazionale), in un'ottica che mira sempre più all'abbandono delle fonti fossili in favore delle energie pulite.

4. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Il quadro di riferimento ambientale è ampiamente esposto nel documento di Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.) del Progetto in cui viene fornita la caratterizzazione del territorio in cui troverà ubicazione il Progetto.

Il documento è stato redatto in accordo al cap. 1 del documento guida “Valutazione di Impatto Ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatti ambientale” pubblicato dal Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente, maggio 2020, in cui viene fornita la descrizione delle seguenti matrici:

- atmosfera: aria e clima;
- ambiente idrico;
- suolo e geologia;
- biodiversità;
- sistema paesaggistico;
- popolazione e salute umana;

In merito agli agenti fisici, il suddetto documento guida indica:

- rumore;
- vibrazioni;
- radiazioni non ionizzanti (campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici non ionizzanti);
- inquinamento luminoso ed ottico;
- radiazioni ionizzanti.

Come indicato nelle Suddette linee guida, infatti, “è necessario caratterizzare le pressioni ambientali, al fine di individuare i valori di fondo [...] per poter poi quantificare gli impatti complessivi generati dalla realizzazione dell’intervento”. In considerazione della tipologia di progetto si sono caratterizzate le matrici che potenzialmente potrebbero subire interferenze da parte dell’impianto; pertanto, gli agenti “inquinamento luminoso” e “radiazioni ionizzanti” non si sono ritenute interessate dal progetto. Nella seguente tabella, si riassumono le matrici analizzate:

AMBIENTE NATURALE	atmosfera: aria e clima
	ambiente idrico
	suolo e geologia
	biodiversità (flora, fauna, ecosistemi)
	sistema paesaggistico
AMBIENTE ANTROPICO	popolazione e salute umana
	clima acustico

	radiazioni non ionizzanti
--	---------------------------

Tabella: Componenti analizzate.

Per ognuna delle matrici analizzate è stata poi fornita una stima degli impatti attesi in considerazione delle caratteristiche della matrice stessa, delle pressioni esistenti e delle caratteristiche di progetto, secondo la seguente metodologia.

4.1 Metodologia di stima degli impatti

Caratteristiche dell'impatto potenziale

In generale, in relazione alle caratteristiche e localizzazione di un progetto, deve essere fornita una descrizione dei probabili impatti rilevanti (diretti ed eventualmente indiretti, secondari, cumulativi, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, positivi e negativi) dovuti essenzialmente:

- all'esistenza del progetto stesso;
- all'utilizzazione delle risorse naturali;
- all'emissione di inquinanti, alla creazione di sostanze nocive e allo smaltimento dei rifiuti.

Il Progetto in esame consiste, in estrema sintesi, in:

- realizzazione dei due parchi FV,
- realizzazione di recinzione perimetrale ai parchi FV,
- realizzazione connessione alla RTN (cavidotto, cavo AT e stazione nel punto di raccolta).

La stima degli impatti è stata eseguita tenendo conto di quanto richiesto dal D.L. 152/06 e smi in materia di VIA, in particolare: ALLEGATO VII - Contenuti dello Studio di impatto ambientale. Inoltre, si è fatto riferimento a quanto contenuto nell'ALLEGATO V - Criteri per la verifica di assoggettabilità. Tale allegato fornisce indicazioni molto puntuali e precise che arricchiscono quanto portato all'attenzione nell'ALLEGATO VII.

Fasi, sottofasi e azioni di progetto

Per meglio definire l'entità degli impatti prodotti dalle attività in progetto sull'ambiente nel quale si inseriscono, sono state analizzate, per ogni tipologia di opera compresa nel progetto complessivo, le diverse sottofasi e azioni previste per ciascun intervento, riportate in sintesi nella seguente Tabella (Fasi e sottofasi relative al progetto).

FASI	SOTTOFASI
	Allestimento cantiere

Realizzazione parchi FV	Allestimento eventuali piste di passaggio
	Fissaggio al terreno delle strutture di sostegno delle vele fotovoltaiche
	Montaggio e messa a dimora delle vele fotovoltaiche
	Realizzazione degli allacci elettrici, misure di sicurezza, illuminazioni
	Posa in opera cabinati
	Posa in opera dei cavidotti interni ai parchi FV
Esercizio	Funzionamento e manutenzione
Realizzazione di recinzione perimetrale ai parchi FV	Preparazione del perimetro
	Fissaggio dei pali di sostegno della rete
	Montaggio della rete perimetrale
	Piantumazione delle essenze vegetali perimetrali
	Posa in opera del cancello d'ingresso
Esercizio	Manutenzione
Realizzazione opere di connessione (cavidotto, stazione e cavo AT)	Allestimento cantiere
	Allestimento eventuali piste di passaggio
	Preparazione area destinata ad accogliere la stazione nel punto di raccolta "Piana della Fontana"
	Posa in opera della stazione di trasformazione 30/150 kV con strutture ed apparecchiature all'interno del perimetro
	Preparazione dei terreni per la posa in opera del cavidotto (eventuali piste di passaggio: si rammenta che il tracciato è lungo la viabilità esistente)
	Posa in opera del cavidotto
	Risistemazione finale dei terreni
Esercizio	Manutenzione
Dismissioni	Dismissione parchi FV
	Dismissione rete perimetrale e cancello e gestione delle essenze piantumate
	Dismissione cavidotto e stazione elettrica

Tabella: Fasi e sottofasi relative al progetto.

Area d'influenza potenziale

La caratterizzazione di ciascuna matrice ambientale è fornita relativamente all'area vasta con specifici approfondimenti in relazione all'area di studio; quest'ultima è stata ragionevolmente e cautelativamente individuata, in considerazione della tipologia di intervento in oggetto, da un buffer pari a 5 km dal perimetro dell'area di progetto, come indicato nella figura di seguito, che è stato cautelativamente integrato con quello relativo alla Cabina CP MC est considerato pari a 1000 metri. Il buffer risultante include al suo interno tutta la linea MT. Con tale buffer, vengono compresi:

- ambiti comunali di tutti i Comuni circostanti quello di Rotello;
- il centro abitato più prossimo di maggiore importanza: Rotello;
- impianti fotovoltaici esistenti più prossimi;
- tracciato cavidotto e stazione ed un buffer di oltre 3 km da quest'ultima.

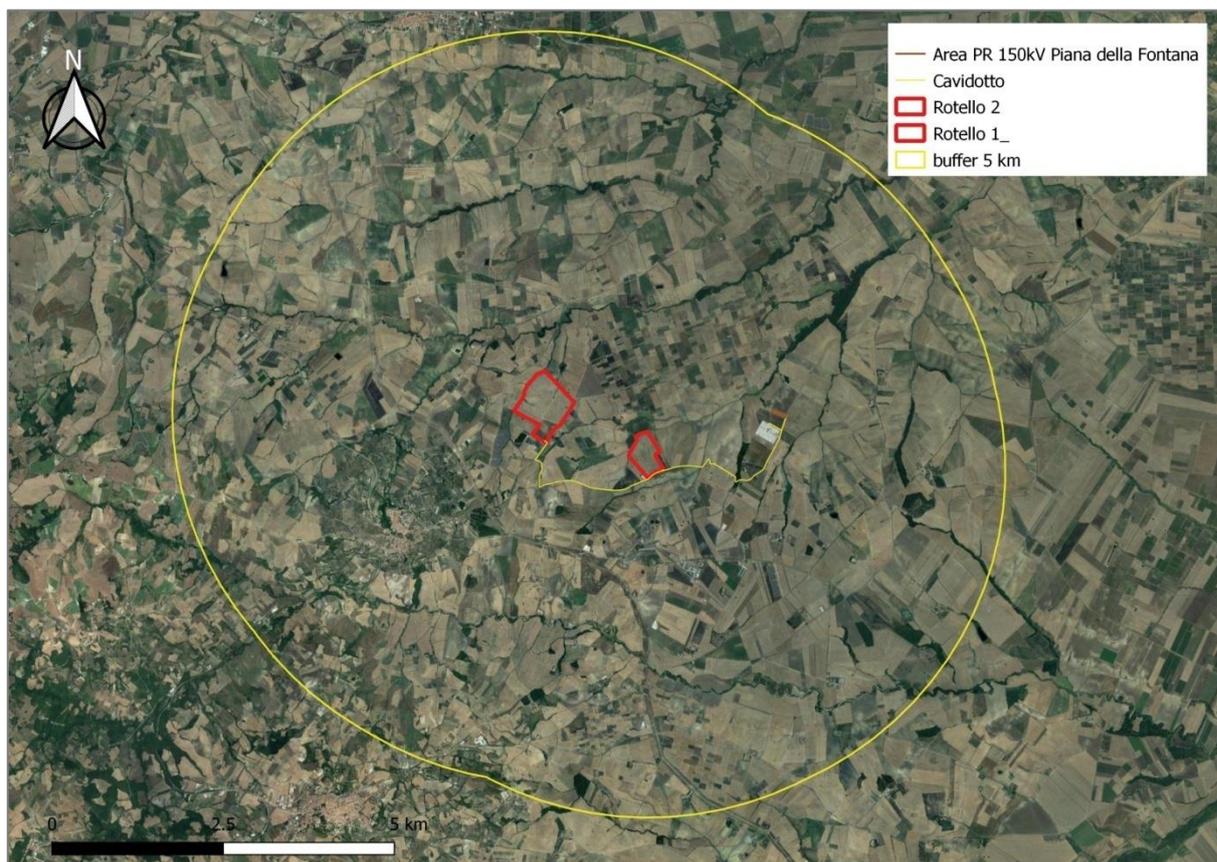


Figura: Area di studio; in giallo, il buffer di 5km considerato.

Elementi di perturbazione

Gli elementi di perturbazione sulle diverse componenti ambientali sono elencati a seguire:

- presenza fisica ed esercizio di mezzi e macchinari;
- occupazione di suolo;
- modificazione dell'assetto morfologico intesa come scavi, sbancamenti e attività similari;
- modificazioni visibilità panoramica;
- modificazione dell'assetto floristico-vegetazionale;
- modifiche al drenaggio superficiale;
- interazione con la falda/apporti idrici;
- emissioni di inquinanti in atmosfera;
- sollevamento di polveri;
- emissioni acustiche;
- emissione di radiazioni non ionizzanti / CEM (Campi Elettromagnetici);
- traffico indotto;
- impiego di manodopera e utilizzo di risorse naturali;

- produzione di rifiuti: la corretta gestione dei rifiuti eviterà qualsiasi rischio di contaminazione di suolo e geologia legata ad accidentali rilasci e/o percolamenti dalle aree di deposito; tale fattore potrà avere solo effetti accidentali legati ai mezzi operativi pertanto sarà considerato alla voce “presenza fisica ed esercizio di mezzi e macchinari”; i restanti rifiuti saranno smaltiti secondo le normative vigenti.

Invece, i seguenti elementi di perturbazione non sono stati valutati poiché non sono applicabili al Progetto:

- prelievo acque superficiali/sotterranee;
- scarichi acque reflue in acque superficiali/sotterranee.

Analisi degli impatti

Lo scopo della stima degli impatti indotti dagli interventi in progetto è fornire gli elementi per valutarne le conseguenze ambientali rispetto a criteri prefissati dalla normativa o, eventualmente, definiti per ciascun caso specifico. Per stimare la significatività di ogni impatto vengono valutati i seguenti parametri, in linea con quanto definito dal D.Lgs. 152/06 e ssmii e nel relativo Allegato VII alla Parte II:

- scala spaziale dell’impatto (locale, esteso, area vasta, nazionale, transfrontaliero);
- scala temporale dell’impatto (temporaneo, breve termine, lungo termine, permanente);
- frequenza (sporadico, frequente, continuo);
- reversibilità;
- probabilità dell’impatto (poco probabile, probabile, molto probabile, certo);
- sensibilità, capacità di recupero e/o importanza del recettore/risorsa che subisce l’impatto;
- numero di elementi che potrebbero essere coinvolti nell’impatto (intesi come individui, famiglie, imprese, specie e habitat);
- possibilità di ridurre l’impatto con misure di mitigazione;
- possibile effetto cumulo.

Il giudizio finale è stato definito secondo le seguenti classi (Classi di giudizio degli impatti):

IMPATTO	DESCRIZIONE
TRASCURABILE	si tratta di un’interferenza localizzata e di lieve entità, i cui effetti sono considerati reversibili, caratterizzati da una frequenza di accadimento bassa o da una breve durata
BASSO	si tratta di un’interferenza di bassa entità ed estensione i cui effetti sono reversibili
MEDIO	si tratta di un’interferenza di media entità, caratterizzata da estensione maggiore, o maggiore durata o da eventuale concomitanza di più effetti. L’interferenza non è tuttavia da

	considerarsi critica, in quanto mitigata/mitigabile e parzialmente reversibile
ALTO	si tratta di un'interferenza di alta entità, caratterizzata da lunga durata o da una scala spaziale estesa, non mitigata/mitigabile e, in alcuni casi, irreversibile

Tabella: Classi di giudizio degli impatti.

4.2 Sintesi delle valutazioni sugli impatti

Per tutti i dettagli e gli approfondimenti si rimanda al documento di Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.), dove sostanzialmente si sintetizza in una tabella riassuntiva le valutazioni sulla stima degli impatti sulle diverse componenti ambientali naturali ed antropiche, qui di seguito presentata:

COMPONENTI IMPATTATE	AMBIENTALI	Parchi FV			Recinzione perimetrale			Elettrodotto e CP Mcf Est		
		R	E	D	R	E	D	R	E	D
Atmosfera	Trasc	Pos	Trasc	Trasc	Pos	Trasc	Trasc	Nullo	Trasc	
Ambiente idrico	Trasc	Pos	Trasc	Trasc	Nullo	Trasc	Trasc	N / T	Trasc	
Suolo e geologia	Trasc	Basso	Pos	Trasc	Nullo	Trasc	Trasc	Trasc	Trasc	
Biodiversità: flora, fauna ed ecosistemi	Trasc	Basso	Pos	Trasc	Trasc	Trasc	Basso	Basso	Pos	
Paesaggio	Trasc	B / M	Pos	Trasc	Basso	Pos	Trasc	Basso	Pos	
Popolazione e salute umana	Trasc	Pos	Pos	Trasc	Nullo	Trasc	Trasc	Pos	Trasc	
Clima acustico	N / T	Nullo	N / T	N / T	Nullo	N / T	N / T	N / T	N / T	
Radiazioni non ionizzanti	Trasc	Trasc	Trasc	Nullo	Nullo	Nullo	N / T	Trasc	N / T	

Tabella: tabella riepilogativa degli impatti sulle componenti naturali (colonna in verde) ed antropiche (colonna in celeste);

R – realizzazione, E – esercizio, D – dismissione; Trasc – trascurabile; B / M – basso / medio; Pos – positivo; N / T – nullo / trascurabile.

4.3 Alternative al Progetto

4.3.1 Alternative tipologiche delle opere

In merito alle tipologie tecniche per la realizzazione del Progetto, tutti i materiali e tutte le strumentazioni ed apparecchiature rispettano le Norme Nazionali e Comunitarie in materia di qualità e sicurezza. Inoltre, materiali, strumentazioni ed apparecchiature scelti dal Proponente risultano di qualità adeguata a ottimizzare la produzione in fase di esercizio ed abbattere al massimo eventuali impatti sull'ambiente in cui il Progetto si inserisce. Nondimeno, circa le modalità di posa in opera, la scelta di non utilizzare opere fondazionali in calcestruzzo per le

strutture di supporto delle vele fotovoltaiche abbatte al minimo l'impatto sul suolo. Per quanto riportato sopra, non si ravvedono ragioni per varianti progettuali.

4.3.2 Delocalizzazione

La localizzazione di un progetto come quello in predicato di realizzazione deve tener conto di diversi fattori. Primo fra tutti, chiaramente, la disponibilità di un terreno di adeguata estensione sul quale realizzare il progetto: senza la disponibilità di proprietari terrieri a cedere (secondo le modalità del contratto stabilito tra padrone del terreno e soggetto proponente) fondi sui quali dare vita ad un progetto, cade qualsiasi altra valutazione e considerazione. Inoltre, per altrettanto ovvie ragioni di mercato, il soggetto proponente tende a scegliere l'accordo migliore in termini di costi. Per le due motivazioni Suddette, dopo alcune ricerche di mercato, il Proponente ha scelto di localizzare il Progetto come da planimetrie di dettaglio (negli elaborati di progetto ed in calce allo studio).

Inoltre, sempre per ragioni economiche, devono essere scelti fondi di terreno o in base alla vicinanza a reti di distribuzione e/o stazioni di consegna esistenti oppure in funzione di piani di sviluppo energetici che prevedono la realizzazione di nuove infrastrutture. In particolare, il collegamento di ROTELLO 43 alla rete di trasmissione nazionale, nella SE Rotello esistente, si colloca in un progetto più ampio di potenziamento delle infrastrutture energetiche, strategiche per lo sviluppo regionale e nazionale.

Ancora, un criterio si basa sul minor impatto possibili in termini paesaggistico-ambientali, storici e culturali, per quanto possibile in relazione ai due fattori precedentemente esposti. Circa il Progetto, per quanto riguarda gli aspetti storici e culturali, come riportato in precedenza nel Quadro Programmatico, esso non rappresenta una criticità. In merito all'assetto paesaggistico-ambientale, il Progetto è accompagnato da una Relazione Paesaggistica che mostrerà come esso non abbia un impatto severo su tale componente e che i benefici derivanti dalla realizzazione dello stesso superino le interferenze con il contesto nel quale si inserisce.

4.3.3 Alternativa “zero”: non realizzazione del Progetto

La realizzazione ovvero non realizzazione di un progetto sono funzione del rapporto tra i benefici che questo apporta, al tessuto socioeconomico e al contesto in cui si inserisce, e tra le criticità che esso può apportare. Se tale rapporto è maggiore di uno (benefici > criticità), la realizzazione del progetto è auspicabile. In estrema sintesi, si tratta di una valutazione sul bilancio tra effetti positivi ed effetti negativi.

Nella fattispecie, per quanto riguarda il Progetto, gli **effetti positivi** che esso apporta possono essere riassunti come di seguito:

- produzione di energia da fonti pulite (FER), nel pieno spirito di quanto indicato dalla Agenda 2030 dell'ONU per lo Sviluppo Sostenibile;

- raggiungimento degli obiettivi indicati dalle Direttive Comunitarie e dalla SEN (di cui al paragrafo 2.1.1 dello studio) in termini di quantitativi di produzione derivanti dalle FER;
- indotto per le aziende interessate dalla fornitura dei materiali e delle attività per portare alla realizzazione del Progetto;
- indotto per le attività locali che presteranno servizi agli operatori: vitti, alloggi, beni di consumo, carburanti per l'esercizio dei mezzi, altro;
- benefici economici, derivanti dal contratto di utilizzo dei terreni, per i proprietari dei lotti; da ciò ne deriva una possibilità di investimento anche nel medesimo territorio comunale con ulteriore indotto per i locali;
- piantumazione di varie essenze, tra le quali l'ulivo, che potranno insistere sui lotti interessati dal Progetto anche dopo le fasi di dismissione.

Gli **effetti negativi** potenzialmente apportati dalla realizzazione del Progetto possono essere riassunti come di seguito:

- intrusione visiva del paesaggio/effetto cumulo con impianto preesistente prossimo alle aree interessate dal Progetto;
- possibilità di sversamenti accidentali di oli lubrificanti e combustibili durante le operazioni di cantiere (sia in fase di realizzazione che in fase di dismissione);
- possibilità di caduta di materiali di scarto, rifiuti, durante le attività di cantiere (imballaggi, scarti di tagli e fresature, altro);
- interruzione della pratica agricola per il tempo di esercizio del parco FV;
- inquinamento acustico derivante dalla presenza delle apparecchiature elettriche;
- sottrazione delle aree alle attività della fauna selvatica.

Esaminando tali potenziali effetti negativi punto per punto, si può osservare quanto segue:

- circa l'interferenza con la matrice "Paesaggio", anche in relazione all'effetto cumulo con impianti esistenti, come riportato nel SIA, si dà conto di quanto riportato nella Relazione Paesaggistica a corredo del Progetto; in ogni caso, si anticipa che l'intrusione visiva con il contesto circostante sarà comunque limitata da una fascia di mitigazione sulla quale insisteranno le colture delle piante scelte;
- sarà premura degli addetti ai lavori evitare o al minimo limitare il più possibile sversamenti accidentali di sostanze inquinanti, sia attraverso una continua ed idonea manutenzione dei mezzi sia attraverso una particolare attenzione nel maneggiare tali sostanze; si sottolinea che, in ogni caso, la consueta pratica agricola è già fonte del medesimo rischio potenziale;
- le medesime considerazioni di cui al punto precedente valgono anche per materiali di scarto;

- non tutta la Superficie Disponibile sarà resa inaccessibile alla pratica agricola: solamente la Superficie Occupata; tale interruzione sarà comunque reversibile: successivamente alla fase di dismissione, le aree occupate torneranno allo stato ante operam e si potrà nuovamente condurre la pratica agricola;
- l'impatto acustico sarà limitato alle fasi di cantiere e di fatto sarà pressoché trascurabile durante l'esercizio nei confronti dei recettori individuati;
- come portato all'attenzione nella analisi degli impatti sulla matrice "fauna" del SIA, il Progetto rappresenta una criticità, al più, di livello basso; e in ogni caso, avrà valore temporaneo e cesserà col ripristino quo ante dopo la fase di dismissione.

Facendo un bilancio, in termini numerici, tra gli effetti positivi e quelli negativi, prendendo spunto da quanto indicato dal MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare), si procede come di seguito:

- si attribuisce un valore su una scala da 1 a 10 (dove 1 rappresenta il valore minimo mentre 10 il valore massimo) per la valenza dell'impatto del singolo effetto (V_1, V_2, V_n , valenza);
- questo valore viene moltiplicato per il peso che gli viene attribuito nei confronti degli altri effetti (peso variabile tra 1 e 5 dove 1 è il peso minimo e 5 il peso massimo) (p_1, p_2, p_n peso);
- si sommano i prodotti relativi agli effetti positivi tra loro e poi quelli relativi agli effetti negativi tra loro ($\sum V_n \times P_n$);
- si normalizzano le sommatorie rispetto ai totali dei pesi P_{pos} e P_{neg} ($\sum_{pos} norm$ e $\sum_{neg} norm$);
- in ultimo, si fa il rapporto tra la somma dei valori normalizzati (B, bilancio);
- se si ottiene $B > 1$, la proposta "alternativa zero" è da escludere.

Di seguito, i calcoli effettuati:

EFFETTI POSITIVI				EFFETTI NEGATIVI			
	V	p	V x p		V	p	V x p
Produzione Agenda 2030 ONU	10	10	100	Intrusione visiva paesaggio / effetto cumulo	10	10	100
Obiettivi quantitativi produzione da FER	10	10	100	Sversamenti accidentali	3	5	15
Indotto aziende	6	2	12	Rifiuti accidentali	3	5	15
Indotto locale	6	6	36	Interruzione temporanea pratica agricola	10	10	100
Benefici economici proprietari dei terreni	5	4	20	Inquinamento acustico	2	5	10
Piantumazione fascia di mitigazione	5	3	15	Sottrazione temporanea di aree a fauna selvatica	5	5	25
$(\sum V_n \times P_n)$				$(\sum V_n \times P_n)$			
Sommatoria delle valenze e relativi pesi			283	Sommatoria delle valenze e relativi pesi			265
P_{pos}			35	P_{neg}			40
$(\sum_{pos} norm)$				$(\sum_{neg} norm)$			
$(\sum V_n \times P_n) / P_{pos}$			8,08	$(\sum V_n \times P_n) / P_{neg}$			6,62
B (bilancio) = $(\sum_{pos} norm) / (\sum_{neg} norm)$							
8,08 / 6,62 = 1,22							

Tabella di bilancio tra effetti positivi ed effetti negativi in relazione al Progetto

In ragione di quanto portato all'attenzione in tabella precedente, avendo un valore di bilancio B superiore all'unità ($B = 1,22 > 1$), la "alternativa zero", vale a dire la non realizzazione del Progetto, è da escludere.

5. FONTE ENERGETICA. PRODUCIBILITÀ E BENEFICI AMBIENTALI

5.2 Descrizione fonte energetica utilizzata e modalità approvvigionamento

Energia Solare

In tempi in cui il fabbisogno di energia elettrica non cessa ad invertire la sua tendenza sempre crescente, la necessità di svincolarsi dalle fonti energetiche tradizionali, legate ad alti costi e problematiche ambientali, risulta di fondamentale importanza.

Con queste premesse, nell'ambito della produzione d'energia pulita, si sta affermando in maniera sempre più consistente la conversione fotovoltaica, ovvero la tecnologia che permette di convertire l'energia presente nella radiazione solare in energia elettrica.

Per energia solare si intende l'energia, termica o elettrica, prodotta sfruttando direttamente l'energia irradiata dal Sole. Come per un qualsiasi impianto ad energia rinnovabile, la fonte primaria risulta aleatoria e quindi solo statisticamente prevedibile.

Quindi si può affermare che il quantitativo di energia che arriva sul suolo terrestre è enorme, potrebbe soddisfare tranquillamente tutta l'energia usata nel mondo, ma nel suo complesso è poco sfruttabile a causa dell'atmosfera che ne attenua l'entità, ed è per questo che servono aree molto vaste per raccoglierne quantitativi soddisfacenti.

L'energia solare però non raggiunge la superficie terrestre in maniera costante, la sua quantità varia durante il giorno, da stagione a stagione e dipende dalla nuvolosità, dall'angolo di incidenza e dalla riflettanza delle superfici.

Si ha quindi una radiazione diretta, propriamente i raggi solari, una radiazione diffusa, per esempio dovuta alle nuvole e al cielo, e una radiazione riflessa, dipendente dalle superfici circostanti la zona di studio. La radiazione globale è la somma delle tre e, in Italia, in una bella giornata, può raggiungere un'intensità di 1000-1500 W/m². La media annuale degli apporti solari è di 4,7 kWh/giorno/m², ma gli apporti variano molto con le stagioni, si può infatti passare da un valore di 2,0 kWh/giorno/m² in Sicilia nel mese di dicembre, fino a 7,2 kWh/giorno/m² in luglio.

Gli impianti per la produzione di energia elettrica che sfruttano la tecnologia fotovoltaica hanno, come accennato, sì bisogno di vaste aree, ma anche numerosi vantaggi:

- assenza di qualsiasi tipo di emissioni inquinanti;
- risparmio dei combustibili fossili;
- estrema affidabilità (vita utile superiore a 25 anni);
- costi di manutenzione ridotti al minimo;
- modularità del sistema

I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi fotovoltaici sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire dell'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali. Per produrre un kWh elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,47 kg di anidride carbonica (CO₂) (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione).

Si può dire quindi che ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,47 kg di anidride carbonica. Un impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera di gas che contribuiscono all'effetto serra e risparmio sul combustibile fossile, argomento già trattato in Premessa nel paragrafo "Attenzione per l'Ambiente", in cui sono state stimate le quantità di emissioni evitate di questi gas nell'arco di vita dell'impianto, circa 30 anni.

Altri benefici imputabili al fotovoltaico sono: la riduzione della dipendenza dall'estero, la capillarità della produzione, svincolandosi dalle grandi centrali termoelettriche, e la diversificazione delle fonti energetiche.

Quindi si può affermare che un incremento dell'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili per la produzione di energia possa aiutare a colmare il sempre crescente fabbisogno energetico mondiale.

Principio di funzionamento

Il principio che sta alla base di questi impianti è l'effetto fotovoltaico, che si basa sulle proprietà di alcuni materiali semiconduttori (tra cui il silicio, opportunamente trattato) di generare elettricità una volta colpiti dai raggi del sole.

Il dispositivo in grado di convertire l'energia solare è propriamente detto modulo fotovoltaico, il cui elemento costruttivo di base è la cella fotovoltaica, luogo in cui si ha la vera e propria generazione di corrente.

I moduli fotovoltaici possono avere differenti caratteristiche sia dal punto di vista fisico che energetico, possono generare più o meno corrente, secondo il semiconduttore che li costituisce, ed avere rendimenti di conversione più o meno alti a seconda della qualità del materiale costruttivo.

Tale rendimento si attesta generalmente intorno al 20%, ciò sta ad indicare come per 100 unità di energia solare che colpiscono il modulo solo 20 si trasformano in elettricità; per ovviare a questi rendimenti non molto elevati, grazie alla struttura modulare dei pannelli, è possibile accoppiare più celle così da raggiungere potenze che oggi

arrivano a 700 Watt di picco. In altre parole, considerando ad esempio la superficie di ogni modulo fotovoltaico da 72 celle si aggira intorno a 2,3/2,5 m², per soddisfare il fabbisogno di un'utenza di 3 kW, tipico una abitazione italiana standard, si ha la necessità di installare circa 5 moduli corrispondenti ad una superficie captante di circa 12/13 m².

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

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

Un impianto fotovoltaico è costituito da un insieme di componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare, la trasformano in energia elettrica, sino a renderla disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza. Esso sarà quindi costituito dal generatore fotovoltaico e da un sistema di controllo e condizionamento della potenza.

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

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

Moduli fotovoltaici

Tra le tecnologie disponibili allo stato attuale per la realizzazione di moduli fotovoltaici per il presente progetto sono stati scelti Moduli in silicio monocristallino.

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

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

L'efficienza di un pannello fotovoltaico diminuisce costantemente nel tempo, a causa di fenomeni di degradazione sia meccanica che elettrica, a scala macroscopica e microscopica (degradazione delle giunzioni, deriva elettronica, degradazione della struttura cristallina del silicio, etc.). Di fatto, la vita utile di un modulo fotovoltaico viene considerata intorno ai 30 anni, oltre i quali si impone una sostituzione del modulo per via della bassa efficienza raggiunta.

5.3 Producibilità Attesa

Quadro Generale

A livello territoriale, il Molise presenta condizioni di irraggiamento piuttosto favorevoli rispetto alle regioni centrali e settentrionali del nostro paese. Questo vale a maggior ragione nei confronti degli altri paesi del Centro-Nord Europa, in alcuni dei quali peraltro le applicazioni di questa tecnologia sono notevolmente maggiori, nonostante le condizioni ambientali peggiori.

In generale, la radiazione solare si presenta mediamente sulla fascia esterna dell'atmosfera terrestre con una potenza media di 1367 W/m² (costante solare) e con una distribuzione spettrale che spazia dall'ultravioletto all'infrarosso termico. Sulla superficie terrestre invece, a causa della rotazione della terra sul proprio asse e poiché l'asse di rotazione terrestre è inclinato di 23,5° rispetto al piano su cui giace l'orbita di rivoluzione della terra attorno al sole, l'inclinazione dei raggi solari incidenti su un piano posto sulla superficie e parallelo ad essa varia con l'ora del giorno oltre che dal giorno dell'anno. Di conseguenza per una valutazione dettagliata ed affidabile della potenza della radiazione solare complessiva raccolta da un modulo fotovoltaico occorrerà tener conto di molti fattori come: la latitudine, l'inclinazione e l'orientamento dei moduli, i tre componenti della radiazione solare, diretta, diffusa e di albedo (contributo solare dalla riflessione sul suolo o da ostacoli) oltre all'aleatorietà delle condizioni climatiche.

Al fine di fare stime di producibilità di un impianto fotovoltaico con una accuratezza sufficiente, si può fare riferimento ai dati storici sull'irraggiamento solare e in particolare alle medie mensili giornaliere su base annua di radiazione globale sul piano orizzontale fornite dalla Norma UNI 10349, sulla base della banca di dati di irraggiamento ufficiali rilevati in località sparse sul territorio italiano ed elaborati su medie statistiche, riporta i dati standardizzati di radiazione solare per i 101 capoluoghi di provincia. In particolare, sono disponibili le medie giornaliere mensili di radiazione solare diretta e di radiazione solare diffusa rapportate al piano orizzontale. Da questa andrebbe valutata la radiazione solare incidente su superficie inclinata, sono diversi i metodi di calcolo (tra i quali il più noto è quello di Liu-Jordan).

Tuttavia, questi i dati di radiazione contenuti nelle norme non sono sempre i più aggiornati ed inoltre al fine di modellizzare la producibilità energetica occorrono algoritmi di calcolo via via sempre più complessi e accurati.

Criterio di stima dell'energia prodotta

Al fine di stimare la producibilità energetica annua dell'impianto FV è stato utilizzato il software PVSyst (versione 7), software di riferimento per il settore fotovoltaico implementato dall'Università di Ginevra, diffusamente utilizzato e riconosciuto a livello internazionale come valido strumento per questo genere di simulazioni, su base di dati di irraggiamento del sito resi disponibili da dati Meteonorm

Nel software PVSyst è stata quindi riprodotta la configurazione d'impianto adottata, inserendo informazioni geometriche relative alla disposizione dei moduli FV sulle relative strutture di sostegno, nonché le caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto (moduli FV, inverter, cavi e trasformatori).

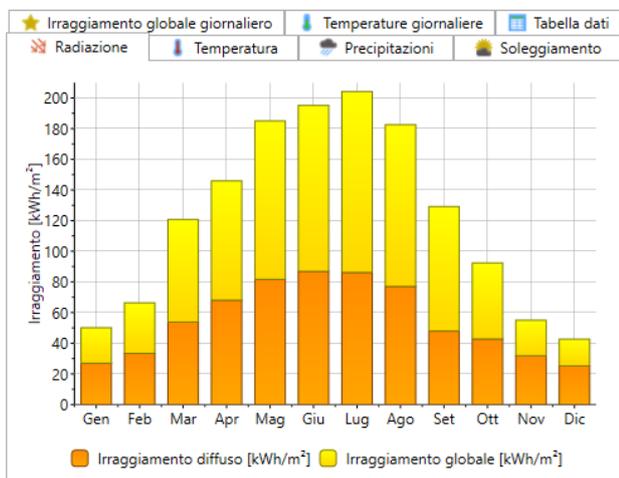
Dati Meteo del sito

Per la valutazione energetica del progetto si utilizzano dati meteo Meteonorm in cui sono presenti:

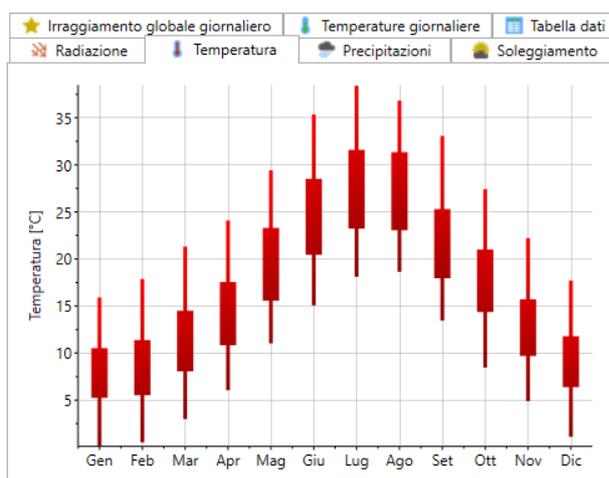
- i dati satellitari accurati di irraggiamento registrati nel periodo 1991-2010
- le temperature ottenute interpolando i dati delle stazioni meteo più vicine al sito.

Il luogo in esame è caratterizzato dai seguenti dati di Irraggiamento diffuso e globale, temperatura, precipitazioni, soleggiamento annuo diffuso e globale.

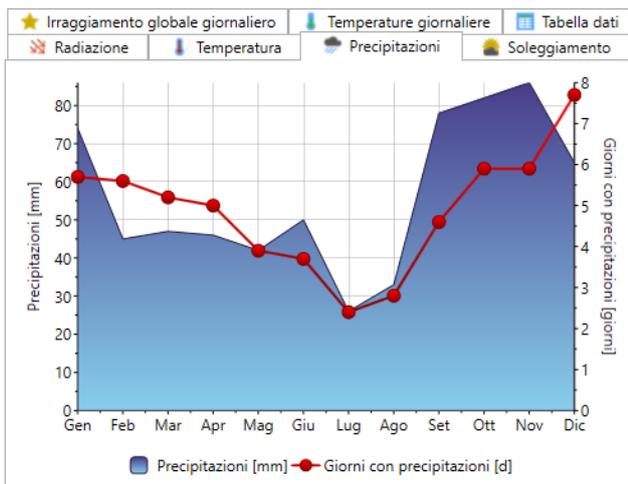
Rotello 1



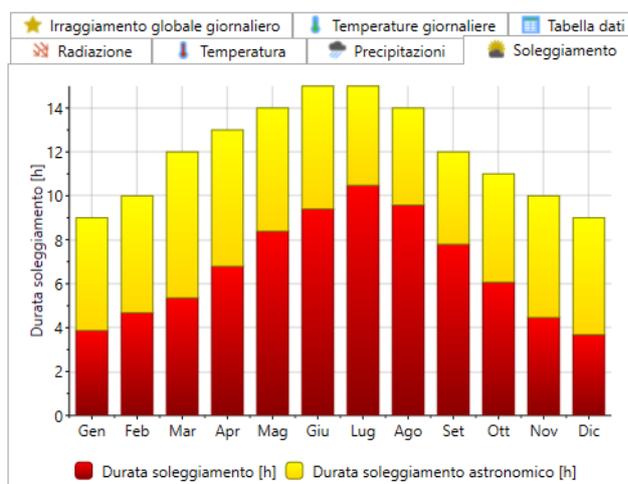
Rotello 1



Rotello 1



Rotello 1



Ombreggiamento

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

Il sito in esame non è soggetto a fenomeni di ombreggiamento significativo da parte di edifici, alberi, tralicci o altri elementi di tipo puntuale quali antenne, fili ecc...; dal momento che i moduli fotovoltaici sono posizionati a terra, la sporcizia sui pannelli, dovuta a polvere, terra ed agenti atmosferici ecc., in condizioni ordinarie di manutenzione, avrà un’incidenza non inferiore al 5%. Per cui, si considera un fattore di riduzione per ombreggiamenti (K) pari a 0,95, che corrisponde ad una perdita di produttività del 5%.

Di seguito il diagramma solare, relativo alla località oggetto dell’intervento. I diagrammi riportano le traiettorie del Sole (in termini di altezza e azimuth solari) nell’arco di una giornata, per più giorni dell’anno. I giorni, uno per mese, sono scelti in modo che la declinazione solare del giorno coincida con quella media del mese. Nel riferimento polare, i raggi uniscono punti di uguale azimuth, mentre le circonferenze concentriche uniscono punti di uguale altezza. Qui le circonferenze sono disegnate con passo di 10° a partire dalla circonferenza più esterna (altezza = 0°) fino al punto centrale (altezza = 90°). Nel riferimento cartesiano, gli angoli azimuthale e dell’altezza solari sono riportati rispettivamente sugli assi delle ascisse e delle ordinate. In entrambi i diagrammi, a tratteggio sono riportate le linee relative all’ora: si tratta dell’ora solare vera, che differisce dal tempo medio scandito dagli usuali orologi.

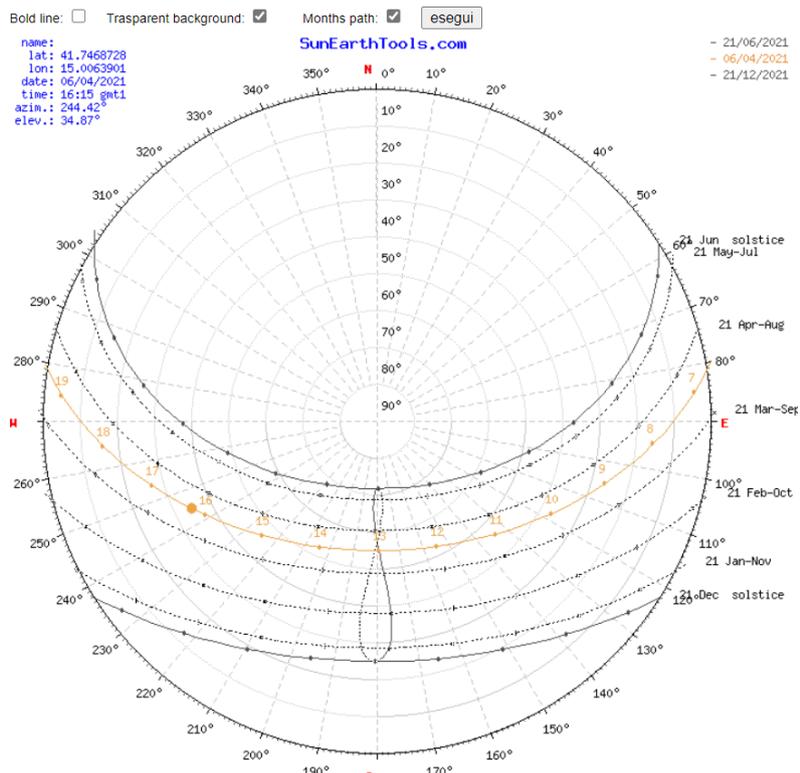


Diagramma Solare Polare

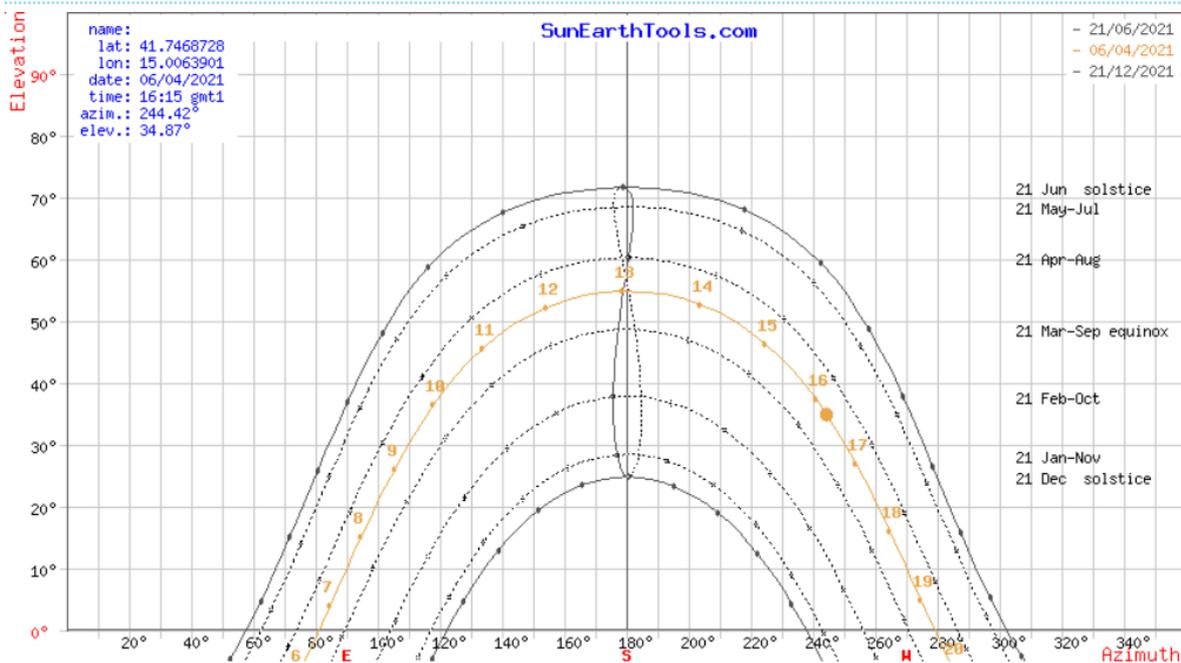


Diagramma Solare Polare

Albedo

Bisogna inoltre tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici (capacità di riflettere parte della luce incidente su una data superficie o materiale) della zona in cui è inserito l'impianto. Vengono pertanto definiti i valori medi mensili di albedo.

Per tenere conto del contributo di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono individuati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477, pari a 0,2 (terreni con vegetazione secca).

Producibilità attesa in relazione al progetto specifico

La producibilità attesa è modellizzata per mezzo del software PVSYST 7, implementato dall'Università di Ginevra, per mezzo del quale è possibile calcolare la producibilità attesa partendo dai dati meteo e dalle caratteristiche costruttive dell'impianto.

La valutazione di produzione per l'impianto in esame è la seguente:

	ROTELLO 1	ROTELLO 2	TOTALE
Energia immessa in rete [MWh/anno]	36.991	22.172	59.163

Nel dettaglio la distribuzione della radiazione e produzione energetica sui diversi mesi sarà la seguente:

Leggenda delle grandezze contenute nelle tabelle

GlobHor	Radiazione orizzontale globale	GlobEff	Radiazione orizzontale effettiva sui moduli
DiffHor	Radiazione diffusa orizzontale	EArray	Energia effettiva all'uscita delle stringhe
T_Amb	Temperatura ambiente media	E_Grid	Energia immessa in rete
GlobInc	Radiazione globale incidente sui moduli	PR	Rapporto di prestazione

Con il software è inoltre possibile valutare la previsione della probabilità di produzione definendo degli scenari di producibilità annui, definiti come P50, P90 e P99 corrispondenti alla probabilità del 50%, 90%, 99% che quella producibilità possa verificarsi. Qui è presentato lo scenario P50.

Produzione sistema

Energia prodotta 36991 MWh/anno

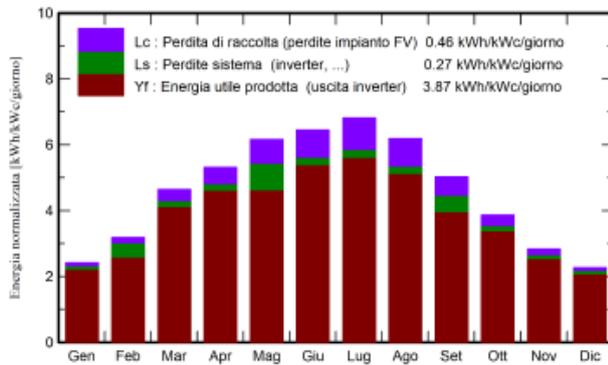
Prod. Specific.

1413 kWh/kWc/anno

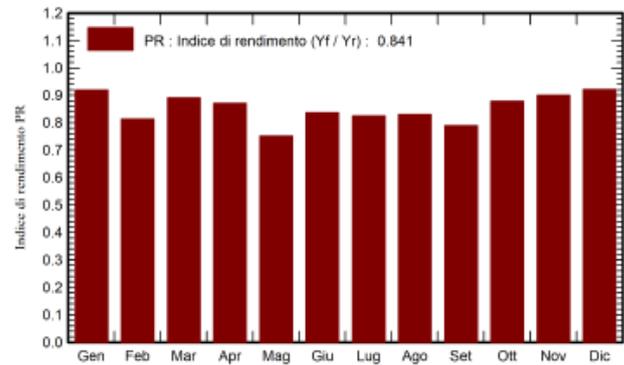
Indice di rendimento PR

84.07 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	51.6	29.44	7.46	74.9	72.0	1892	1804	0.920
Febbraio	66.7	35.07	7.79	89.0	85.6	2219	1895	0.813
Marzo	117.4	54.26	10.92	143.8	138.4	3499	3354	0.891
Aprile	146.1	69.70	13.63	159.3	153.0	3790	3635	0.871
Maggio	187.8	82.16	19.64	190.9	183.5	4422	3759	0.752
Giugno	198.0	84.60	23.83	193.5	185.9	4421	4243	0.837
Luglio	211.8	80.53	26.97	211.3	203.1	4757	4563	0.825
Agosto	179.1	75.28	26.47	191.9	184.4	4350	4170	0.830
Settembre	129.5	56.70	20.72	151.0	144.9	3512	3120	0.789
Ottobre	91.8	42.61	17.36	119.8	115.3	2882	2757	0.878
Novembre	58.2	27.66	12.15	84.8	81.6	2098	2000	0.901
Dicembre	46.5	27.07	8.70	70.1	67.3	1775	1692	0.922
Anno	1484.6	665.08	16.36	1680.2	1614.9	39618	36991	0.841

Legenda

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

Risultati di calcolo principali Rotello 1 (Fonte: PVSyst - Meteonorm)

Produzione sistema

Energia prodotta

22172 MWh/anno

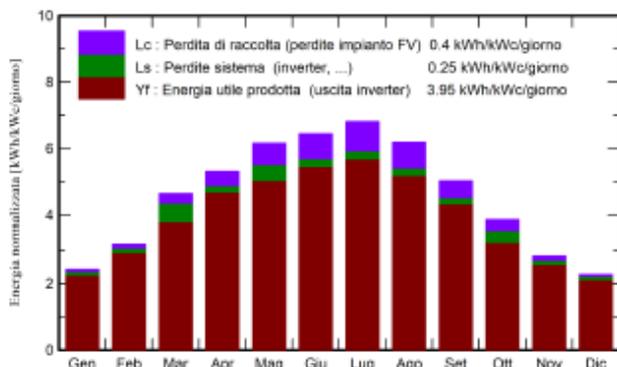
Prod. Specific.

1443 kWh/kWc/anno

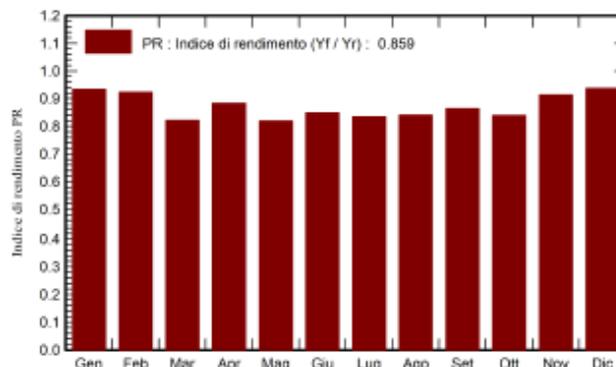
Indice di rendimento PR

85.91 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

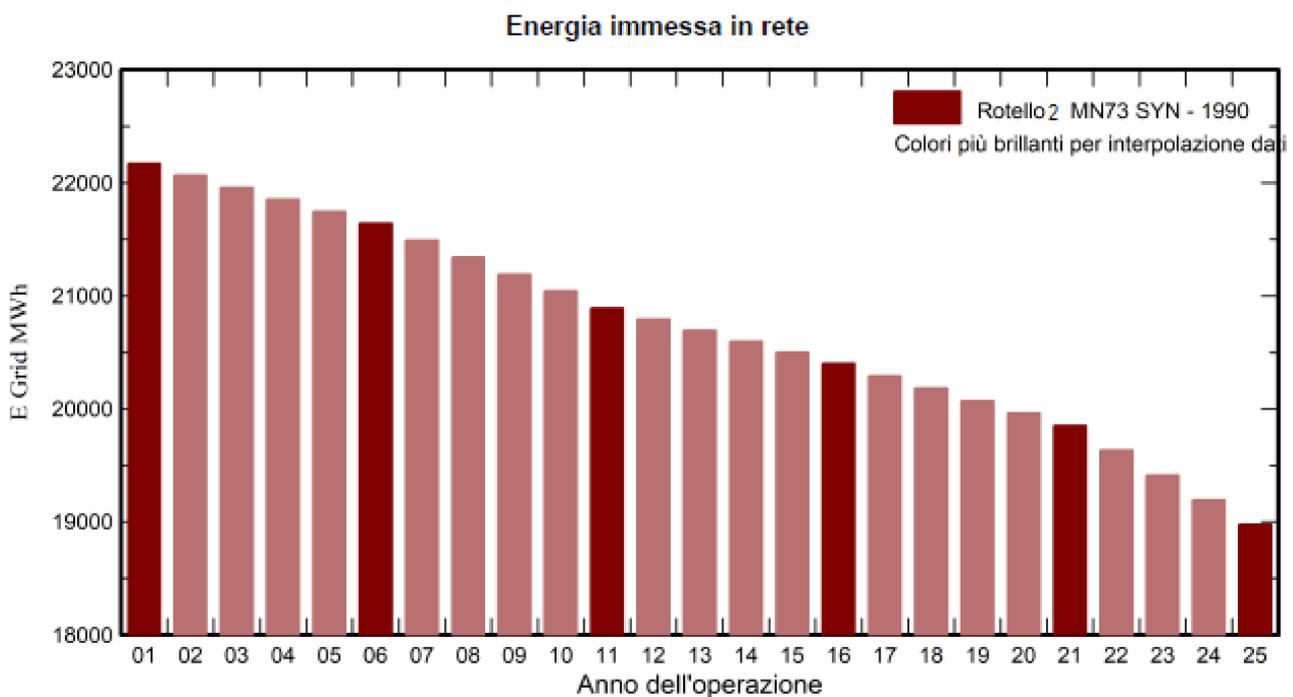
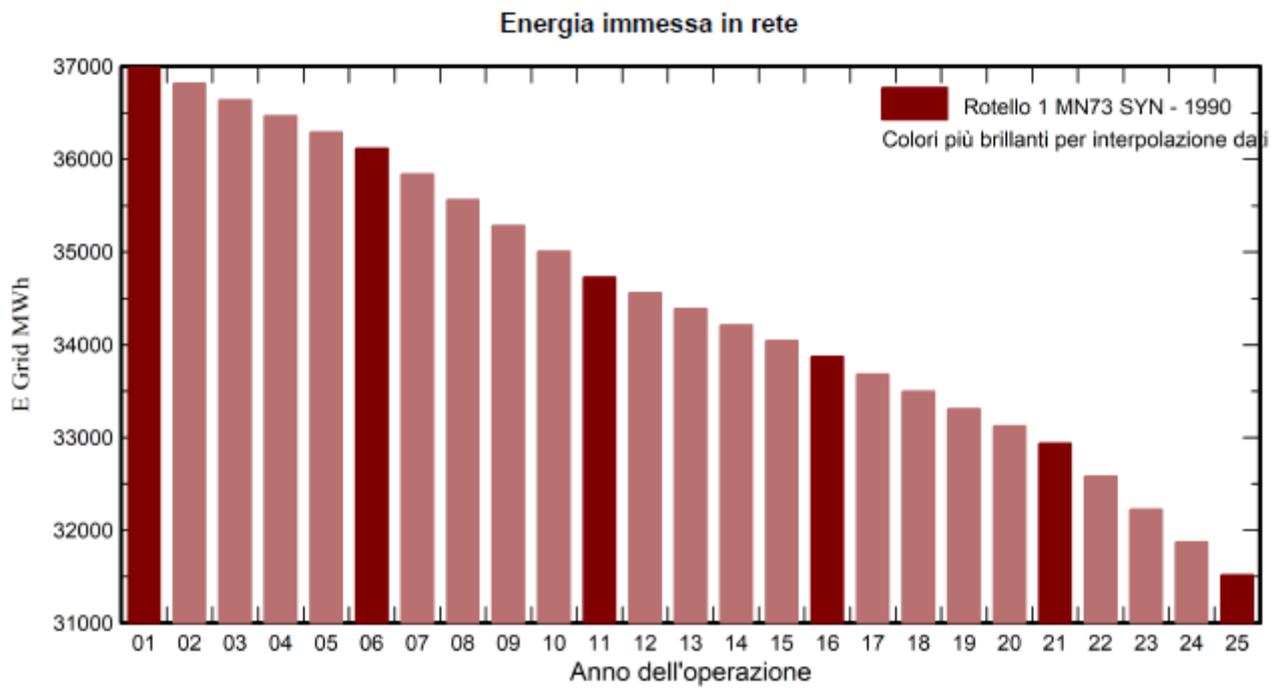
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	51.8	29.44	7.46	74.9	73.1	1127	1074	0.934
Febbraio	66.7	35.07	7.79	89.0	86.9	1320	1262	0.923
Marzo	117.4	54.28	10.92	143.8	140.4	2079	1815	0.822
Aprile	146.1	69.70	13.63	159.3	155.4	2255	2163	0.884
Maggio	187.8	82.16	19.64	190.9	186.2	2628	2405	0.820
Giugno	198.0	84.60	23.83	193.5	188.7	2627	2521	0.848
Luglio	211.8	80.53	26.97	211.2	206.1	2825	2709	0.835
Agosto	179.1	75.28	26.47	191.8	187.2	2584	2477	0.841
Settembre	129.5	56.70	20.72	150.9	147.3	2090	2002	0.864
Ottobre	91.8	42.61	17.36	119.8	117.0	1713	1546	0.840
Novembre	58.2	27.66	12.15	84.8	82.8	1248	1190	0.913
Dicembre	46.5	27.07	8.70	70.1	68.5	1058	1009	0.937
Anno	1484.6	665.08	16.36	1680.1	1639.7	23554	22172	0.859

Legenda

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

Risultati di calcolo principali Rotello 2 (Fonte: PVsyst - Meteonorm)

Si è valutato inoltre la produzione negli anni prendendo in considerazione il decadimento dovuto al degrado dei moduli fotovoltaici.



5.4 Benefici Ambientali

Attenzione per l'ambiente

Ad oggi la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo

anno e la perdita di efficienza dello 0,45 % per i successivi, le considerazioni successive valgono per il ciclo di vita dell'impianto pari a 30 anni.

Risparmio sul combustibile

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

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

Risparmio di combustibile in ENERGIA PRIMARIA	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.19
TEP risparmiate in un anno	11,063
TEP risparmiate in 30 anni	313,354

Risparmio di combustibile

Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera di	CO2	SO2	NOX	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.00	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [Ton]	28,043	22.1	25.3	0.8
Emissioni evitate in 30 anni [Ton]	794,276	625.0	715.5	23.5

Emissioni evitate in atmosfera

6. DESCRIZIONE TECNICA INTERVENTO PROGETTUALE

6.1 DESCRIZIONE TECNICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

6.1.1 Descrizione e caratteristiche generali - impianto fotovoltaico

6.1.1.1 Descrizione generale

L'impianto fotovoltaico ROTELLO 43 di potenza in DC di 41.546,44 kWp e potenza di immissione massima pari a 29.000 kW è costituito da 2 (due) campi:

Il campo n. 1 denominato ROTELLO 1 realizzato con 879 strutture con configurazione 2x26 moduli in verticale e 90 strutture con configurazione 2x13 moduli in verticale con tilt 25°, azimut 0°, pitch=10.5m sul quale sono installati 48.048 moduli fotovoltaici monocristallini Longi LR5-72HPH della potenza di 545W che sviluppano una potenza in DC di 26.186,16 kWp, ed è costituito da 9 cabine di trasformazione (9 sottocampi).

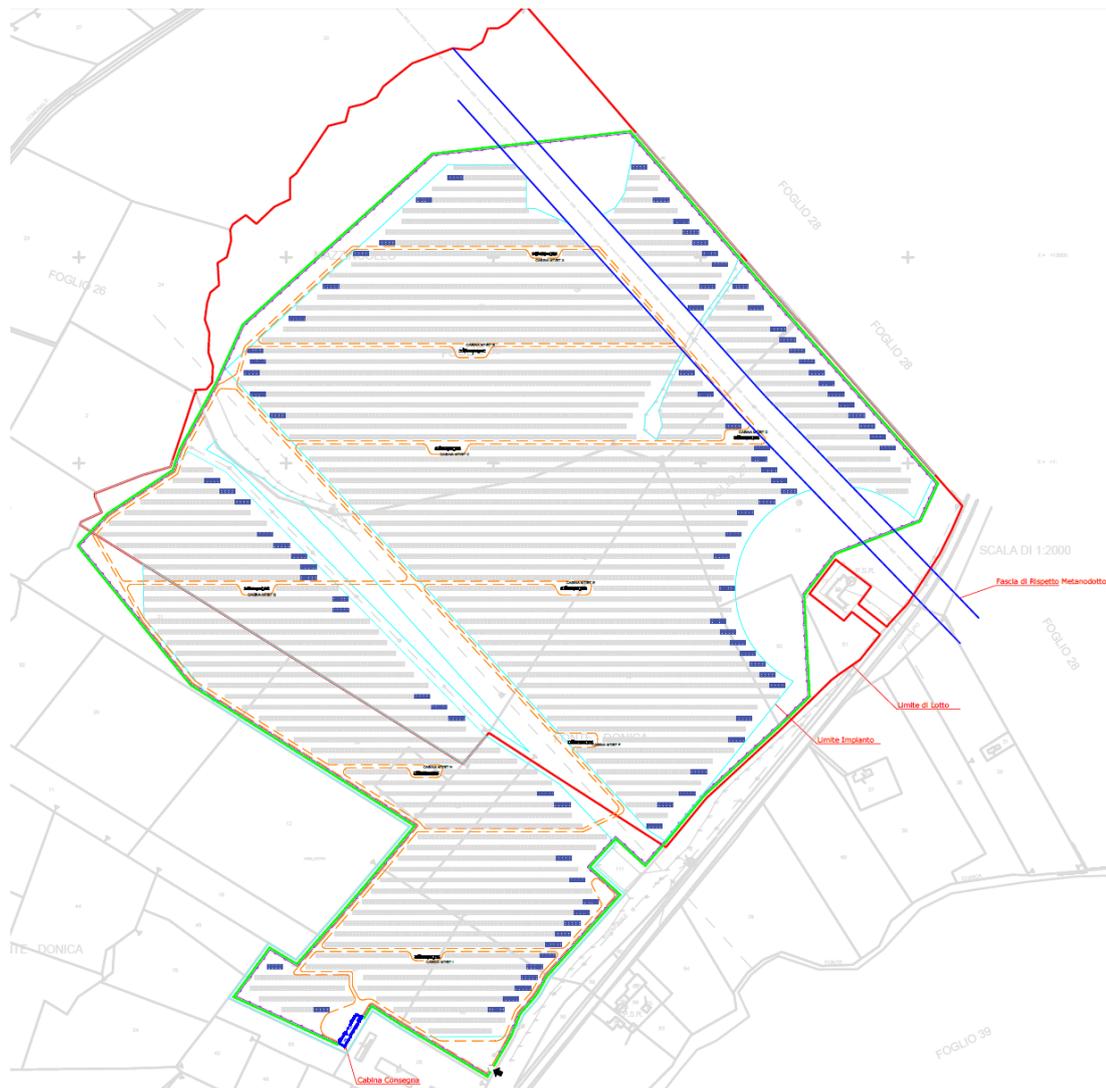


Figura Layout Rotello 1

Il campo n. 2 denominato ROTELLO 2 realizzato con 526 strutture in configurazione 2x26 moduli in verticale e 32 strutture con configurazione 2x13 moduli in verticale con tilt 25°, azimuth 0°, pitch=10 m sul quale sono installati 28.184 moduli fotovoltaici monocristallini Longi LR5-72HPH della potenza di 545W che sviluppano una potenza in DC di 15.360,28 kWp, ed è costituito da 5 cabine di trasformazione (5 sottocampi).



Figura Layout Rotello 2

L'impianto fotovoltaico prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici del tipo LR5-72HPH con potenza nominale di 545 Wp con celle fotovoltaiche in silicio monocristallino, i quali, tra le tecnologie attualmente disponibili in commercio presentano rendimenti di conversione più elevati.

I moduli fotovoltaici sono posizionati su struttura fissa, orientata a sud ed inclinata con tilt fisso di 25°. La interdistanza delle file è calcolata a partire da una distanza minima in funzione del tilt dei moduli ed in modo da non creare ombreggiamento tra le file all'altezza del sole nel mezzogiorno del solstizio d'inverno.

Ciascuna struttura supporta due moduli in verticale fissati ad un telaio in acciaio zincato, che ne forma il piano d'appoggio, a sua volta opportunamente incernierato ad un palo, anch'esso in acciaio zincato, che sarà collocato

tramite infissione diretta nel terreno. Questa tipologia di struttura evita in generale l'esecuzione di opere di calcestruzzo e faciliterà enormemente sia la costruzione che la dismissione dell'impianto a fine vita, diminuendo drasticamente le modifiche subite dal suolo.

Le stringhe fotovoltaiche, derivanti dal collegamento dei moduli, saranno da 26 moduli; il collegamento elettrico tra i vari moduli avverrà direttamente sotto le strutture con cavi esterni graffettati alle stesse. Le stringhe saranno disposte secondo file parallele e collegate direttamente a ciascun ingresso degli inverter distribuiti multistringa del tipo SUNGROW POWER – SG250HX.

Gli inverter con potenza nominale di 250kVA sono collocati in posizione baricentrica rispetto ai generatori, in modo tale da ridurre le perdite per effetto Joule sulle linee di bassa tensione in corrente continua, e sono caratterizzati dalle seguenti caratteristiche: elevata resa (12 MPPT con efficienza massima 99%, funzione anti-PID integrata, compatibilità con moduli bifacciali), gestione intelligente (funzione scansione curva IV e diagnosi, tecnologia senza fusibili con monitoraggio intelligente delle correnti di stringa), elevata sicurezza (protezione IP66 e classe C5 anticorrosione, SPD tipo II sia per CC che CA, conforme a norme di sicurezza e codici di rete globali IEC).

L'energia viene convertita negli inverter, trasformando la tensione da 1500Vcc (continua) a 800 Vca (alternata) e, e viene trasportata, con linee indipendenti per ciascun inverter, per mezzo di cavi BT a 800 V direttamente interrati alle cabine di trasformazione BT/MT che innalzano la tensione da 800 V a 30kV.

Ciascun inverter verrà collegato al quadro di parallelo inverter, collocato nello scomparto di bassa tensione nelle cabine di trasformazione nel locale, equipaggiato con dispositivi di generatore (interruttori automatici di tipo magnetotermico o elettronici a controllo di massima corrente e cortocircuito) per ciascuna linea inverter e un interruttore automatico generale di tipo magnetotermico per mezzo del quale verrà effettuato il collegamento con l'avvolgimento BT del trasformatore BT/MT.

Le cabine di trasformazione sono della tipologia plug-and-play, pre-assemblate in fabbrica, trasportabile in sito pronte per essere installate e rappresentano una soluzione funzionale con un considerevole risparmio di tempo e di costi, dal momento che vengono fornite in campo già assemblate sia meccanicamente che elettricamente, nonché rapidità e facilità nella fase di smontaggio a fine vita utile dell'impianto. Le principali caratteristiche delle cabine di trasformazione sono: trasformatori BT/MT 0,80/30 kV con potenza da 2000 a 3150 kVA (Vcc% 6%, ONAN, Dy11, IP54), quadro MT da 36kV 16kA conformi alla norma IEC 62271 isolati in gas sigillato ermeticamente a semplice manutenzione, quadro BT con interruttori e fusibili di protezione.

All'interno di ciascuna cabina di trasformazione è predisposto un quadro elettrico di media tensione, cella di arrivo linea e cella di protezione con un interruttore automatico con protezione 50, 51 e 51N per la protezione dei montanti di media tensione di alimentazione dei trasformatori, un sezionatore di linea sottocarico interbloccato con un sezionatore di terra, eventuali gruppi di misura dell'energia prodotta, un trasformatore per i servizi ausiliari.

Sarà realizzato un impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti e sovratensione impulsiva al quale saranno collegate tutte le strutture metalliche di sostegno e le armature dei prefabbricati oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I. L'impianto fotovoltaico così descritto sarà dotato di sistema di monitoraggio e controllo dell'impianto, impianto di illuminazione perimetrale e area cabine, impianto antintrusione (videosorveglianza, allarme e gestione accessi).

Le varie cabine di trasformazione BT/MT saranno raggruppate in dorsali MT (4 dorsali per Rotello 1 e 2 dorsali per Rotello 2) che confluiranno nella cabina di ricezione di campo del rispettivo sito, per mezzo di linee elettriche in cavo interrato elettrificati a 30 kV che andrà ad innestarsi sulla corrispondente cella di linea del quadro elettrico di distribuzione in media tensione installato all'interno della rispettiva cabina di ricezione di campo.

Le cabine di ricezione del campo saranno localizzate sui versanti dell'area dove partono gli elettrodotti di connessione in MT con i relativi cavi in fibra ottica di comunicazione dati. Gli elettrodotti arrivano fino alla cabina di ricezione generale del Progetto che è ubicata a circa 2,8 km a est di Rotello 2 (sempre nel Comune di Rotello) all'interno di una stazione elettrica 150 kV denominato punto di raccolta "Piana della Fontana".

Questa stazione elettrica 150kV è localizzata nelle vicinanze della stazione di trasformazione della RTN 380/150 kV Rotello di Terna ed è destinata a ricevere l'energia prodotta da diversi impianti fotovoltaici in cui sarà effettuata la trasformazione MT/AT da 30kV a 150kV di ciascun produttore e consentirà l'immissione in rete utilizzando uno stallo della stazione RTN 380/150 kV Rotello.

6.1.1.2 Elenco caratteristiche tecniche

Dati caratteristiche tecniche generali:

La centrale fotovoltaica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- potenza fotovoltaica di 41.546,44 kWp (Rotello 1 con 26.186,16 kWp e Rotello 2 con 15.360,28 kWp)
- potenza apparente inverter prevista di 35.800 kVA
- potenza nominale disponibile (immissione in rete) pari a 29.000 kW
- produzione annua stimata: 59.163 kWh
- superficie totale sito (area recinzione): 59.6 ettari
- superficie occupata: 16,2 ettari
 - viabilità interna al campo: 37.800 mq
 - moduli FV (superficie netta): 115.701 mq
 - cabine: 1.404 mq
 - basamenti (pali ill. e videosorveglianza): 225 mq
 - superficie mitigazione a verde (siepe): ~7.000 mq

Dati caratteristiche tecniche elettromeccaniche:

Il generatore fotovoltaico nella sua totalità tra i due siti sarà costituito da:

- n. 76.232,00 moduli fotovoltaici Longi Solar 545 W;
- n. 1405 strutture fisse da 2x26 moduli in verticale e 122 strutture fisse da 2x13 moduli in verticale con le seguenti caratteristiche dimensionali:
 - ancoraggio a terra in pali in acciaio zincato infissi direttamente nel terreno senza fondazioni o plinti;
 - altezza minima da terra dei moduli 75 cm;
 - altezza massima da terra dei moduli 2,7 m;
 - pitch 10,5 m (Rotello 1), 10 m (Rotello 2);
 - tilt 25°.
- n. 140 inverter SUNGROW SG250HX che possono lavorare in conformità alle prescrizioni presenti del Codice di Rete, configurati con configurazione: 130 inverter con 21 stringhe; 1 inverter con 22 stringhe; 9 inverter con 20 stringhe.

Nell'impianto saranno inoltre presenti complessivamente:

- n. 14 cabine di trasformazione: trattasi di cabine prefabbricate, oppure container delle stesse dimensioni, ciascuna con volumetria lorda complessiva pari a 22250x2440x2900 mm, costituite da più vani e al loro interno saranno installati:

- trasformatore MT/BT;
- quadro media tensione;
- trasformatore per i servizi ausiliari;
- quadri BT;
- n. 2 cabine di ricezione MT e controllo, Rotello 1 e Rotello 2: cabina prefabbricata avente volumetria lorda complessiva pari a 33000x6500x4000 mm, al loro interno saranno installati:
 - Locale Distribuzione con quadro di distribuzione di media tensione, trasformatore ausiliario MT/BT e quadro per i servizi ausiliari della centrale;
 - Locale Monitoraggio e Controllo con la componentistica dei sistemi ausiliari e monitoraggio:
- rete elettrica interna a media tensione 30 kV per il collegamento tra le varie cabine di trasformazione e le cabine di ricezione;
- rete elettrica interna a 1500V tra i moduli fotovoltaici e gli inverter
- rete elettrica interna a 800V tra gli inverter e le cabine di trasformazione;
- impianto di terra (posizionato lungo le trincee dei cavi di potenza) e maglia di terra delle cabine;

Dati caratteristiche tecniche civili:

Tutte le opere civili necessarie alla corretta collocazione degli elementi dell'impianto e al fine di garantire la fruibilità in termini di operazione e mantenimento dell'impianto nell'arco della sua vita utile:

- recinzione perimetrale a maglia metallica plastificata pari a ca. 2,25 ml dal terreno con circa 15 cm come misura di mitigazione ambientale, con pali a T infissi 60 cm;
- viabilità interna al parco larghezza di 3 metri realizzata con un materiale misto cava di cava o riciclato spessore ca. 30-50cm;
- minima regolarizzazione del piano di posa dei componenti dell'impianto fotovoltaico (strutture e cabinati) in ogni caso con quote inferiori a 1 metro al fine di non introdurre alterazioni della naturale pendenza del terreno;
- scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e della viabilità interna e a sezione ristretta per la realizzazione delle trincee dei cavidotti MT, BT e ausiliari, in ogni caso inferiori a 1 metro;
- canalizzazioni all'ingresso delle cabine, cavi inverter e cabine, cavi perimetrali per i sistemi ausiliari;
- basamenti dei cabinati (cabine di trasformazione BT/MT e cabine di ricezione) e plinti di fondazione delle palificazioni per illuminazione, videosorveglianza perimetrale e recinzione;
- pozzetti per le canalizzazioni perimetrali e gli accessi nelle cabine di trasformazione;
- opere di inerbimento del terreno nudo e piantumazione fascia arborea di protezione e separazione con l'installazione di adeguato impianto di irrigazione;

- eventuali drenaggi in canali aperti a sezione ristretta, a protezione della viabilità interna e delle cabine, nel caso si riscontrassero basse capacità drenanti delle aree della viabilità interna o delle aree di installazione delle cabine.

Dati caratteristiche tecniche sistemi ausiliari:

I sistemi ausiliari che saranno realizzati sono:

- sistema di controllo e monitoraggio impianto fotovoltaico;
- sistema antintrusione lungo l’anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine, costituito da un sistema di videosorveglianza con telecamere fisse poste su pali in acciaio, da un sistema di allarme a barriere microonde (RX-TX di circa 60 m) con centralina di gestione degli accessi;
- sistema di illuminazione con fari LED 50W con riflettore con ottica antinquinamento luminoso posti su pali in acciaio, altezza 3 m, lungo l’anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine;
- rete elettrica interna a bassa tensione per l’alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (illuminazione perimetrale, controllo, etc.).
- rete telematica interna per la trasmissione dei dati del campo fotovoltaico;
- rete idrica per l’irrigazione della fascia arborea di mitigazione del verde.

6.1.1.3 Configurazione elettrica

La configurazione dell’impianto sarà la seguente:

CONFIGURAZIONE INTERNA - ROTELLO 1										
Nome Cabina Trasformazione MT/BT	N. Inverter	N. Stringhe	N. Mod/stringa	Tot. Stringhe	Tot. Moduli	Potenza DC	Tot. Potenza DC	Potenza trasformatore MT/BT	Nome Linea MT	Nome Cabina Ricezione
	[n.]	[n.]	[n.]	[n.]	[n.]	[kWp]	[kWp]	[kVA]		
A	10	21	26	210	5,460	2,976	2,976	2,500	Linea AB	CR- ROTELLO 1
B	10	21	26	210	5,460	2,976	2,976	2,500		
C	10	21	26	210	5,460	2,976	2,976	2,500		
D	10	21	26	210	5,460	2,976	2,976	2,500	Linea CD	
E	10	21	26	210	5,460	2,976	2,976	2,500	Linea EF	
F	8	21	26	168	4,368	2,381	2,381	2,000		
G	10	21	26	210	5,460	2,976	2,976	2,500	Linea GHI	
H	10	21	26	210	5,460	2,976	2,976	2,500		
I	8	21	26	168	4,368	2,381	2,976	2,500		
	1	22	26	22	572	312				
	1	20	26	20	520	283				
9	88	231		1,848	48,048	26,186.16	26,186	22,000	4	1

CONFIGURAZIONE INTERNA - ROTELLO 2										
Nome Cabina Trasformazione MT/BT	N. Inverter	N. Stringhe	N. Mod/stringa	Tot. Stringhe	Tot. Moduli	Potenza DC	Tot. Potenza DC	Potenza trasformatore MT/BT	Nome Linea MT	Nome Cabina Ricezione
	[n.]	[n.]	[n.]	[n.]	[n.]	[kWp]	[kVA]	[kVA]		
A	9	21	26	189	4,914	2,678	2,962	2,500	Linea AB	CR- ROTELLO 2
	1	20	26	20	520	283				
B	11	21	26	231	6,006	3,273	3,273	3,150	Linea CDE	
C	11	21	26	231	6,006	3,273	3,273	3,150		
D	10	21	26	210	5,460	2,976	2,976	2,500		
E	3	21	26	63	1,638	893	2,877	2,500		
	7	20	26	140	3,640	1,984				
5	52	145		1,084	28,184	15,360.28	15,360	13,800	2	1

RIEPILOGO CONFIGURAZIONE INTERNA - ROTELLO 43 (1-2)										
N. Cabine Trasformazione MT/BT	N. Inverter	N. Stringhe	N. Mod/stringa	Tot. Stringhe	Tot. Moduli	Potenza DC	Tot. Potenza DC	Potenza trasformatore MT/BT	N. Linee MT interne	N. Cabine Ricezione interne
14	140	376	26	2,932	76,232	41,546	41,546	35,800	6	2

6.1.1.4 Elementi costituenti l'impianto fotovoltaico

Gli elementi principali dell'impianto fotovoltaico, in termini di componenti e opere, possono essere così riassunti e verranno dettagliati nei successivi paragrafi.

Componenti e opere elettromeccaniche

- moduli fotovoltaici;
- struttura di fissaggio moduli e inverter;
- inverter;
- cabine di trasformazione MT/BT (con i trasformatori e quadri di protezione e distribuzione);
- cabine di ricezione (con quadri di protezione, distribuzione e misura MT dell'impianto) e controllo;
- cavi elettrici e canalizzazioni di collegamento;
- terminali e le derivazioni di collegamento;
- impianto di terra;

Componenti e opere civili

- recinzione perimetrale;
- viabilità interna (e esterna ove presente);
- movimentazione di terra;
- scavi e trincee;
- cabinati;
- basamenti e opere in calcestruzzo;
- pozzetti e camerette;

- drenaggi e regimazione delle acque meteoriche
- opere di verde

Componenti e opere servizi ausiliari

- sistema di monitoraggio;
- sistema antintrusione (videosorveglianza, allarme e gestione accessi);
- sistema di illuminazione;
- sistema idrico;

6.1.2 Componenti e opere elettromeccaniche

6.1.2.1 Moduli fotovoltaici

La scelta dei moduli deve garantire il grado di assoluta affidabilità, durabilità e rendimento anche in funzione delle temperature medie del sito di intervento. Selezione di fornitura moduli attuata tra fornitori con rating Tier-1.

I moduli saranno con celle di silicio monocristallino o policristallino con composizione vetro-tedlar con cornice, J-box sul retro con impiego di vetro temperato, resine EVA, strati impermeabili e cornice in alluminio. La scatola di giunzione, avente grado di protezione IP68, contiene i diodi di by-pass che garantiscono la protezione delle celle dal fenomeno di hotspot.

I cavi forniti a corredo saranno del tipo precablato sez min 4 mm² completi di connettori preinnestati tipo MC4 o similari. Ogni modulo sarà corredato di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza per fenomeni di ombreggiamento.

I moduli fotovoltaici saranno dotati di un'etichetta segnaletica contenente nome del fabbricante, numero del modello, potenza in Wp e numero di serie. Devono essere certificati secondo IEC 61215 e IEC 61730 rilasciate da laboratori accreditati secondo la norma ISO/IEC 17025 e avere Classe di isolamento Safety Class II e della Direttiva CEE 89/392.

Il collegamento meccanico tra i vari moduli e tra questi e le strutture metalliche secondarie di sostegno, verranno effettuati mediante profili in alluminio anodizzato con bulloneria in acciaio inossidabile o zincato.

La consistenza dei singoli campi elettrici, quindi numero dei moduli collegati in serie per costituire le singole stringhe e numero di stringhe collegate in parallelo all'interno dei rispettivi inverter, sono riportati negli elaborati grafici.

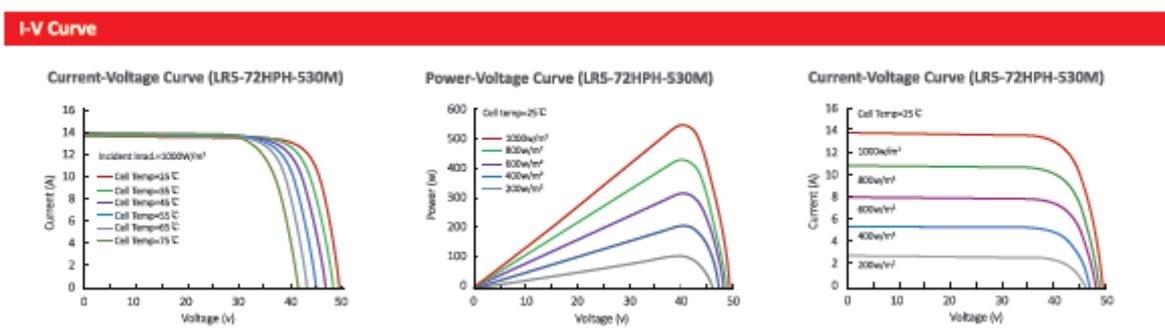
Il modulo fotovoltaico previsto è il modello Longi Solar tipo LR5-72HPH con potenza nominale di 545 Wp o similari (in funzione della disponibilità del mercato) di dimensioni pari a 2256x1133x35 mm e caratteristiche similari a quelle riportate nella seguente specifica tecnica:

LR5-72HPH 525~545M

Design (mm)	Mechanical Parameters	Operating Parameters
	<p>Cell Orientation: 144 (6x24)</p> <p>Junction Box: IP68, three diodes</p> <p>Output Cable: 4mm², 300mm in length, length can be customized</p> <p>Glass: Single glass 3.2mm coated tempered glass</p> <p>Frame: Anodized aluminum alloy frame</p> <p>Weight: 27.2kg</p> <p>Dimension: 2256x1133x35mm</p> <p>Packaging: 31pcs per pallet 155pcs per 20'GP 620pcs per 40'HC</p>	<p>Operational Temperature: -40°C ~ +85°C</p> <p>Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W</p> <p>Voc and Isc Tolerance: ±3%</p> <p>Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)</p> <p>Maximum Series Fuse Rating: 25A</p> <p>Nominal Operating Cell Temperature: 45±2°C</p> <p>Safety Protection Class: Class II</p> <p>Fire Rating: UL type 1 or 2</p>

Electrical Characteristics	Test uncertainty for Pmax: ±3%									
Model Number	LR5-72HPH-525M		LR5-72HPH-530M		LR5-72HPH-535M		LR5-72HPH-540M		LR5-72HPH-545M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	525	392.1	530	395.8	535	399.5	540	403.3	545	407.0
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.05	45.98	49.20	46.12	49.35	46.26	49.50	46.41	49.65	46.55
Short Circuit Current (Isc/A)	13.65	11.04	13.71	11.09	13.78	11.15	13.85	11.20	13.92	11.25
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.20	38.36	41.35	38.50	41.50	38.64	41.65	38.78	41.80	38.92
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.75	10.23	12.82	10.28	12.90	10.34	12.97	10.40	13.04	10.46
Module Efficiency(%)	20.5		20.7		20.9		21.1		21.3	
STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m ² , Cell Temperature 25 °C, Spectra at AM1.5										
NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m ² , Ambient Temperature 20 °C, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/s										

Temperature Ratings (STC)	Mechanical Loading		
Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C	Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C	Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C	Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s



Dimensioni, specifiche tecniche e prestazionali pannelli fotovoltaici Longi Solar

6.1.2.2 Strutture di fissaggio

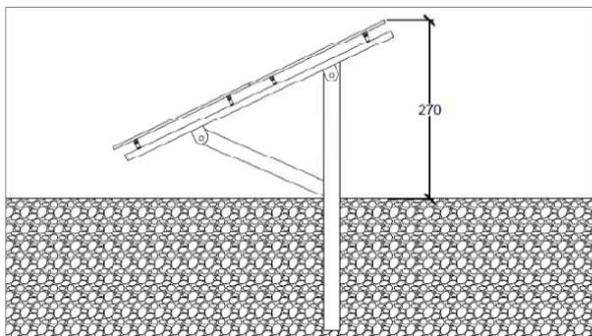
La struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà di tipo fisso, in acciaio zincato a caldo, adeguatamente dimensionati e ancorati al terreno con un sistema di vitoni o infissi nel terreno o tramite pali battuti. Come tipologia saranno monopalo o bipalo, in base alla disponibilità di prodotto, soluzioni del tutto equivalenti da un punto di vista geologico e parimente utilizzabili.

Sono strutture completamente adattabile alle dimensioni del pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito ed alla quantità di spazio di installazione disponibile e l'intero sistema di supporto dei moduli è dimensionato in modo tale da resistere alle sollecitazioni dovute al carico vento e neve e alle sollecitazioni sismiche.

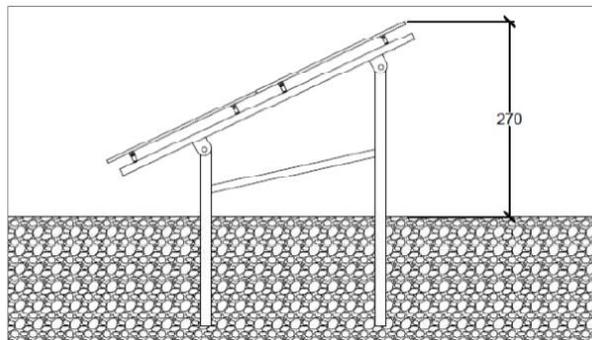
Saranno realizzate montando profili speciali in acciaio zincato a caldo, imbullonati mediante staffe e pezzi speciali. Le travi portanti orizzontali, posate su longheroni agganciati direttamente ai sostegni verticali, formeranno i piani inclinati per l'appoggio dei moduli con un tilt (angolo) fisso pari a 25° per il sito in oggetto.

Si compongono in generale dei seguenti elementi:

STRUTTURA DI SOSTEGNO MONOPALO



STRUTTURA DI SOSTEGNO A DUE PALI



Struttura di supporto moduli

Componenti meccanici della sottostruttura:

- (1) pali di lunghezza variabile in base alle caratteristiche geotecniche dell'area di infissione, generalmente caratterizzate da infissione nel suolo variabili tra 1.5 e 2.5 metri per le monopalo e tra 1,2 e 2 per le bipalo (la dimensione finale sarà calcolata in sede di progettazione esecutiva in base alle prove di estrazione e alle caratteristiche tecniche delle strutture);
- (2) testa palo in acciaio zincato a caldo;
- (3) corrente e profilo di supporto in acciaio zincato a caldo;

- (4) profili di supporto moduli, in acciaio zincato a caldo;
- (5) morsetti per l'ancoraggio dei moduli ai profili.

Per quanto riguarda i pali di supporto collocati nel terreno, in fase esecutiva potrebbero essere adottati degli accorgimenti puntuali di protezione, in alcune aree soggette a erosione da scorrimenti meteorici superficiali o caratterizzate da terreni con caratteristiche geotecniche non idonee alla tipologia di palo ad infissione.

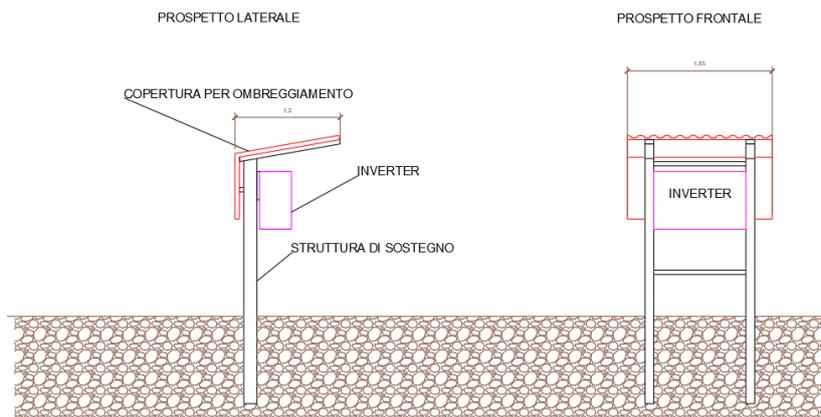
Saranno installati in totale:

- 1405 strutture con configurazione 2x26, composte da due file sovrapposte ognuna formata da 26 moduli;
- 122 strutture con configurazione 2x13, composte da due file sovrapposte ognuna formata da 13 moduli.

Caratteristiche di installazione: tilt 25 °, azimut 0.



Per la collocazione degli inverter saranno utilizzate delle strutture a palo infisso in acciaio zincato a caldo, dotate di tettuccio parasole:



Tipico struttura supporto inverter

6.1.2.3 Inverter

L'inverter è sostanzialmente il gruppo di conversione è idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

La soluzione inverter è del tipo Distribuito, per cui gli ingressi sono costituiti dalle stringhe dei moduli fotovoltaici che sono direttamente connesse all'inverter, mentre le uscite sono direttamente inviate nella cabina di trasformazione dove sono collocati i quadri di parallelo in bassa tensione.

L'impianto è connesso sulla rete MT per cui il dispositivo di interfaccia è gestito sul lato MT e quindi la programmazione dei dispositivi di interfaccia dei singoli inverter devono permettere regolazioni più ampie rispetto a quelle imposte sul dispositivo di interfaccia generale. Il firmware con le rispettive regolazioni sarà "uploadato" nelle macchine in fase di messa in servizio e deve essere lo stesso per tutte le macchine.

L'inverter non necessariamente dotato di display avrà la comunicazione ad onde convogliate o in cavo per l'interfacciamento con il sistema scada di controllo delle prestazioni, al fine di visualizzare energia prodotta, parametri caratteristici elettrici, ore di funzionamento e allarmi.

Verranno utilizzati 140 inverter Sungrow SG250HX.

Il gruppo di conversione è previsto il modello SUNGROW SG250HX; le caratteristiche tecniche sono riportate nella tabella riportata di seguito:

Multi-MPPT String Inverter per sistemi a 1500 Vdc



RESA ELEVATA

- 12 MPPT con efficienza massima 99%
- Compatibile con moduli bifacciali
- Funzione anti-PID integrata

BASSI COSTI

- Compatibile con cavi in Alluminio o Rame
- Abilitato per connettori CC 2 in 1
- Funzione erogazione reattiva notturna

GESTIONE INTELLIGENTE

- Messa in servizio e aggiornamento firmware da remoto
- Funzione scansione curva IV e diagnosi*
- Tecnologia senza fusibili con monitoraggio intelligente delle correnti di stringa

SICUREZZA

- Protezione IP66 e classe C5 anticorrosione
- SPD tipo II sia per CC che CA
- Conforme a norme di sicurezza e codici di rete globali

Inverter SG250HX

Designazione	SG250HX
Ingresso (CC)	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	600 V / 600 V
Tensione nominale in ingresso	1160 V
Intervallo tensione MPP	600 V - 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V - 1300 V
N. di MPPT	12
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	26 A * 12
Corrente di cortocircuito dell'ingresso fotovoltaico	50 A * 12
Uscita(CA)	
Potenza CA nominale in uscita alla rete	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Corrente CA max. in uscita	180.5 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	680 - 880V
Frequenza di rete nominale / Intervallo frequenza di rete	50 Hz / 45 - 55 Hz, 60 Hz / 55 - 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % In
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in anticipo - 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
Efficienza	
Efficienza max.	99.0 %
Efficienza europea	98.8 %
Protezione	
Protezione da collegamento inverso CC	Si
Protezione corto circuito CA	Si
Protezione da dispersione di corrente	Si
Monitoraggio della rete	Si
Monitoraggio dispersione verso terra	Si
Sezionatore CC	Si
Sezionatore CA	No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	Si
Funzione erogazione reattiva notturna	Si
Funzione di recupero PID	Si
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
Dati Generali	
Dimensioni (L x A x P)	1051 * 660 * 363 mm
Peso	99kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP66
Consumo energetico notturno	< 2 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	-30 to 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 - 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzato intelligente
Altitudine massima di funzionamento	5000 m (> 4000 m depotenziamento)
Display	LED, Bluetooth+APP
Comunicazione	RS485 / Opzionale: Wi-Fi, Ethernet
Tipo di collegamento CC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm ² , opzionale 10mm ²)
Tipo di collegamento CA	Terminali OT/DT (Max. 300 mm ²)
Conformità	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, EN 50549, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione reattiva notturna, LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva oltre a controllo velocità rampa di potenza

*: Compatibile solo con il logger Sungrow e iSolarCloud

Specifiche tecniche dell'inverter.

Il sistema di conversione e controllo di ciascun inverter è costituito essenzialmente dalle seguenti parti:

- filtro lato corrente continua

- ponte a semiconduttori (IGBT)
- unità di controllo
- filtro di uscita
- sistema di acquisizione dati (DAS)

Il convertitore statico DC/AC è un inverter PWM di tipo full digital a commutazione forzata, che, funzionando in parallelo alla rete elettrica di distribuzione, erogherà nella rete stessa l'energia generata dal campo fotovoltaico inseguendo il punto di massima potenza. L'inverter è fornito di filtri per il contenimento delle armoniche verso rete secondo la vigente normativa; il fattore di potenza può essere regolato tra 0.8 in ritardo e 0.8 in anticipo. L'unità convertitore comprende un filtro per ridurre il ripple di corrente lato corrente continua e garantire che la corrente fluisca continuamente in tutte le condizioni operative mantenendo il ripple di corrente entro qualche percento. Il ponte a semiconduttori (IGBT) a commutazione forzata consente di trasferire l'energia del campo fotovoltaico verso il trasformatore MT/BT a 20.000 V. Il convertitore sarà galvanicamente isolato dalla rete e dotato di opportuni sistemi di protezione contro le sovratensioni di commutazione, i cortocircuiti e le sovratemperature. L'unità di controllo è costituita da:

- schede di pilotaggio del convertitore
- circuiti di regolazione
- logiche e limiti convertitore
- alimentatore servizi interni
- protezioni
- circuiti ausiliari di interazione
- controllo MPPT (maximum power point tracking) e gestione di sistema.

L'inverter si attiverà automaticamente quando l'irraggiamento supera una soglia predeterminata regolabile e si disattiverà quando la potenza scende al di sotto del 10% del valore nominale.

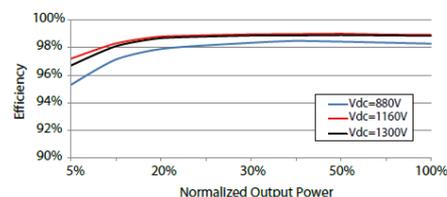
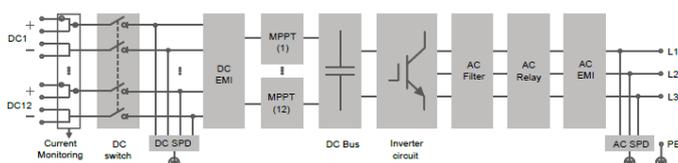
L'inverter si disattiverà inoltre in caso di malfunzionamenti e di corto circuito.

Il controllo del $\cos\phi$ dell'inverter è settato su $\cos\phi=1$; tuttavia esso regola continuamente il $\cos\phi$ mantenendolo nel range di funzionamento previsto. Nella seguente tabella sono riportate le principali caratteristiche tecniche dell'inverter.

General Data	
Dimensions (W*H*D)	1051 * 660 * 363 mm
Weight	95kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / Optional: PLC
DC connection type	Amphenol UTX (Max. 6 mm ²)
AC connection type	OT terminal (Max. 300 mm ²)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-3, EN 50438, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, FCC Part15 Sub-part B Class A Limits, California Rule 21
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

CIRCUIT DIAGRAM

EFFICIENCY CURVE



Dimensioni, specifiche tecniche e prestazionali dell'inverter.

6.1.2.4 Cabine di trasformazione MT/BT

Come cabine di trasformazione MT/BT saranno adottate delle soluzioni cabinate a container oppure prefabbricate progettate secondo le vigenti normative impiantistiche, di quanto richiesto dalla legge nr. 186 del 1968 inerente alla costruzione a “regola d’arte” e dalle norme antinfortunistiche vigenti.

È previsto installare 14 cabine di trasformazione ciascuna con volumetria lorda complessiva pari a 22250x2440x2900 mm, costituite da più vani e saranno costituite dai seguenti elementi:

- trasformatore MT/BT (varie potenze)
- quadro media tensione;
- quadri BT;
- trasformatore BT/BT e quadro per i servizi ausiliari;

Trasformatore MT/BT

Per poter immettere l’energia elettrica erogata dagli inverter sulla rete di elettrica è necessario innalzare il livello della tensione del generatore fotovoltaico a 30kV.

Per conseguire questo obiettivo si dovranno utilizzare appositi trasformatori elevatori MT/BT.

Verranno installati i seguenti trasformatori nelle 14 cabine di trasformazione MT/BT:

- n. 2 trasformatori di elevazione MT/BT della potenza di 3150 kVA.
- n. 11 trasformatori di elevazione MT/BT della potenza di 2500 kVA.
- n. 1 trasformatori di elevazione MT/BT della potenza di 2000 kVA.

Tutti i trasformatori MT/BT elevatori saranno a singolo secondario con tensione di 800V ed avranno una tensione al primario di 30 kV e avranno le caratteristiche indicate di seguito:

- tipo in OLIO
- frequenza nominale 50 Hz
- campo di regolazione tensione maggiore +/-2x2,5%
- livello di isolamento secondario 3 kV
- livello di isolamento primario 36kV
- simbolo di collegamento Dy 11
- collegamento secondario stella
- collegamento primario triangolo
- installazione esterna
- grado protezione dell'involucro esterno IP54
- tipo raffreddamento olio minerale
- altitudine sul livello del mare $\leq 1000\text{m}$
- impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- livello scariche parziali $\leq 10 \text{ pC}$.

Quadro MT

Si prevede l'impiego di quadri MT 36kV 16kA di tipo protetto (METAL ENCLOSED), i quadri di progetto sono di tipo modulare in modo da formare quadri di distribuzione e trasformazione per quanto in progetto. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediranno errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Il quadro elettrico di media tensione, di tipo protetto, sarà costituito dai seguenti scomparti:

- scomparto di arrivo linea, che conterrà il sezionatore generale di linea interbloccato con il sezionatore di terra;
- scomparto di protezione del trasformatore MT/BT;
- scomparto di protezione con interruttore generale sulla ripartenza linea;
- scomparto di misura (ove previsto).

Gli scomparti di protezione saranno dotati di protezione sovracorrenti, costituito da un interruttore tripolare e da un sezionatore di linea, corredato da relè di protezione in corrente (50 e 51, 50N e 51N, 67N).

Quadro BT

Le linee in corrente alternata alimentate dagli inverter di uno stesso sottocampo, saranno collegate ad un quadro elettrico di bassa tensione installato all'interno del locale di conversione ed equipaggiato con dispositivi di generatore, uno per ogni inverter, e un interruttore automatico generale di tipo magnetotermico. Generalmente si utilizzano interruttori automatici per usi domestici e similari conformi alla norma CEI 23-3 se la corrente di impiego del circuito da proteggere è inferiore a 125 A. Se la corrente del circuito da proteggere è superiore a 125 A si utilizzano interruttori automatici per usi industriali, conformi alla norma CEI 17-5. Se richiesto dal sistema di protezione contro i contatti indiretti, gli interruttori hanno anche un relè differenziale (di tipo AC se l'inverter è dotato di trasformatore di isolamento, in caso contrario di tipo B) la cui corrente differenziale nominale di intervento è coordinata con la resistenza di terra dell'impianto di terra.

Trasformatore ausiliario BT/BT e quadro per i servizi ausiliari

Sono previsti, inoltre, degli scomparti servizi ausiliari in ciascuna cabina di trasformazione MT/BT, all'interno di ognuno dei quali verrà installato un trasformatore ausiliario BT/BT 800/400V da 20-30kVA con il relativo quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei seguenti servizi ausiliari di cabina:

- relè di protezione;
- sganciatori degli interruttori MT;
- relè ausiliari per la segnalazione delle avarie;
- ventilatori;
- datalogger.

Il primario del trasformatore servizi ausiliari sarà protetto da un fusibile abbinato ad un interruttore di manovra sezionatore, mentre per la protezione delle linee di bassa tensione attraverso le quali verranno alimentati i servizi ausiliari, si utilizzeranno interruttori automatici di tipo magnetotermico differenziale, installati in un apposito quadro di bassa tensione denominato "quadro elettrico servizi ausiliari".

6.1.2.5 Cabine di ricezione e controllo

Le cabine di ricezione saranno adottate delle soluzioni cabinate a container oppure prefabbricate progettate secondo le vigenti normative impiantistiche, di quanto richiesto dalla legge nr. 186 del 1968 inerente alla costruzione a “regola d’arte” e dalle norme antinfortunistiche vigenti.

È previsto installare 2 cabine di ricezione nell’area degli impianti corrispondenti ai 2 campi Rotello 1 e 2, ciascuna con volumetria lorda complessiva pari a 33000x6500x4000 mm, costituite da più vani e saranno costituite dai seguenti elementi:

- quadro di distribuzione di media tensione;
- trasformatore ausiliario MT/BT e quadro per i servizi ausiliari della centrale;

Nelle opere di connessione, sarà inoltre installata una cabina di ricezione nella stazione elettrica 150 kV denominato punto di raccolta “Piana della Fontana” (ubicata a circa 2,8 km a est di Rotello 2), in cui si installerà nello scomparto interruttore generale il dispositivo generale (DG), costituito da un interruttore tripolare e un sezionatore di linea, dotato del sistema di protezione generale (SPG) con relè di protezione 50 e 51, 59N, 67N. La protezione di interfaccia (PI) sarà invece attuata sul lato alta tensione insieme alla protezione generale di impianto e comprenderà le protezioni 27, 59, 81<, 81>, 59N, 50, 51, 51N, 21, 87T, 87L. Per tutti i dettagli della cabina di ricezione nella stazione elettrica 150kV si rimanda agli elaborati delle opere di connessione.

Quadri di distribuzione MT

Si prevede l’impiego di quadri MT di tipo protetto (METAL ENCLOSED), i quadri di progetto sono di tipo modulare in modo da formare quadri di distribuzione per quanto in progetto, la tensione nominale dei quadri MT sarà 30 kV. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediranno errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Il quadro elettrico di media tensione, di tipo protetto, sarà costituito dai seguenti scomparti:

- scomparto di arrivo linea
- scomparti partenza linee;
- scomparto di misura (ove previsto);
- scomparto servizi ausiliari.

Lo scomparto di arrivo nelle cabine di ricezione conterrà il sezionatore generale di linea interbloccato con il sezionatore di terra.

Lo scoparti di partenza linea (n. 4 per la cabina di ricezione di Rotello 1 e n. 3 per Rotello 2) conterrà un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, costituito da un interruttore tripolare e da un sezionatore di linea, corredato da relè di protezione in corrente (50 e 51, 50N e 51N, 67N). Da ciascuno scomparto linea, partirà una linea di media tensione in cavo interrato che andrà ad attestarsi sul quadro elettrico di media tensione installato all’interno della corrispondente cabina di trasformazione (nel caso delle cabine di ricezione di campo) o di ricezione di campo.

Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento equipotenziale all'impianto di terra. Saranno protetti da scaricatori contro le scariche atmosferiche.

Trasformatore ausiliario MT/BT e quadro per i servizi ausiliari

È previsto installare nello scomparto servizi ausiliari in ciascuna cabina di ricezione, un trasformatore MT/BT da 50kVA con il relativo quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei seguenti servizi ausiliari di centrale:

- relè di protezione;
- sganciatori degli interruttori MT;
- relè ausiliari per la segnalazione delle avarie;
- impianto illuminazione perimetrale;
- impianto di videosorveglianza;
- dispositivo di monitoraggio delle performance;
- dispositivi di comunicazione e dati.

Il primario del trasformatore servizi ausiliari sarà protetto da un fusibile abbinato ad un interruttore di manovra sezionatore, mentre per la protezione delle linee di bassa tensione attraverso le quali verranno alimentati i servizi ausiliari, si utilizzeranno interruttori automatici di tipo magnetotermico differenziale, installati in un apposito quadro di bassa tensione denominato "quadro elettrico servizi ausiliari".

Le cabine di ricezione dei campi saranno dotate di locale controllo e monitoraggio, contenente al loro interne le seguenti apparecchiature principali:

- quadro di bassa tensione dei sistemi ausiliari
- rack sistema di videosorveglianza
- rack sistema informatico per comunicazione dati
- postazione operatore
- climatizzatore.
- UPS.

6.1.2.6 Cavi elettrici

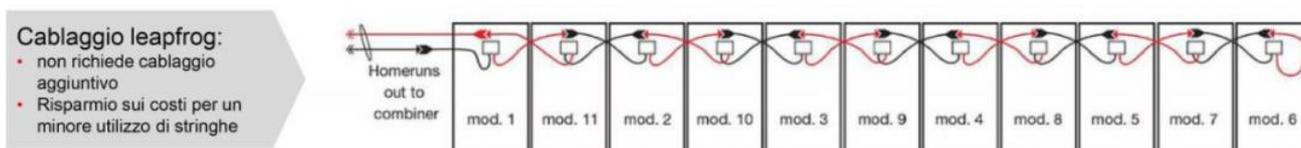
Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi sono riportati negli schemi allegati e planimetrici di progetto.

Cavi elettrici lato c.c.

Cavi elettrici lato c.c.– Tipologie

Per il collegamento elettrico “serie” dei moduli necessari per realizzare le singole stringhe previste dal presente progetto, si utilizzeranno i cavi elettrici posti a corredo dei moduli stessi. Per le connessioni “entra/esci” verranno utilizzati connettori preintestati tipo MC4 o similari.

Per le connessioni, fermo restando che le lunghezze dei moduli lo consentano, si utilizzerà la connessione leapfrog (vedi schema) al fine di ridurre al minimo le lunghezze dei cavi dc e le relative perdite:



La lunghezza dei cavi elettrici posti a corredo dei moduli e la conformazione delle corrispettive stringhe installate sulle strutture in progetto è ritenuta sufficiente per effettuare i collegamenti serie e quindi non sono previsti ulteriori giunti o nuovi cavi elettrici. Per quanto riguarda il bloccaggio dei cavi, questi saranno ancorati alla struttura metallica secondaria prevista dal progetto mediante fascette plastificate in materiale adatto per la posa all'esterno e resistente alla radiazione UV. L'intero cablaggio non sarà visibile dall'esterno in quanto protetto dai moduli stessi.

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e gli inverter sono previsti conduttori di tipo solare unipolare flessibile stagnato in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia.

Caratteristiche tecniche:

- conduttore: corda flessibile di rame stagnato o in alluminio, classe 5
- isolante: miscela LS0H di gomma reticolata speciale di qualità G21 LS0H = Low Smoke Zero Halogen
- max. tensione di funzionamento 1800 Vc.c.
- temperatura ambiente: da -40°C fino a +90°C per installazione fissa e flessibile
- temperatura di corto circuito: 200° C al conduttore max 5 sec
- raggio minimo di curvatura: 4xD (D=Diametro totale del cavo)
- durata di vita attesa pari a 30 anni
- verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216
- resistenza alla corrosione

- ampio intervallo di temperatura di utilizzo;
- resistenza ad abrasione;
- 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.

Sezioni tipiche in funzione delle distanze tra i dispositivi:

- S = 6 mm² lz (60 C°)
- S = 10 mm² lz (60 C°)
- S = 16 mm² lz (60 C°)

Cavi elettrici lato a.c.

Cavi elettrici lato a.c.– Tipologie

Il collegamento elettrico, lato corrente alternata, tra l'inverter e il quadro di parallelo BT delle cabine di trasformazione, verrà effettuato mediante cavi elettrici in alluminio tipo ARG16R16 0,6/1 kV o equivalente le seguenti specifiche principali che il cavo deve soddisfare:

- Conduttore in alluminio;
- Tipo e qualità di isolamento: Mescola di gomma HEPR etilenpropilenica ad alto modulo a 90°C (G16)
- Guaina (rivestimento non metallico): Composto di PVC, qualità R16
- Nel caso in cui i cavi siano esposti al sole, devono essere protetti tramite condotti o devono essere resistenti ai raggi UV.

Il collegamento elettrico, lato corrente alternata, tra quadro ausiliario e circuiti ausiliari, verrà effettuato mediante cavi elettrici in alluminio tipo FG17 o equivalente.

Il collegamento elettrico, lato media tensione, tra cabine di conversione all'interno del campo fotovoltaico fino alla cabina di consegna saranno utilizzati cavi con airbag tipo ARP1H5(AR)EX o armati. Nel caso in cui vengano scelti altri tipi di cavo, queste le specifiche che occorre rispettare:

- Conduttore in alluminio;
- Conduttore rigido a trefoli (compattato);

- Tipo e qualità di isolamento:
 - o Mescola di gomma etilenpropilenica ad alto modulo a 90°C (G7)
 - o Mescola di polietilene reticolato a 85°C (XLPE), se il cavo è fatto con un nastro legante non igroscopico
 - o Mescola di elastomero termoplastico (tipo HPTE)
- Schermo e conduttori concentrici:
 - o Nastro di rame, filo piatto o schermo di filo
 - o Nastro di alluminio laminato longitudinalmente
- Guaina (rivestimento non metallico)
 - o Composto termoplastico, tipo Ez

Nel caso in cui la resistività termica del terreno sia inaccettabile (es. terreno roccioso con valori superiori a 2,5 k m/W), il riempimento della trincea deve essere scelto in modo da ridurla a valori normali (< 2 k m/W) e in sede di progetto esecutivo occorrerà considerare l'esatta resistività termica del terreno e utilizzare il relativo fattore di correzione (secondo i criteri di dimensionamento dei cavi).

In presenza di cavi non armati, si rende necessaria l'installazione di una protezione meccanica in materiale inerte o coppi di cemento o altro materiale idoneo con un'elevata resistenza meccanica.

Il collegamento elettrico delle connessioni equipotenziali delle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici, il progetto prevede cavi N07V-K con sezione minima pari a 6mmq.

Cavi di segnale e comando

Cavi di segnale e comando – tipologie

A seconda del segnale, sarà installato il tipo di cavo appropriato come descritto di seguito:

- Comando: Cavo multipolare tipo FG17 sezione minima del nucleo 1,5 mm²;
- Segnali digitali: Cavo multipolare tipo FG7HO2R sezione minima del nucleo 1,5 mm²;
- Segnali analogici: Cavo multipolare tipo FG7HO2R sezione minima del nucleo 0,5 mm²;
- Segnali BUS RS485: Cavo a coppie ritorte e schermato a 4 fili Belden Code 3106A;
- Segnali Ethernet: cavo Ethernet Cat.6a F/UTP o STP;
- Segnali ottici: Fibra ottica mono o multi con numero di fibre pari a 12 o 24, a seconda delle distanze.

Cavi di segnale – specifiche

Tutti i cavi utilizzati per le connessioni dei dati, sicurezza e comando di segnale saranno di tipo schermato con schermo coprente al 100%, possono essere armati e potranno essere interrati direttamente, oppure non armati e dovranno essere posati in apposite condutture PVC o HDPE e meccanicamente protetti.

I cavi dei segnali, da installare fuori dalle cabine di controllo, da preferire con caratteristiche anti-roditori, qualora esista la necessità e non siano installati dispositivi dissuasori, e resistenti alle radiazioni ultraviolette in grado di assicurare una durata di vita garantita di almeno 25 anni.

Fibra ottica – Specifiche

I colori delle fibre ottiche devono essere stabili durante i cicli di temperatura e non devono essere soggetti a sbiadimento o sbiadire o sbavare l'uno sull'altro o nel materiale di riempimento gel. I colori non devono far aderire le fibre tra di loro. Tutte le fibre ottiche devono essere sufficientemente prive di imperfezioni e inclusioni superficiali per soddisfare i requisiti ottici, meccanici e ambientali della presente specifica, meccaniche e ambientali di questa specifica.

Il cavo non deve contenere elementi metallici (dielettrici) a meno che non sia richiesta l'armatura.

Le giunzioni di fibre ottiche all'interno di singole lunghezze di cavo non sono permesse.

Le condutture devono essere sigillate con un gel non igroscopico, non nutritivo per i funghi, elettricamente non conduttivo, con gel omogeneo privo di sporcizia e materiale estraneo, facile da rimuovere con solventi convenzionali non tossici.

Specifiche meccaniche per le fibre ottiche:

- Raggio minimo di curvatura (mm): ≤ 150 mm
- Resistenza allo schiacciamento: ≥ 2500 N
- Resistenza all'impatto: $\geq 10 \times 2$ Nm

6.1.2.7 Canalizzazioni

Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi sono riportati negli schemi allegati e planimetrici di progetto.

Canalizzazioni - Tipologie

I cavi elettrici con connettori tipo MC4 o similari preassemblati sui moduli fotovoltaici saranno posati a vista utilizzando le strutture metalliche di supporto ai moduli stessi ed ancorati alla struttura con opportune fascette in materiale plastico resistente alla radiazione UV.

I cavi, lato corrente continua, utilizzati per il collegamento delle stringhe del campo elettrico fotovoltaico agli inverter saranno posti longitudinalmente alla struttura di supporto moduli e ancorandoli alla medesima struttura, nei tratti

ove disponibile, e/o posti all'interno di opportuni cavidotti interrati realizzati con tubazioni plastiche in PVC o HDPE, nei tratti di collegamento trasversale tra una fila di moduli e l'altra.

I cavi, lato corrente alternata di bassa tensione, utilizzati per il collegamento tra l'uscita degli inverter e il quadro di parallelo BT inverter posto nella cabina di trasformazione, saranno posti direttamente interrati o in cavidotti tubo a doppia parete corrugato esternamente - liscia internamente, in polietilene tipo medio, con resistenza allo schiacciamento pari a 450N. Si utilizzeranno cavidotti all'ingresso delle cabine di trasformazione.

I cavi, lato corrente alternata tra il quadro di parallelo ed il trasformatore sono integrati nella cabina di trasformazione posti all'interno di canalizzazioni all'interno del box apparecchiature elettriche.

I cavi, lato corrente alternata di media tensione, tra il quadro di media tensione della cabina di trasformazione ed il quadro di media tensione della cabina di ricezione saranno posti direttamente interrati o posti in cavidotti tubo a doppia parete corrugato esternamente - liscia internamente, protetti meccanicamente da uno strato di materiale inerte.

I cavi elettrici utilizzati per gli impianti ausiliari, quali illuminazione perimetrale, antifurto, etc. saranno posati in opera in cavidotti con tubazioni plastiche in PVC o HDPE con canalizzazioni separate tra linea dati e linee di potenza. Tali tubazioni possono essere condutture per cavi, canaline per cavi, canalizzazioni o pozzi scavati nella struttura di un edificio ecc. L'uscita del cavo dal canale in pvc attraverso il punto di ingresso nelle scatole deve essere protetta meccanicamente con adeguato pressacavo, nel caso di cavo singolo, o da una adeguata guaina semirigida, nel caso di più cavi. Se non diversamente stabilito, le canaline provenienti dal piano di calpestio, saranno protetti alla base da un adeguato collo di protezione.

I cavi all'interno dei locali avranno la possibilità di essere infilati e sfilati dalle tubazioni con facilità e nei punti di derivazione dove risulti problematico l'infilaggio, saranno installate scatole di derivazione, in metallo o in PVC a seconda del tipo di tubazioni, complete di coperchio fissato mediante viti filettate.

6.1.2.8 Terminali e Derivazioni

Tutte le terminazioni devono essere effettuate secondo le migliori pratiche utilizzando guaine termo restringenti. Occorrerà garantire il corretto abbinamento dei cavi in alluminio e rame per evitare qualsiasi problema che possono sorgere a causa dei diversi metalli, utilizzando connettori bimetallici in rame/alluminio.

In caso di utilizzo di cavi in alluminio non compatibili con le apparecchiature installate (in termini di rigidità, sezione, ecc) occorrerà fornire scatole di interfaccia per adattare cavi e apparecchiature.

Tutte derivazioni dei vari circuiti devono essere eseguite esclusivamente entro cassette di derivazione e mediante morsetti trasparenti in materiale isolante ed autoestinguente, con serraggio dei cavi tramite vite unica in conformità alle norme CEI.

Le cassette di derivazione impiegate potranno essere:

- Cassette da esterno a doppio isolamento in materiale isolante auto-estinguente (resistente fino a 650°C alla prova del filo incandescente CEI 23-19), con marchio di qualità, in esecuzione IP65, posate a vista a parete/pavimento;
- Cassette da esterno a doppio isolamento in vetroresina, di forma ottagonale, in esecuzione IP54 posate a vista in aree esterne alla cabina.

Tutte le cassette disporranno di coperchio rimovibile soltanto mediante l'uso di attrezzo. Le cassette saranno del tipo modulare, con altezza e metodo di fissaggio uniformi. Per tutte le connessioni verranno impiegati morsetti da trafilato o morsetti volanti a cappuccio con vite isolati.

6.1.2.9 Impianto di terra

L'impianto di terra è unico per lato di bassa e media tensione e sarà conforme alle prescrizioni della norma CEI 99-3 e dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte dei dispositivi di protezioni MT.

I conduttori di terra e di protezione avranno sezione adeguata a sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti, calcolata e/o dimensionata secondo quanto stabilito dalle norme CEI. La sezione dei conduttori sarà tale che la massima corrente di guasto non provocherà sovratemperature inammissibili per essi.

Rete di terra

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da conduttori nudi di rame o in acciaio zincato del tipo per posa nel terreno e dispersori in rame in prossimità delle cabine MT, a cui saranno collegati, mediante conduttori e sbarre equipotenziali in rame. La rete di terra sarà interrata ad una profondità di almeno 0,5m lungo le trincee dei cavi ac. e la sezione del conduttore di protezione principale rimarrà invariata per tutta la sua lunghezza.

A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e tutte le masse estranee (recinzione, etc) e le armature dei prefabbricati oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I. Le giunzioni fra elementi del dispersore saranno protette contro le corrosioni.

Rete di terra cabine

L'impianto di terra delle cabine sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione non inferiori a 35 mm² o equivalenti in piattina in acciaio zincato, interrati ad una profondità di almeno 0,7 m, collegati a dispersori in rame infissi al suolo in prossimità degli angoli della rete di terra delle cabine.

Messa a Terra di cabina

Le cabine di trasformazione avranno collegati alla rete di terra della cabina i seguenti elementi:

- il centro stella dell'avvolgimento secondario (neutro);
- le carpenterie metalliche;
- le carcasse dei trasformatori;
- le manopole dei sezionatori;
- i comandi degli interruttori automatici;
- i telai delle finestre e delle porte metalliche;
- i cassoni di contenimento delle apparecchiature.

I suddetti collegamenti faranno capo singolarmente ad un collettore di terra posizionato all'interno della cabina di trasformazione, allo scopo di eseguire le necessarie misurazioni. Saranno montate su bulloni zincati, verniciate in giallo e le connessioni fra le stesse saranno realizzate con saldatura a castorin. L'intero sistema di terra soddisferà alle corrispondenti norme C.E.I. (11-1) con particolare riguardo alle tensioni di passo e di contatto.

Collegamenti equipotenziali

I conduttori di protezione, per i collegamenti ai nodi di terra delle masse metalliche di tutte le apparecchiature e condutture elettriche in AC e di tutte le eventuali masse metalliche estranee accessibili, saranno costituiti da corda di rame flessibile, isolata in PVC giallo-verde, di tipo non propagante l'incendio a Norme CEI 20-22. Saranno costituiti da cavi unipolari facenti parte della stessa conduttura dei conduttori attivi e da anime di cavi multipolari.

Tutti i conduttori di protezione equipotenziale avranno colorazione giallo-verde e la loro destinazione sarà identificata, nei punti principali di connessione, mediante targhette. Detti conduttori in parte saranno contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno dorsali indipendenti comuni a più circuiti.

I morsetti di collegamento alle masse metalliche avranno caratteristiche tali da assicurare un contatto sicuro nel tempo.

Conduttori di terra – Sezioni

La sezione del conduttore di protezione principale rimarrà invariata per tutta la sua lunghezza e la sezione sarà adeguata a sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti, calcolata e/o dimensionata secondo quanto stabilito dalle norme CEI, tale che la massima corrente di guasto non provocherà sovratemperature inammissibili per essi.

La sezione dei collegamenti equipotenziali avrà sezione variabile non inferiore a quella indicata dall'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8 che esprime il relativo calcolo nella seguente relazione:

$$S_p = \text{RADQ} (I_2 t) / K$$

dove:

- S_p sezione del conduttore di protezione (mm²),
- I valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

La Norma CEI EN 60439-1 definisce un metodo che permette di stabilire la sezione del conduttore di protezione in funzione della sezione dei conduttori attivi, a condizione che sia utilizzato lo stesso materiale dei conduttori attivi.

Sezione dei conduttori attivi (mmq)	Sezione minima del PE (mmq)
$S \leq 16$	S
$16 \leq S < 35$	16
$35 \leq S \leq 400$	S/2
$400 \leq S \leq 800$	200
$S \leq 800$	S/4

I conduttori impiegati per collegamenti equipotenziali nelle cabine avranno sezione minima pari alla metà della sez. del conduttore di protezione principale dell'impianto e per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione anche superiore.

6.1.3 Componenti e opere civili

Le opere civili necessarie per la realizzazione della centrale fotovoltaica consistono nei seguenti tipi di intervento:

6.1.3.1 Recinzione perimetrale

La circolazione dei mezzi all'interno dell'area sarà garantita dalla presenza di una apposita viabilità per il collegamento delle cabine MT/BT, disposte all'interno dell'area sulla quale sorgerà la centrale fotovoltaica al fine di garantire la fruibilità ad esse, e strade per poter accedere alle vele fotovoltaiche per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

Per la esecuzione di questa viabilità sarà effettuato uno sbancamento di 30-50 cm, ed il successivo riempimento con un materiale misto cava di cava o riciclato. Le strade avranno una larghezza di 3 metri e avranno una pendenza trasversale del 3% per permettere un corretto deflusso delle acque piovane. Il raggio delle strade interne sarà adeguato al trasporto di tutti i materiali durante la fase di costruzione e durante le fasi di O&M.



La fondazione stradale sarà eseguita con tout-venant di cava, costituiti da materiali rispondenti alle norme CNR UNI 10006 e relativo costipamento 95% della densità AASHO modificata.

6.1.3.3 Viabilità esterna

L'area risulta ben servita dalla viabilità pubblica principale, trovandosi in adiacenza della Strada Provinciale di collegamento SP78 che conduce a Rotello 1 e la Strada Comunale Capomandra che conduce a Rotello 2.

Pertanto, non sarà necessario realizzare nuove strade all'esterno dell'impianto fotovoltaico.

6.1.3.4 Movimentazione terra

Non sono previsti sbancamenti e terrazzamenti, al fine di non alterare il naturale deflusso delle acque. La tipologia di struttura di fissaggio moduli proposta è perfettamente in grado di adeguarsi alle pendenze naturali del terreno.

Se si renderà necessaria una minima regolarizzazione del piano di posa dei componenti dell'impianto fotovoltaico che verrà eseguita con mezzi meccanici, utilizzando materiale idoneo proveniente dagli scavi, ovvero da cave di prestito, opportunamente costipato al fine di raccordare le pendenze più spigolose (prevalentemente su asse est-ovest), e che in ogni caso non introdurrà differenze di quote superiore a un metro.

In allegato la tabella riassuntiva della movimentazione terra della regolarizzazione del piano di posa.

6.1.3.5 Scavi

Saranno eseguite due tipologie di scavi:

- gli scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e della viabilità interna;
- gli scavi a sezione ristretta per la realizzazione delle trincee dei cavidotti MT, BT e ausiliari.

Entrambe le tipologie saranno eseguite con mezzi meccanici o, qualora particolari condizioni lo richiedano, a mano, evitando scoscendimenti e franamenti e, per gli scavi dei cavidotti, evitando che le acque scorrenti sulla superficie del terreno si riversino nei cavi.

In particolare:

- gli scavi per la realizzazione della fondazione delle cabine si estenderanno fino ad una profondità di ca. 80 cm;
- gli scavi quelli per la realizzazione della viabilità interna saranno eseguiti mediante scotico del terreno fino alla profondità di ca. 30-50 cm.
- gli scavi per la realizzazione dei cavidotti avranno profondità variabile in genere tra 0,50 m e 1,00 m;

Il rinterro dei cavi e cavidotti, a seguito della posa degli stessi, avverrà su un letto di materiale permeabile arido (sabbia o pietrisco minuto) su fondo perfettamente spianato e privo di sassi e spuntoni di roccia, e riempimento con materiale permeabile arido o terra proveniente da scavi o da cava, con elementi di pezzatura non superiori a 30 mm, eseguito per strati successivi di circa 30 cm accuratamente costipati.

Di seguito la tabella riassuntiva della movimentazione terra necessaria per gli scavi a sezione ampia e ristretta.

RIEPILOGO MOVIMENTAZIONE DI TERRA

Totale movimento di terra		49,204	[mc]
Regolarizzazione del suolo:		20,000	[mc]
Scavi sezione ampia (strade, fondazioni cabine):		19,970	[mc]
Scavi sezione ristretta (cavidotti, basamenti, drenaggi ev		9,234	[mc]

DETTAGLIO MOVIMENTAZIONE DI TERRA

VOLUMI REGOLARIZZAZIONE PIANO DI POSA

TRATTO	AREA	PERCENTUAL E INTERESSATA	PROFONDITA ' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[ha]	[%]	[m]	[mc]
Regolarizzazione del suolo (Livellamento):	16.2	62%	0.20	20,000
TOT.				20,000

VOLUMI DI SCAVO STRADE

TRATTO	AREA	PROFONDITA ' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[mq]	[m]	[mc]
Scavi per strade interne:	37,800	0.50	18,900
TOT.			18,900

VOLUMI DI SCAVO FONDAZIONI CABINE

TRATTO	QUANTITA	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	PROFONDITA ' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[n]	[m]	[m]	[m]	[mc]
Cabine di trasformazione MT/BT:	14	22.3	2.4	0.90	684
Cabine di ricezione MT (utente):	2	33.0	6.5	0.90	386
TOT.					1,070

VOLUMI DI SCAVO LINEE ELETTRICHE (interne al campo)

TRATTO	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	PROFONDITA ' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[m]	[m]	[m]	[mc]
Scavi per cavi solari CC (stringhe tra le strutture):	3,900	0.3	0.50	585
Scavi per cavi di potenza AC BT (inverter - cabine di trasformazione):	13,280	0.5	0.80	5,312
Scavi per cavi MT interni al campo:	5,460	0.3	1.00	1,638
Scavi per cavi ausiliari (sistemi ausiliari e security):	7,540	0.3	0.50	1,131
Scavo per raccordo barriera microonde-pozzetto perimetrale	600	0.3	0.40	72
TOT.				8,738

VOLUMI DI SCAVO POZZETTI

TRATTO	QUANTITA	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	PROFONDITA ' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[n]	[m]	[m]	[m]	[mc]
Scavi per Pozzetti terra cabine:	84	0.4	0.4	0.40	5
Scavi per Pozzetti ingressi cabinati:	42	1.2	1.2	0.80	48
Scavi per Pozzetti linee MT:	61	1.2	1.2	0.80	70
Scavi per Pozzetti linee BT:	362	0.8	0.8	0.60	139
Scavi per Pozzetti pali illuminazione strade:	289	0.5	0.5	0.95	69
Scavi pozzetti barriere microonde:	318	0.5	0.5	0.60	48
TOT.					379

VOLUMI DI SCAVO BASAMENTI

TRATTO	QUANTITA	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	PROFONDITA ' SCAVO	VOLUME SCAVO
	[n]	[m]	[m]	[m]	[mc]
Scavi per cancello ingresso:	2	5.4	0.3	0.50	2
Scavi per paletti recinzione:	2,933	0.2	0.2	0.45	53
Scavi per basamenti pali illuminazione strade (e videosorv.	289	0.6	0.6	0.60	62
TOT.					117

6.1.3.6 Trincee

Per i cavi interrati la Norma CEI 11-17 prescrive che le minime profondità di posa fra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo sono rispettivamente di:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 0,6 m);
- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 1,0 m).

Nei casi di cavi posati in condutture interrate, le distanze tra tubi adiacenti saranno poste ad almeno la metà ($\frac{1}{2}$) del diametro esterno del tubo.

Lo strato finale di riempimento della trincea sarà compattato utilizzando compattatori leggeri o utilizzando autocarri leggeri per evitare qualsiasi danno ai cavi.

Le condutture coinvolte da attraversamento di strade, canali di drenaggio o attraversamenti di servizi sotterranei devono essere protetti meccanicamente con opportuna protezione.

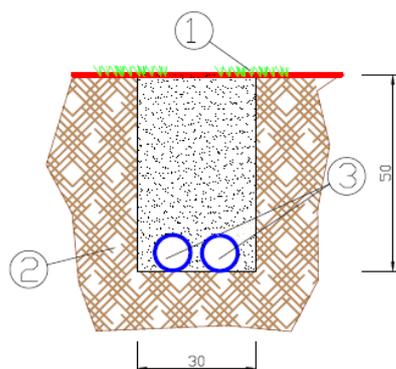
In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata devono essere applicate in generale le prescrizioni dell'art. 66 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada (DPR 16/12/92, n. 945) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada. Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previa accordo con l'Ente proprietario della strada ed a seguito di comprovate necessità di eseguire incroci e/o parallelismi con altri servizi che non possano essere realizzati aumentando la profondità di posa dei cavi.

In base alle precedenti considerazioni, si giustificano le sezioni adottate per gli scavi, rappresentate nelle Tavole allegate. Le sezioni di scavo rappresentate con sezioni tipiche includono tutte le tipologie di trincee che si rendono necessarie:

- trincee per passaggio cavi MT;
- trincee per cavi BT per trasmissione di potenza dagli inverter;
- trincee per cavi DC per collegamento di condutture per stringhe dai moduli agli inverter,
- trincee per cavi BT e dati che contengono condutture per il passaggio cavi di alimentazione e comunicazione dei circuiti ausiliari e perimetrali.

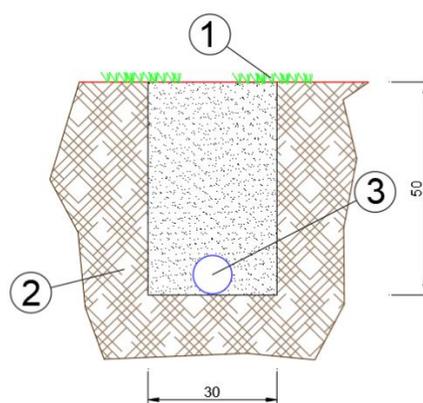
Le trincee dei circuiti di potenza conterranno anche la corda o piattina che costituirà la maglia di terra dell'impianto.

TIPICO 1
SCAVO E POSA POLIFERA PER DISTRIBUZIONE PERIMETRALE AUSILIARI E SORVEGLIANZA



- 1) MANTO VEGETALE
- 2) TERRENO
- 3) TUBO CORRUGATO IN PVC $\Phi 90$ DOPPIA PARETE

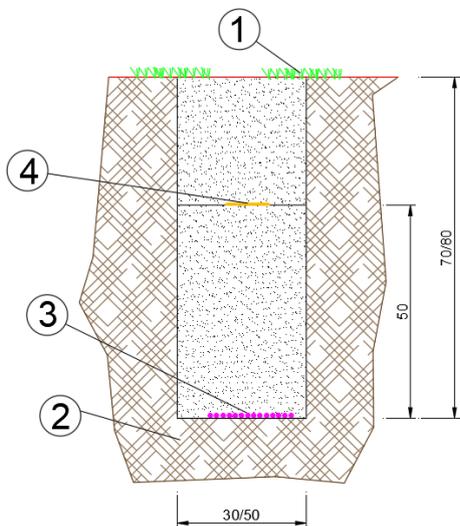
TIPICO 2
SCAVO E POSA POLIFERA PER COLLEGAMENTO CC STRINGHE E QUADRI DI CAMPO



- 1) MANTO VEGETALE
- 2) TERRENO
- 3) TUBO CORRUGATO IN PVC $\Phi 63$ o $\Phi 90$ DOPPIA PARETE

TIPICO 3

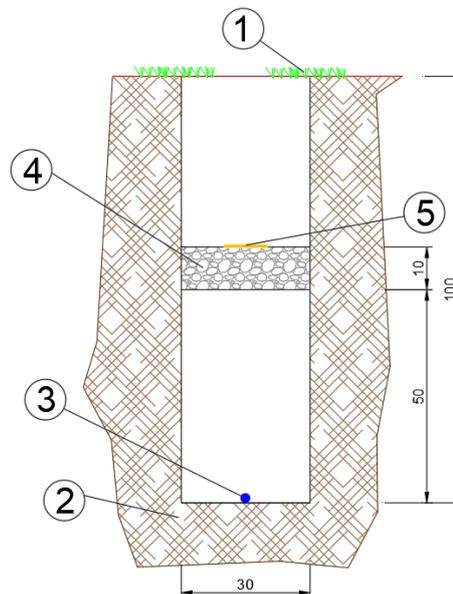
SCAVO E POSA POLIFERA PER COLLEGAMENTO
QUADRI DI CAMPO e POWER STATION



- 1) MANTO VEGETALE
- 2) TERRENO
- 3) CAVI bt IN ALLUMINIO (sezione e numero variabili)
- 4) NASTRO SEGNALATORE

TIPICO 4

SCAVO E POSA CAVO MT COLLEGAMENTO
DELLE POWER STATION



- 1) MANTO VEGETALE
- 2) TERRENO
- 3) CAVO MT
- 4) PROTEZIONE MECCANICA con MATERIALE INERTE
- 5) NASTRO SEGNALATORE

Segnalazione cavi elettrici c.a. interrati

All'interno dello scavo e a circa 30-40 cm al di sopra delle linee, il passaggio cavo sarà segnalato e identificato mediante l'utilizzo di nastri di 100 mm di larghezza, disposti per tutta la lunghezza del percorso con colori diversi a seconda del tipo di servizio e recanti la dicitura specifica come descritto di seguito:

Per linee BT: Nastro verde o giallo con avviso di presenza cavo elettrico;

Per linee MT: Nastro rosso con avviso di presenza cavo elettrico di media tensione.

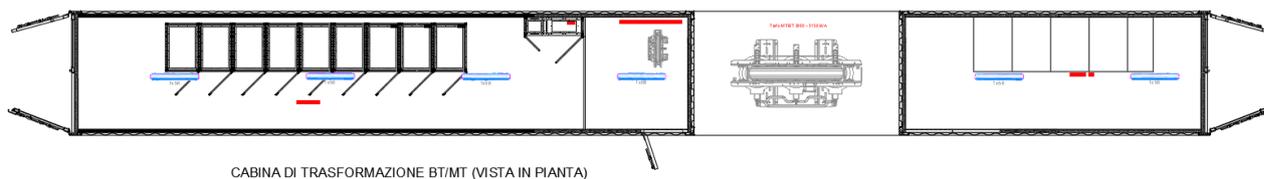
6.1.3.7 Cabinati

Saranno installati i seguenti cabinati:

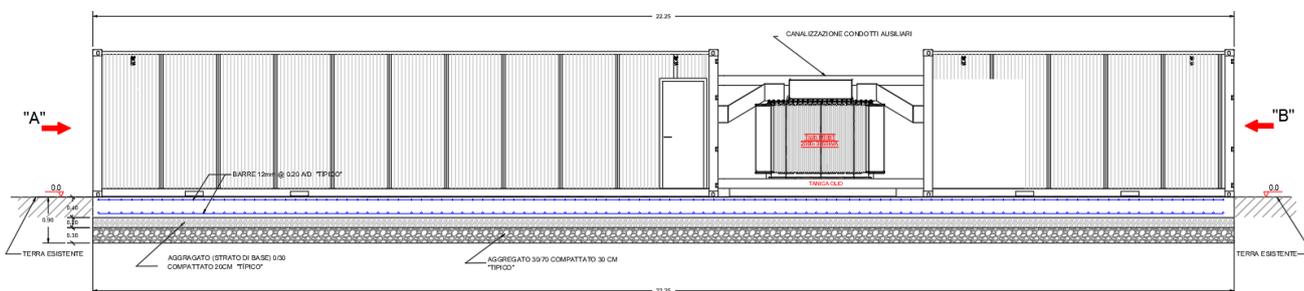
- n. 14 cabine di trasformazione BT/MT (dimensioni 22250x2440x2900 mm): cabinati in container in acciaio o ad elementi prefabbricati;
- n.2 cabine di ricezione e controllo (dimensioni 33000x6500x4000 mm): cabinati in container in acciaio o ad elementi prefabbricati.

Il dettaglio delle caratteristiche costruttive e degli elementi elettrici inclusi nei cabinati è esplicitato nei paragrafi della relazione tecnica delle opere elettriche.

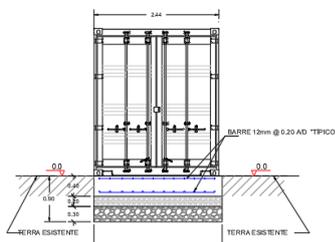
Di seguito sono riportate le tipologie e dimensioni fisiche degli elementi:



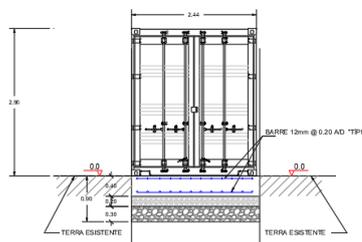
CABINA DI TRASFORMAZIONE BT/MT (VISTA IN PIANTA)



CABINA DI TRASFORMAZIONE BT/MT (PROSPETTO)

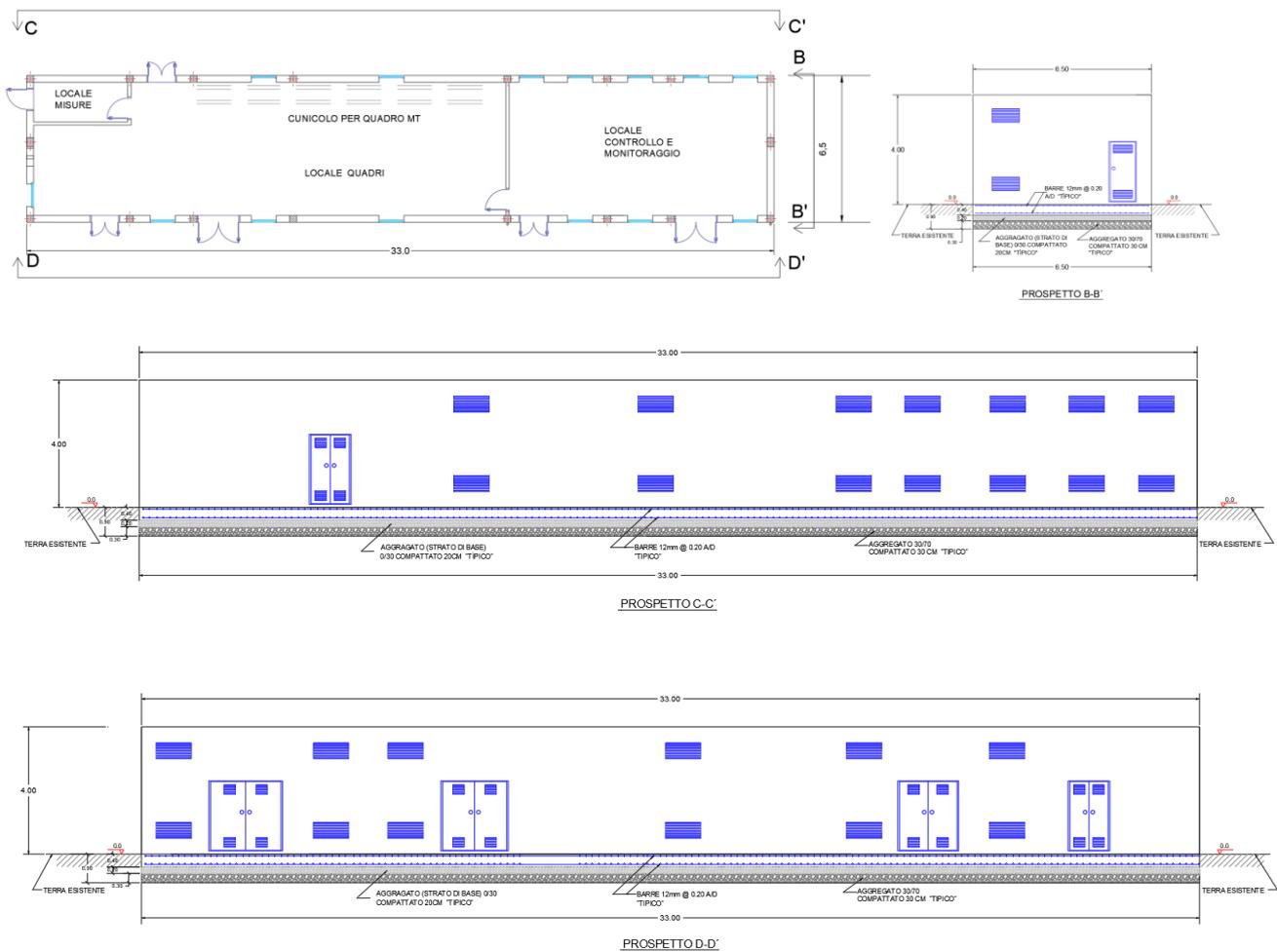


VISUALIZZAZIONE "A"



VISUALIZZAZIONE "B"

Cabina di trasformazione BT/MT



Cabina di ricezione

6.1.3.8 Basamenti e opere in calcestruzzo

Verranno realizzati dei basamenti in calcestruzzo con scavo di profondità mediamente intorno a 80-90 cm e comunque non superiore a 1,2 m.

I basamenti in calcestruzzo comprenderanno:

- basamenti dei cabinati (cabine di trasformazione BT/MT e cabine di ricezione);
- plinti di fondazione dei pali della illuminazione e videosorveglianza perimetrale: conglomerato cementizio per formazione di 5d blocco di fondazione per pali, con resistenza caratteristica a compressione non inferiore a R_{ck} 20 N/mm²; con formazione di foro centrale (anche mediante tubo di cemento rotocompresso o PVC annegato nel getto) e fori di passaggio dei cavi.
- basamenti di rinforzi dei pali della recinzione perimetrale

Di seguito la tabella riassuntiva del cemento necessario per la realizzazione delle opere di calcestruzzo da realizzarsi in sito.

RIEPILOGO CALCESTRUZZO

Totale c.l.s. gettato		591	[mc]
	Calcestruzzo per fonazione cabine	476	[mc]
	Calcestruzzo per basamenti (cancello, pali ill. e videosor)	115	[mc]

6.1.3.9 Pozzetti e camerette

L'impiego di pozzetti o camerette sarà limitato ai casi di reale necessità, per facilitare la posa dei cavi lungo percorsi tortuosi o per migliorare ispezionabilità dei giunti; saranno posizionati nei pressi delle cabine per consentire l'accesso dei cavi interrati alle condutture in ingresso alle cabine; saranno altresì posizionati nei pressi dei pali di illuminazione/video sorveglianza al fine di consentire lo smistamento delle condutture ai dispositivi localizzati nelle immediate vicinanze.

I pozzetti saranno realizzati in cemento con resistenza caratteristica a compressione non inferiore a $R_{ck} 20 \text{ N/mm}^2$, con fondo aperto formato con misto granulometrico per uno spessore di 20 cm, al fine di evitare il ristagno dell'acqua all'interno. Le coperture saranno chiusini prefabbricati in cemento armato prefabbricato o materiale di caratteristiche adeguate (policarbonato, acciaio, etc).

In fase di realizzazione dei pozzetti e relativa collocazione dei cavi occorrerà tener presente che:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine, quindi i fori devono essere dotati di adeguati colletti e condutture guida;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

6.1.3.10 Drenaggi e regimentazione delle acque meteoriche

Non si rileva necessità di un sistema di regimentazione delle acque, in quanto la superficie dell'impianto fotovoltaico sarà quasi totalmente permeabile. Le strutture di fissaggio moduli saranno tali da non ostacolare il normale deflusso delle acque superficiali, e le cabine creeranno un impedimento sostanzialmente minimo. Le strade saranno realizzate in materiale inerte drenante, per cui sarà garantita il normale scorrimento delle acque superficiali.

In ogni caso, nella eventualità in cui le proprietà drenanti della viabilità interna o delle aree di installazione delle cabine non riescano a far fronte a una regimentazione delle acque di fronte ad eventi meteorici di significativa importanza, un sistema di regimentazione può essere integrato al lato della viabilità interna e/ perimetrale e/o in

prossimità delle cabine per mezzo della costruzione di cunette drenanti realizzate effettuando uno scavo a sezione ristretta, di tipo aperto o rivestito con geo tessuto e riempito con stabilizzato di piccola pezzatura.

6.1.3.11 Opere di verde

Saranno eseguite le seguenti opere:

- Inerbimento del terreno nudo: semi, formato da un miscuglio di varietà diverse (composizione in peso: 20% *Poa pratensis*, 10% *Lolium perenne* cv. Sirtaky, 35% *Festuca arundinacea* cv. Silver Hawk, 35% *Festuca arundinacea* cv. Prospect Green), fertilizzazione alla semina con Concime NP 7-16 CaO Zn C ed insetticida antiforniche.
- Piantumazione fascia arborea di protezione e separazione, con la messa a dimora di specie arboree, arbustive e cespugliose autoctone
- Installazione dell'impianto di irrigazione fascia arborea, mediante impianto automatizzato e temporizzato, composto da una tubazione in polietilene ad alta densità o polivinile atossico, comprensivo di raccorderia, irrigatori, valvole ed innesti rapidi.

6.1.4 Componenti e opere servizi ausiliari

I servizi ausiliari della centrale fotovoltaica consistono nelle seguenti tipologie:

6.1.4.1 Sistema di monitoraggio

Il sistema sarà dotato di un sistema scada di monitoraggio delle prestazioni energetiche e degli allarmi elettrici, installato all'interno dei cabinati, la cui struttura risponda a condizioni di modularità e di rispetto dei blocchi funzionali fondamentali di cui si compone generalmente un sistema di acquisizione dati.

Il sistema è costituito da uno o più datalogger (in funzione del tipo di dispositivo e dal numero di variabili che dovrà acquisire) con moduli di espansione (sistema elettronico di controllo, di acquisizione e trasmissione dati) in grado di acquisire i dati provenienti dalle seguenti apparecchiature:

- la stazione meteo principale;
- la/e stazione/i meteo secondaria/e (eventuale);
- gli inverter;
- i relè degli interruttori MT;
- i contatti binari (ON/OFF) relativo allo stato degli interruttori dei quadri elettrici MT;
- il contatore di energia;

Permette il monitoraggio locale al servizio degli operatori di manutenzione (con tempi di latenza realtime ridottissimi) e la trasmissione via internet a web cloud con tutte le informazioni acquisiti dal campo fotovoltaico come grandezze elettriche cumulative e di dettaglio delle singole unità di produzione.

Il sistema di trasmissione dei dati per l'impianto in oggetto utilizzerà:

- preferibilmente una comunicazione a onde convogliate attraverso i cavi di potenza degli inverter (al fine di limitare la collocazione di linee dati seriale) o in alternativa con classica comunicazione seriale;
- comunicazione seriale tra i sensori e i datalogger;
- comunicazione in fibra ottica tra le cabine di campo e cabine di ricezione.

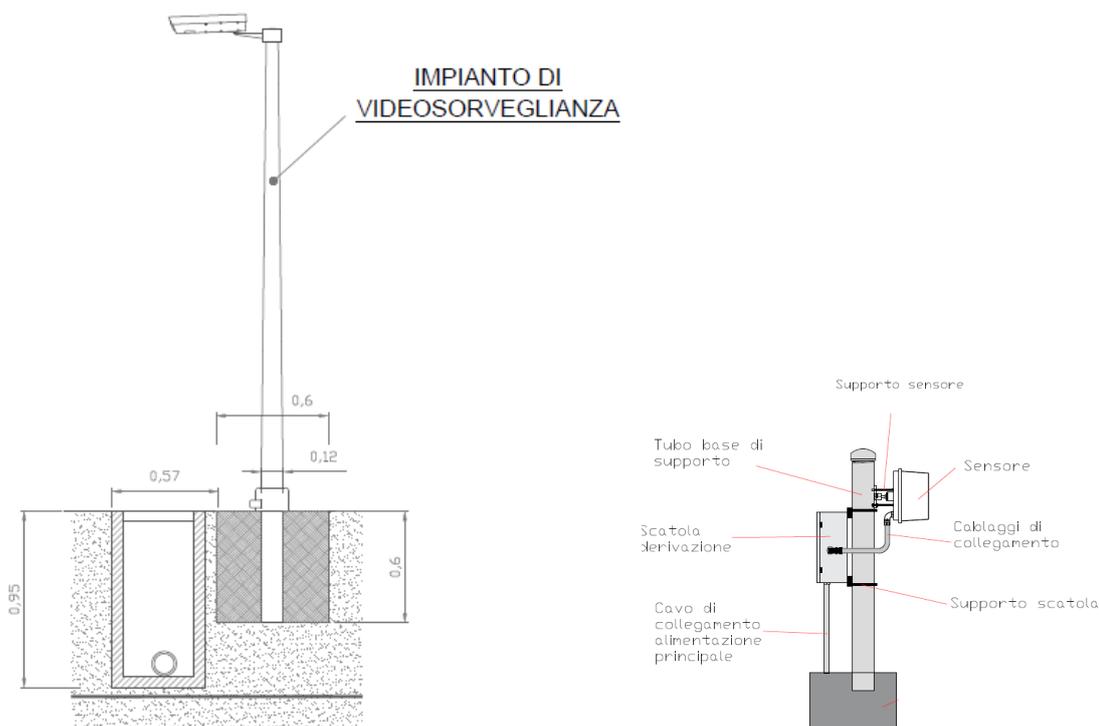
6.1.4.2 Sistema antintrusione (videosorveglianza, allarme e gestione accessi)

L'area di impianto sarà completamente recintata e sorvegliata e dotata di un sistema antintrusione che consente di inviare allarmi via web e/o SMS alla rilevazione di una infrazione, costituito dai seguenti sistemi che funzioneranno in modo integrato:

- sistema di videosorveglianza perimetrale
- sistema di allarme e antintrusione a barriere a microonde
- sistema di gestione degli accessi

Il sistema di videosorveglianza registrerà tutti gli eventi di movimenti interni all'area di progetto e di passaggio nei pressi dell'anello perimetrale. È costituito da:

- telecamere fisse con o senza faretto all'infrarosso che permettono il funzionamento 24h/24h posti su pali a una distanza l'una dall'altra di circa 30 metri;
- server per videosorveglianza, videoregistratore, monitor LCD, Armadio rack, cavi rack.



Il sistema di allarme e antintrusione a barriere a microonde rileva l'accesso nell'area dell'impianto ed in prossimità delle cabine.

- barriere a microonde (distanza RX-TX di circa 60 m) da installare lungo l'anello perimetrale ed in prossimità dei punti di accesso e cabine;

- centrale antintrusione, DGP in campo installati in adeguati box su palo, lettore di badge, tastiera di gestione, rivelatori volumetrici, rivelatori volumetrici a doppia tecnologia, contatti magnetici, sirena esterna, rilevatori di fumo, pulsante antincendio, cavi bus (RS485), cavi di allarme, cavi di alimentazione, cavi antincendio, batterie, ups, ecc

Il sistema di gestione degli accessi monitora gli stati degli ingressi del parco fotovoltaico e alle cabine di controllo e sarà implementato con sensoristica a contatti magnetici sui relativi elementi:

- cancello di ingresso
- porte della cabina di controllo

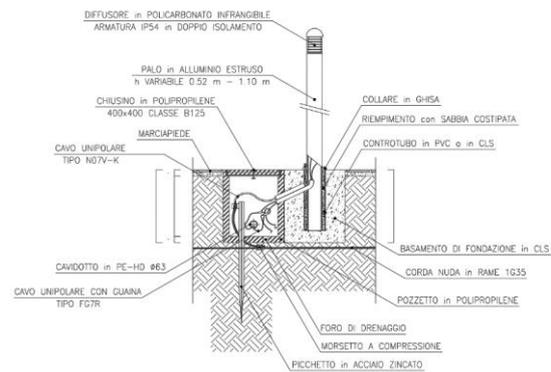
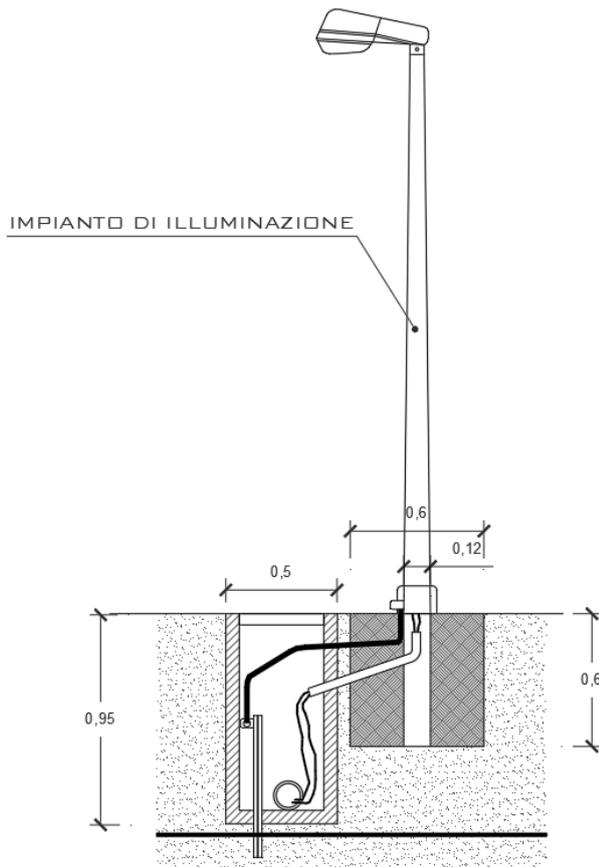
Gli accessi sono gestiti con lettori e schede badge di accesso, al fine di consentire il tracciamento storico degli operatori che hanno accesso e gestiscono nel tempo l'impianto.

I suddetti sistemi di allarme e videosorveglianza potranno essere integrati o sostituiti con altre tecnologie al momento della costruzione.

6.1.4.3 Sistema di illuminazione

Il sistema di illuminazione sarà realizzato in prossimità di accesso parco e cabine e lungo la recinzione perimetrale. La tipologia costruttiva della illuminazione perimetrale è costituita da palo di illuminazione di altezza fuori terra pari a 3,00 m posizionati all'interno dell'area, mentre per le aree nei pressi delle cabine saranno usati dei diffusori in policarbonato con altezza palo di circa un 1 metro.

I corpi illuminanti saranno con lampada a LED 50W 230V-50Hz, con riflettore con ottica antinquinamento luminoso in alluminio e diffusore in cristallo temperato resistente agli shock termici e agli urti, portalampada in ceramica, e ciascuno sarà dotato di propria protezione termica e sezionatore.



6.1.4.4 Sistema idrico

Il sistema idrico che sarà installato in campo includerà esclusivamente un impianto di irrigazione della fascia arborea di mitigazione del verde. Comprenderà un sistema di tubazioni in polietilene ad alta densità o polivinile atossico con irrigatori, valvole e innesti rapidi, connesso all'acquedotto o utilizzando una cisterna mobile munita di sistema di pressurizzazione, dotato di impianto automatizzato e temporizzato al fine di ottimizzare l'uso della risorsa idrica.

Non è prevista l'installazione di un sistema specifico distribuito in campo per la pulizia dei moduli fotovoltaici.

6.1.5 Misure di protezione dell'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico è progettato al fine di assicurare:

- la protezione delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni derivanti da loro utilizzo nelle condizioni previste;
- il suo corretto funzionamento per l'uso previsto.

Sono quindi state adottate le seguenti misure di protezione, relativa alla protezione dai contatti diretti, protezione dai contatti indiretti, protezione dalle sovracorrenti ed al sezionamento.

6.1.5.1 Misure di protezione contro i contatti diretti

Protezione totale contro i pericoli derivanti da contatti con parti in tensione, realizzata in conformità al cap. 412 della Norma CEI 64-8 mediante:

- Isolamento delle parti attive, rimovibile solo mediante distruzione ed in grado di resistere a tutte le sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposto nel normale esercizio;
- Involucri idonei ad assicurare complessivamente il grado di protezione IP XXB (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova) e, sulle superfici orizzontali superiori a portata di mano, il grado di protezione IP XXD (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova).

A tal fine saranno impiegati cavi a doppio isolamento (o cavi a semplice isolamento posati entro canalizzazioni in materiale isolante) e le connessioni verranno racchiuse entro apposite cassette con coperchio apribile mediante attrezzo.

6.1.5.2 Misure di protezione contro i contatti indiretti

Protezione contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale, realizzata sul lato BT AC dell'impianto mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione secondo il paragrafo 413.1 della norma CEI 64.8, collegando all'impianto generale di terra tutte le masse presenti negli ambienti considerati ed impiegando interruttori automatici, il tutto coordinato in modo da soddisfare la condizione di cui all'art. 413.1.3.3. della norma CEI stessa.

Per quanto riguarda la protezione dei contatti indiretti sul lato corrente alternata, tutti i dispositivi elettrici connessi e quindi anche degli inverter ed i componenti del quadro di interfaccia, fanno parte dello stesso sistema elettrico classificabile come “TN”.

Quindi la protezione contro i contatti indiretti è assicurata dai seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse e le masse estranee dell'impianto;
- scelta e coordinamento dei dispositivi di interruzione automatici della corrente di guasto, in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8;
- ricerca ed eliminazione del primo guasto a terra;
- utilizzo di dispositivi di protezione a corrente differenziale tali da garantire il rispetto della seguente relazione nei tempi riportati nella tabella che segue:

$$ZS \times I_a \leq U_0$$

dove:

Z_s	è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
I_a	è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I \cdot n$.
U_0	tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

$U_0(V)$	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Tempi massimi di interruzione per sistemi TN

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua, il sistema è gestito come IT, cioè flottante da terra, dove nessun polo viene messo a terra. Affinché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre entrare in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa. Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme. Invece eventuali guasti a livello inverter, sono monitorati dai dispositivi di protezione degli stessi inverter.

Si prevede inoltre l'interconnessione di tutte le strutture metalliche di fissaggio dei moduli fotovoltaici con un conduttore equipotenziale da 6mmq in modo da poter garantire una continuità elettrica di tutte le masse estranee.

6.1.5.3 Misure di protezione dalle sovracorrenti

Protezione contro il surriscaldamento degli isolanti dei cavi e contro gli sforzi elettromeccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni causati da correnti di sovraccarico o di cortocircuito, realizzata mediante dispositivi unici di interruzione (interruttori magnetotermici o fusibili) installati all'origine di ciascuna condotta ed aventi caratteristiche tali da interrompere automaticamente l'alimentazione in occasione di un sovraccarico o di un cortocircuito, secondo quanto prescritto nel Cap. 43 e nella sez.473 della Norma CEI 64-8 facendo riferimento alle tabelle CEI-UNEL relative alla portata dei Cavi in regime permanente.

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono state scelte in modo da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolanti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati in condizioni normali di funzionamento. Tutti gli interruttori automatici magnetotermici e magnetotermici differenziali previsti a monte di ogni condotta, sul lato in corrente alternata, sono dimensionati in modo da proteggere i cavi sia dal sovraccarico, che dal cortocircuito. Secondo la normativa CEI 64-8 le caratteristiche di funzionamento del dispositivo di protezione delle condutture elettriche dai sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{ed} \quad I_f \leq 1,45 \cdot I_z \quad \text{dove:}$$

I_b è la corrente di impiego, I_n è la corrente nominale dell'interruttore, I_z è la portata del cavo e I_f è la corrente convenzionale di sicuro funzionamento.

Per la parte in corrente continua del sistema non si prevede la protezione dai sovraccarichi in quanto la massima corrente erogabile dal campo fotovoltaico nel punto di massima potenza è approssimabile, come valore, alla massima corrente che il campo è in grado di erogare (corrente di corto-circuito). È quindi condizione sufficiente alla verifica della protezione dal sovraccarico che:

$$I_b \leq I_z$$

dove I_b corrisponde alla massima corrente erogabile dal campo fotovoltaico mentre I_z è la corrente in regime permanente della condotta elettrica. La seconda condizione risulta verificata utilizzando interruttori magnetotermici commerciali nei quali la corrente convenzionale di intervento $I_f = 1,45 I_n$.

Per quanto riguarda il corto circuito nella sezione di impianto in corrente continua, come già detto, la protezione è assicurata dalla caratteristica di generazione tensione-corrente dei moduli fotovoltaici che limitano la corrente di corto-circuito ad un valore noto e di poco superiore alla corrente massima erogabile al punto di funzionamento alla massima potenza, con la quale potenza sono state dimensionate le condutture elettriche.

Per gli impianti in corrente alternata occorre proteggere le condutture elettriche dalle correnti di corto-circuito provenienti dalla rete. Si verifica in particolare la condizione che:

$$I^2 t < K^2 S^2$$

dove:

$I^2 t$ è l'integrale di Joule per la durata del corto circuito in $A^2 \cdot s$ cioè lasciata transitare nel cavo dalla corrente di corto-circuito.

K è la costante caratteristica dei cavi;

S è la sezione del conduttore di protezione in mm^2 .

In definitiva, analizzando le curve di intervento del dispositivo di protezione scelto, le sezioni dei cavi adottate, e le correnti di corto-circuito presunte nel punto di consegna dell'energia dovrà verificarsi che in condizioni di corto-circuito l'energia lasciata transitare dal dispositivo di protezione, prima dell'intervento, non danneggi la conduttura elettrica interessata.

6.1.5.4 Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaico nei confronti sia della rete di autoproduzione che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20 e s.m.i con riferimento a quanto contenuto nei documenti di unificazione Enel / Terna. L'impianto dovrà essere equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su 3 livelli:

- Dispositivo generale.
- Dispositivo di sicurezza;
- Dispositivo del generatore;

Il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anomali le condizioni di funzionamento che fuoriescono da un determinato range di parametri che vengono monitorati sul lato di media tensione:

- minima e massima tensione di fase;
- minima e massima corrente di fase
- minima e massima frequenza;
- corrente direzionale di terra;
- massima tensione omopolare;

6.1.5.5 Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

L'impianto fotovoltaico non influisce sulla forma o sul volume del sito di installazione pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta delle strutture.

Per quanto riguarda la fulminazione indiretta, i moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti del sistema, tra cui in particolare gli inverter. I morsetti degli inverter sono protetti internamente con propri SPD ed in caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter.

La protezione contro le fulminazioni indirette è inoltre attuata mediante percorsi di cablaggio minimi al di fuori dei canali di protezione, privi di spire e con i conduttori di andata e ritorno mantenuti raggruppati. Sono inoltre adottate le misure di protezione del quadro elettrico in media tensione ed in particolare:

- realizzazione dei necessari collegamenti equipotenziali;
- installazione di SPD all'ingresso.

Le strutture metalliche dell'impianto verranno collegate all'impianto di terra unico dell'impianto fotovoltaico.

6.1.6 Criteri dimensionali

6.1.6.1 Generatore fotovoltaico – Criteri di dimensionamento

Gli impianti fotovoltaici saranno realizzati con componenti che assicurano l'osservanza delle due seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0.85 P_{nom} \cdot \frac{I}{I_{stc}}$$

$$P_{ca} > 0.9 P_{cc}$$

dove:

- P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento in W/mq misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;
- $I_{stc} = 1.000$ W/mq, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

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

Al fine del rispetto delle condizioni sopra descritte gli impianti fotovoltaici oggetto della presente relazione saranno realizzati utilizzando moduli fotovoltaici ad elevate prestazioni e gruppi di conversione della corrente continua in alternata ad elevata efficienza.

Al termine dei lavori saranno effettuate tutte le verifiche tecnico-funzionali, in particolare:

- Esame a vista per accertare la rispondenza dell'opera e dei componenti alle prescrizioni tecniche e di installazione previste dal progetto definitivo;
- Verifica delle stringhe fotovoltaiche;
- Misura dell'uniformità della tensione a vuoto;
- Misura dell'uniformità della corrente di cortocircuito;
- Misura della resistenza di isolamento dei circuiti tra le due polarità lato Corrente continua e terra e lato alternata tra conduttori e terra;
- Verifica del grado di protezione dei componenti installati;
- Verifica della continuità elettrica del circuito di messa a terra e scaricatori;
- Verifica e controllo tramite battitura dei cavi di collegamento del circuito elettrico di tutto il sistema;
- Isolamento dei circuiti elettrici e delle masse;
- Corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dai gruppi di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete).

La potenza nominale dell'impianto fotovoltaico è intesa come somma delle potenze nominali dei singoli moduli fotovoltaici scelti per realizzare il generatore fotovoltaico. Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito tenendo conto della superficie utile disponibile, dei distanziamenti da mantenere tra filari di moduli per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione dei locali di conversione e trasformazione, di consegna e ricezione.

Il numero di moduli necessari per la realizzazione del generatore è stato calcolato applicando la seguente relazione:

$$N \text{ moduli} = (P_n \text{ generatore}) / (P_n \text{ modulo})$$

dove:

- P_n generatore è la potenza nominale del generatore fotovoltaico (misurata in W);
- P_n modulo è la potenza nominale del modulo fotovoltaico (misurata in W).

L'impianto sarà suddiviso in 14 sottocampi per ognuno dei quali si dovrà realizzare un locale di conversione e trasformazione, all'interno del quale saranno installati i quadri elettrici di bassa tensione, i trasformatori MT/BT, i dispositivi di protezione dei montanti di media tensione dei trasformatori, un interruttore generale di media tensione e l'alimentazione dei dispositivi ausiliari.

Definito il layout dell'impianto (soluzione con inverter di stringa) il numero di moduli della stringa e il numero di stringhe da collegare in parallelo, sono stati determinati coordinando opportunamente le caratteristiche dei moduli fotovoltaici con quelle degli inverter scelti, rispettando le seguenti 4 condizioni:

1. la massima tensione del generatore fotovoltaico deve essere inferiore alla massima tensione di ingresso dell'inverter;
2. la massima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
3. la minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere inferiore alla minima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
4. la massima corrente del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima corrente in ingresso all'inverter.

Per la verifica delle suddette condizioni sono state applicate le formule di seguito riportate.

Verifica della condizione 1

La massima tensione del generatore fotovoltaico è la tensione a vuoto di stringa calcolata alla minima temperatura di funzionamento dei moduli, in genere assunta pari a:

- 10° C per le zone fredde;

0° C per le zone meridionali e costiere.

La tensione massima del generatore fotovoltaico alla minima temperatura di funzionamento dei moduli si calcola con la seguente espressione:

$$UMAXFV(\theta_{min}) = N_s \cdot UMAX_{modulo}(\theta_{min}) [V]$$

dove N_s è il numero di moduli che costituiscono la stringa, $UMAX_{modulo}(\theta_{min})$ è la tensione massima del singolo modulo alla minima temperatura di funzionamento.

Quest'ultima può essere calcolata con la seguente espressione:

$$UMAX_{modulo}(\theta_{min}) = U_{oc}(25^\circ C) - \beta \cdot (25 - \theta_{min})$$

dove:

- $U_{oc}(25^\circ C)$ è la tensione a vuoto del modulo in condizioni standard il cui valore viene dichiarato dal costruttore;
- β è il coefficiente di variazione della tensione con la temperatura, anch'esso dichiarato dal costruttore.

Deve risultare pertanto:

$$UMAXFV(\theta_{min}) = N_s \cdot UMAX_{modulo}(\theta_{min}) = N_s \cdot [U_{oc}(25^\circ C) - \beta (25 - \theta_{min})] \leq U_{maxinverter}$$

essendo $U_{maxinverter}$ la massima tensione in ingresso all'inverter, deducibile dai dati di targa.

Verifica della condizione 2

La massima tensione del generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza rappresenta la tensione di stringa calcolata con irraggiamento pari a 1.000 W/mq, e può essere calcolata con la seguente espressione:

$$UMPPTMAX FV (\theta_{min}) = N_s \cdot UMPPTMAX \text{ modulo } (\theta_{min})$$

dove:

- N_s è il numero di moduli collegati in serie;
- $UMPPTMAX \text{ modulo } (\theta_{min})$ è la massima tensione del modulo FV nel punto di massima potenza calcolabile

nel seguente modo:

$$UMPPTMAX \text{ modulo } (\theta_{min}) = UMPPT - \beta \cdot (25 - \theta_{min})$$

essendo $UMPPT$ la tensione del modulo in corrispondenza del punto di massima potenza, dichiarata dal costruttore.

Ai fini del corretto coordinamento occorre verificare che:

$$UMPPTMAX FV (\theta_{min}) = N_s \cdot [UMPPT - \beta \cdot (25 - \theta_{min})] \leq UMPPTMAX \text{ INVERTER}$$

dove $UMPPTMAX \text{ INVERTER}$ è la massima tensione del sistema MPPT dell'inverter, deducibile dai dati di targa.

Verifica della condizione 3

La minima tensione del generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza è la tensione di stringa calcolata con:

- irraggiamento pari a 1.000 W/mq
- temperatura θ_{max} pari a 70-80°C

e può essere calcolata con la seguente espressione:

$$UMPPT \text{ min FV} = N_s \cdot UMPPT \text{ min modulo}$$

dove:

- N_s è il numero di moduli collegati in serie;
- $UMPPT \text{ min modulo}$ è la tensione minima del modulo nel punto di massima potenza, calcolabile nel seguente modo:

$$UMPPT \text{ min modulo} = UMPPT \text{ modulo} - \beta \cdot (25 - \theta_{max})$$

Ai fini del corretto coordinamento deve risultare:

$$UMPPT \text{ min FV} = N_s \cdot [UMPPT \text{ modulo} - \beta \cdot (25 - \theta_{max})] \geq UMPPT \text{ min INVERTER}$$

essendo $UMPPT \text{ min INVERTER}$ la minima tensione nel punto di massima potenza del sistema MPPT dell'inverter, deducibile dai dati di targa.

Verifica della condizione 4

La massima corrente del generatore FV è data dalla somma delle correnti massime erogate da ciascuna stringa in parallelo.

La massima corrente di stringa è calcolabile nel seguente modo:

$$I_{stringa,Max} = 1,25 \cdot I_{sc}$$

dove:

- $I_{stringa,Max}$ è la massima corrente erogata dalla stringa;
- I_{sc} è la corrente di cortocircuito del singolo modulo;
- 1,25 è un coefficiente di maggiorazione che tiene conto di un aumento della corrente di cortocircuito del modulo a causa di valori di irraggiamento superiori a 1.000 W/mq.

Per il corretto coordinamento occorre verificare che:

$$I_{maxFV} = N_p \cdot 1,25 \cdot I_{sc} \leq I_{max Inverter}$$

dove:

- $I_{max FV}$ è la massima corrente in uscita dal generatore fotovoltaico;
- N_p è il numero di stringhe in parallelo;
- $I_{max inverter}$ è la massima corrente in ingresso all'inverter.

6.1.6.2 Cavi elettrici lato c.c.– Criteri dimensionali

La scelta delle sezioni dei cavi è effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-UNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8.

Tuttavia, al fine di garantire un elevato standard delle prestazioni di generazione, i cavi sono dimensionati in modo da limitare la caduta di tensione e perdita media percentuale secondo il seguente dettaglio:

VALORI AMMISSIBILI (Valori Massimi)	
Lato in corrente continua (DC)	
Caduta di tensione percentuale DC (*)	
Caduta di tensione percentuale DC: Tratto stringhe-inverter distribuiti	2.00%
Totale caduta di tensione percentuale massima DC	2.00%
Perdite medie percentuali DC	
Perdite medie percentuali DC non deve superare all'interno dell'intero parco fotovoltaico	1.00%

(*) Valori di riferimento i valori massimi di funzionamento in condizioni standard (STC) (I_{mppt} e V_{mppt}).

6.1.6.3 Cavi elettrici lato c.a. – Criteri dimensionali

La scelta delle sezioni dei cavi è effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-UNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8.

Tuttavia, per i cavi di distribuzione dell'energia prodotta, al fine di garantire un elevato standard delle prestazioni di generazione, i cavi di potenza sono dimensionati in modo da limitare la caduta di tensione e perdita media percentuale secondo il seguente dettaglio:

VALORI AMMISSIBILI (Valori Massimi)	
Lato in corrente alternata (AC)	
Caduta di tensione percentuale AC	
Caduta di tensione percentuale AC: Tratto tra inverter e cabine di trasformazione	1.50%
Caduta di tensione percentuale AC: Tratto tra ultima cabina trasformazione e la cabina ricezione del campo	0.50%
<hr/>	
Totale caduta di tensione percentuale massima AC	2.00%
Perdite medie percentuali AC	
Perdite medie percentuali AC non deve superare all'interno dell'intero parco fotovoltaico	2.00%

Caduta di tensione percentuale totale (DC + AC) dai capi dei pannelli fino al punto di consegna sarà limitata sotto il 5%.

Per quanto riguarda la disposizione dei percorsi dei cavi, viene data preferenza al metodo parallelo o perpendicolare rispetto alla disposizione delle file delle vele fotovoltaiche. Sono ammesse disposizioni inclinate per le connessioni tra gli inverter e la cabina di trasformazione e di norma detti percorsi, saranno fatti convergere ai margini della viabilità interna e/o dei percorsi e lontano dai pali delle strutture di supporto dei moduli.

La portata delle condutture (nei tratti ove presente) sarà commisurata alla potenza totale da installare.

6.1.6.4 Canalizzazioni – Criteri dimensionali

Il dimensionamento della canalizzazione segue i seguenti criteri di dimensionamento:

- Il diametro interno dei tubi sarà maggiore o al limite uguale a 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti, in ogni caso non inferiore a 16mm.
- Il numero di cavi installati all'interno delle canaline e dei tubi non deve occupare più del 50% dello spazio disponibile nei canali.
- I tubi devono avere un diametro sufficientemente grande per permettere ai cavi contenuti all'interno di essere facilmente svitati e riavvitati senza danneggiare né i cavi o i tubi.

In particolare, occorrerà attenzione che:

- le estremità di tutte le linee interrato siano protette e collegate alle apparecchiature mediante un collegamento con passacavo in PVC e con un traverso e pozzetto di ispezione, in modo da garantire la protezione meccanica contro gli urti accidentali per tutta la lunghezza del percorso.
- i tubi vengano sigillati alle loro estremità con materiale adeguato ad assicurare opportuna tenuta d'acqua.
- i livelli di protezione contro il contatto diretto saranno quelli previsti dalle norme, utilizzando gli accessori necessari (angoli, diramazioni, ecc.). Più specificamente tutti i cavi di alimentazione con tensioni nominali diverse devono essere separati da barriere adeguate.

6.2 DESCRIZIONE TECNICA DELLE OPERE DI CONNESSIONE

6.2.1.1 Descrizione e caratteristiche generali – opere connessione

Il Progetto prevede la realizzazione di un elettrodotto interrato MT 30kV, interamente su territorio del comune di Rotello, realizzato con cavo unipolare avente sezione di 500 mm² del tipo ARE4H1R 18/30 kV avente una lunghezza complessiva di 5,6 km diviso in due tratte, una pari a 2,75 km collega la porzione di impianto FV “Rotello 1” a “Rotello 2” e la seconda tratta pari a 2,85 km collega l’impianto FV “Rotello 2” con il futuro stallo da costruire nel punto di raccolta denominato “Piana della Fontana”, dove avverranno le rispettive trasformazioni MT/AT. Un cavo AT interrato 87/150 kV della sezione di 1.600 mm², della lunghezza di circa 500 m conetterà poi il presente punto di raccolta con la stazione elettrica della RTN Rotello, in modo tale che cinque diversi impianti occuperanno un solo stallo sulla stazione RTN.

Per quanto concerne il cavidotto MT, esso verrà interrato ad una profondità minima di 1,2 metri e posati su un letto di sabbia vagliata; la distanza minima tra le coppie di terne, disposte a trifoglio, sarà pari a 25 cm; oltre alla segnalazione in superficie della presenza del cavidotto mediante opportuni ceppi di segnalazione, verrà anche posizionato del nastro monitore al di sopra dei cavi al fine di segnalarne preventivamente la presenza in caso di esecuzione di scavi; la larghezza dello scavo è di circa 70 cm alla base, arrivando a circa 1 metro in cima, mentre la quota di posa delle terne di cavi sarà pari a circa 1,1 metro di profondità, quindi posati su circa 10 cm di sabbia o terra vagliata.

Per quanto concerne la Stazione Elettrica, l’area sulla quale insisterà è di circa 10.993 m²; al termine dei lavori di costruzione sarà interamente recintata un’area di 6.325 m². All’interno della stazione sono previsti sei diversi locali, uno per ciascuno dei cinque produttori che si conetteranno al punto di raccolta ed uno dedicato al sistema di comando e controllo dello stallo arrivo linea 150 kV in cavo dalla SE 150 kV Rotello; i movimenti di terra per la realizzazione del punto di raccolta consisteranno nei lavori civili di preparazione del terreno e negli scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione (edifici, portali, fondazioni macchinari e apparecchiature, ecc.); l’area di cantiere sarà costituita essenzialmente dall’area su cui insisterà l’impianto; i lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche e fisico/meccaniche del terreno, consisteranno in un lieve sbancamento al fine di ottenere un piano a circa meno 50÷60 cm rispetto alla quota del piazzale di stazione, ovvero in uno “scotico” superficiale di circa 30÷40 cm con scavi a sezione obbligata per le fondazioni; la quota di imposta del piano di stazione sarà stabilita in modo da ottimizzare i volumi di scavo e di riporto.

Per quanto concerne il cavidotto AT, si prevede una posa in trincea con disposizione dei cavi a “trifoglio”, che verranno interrati ad una profondità di 1,6 metri e posati su un letto in calcestruzzo C12/15 con spessore di circa

10 cm; al di sopra dei cavi verrà posato uno strato di circa 50 cm di sabbia e una tegola a protezione meccanica del cavo; il completamento del riempimento avverrà con materiale di risulta o di riporto, e sarà collocato un nastro monitore all'incirca a metà dello strato del materiale sovrastante il cavo; l'attraversamento di tratti su strade avverrà nelle modalità prescritte dagli enti proprietari; in corrispondenza di attraversamenti stradali ovvero di interferenza con sottoservizi (gasdotti, cavidotti, fognature e scarichi etc.) si dovrà provvedere all'utilizzo di tubazioni PVC serie pesante, e i cavi dovranno essere posati all'interno di tubi inglobati in manufatti in cemento; nel caso le prescrizioni degli enti o la tipologia di tratta da scavare (dovuta eventualmente a particolari esigenze di servizio della stazione di Terna) non consenta la possibilità di operare con scavi a cielo aperto ovvero con chiusure parziali della strada, si dovrà prevedere l'utilizzo di sistemi di perforazione teleguidata per la posa dei tubi all'interno dei quali alloggiare i cavi.

6.2.1.2 Criteri di progettazione

La progettazione dell'opera oggetto è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato, nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il posizionamento più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. In particolare, il percorso del cavidotto, di lunghezza pari a 5,6 km completamente interrato, seguirà integralmente strade preesistenti provinciali e comunali, permettendo la minimizzazione degli impatti dei lavori di realizzazione dell'opera sull'habitat locale.

Tra le possibili soluzioni di localizzazione della stazione elettrica è stato individuato il sito avente le migliori caratteristiche in ragione delle peculiarità dell'area sotto il profilo: i. della sua orografia; ii. della destinazione urbanistica e dei vincoli nel loro complesso; iii. della vicinanza alla SE Rotello.

6.2.1.3 Dati di progetto

Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali di riferimento per la realizzazione delle presenti opere sono le seguenti:

Massima temperatura ambiente per l'esterno	+40 °C
Minima temperatura ambiente per l'esterno	-25 °C
Umidità relativa massima per l'interno	90 %
Altezza dell'installazione sul livello del mare	< 1.000 m
Classificazione sismica	Ag/g 0,25 – Zona 2

Zona climatica secondo CEI 11-60

A

Il progetto prevede, per coprire le diverse esigenze ambientali che si possono presentare nella rete italiana, per apparecchiature installate all'esterno, un campo di temperature di normale esercizio fra -25 °C e +40 °C; un tipo di isolamento "normale" (salinità di tenuta di 14 g/l) o "antisale" (56 g/l per il 132-150 kV); una altitudine massima di installazione di 1000 m s.l.m..

Dati elettrici di progetto

STAZIONE 150/30 KV	
Tensione nominale del sistema AT	150 kV
Tensione massima del sistema AT	170 kV
Tensione nominale del sistema MT	30 kV
Tensione massima del sistema MT	36 kV
Frequenza nominale	50 kV
Corrente nominale sbarre AT	1.250 A
Corrente nominale stalli AT	1.250 A
Corrente nominale guasto a terra del sistema AT	31,5 kA x 1"
Stato del neutro AT	francamente a terra
Stato del neutro MT	isolato
CAVIDOTTO MT	
Tensione nominale	30 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione massima	36 kV
Tensione di tenuta a frequenza industriale	50 kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico	125 kV
CAVO AT	
Tensione nominale del sistema	150 kV
Tensione massima del sistema	170 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente nominale ¹	984 A
1) Posa a trifoglio, con conduttori contigui, atterramento schermi in modalità cross-bonded o single-point bonded.	

6.2.2 Cavidotto MT - Descrizione e caratteristiche tecniche

Descrizione sintetica del cavidotto MT

Il **cavidotto MT** collegherà l'impianto fotovoltaico Rotello 43, suddiviso in due sotto parchi denominati "Rotello 1" e "Rotello 2", alla futura stazione di trasformazione 30/150 kV del produttore ubicata a sua volta all'interno di un punto di raccolta condiviso da altri 4 produttori e denominato "Piana della Fontana". Il **cavidotto MT** ha una lunghezza complessiva di 5,6 km diviso in due tratte. La prima tratta collega la porzione di impianto FV "Rotello 1" a "Rotello 2" con una potenza massima complessiva in transito pari a circa 24,5 MW. La seconda tratta collega l'impianto FV "Rotello 2" – avente potenza pari a 14,4 MW – con il futuro stallo del produttore nel punto di raccolta. I cavi provenienti da "Rotello 1" si collegano, secondo uno schema "entraesci", ai quadri di media del sottocampo "Rotello 2" e quindi la massima potenza transitabile nella seconda tratta di cavi MT è pari a 38,925 MW, data dalla somma della massima potenza del sottocampo "Rotello 1" e del sottocampo "Rotello 2". La tensione di esercizio è di 30 kV e la lunghezza della prima tratta è pari a 2,75 km mentre la seconda è pari a 2,85 km, e in entrambi i percorsi saranno posate due terne di cavo unipolare avente sezione di 500 mm² del tipo ARE4H1R 18/30 kV. Nella tabella seguente sono sintetizzati i valori di cui sopra, con la formazione dei cavi MT e le relative cadute di tensione e potenza, espresse in percentuale:

Impianto	Partenza	Arrivo	Potenza transito	km	Formazione	%V	%P
ROTELLO	Rotello 1	Rotello 2	24,525 MW	2,75	2x3x1x500	0,41	0,28
	Rotello 2	PR Piana della Fontana	38,925 MW	2,85	2x3x1x500	0,67	0,46

Posa del cavo interrato

Il cavidotto verrà interrato ad una profondità minima di 1,2 metri e posati su un letto di sabbia vagliata; la distanza minima tra le coppie di terne, disposte a trifoglio, sarà pari a 25 cm; oltre alla segnalazione in superficie della presenza del cavidotto mediante opportuni ceppi di segnalazione, verrà anche posizionato del nastro monitore al di sopra dei cavi al fine di segnalarne preventivamente la presenza in caso di esecuzione di scavi; la larghezza dello scavo è di circa 70 cm alla base, arrivando a circa 1 metro in cima, mentre la quota di posa delle terne di cavi sarà pari a circa 1,1 metro di profondità, quindi posati su circa 10 cm di sabbia o terra vagliata. Di seguito, sezione di posa in opera del **cavidotto**.

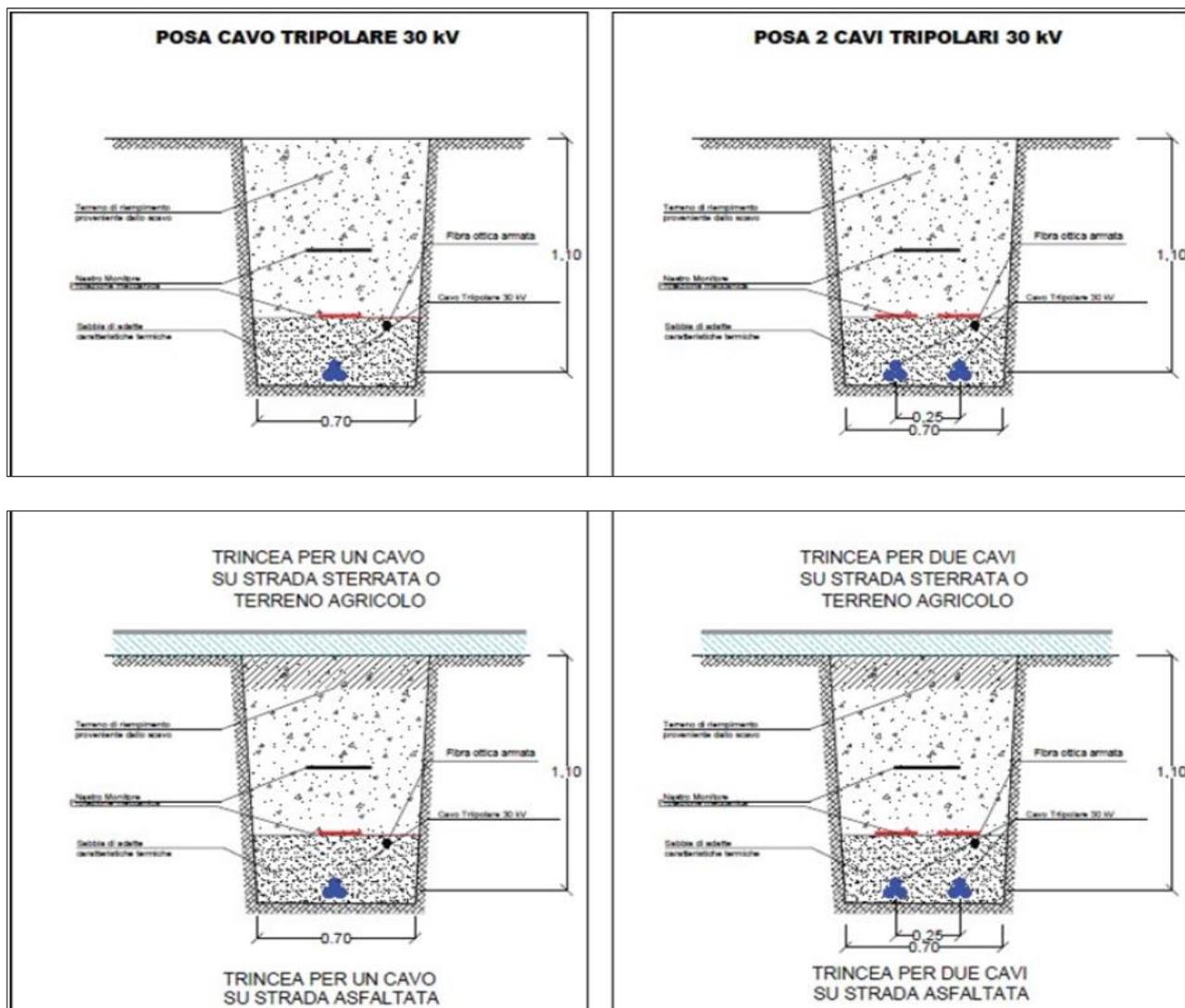


Figura: tipici di posa del cavidotto.

Le terminazioni dei cavi di MT saranno dotate di terminali unipolari, con isolamento estruso, mentre gli schermi dei cavi stessi saranno messi a terra in corrispondenza delle terminazioni. I giunti che si andranno ad impiegare saranno quelli unipolari dritti, con isolamento a spessore ridotto e schermo in tubo di alluminio. Infine, i cavi saranno ulteriormente protetti tramite la posa superiore di tegoli di protezione.

Realizzazione dei cavidotti

Le fasi lavorative necessarie alla realizzazione degli elettrodotti in cavo interrato sono:

- scavo in trincea;
- posa cavi;
- rinterri trincea;
- esecuzione giunzioni e terminali;

- rinterro buche di giunzione.

Lo scavo della trincea avverrà tramite escavatore a benna stretta con tratti pari all'incirca alla pezzatura dei cavi da posare (250-300 m). Agli estremi di queste tratte verranno realizzate le buche per i giunti, mentre il terreno scavato verrà posato, durante la fase di posa dei cavi, al fianco dello scavo stesso. Una volta completata la posa il medesimo terreno verrà riutilizzato per ricoprire lo scavo, con il vantaggio di ridurre sensibilmente la quantità di materiale conferito in discarica ed il transito di mezzi pesanti. Lo scavo, per tutto il periodo nel quale sarà aperto, verrà opportunamente delimitato da recinzione. Una volta creato il letto di posa (sabbia o terreno vagliato) verranno posizionati i rulli sui quali far scorrere il cavo, mentre alle estremità verranno posti un argano per il tiro e le bobine. Una volta realizzati i giunti, all'interno delle apposite buche, ospitanti le selle di supporto protette da cassonetti di muratura, le buche stesse verranno riempite con sabbia vagliata e materiale di riporto. Gli impatti maggiori previsti per queste attività riguardano l'emissione di rumore, comunque limitato al solo utilizzo dell'escavatore, e di polveri anch'esse limitate dalla posa del terreno asportato di fianco allo scavo stesso e successivamente riutilizzato per il riempimento del cavidotto.

6.2.3 Stazione Elettrica 150/30KV - Descrizione e caratteristiche tecniche

Descrizione del sito, ubicazione e accessi

L'area di intervento per la realizzazione della **stazione elettrica** rientra totalmente nel Comune Rotello, facente parte della Provincia di Campobasso. L'intervento ricade all'interno del futuro denominato "Piana della Fontana", su un'area catastalmente individuata dalla particella 43 del foglio catastale 30 del Comune di Rotello. L'area sulla quale insisterà la **stazione elettrica** è di circa 10.993 m². Al termine dei lavori di costruzione sarà interamente recintata un'area di 6.325 m². L'accesso all'area di progetto avverrà attraverso l'utilizzo della viabilità esistente, dalla quale si dirama la strada di accesso agli impianti di tutti i produttori, per come previsti sulla particella 43 del foglio 30 del Comune di Rotello, che sarà realizzata sul lato Nord della particella medesima. La stessa resterà a servizio anche delle colture presenti nell'area a Ovest del punto di raccolta.

Disposizione elettromeccanica stazione elettrica

Il punto di raccolta "Piana della Fontana", come meglio individuabile nel documento 04352 – Planimetria reparto AT, sarà del tipo a singola sbarra con isolamento in aria (AIS), e nella sua massima estensione sarà costituito da:

- No. 1 stallo arrivo linea 150 kV in cavo dalla SE 150 kV Rotello, dotato delle seguenti apparecchiature:
 - No. 1 sezionatore orizzontale di linea 170 kV, 1.250 A con lame di messa a terra lato linea;
 - No. 3 trasformatori di tensione capacitivi isolati in olio/SF6 con due avvolgimenti protezioni di cui uno con collegamento a triangolo aperto ed uno afferente al circuito di misura;
 - No. 1 interruttore tripolare 170 kV, 2.000 A, isolato in SF6; No. 3 trasformatori di corrente 170 kV isolati in SF6 con due avvolgimenti afferenti al circuito di protezione, ed un avvolgimento riguardante il circuito di misura;
 - No. 1 sezionatore orizzontale di sbarra 170 kV, 1.250 A con lame di messa a terra lato sbarra, avente le funzioni di atterramento delle sbarre per consentire attività manutentive;

- No. 1 sistema di sbarre AT 150 kV, composto da:
 - No. 3 trasformatori di tensione capacitivi isolati in olio/SF6 con due avvolgimenti protezioni di cui uno con collegamento a triangolo aperto ed uno afferente al circuito di misura;
 - No. 1 colonnino per sostegno calata dalla sbarra allo stallo arrivo linea 150 kV in cavo da SE Rotello;
 - No. 12 passi sbarra, realizzati con tubo in lega di alluminio di diametro 100 mm sostenuto da isolatori portanti;

- No. 5 stalli trasformatore AT/MT per gli impianti di produzione, ciascuno dotato di:
 - No. 1 sezionatore verticale di sbarra 170 kV, 1.250 A;

- No. 3 trasformatori di tensione induttivi isolati in olio/SF6 con due avvolgimenti afferenti al circuito di protezione di cui uno con collegato a triangolo aperto e due avvolgimenti riguardanti il circuito di misura, di cui uno con certificato UTF;
- No. 1 interruttore tripolare 170 kV, 2.000 A, isolato in SF6;
- No. 3 trasformatori di corrente 170 kV isolati in SF6 con due avvolgimenti afferenti al circuito di protezione, e due avvolgimenti riguardanti il circuito di misura, di cui uno con certificato UTF;
- No. 3 scaricatori di sovratensione 170 kV ($COV \geq 108$ kV) completi di contascariche;
- No. 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza prevista per ciascun impianto, utilizzando il criterio previsto dal Codice di Rete, per il quale la potenza apparente del trasformatore debba essere $\geq 120\%$ P_n impianto fotovoltaico. Il trasformatore sarà dotato di variatore sotto carico $\pm 10 \times 1,25\%$ e sarà di gruppo vettoriale YNd11. Il neutro AT sarà accessibile e ad isolamento pieno. Il trasformatore sarà conforme alla fase-2 del Regolamento Commissione UE 21 Maggio 2014 No. 548/2014, circa la riduzione delle perdite.

Fabbricati

Nella stazione sono previsti sei diversi locali, uno per ciascuno dei produttori connessi al punto di raccolta ed uno dedicato al sistema di comando e controllo dello stallo arrivo linea 150 kV in cavo dalla SE 150 kV Rotello. Ogni fabbricato sarà a distanza di sicurezza dalle parti in tensione, come da norma CEI EN 61936-1:2014-09, ivi incluse le distanze minime dai trasformatori con volume di liquido superiore a 1.000 litri. Ove tale distanza non sia rispettata verranno realizzate pareti divisorie con resistenza al fuoco \geq EI 60 come da norma CEI EN 61936-1:2014-09.

FABBRICATO UTENTE 1, 2, 3, 4, 5

L'edificio del fabbricato comandi di ciascun montante produttore sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta circa 27 x 5,5 m ed altezza fuori terra di circa 3,90 m. Esso sarà destinato a contenere i quadri di comando e controllo dello stallo AT/MT, gli apparati di telecontrollo sia del montante AT/MT che del parco fotovoltaico, il quadro MT per la connessione del parco fotovoltaico al trasformatore AT/MT, i servizi ausiliari dello stallo (intesi come le batterie, i quadri BT in cc ed in ca, il trasformatore servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza), un locale dedicato al sistema di misura UTF, un locale di servizio per la manutenzione ed i servizi igienici. Saranno incluse le opere di finitura consone al tipo di locale, quali il pavimento flottante, il tinteggio dei locali, l'installazione dell'impiantistica per illuminazione, forza motrice, anti-intrusione, controllo e sorveglianza, rilevazione incendi, la posa della segnaletica di sicurezza prevista, unitamente ai presidi antincendio ed all'impianto idraulico/sanitario per i servizi igienici, a servizio dei quali verranno installati un serbatoio per lo stoccaggio dell'acqua e una fossa Imhoff dimensionata in conformità alle normative vigenti. La superficie occupata sarà di circa 149 m² con un volume di circa 580 m³. La costruzione potrà essere di tipo tradizionale, con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile, oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo o graniglia minerale). La copertura, a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi

saranno realizzati in alluminio anodizzato. Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge 9 Gennaio 1991, No. 10 e successivi regolamenti di attuazione.

FABBRICATO STALLO LINEA IN CAVO AT COMUNE

Questo fabbricato, avente il fine di contenere soltanto le apparecchiature di comando dello stallo linea, e quindi privo dei locali di controllo della produzione, e del locale quadri MT, sarà di dimensioni ridotte: 5,5 x 3,4 m, per un'altezza fuori terra di 3,9 m. La superficie occupata sarà di 19 m² con un volume di circa 73 m³. Il fabbricato conterrà il quadro per l'alimentazione delle utenze ca e cc ed il quadro di protezione comando e controllo. L'alimentazione dei servizi ausiliari sarà fornita, in alternativa fra loro, dalla rete pubblica a cura del distributore territorialmente competente, ovvero da uno degli altri produttori, in base agli accordi fra questi. La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo o graniglia minerale). La copertura, a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato. In alternativa, date le ridotte dimensioni, potrà essere prevista la soluzione containerizzata, utilizzando uno shelter da 20 piedi.

Sistema di Protezione, Comando e Controllo

Ogni stallo, incluso quello di connessione con la SE Rotello, sarà equipaggiato con le idonee apparecchiature atte a garantirne la protezione contro i guasti, il suo comando ed il suo controllo sia da locale che da remoto, oltre a ottemperare alle richieste di cui al Codice di Rete. Lo stallo linea in cavo verso SE Rotello sarà dotato, indicativamente, di un quadro per la protezione della linea in cavo AT, un quadro RTU per il suo comando e controllo comunque non dotato degli apparati di comunicazione con il sistema di telecontrollo di Terna via protocollo IEC 60870-5-104 dedicati, in quanto si presume, onde evitare una inutile duplicazione di costi, che la connettività locale e i vettori per la comunicazione con il sistema di Terna comprendente switch, firewall e linee di comunicazione siano comuni a quello del produttore che agisce da capofila nei confronti di Terna, anche per l'invio del flusso dati al sistema di telecontrollo. Gli stalli trasformatore saranno dotati, indicativamente, di:

- Quadro protezione trasformatore, comprendente la protezione di interfaccia impianto fotovoltaico e le protezioni dello stallo e del trasformatore;
- Quadro per la comunicazione con il sistema di telecontrollo di Terna via protocollo IEC 60870-5-104;
- Quadro per la comunicazione con il sistema di difesa di Terna via protocollo IEC 60870-5-104 (Quadro UPDM);
- Sistema di supervisione per la gestione dell'impianto di utenza, che consenta di operare in autonomia tramite un'apposita interfaccia HMI.

Misura energia

Per la rilevazione dell'energia prodotta è previsto un complesso di misura UTF, uno per ciascun produttore, che saranno indipendenti tra loro, per l'energia attiva e reattiva sia uscente che entrante. I contatori certificati UTF e omologati al fine della lettura dell'energia prodotta e scambiata, saranno alimentati dai trasformatori di misura (TA e TV induttivo) di ogni stallo a 150 kV di trasformazione, ed i relativi apparati di misura, dotati di modem ed antenna per la telelettura da remoto, saranno ubicati all'interno dei corrispondenti locali di ogni singolo produttore. Idoneo algoritmo di correzione delle perdite del cavo AT sarà inserito in sede di regolamento di esercizio.

Servizi ausiliari

Ogni singolo produttore sarà autonomo per quanto concerne l'alimentazione dei servizi ausiliari di ciascuno stallo. I servizi ausiliari delle parti comuni, ovvero delle apparecchiature costituenti lo stallo cavo verso SE Rotello, saranno derivati dal quadro servizi ausiliari del produttore che avrà in carico la gestione del punto di raccolta in quanto capofila nei confronti di Terna, qualora non si optasse per l'alimentazione dalla rete pubblica. Per ognuno degli stalli produttore, i servizi ausiliari saranno alimentati dal trasformatore MT/BT connesso alle sbarre di MT dell'impianto, e soccorse da gruppo elettrogeno di potenza non superiore a 25 kW, che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza tensione alle sbarre dei quadri principali BT. Le utenze fondamentali, quali protezioni, comandi, segnalazioni, apparati di teletrasmissione, saranno alimentate in corrente continua tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori, ovvero alimentate in alternata sotto il circuito delle utenze privilegiate, derivato da UPS alimentato dagli stessi raddrizzatori e batterie.

Opere civili

I movimenti di terra per la realizzazione del punto di raccolta consisteranno nei lavori civili di preparazione del terreno e negli scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione (edifici, portali, fondazioni macchinari e apparecchiature, ecc.). L'area di cantiere sarà costituita essenzialmente dall'area su cui insisterà l'impianto. I lavori civili di preparazione, in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche e fisico/meccaniche del terreno, consisteranno in un lieve sbancamento al fine di ottenere un piano a circa meno 50÷60 cm rispetto alla quota del piazzale di stazione, ovvero in uno "scotico" superficiale di circa 30÷40 cm con scavi a sezione obbligata per le fondazioni. La quota di imposta del piano di stazione sarà stabilita in modo da ottimizzare i volumi di scavo e di riporto. Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche. Poiché per l'esecuzione dei lavori non saranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione,

nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito. Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato. Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna, saranno pavimentate con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso e delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato. Le acque di scarico dei servizi igienici, ubicati negli edifici, saranno trattate da appositi sistemi filtranti. Per l'illuminazione esterna del punto di raccolta sarà prevista l'installazione di paline h 9 m posizionate perimetralmente. La recinzione perimetrale di altezza 2,2 m dal piano di calpestio esterno, sarà realizzata in calcestruzzo in opera, ovvero mediante pannelli prefabbricati del tipo a pettine con alla base un muro in cemento armato per evitare lo sfondamento della stessa recinzione. Le recinzioni interne al punto di raccolta saranno della stessa tipologia ovvero verranno realizzate con pannelli in metallo tipo orso-gril con alla base un muro di cemento armato. Ogni stallo produttore verrà dotato di un cancello carrabile scorrevole della larghezza di 7 m, unitamente ad un cancello pedonale della larghezza di 1 m, entrambi inseriti fra pilastri in cemento armato. L'area dedicata allo stallo linea in cavo AT comune verrà dotata di un cancello carrabile scorrevole della larghezza di 5 m, inserito fra pilastri in cemento armato.

Rete di terra

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature saranno realizzati secondo le normative vigenti e quindi dimensionati termicamente per la corrente di guasto in tale nodo, per come calcolata in sede di progettazione esecutiva, nel rispetto delle norme. Sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 70 mm² interrata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato. Le giunzioni saranno realizzate mediante connettore a C in rame elettrolitico. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI EN 50522. Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica. Tutte le apparecchiature AT saranno collegate alla maglia mediante connettore a C in rame elettrolitico, un adeguato numero di corde di rame di sezione di 120 mm² e collegate alla struttura con capocorda in rame stagnato. Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno profondità maggiori (-1,2 m) e bordi arrotondati. Sulla maglia esterna saranno poi collegati i dispersori di terra composti da dispersori prolungabili in acciaio totalmente ramato della lunghezza di 3 m. I ferri di armatura dei cementi armati delle fondazioni, come pure gli elementi strutturali metallici saranno collegati alla maglia di terra della Stazione. All'ultimazione delle opere, sarà eseguita la verifica delle tensioni di passo e di contatto, mediante rilievo sperimentale.

Sostegni per apparecchiature AT e terminali cavo

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature AT saranno di tipo tubolare o di tipo tralicciato. Il tipo tubolare sarà utilizzato per la realizzazione dei sostegni delle apparecchiature AT e delle sbarre, mentre il tipo tralicciato

sarà eventualmente utilizzato per i sostegni dei terminali cavo AT e degli interruttori AT. I sostegni a traliccio saranno realizzati con strutture tralicciate formate da profilati aperti del tipo a “L” ed a “T”, collegati fra loro mediante giunzioni bullonate. I collegamenti saldati tra le diverse membrature saranno ridotti al minimo indispensabile. Non saranno realizzate aste mediante saldature di testa di due spezzoni. I sostegni saranno completi di tutti gli accessori necessari e saranno predisposti per il loro collegamento alla rete di terra di stazione.

Di seguito, alcuni tipici planimetrici e sezioni riguardanti il punto di raccolta e più specificamente la **stazione elettrica** (“Utente 5” sulla planimetria comune del punto di raccolta Piana della Fontana).

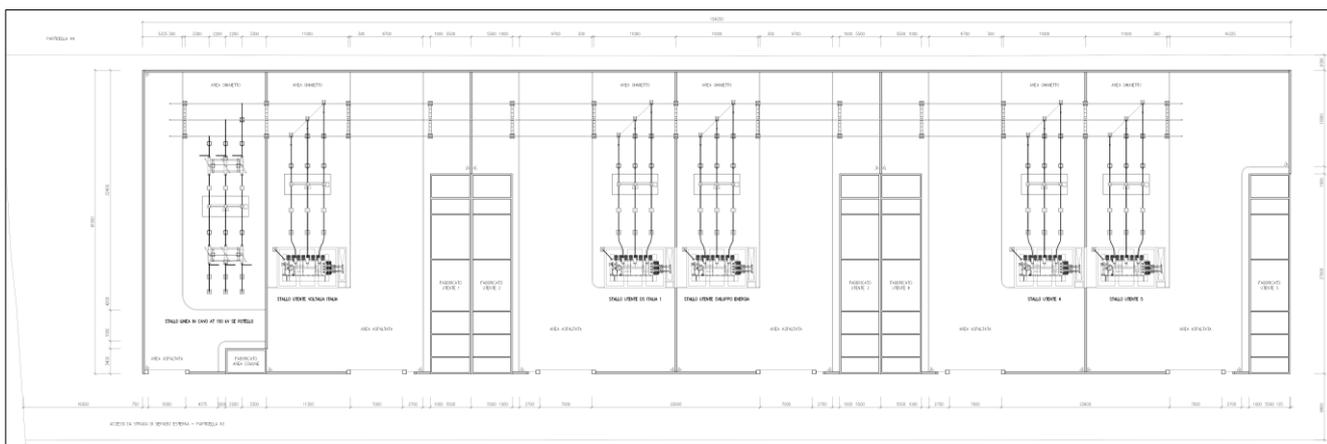


Figura: planimetria punto di raccolta; per la scala adeguata ai dettagli, si rimanda alle tavole di progetto.

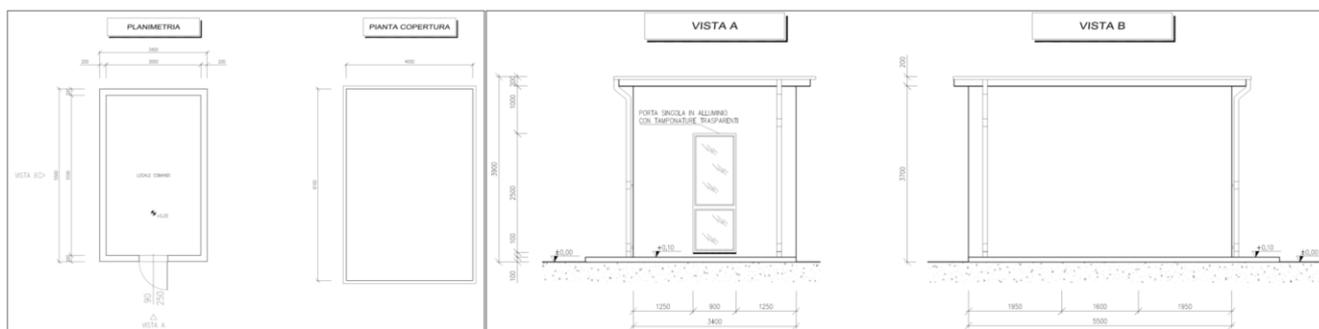


Figura: architettonico fabbricato area comune; per la scala adeguata ai dettagli, si rimanda alle tavole di progetto.

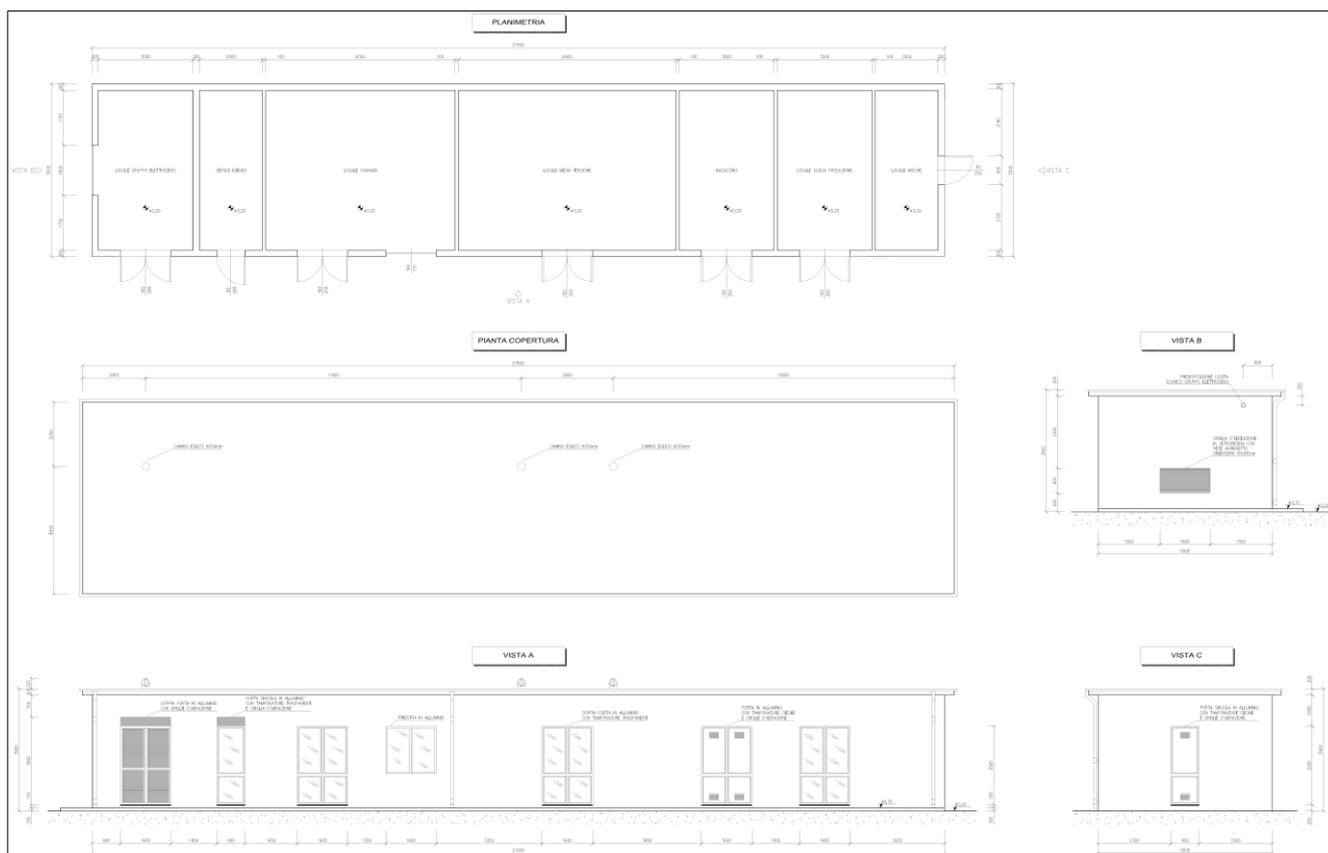


Figura: architettonico fabbricato utente 5 (Vitalia Italia)

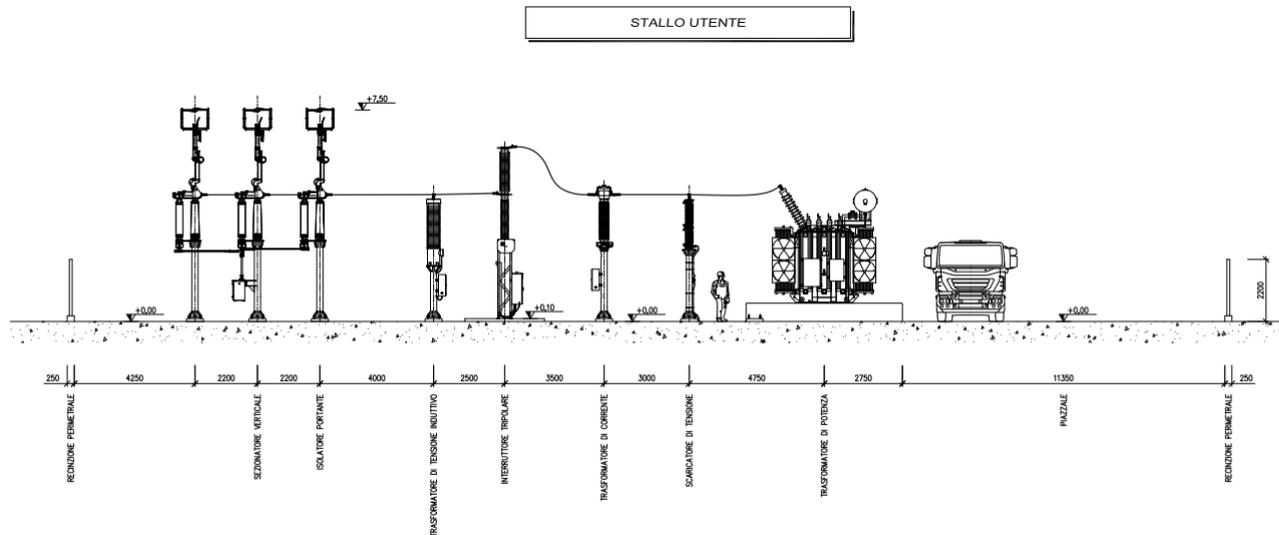


Figura: stallo utente 5 (Vitalia Italia)

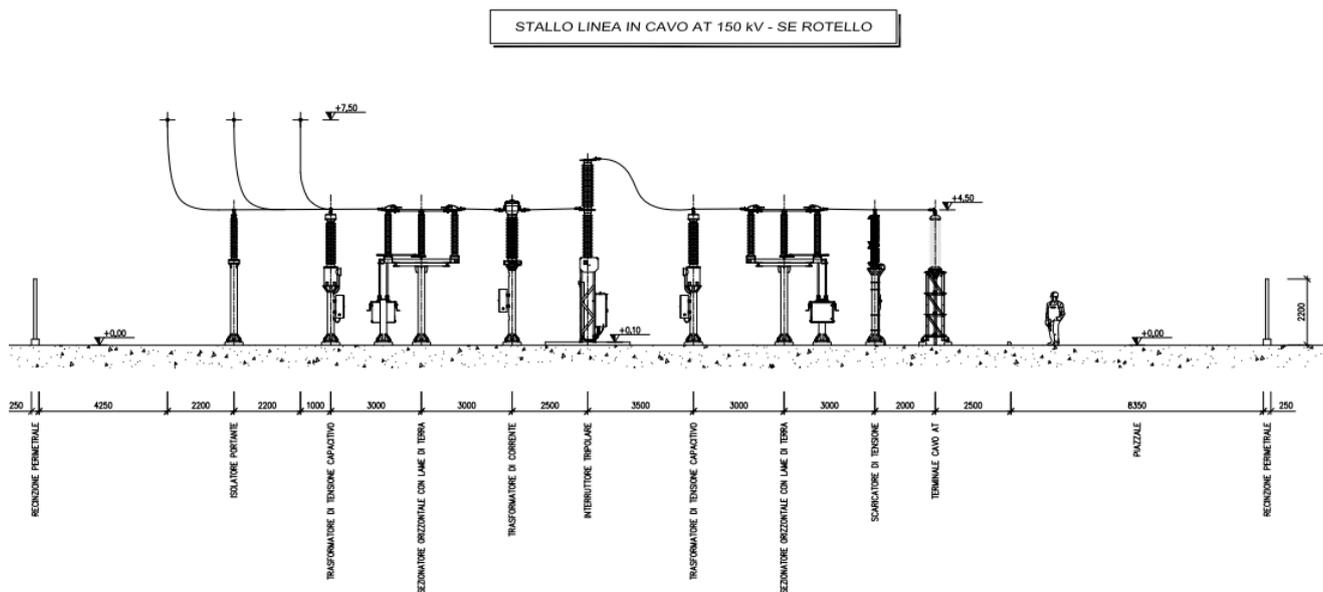


Figura: stallo linea in cavo AT 150kV – SE Rotello

Per tutti i dettagli si rimanda agli elaborati di progetto.

6.2.4 CAVIDOTTO AT - Descrizione e caratteristiche tecniche

Componenti del collegamento in cavo

Per il collegamento in cavo alla SE Rotello sono previsti i seguenti componenti:

- Conduttori di energia;
- Terminali per esterno;
- Scaricatori di sovratensione;
- Corda equipotenziale;
- Cassette di sezionamento.

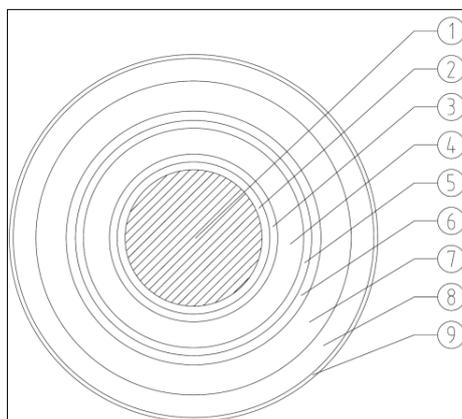
Caratteristiche elettriche del conduttore

Ciascuna fase del cavo AT sarà costituita da un conduttore in alluminio compatto di sezione pari a 1.600 mm², con isolamento in polietilene reticolato (XLPE), nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio saldata longitudinalmente e rivestimento in polietilene con grafitatura esterna. Sia sul conduttore che sull'isolamento è presente uno schermo semiconduttivo. Di seguito è indicata la scheda tecnica del cavo, le cui principali caratteristiche elettriche sono di seguito sintetizzate:

- Tensione nominale di isolamento: (U₀/U) 87/150 Kv;
- Tensione massima permanente di esercizio: 170 Kv;

- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Sezione nominale: 1600 mm²;
- Norme di rispondenza: IEC 60840, CEI 11-17;
- Tipo conduttore: corda rotonda compatta;
- Materiale conduttore: alluminio;
- Isolante: XLPE.

Struttura del cavo:



1. Conduttore: Alluminio a trifolgi tondi compattati classe 2 IEC 60228 di sezione nominale pari a 1600 mm² impermeabilizzato longitudinalmente da filati e nastri impermeabilizzanti tra i trefoli interni del conduttore
2. Nastro impermeabilizzante semiconduttivo applicato in modo elicoidale con sovrapposizione
3. Schermo estruso non metallico conduttore: Composto semiconduttore estruso
4. Isolamento: XLPE super pulito secondo IEC 60840 di 17,3 mm di spessore nominale
5. Schermo estruso non metallico del nucleo: Composto semiconduttore estruso incollato all'isolamento
6. Nastri semiconduttori di blocco dell'acqua applicati in modo elicoidale con sovrapposizione
7. Guaina metallica: Guaina di alluminio saldata liscia di 0,93 mm di spessore nominale
8. Guaina: HDPE tipo ST7 secondo IEC 60840 di 4,0 mm di spessore nominale. Colore della guaina: Naturale
9. Composto semiconduttore estruso che serve da elettrodo per la prova di tensione continua della guaina. Colore: Nero

Giunti

Non è prevista l'esecuzione di giunti, dal momento che ogni bobina di cavo AT ha una lunghezza di almeno 600 metri, e nel caso in questione, la tratta da realizzare consta di circa 500 m.

Modalità di collegamento degli schermi

La funzione degli schermi metallici che si trovano intorno ai conduttori è quella di consentire una circolazione a bassa impedenza alle eventuali correnti di guasto nel caso di cedimento dell'isolamento. In fase esecutiva, ed in funzione delle massime correnti di corto circuito prevedibili, si provvederà a dimensionare gli schermi, i quali, come noto, potranno essere collegati secondo tre differenti schemi:

- Cross bonding;
- Single point bonding;
- Single mid point bonding.

Cavo a fibra ottica

Non è previsto un cavo a fibra ottica né di eventuali ulteriori cavi di telecomunicazione, dal momento che – in base alle caratteristiche del collegamento - non sono previste protezioni differenziali di linea.

Conduttore equipotenziale

Lungo il percorso del cavo AT sarà posato un conduttore equipotenziale, costituito da cavo flessibile in rame isolato, della sezione di 240 mm², che sarà poi connesso alle rispettive maglie di terra delle due stazioni, mediante connettori a C. Da uno dei due lati, il conduttore sarà sezionabile mediante idoneo dispositivo di sezionamento manuale localizzato all'interno di un pozzetto.

Modalità realizzative

Si prevede una posa in trincea con disposizione dei cavi a "trifoglio", che verranno interrati ad una profondità di 1,6 metri e posati su un letto in calcestruzzo C12/15 con spessore di circa 10 cm. Al di sopra dei cavi verrà posato uno strato di circa 50 cm di sabbia e una tegola a protezione meccanica del cavo. Il completamento del riempimento avverrà con materiale di risulta o di riporto, e sarà collocato un nastro monitor all'incirca a metà dello strato del materiale sovrastante il cavo. L'attraversamento di tratti su strade avverrà nelle modalità prescritte dagli Enti proprietari. In corrispondenza di attraversamenti stradali ovvero di interferenza con sottoservizi (gasdotti, cavidotti, fognature e scarichi etc.) si dovrà provvedere all'utilizzo di tubazioni PVC serie pesante e i cavi dovranno essere posati all'interno di tubi inglobati in manufatti in cemento. Nel caso le prescrizioni degli Enti o la tipologia di tratta da scavare (dovuta eventualmente a particolari esigenze di servizio della stazione di Terna) non consenta la possibilità di operare con scavi a cielo aperto ovvero con chiusure parziali della strada, si dovrà prevedere l'utilizzo di sistemi di perforazione teleguidata per la posa dei tubi all'interno dei quali alloggiare i cavi. Nel seguito è riportato una sezione del cavidotto AT.

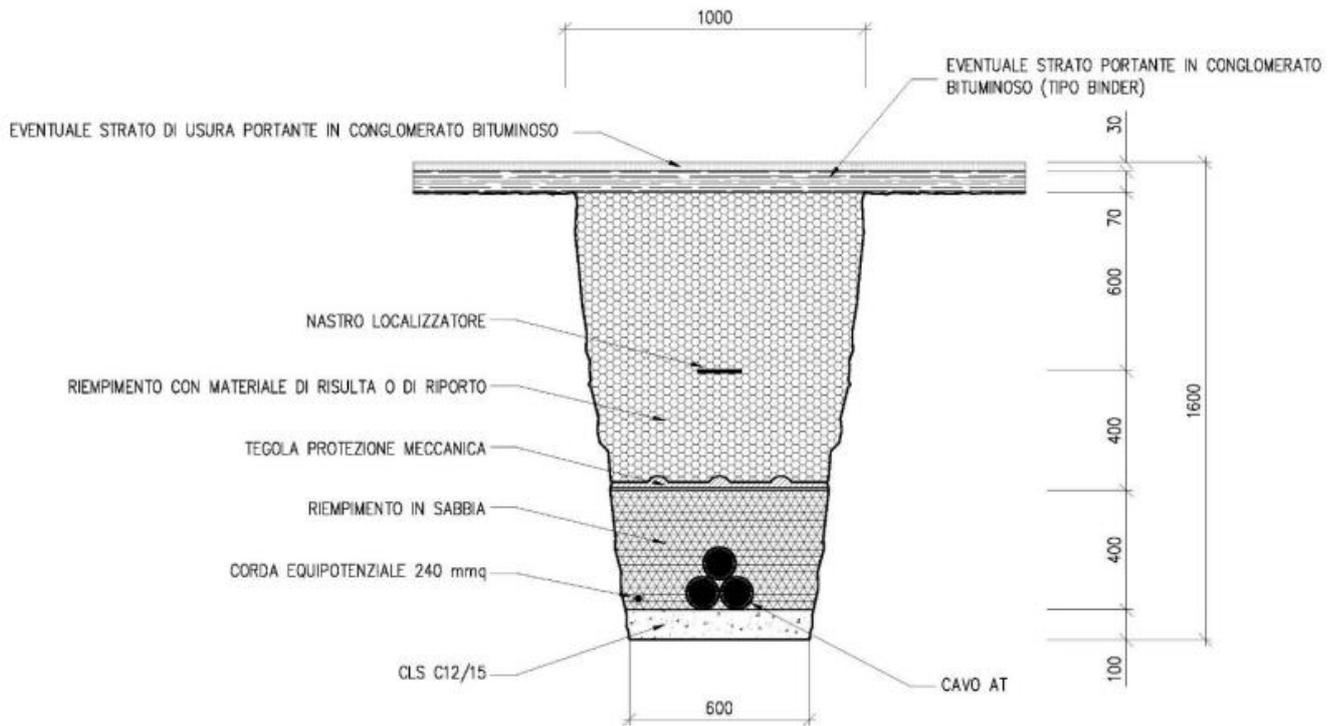


Figura: sezione di posa del cavo AT

7. ESECUZIONE DEI LAVORI – FASI DI CANTIERE

7.1 Modalità di esecuzione dei lavori

L'intera progettazione e realizzazione dell'opera sono concepite nel rispetto del contesto naturale in cui l'impianto è inserito, ponendo alla base del progetto i concetti di reversibilità degli interventi e salvaguardia del territorio; questo al fine di ridurre al minimo le possibili interferenze con le componenti paesaggistiche.

Durante la fase di cantiere, il terreno derivante dagli scavi eseguiti per la realizzazione di cavidotti, fondazioni delle cabine e viabilità interna, sarà accatastato nell'ambito del cantiere e successivamente utilizzato per il riempimento degli scavi dei cavidotti dopo la posa dei cavi. In tal modo, quindi, sarà possibile riutilizzare gran parte del materiale proveniente dagli scavi, e conferire a discarica solo una porzione dello stesso.

I cavidotti per il trasporto dell'energia saranno posati in uno scavo in sezione ristretta livellato con un letto di materiale arido, e successivamente riempito con il terreno precedentemente scavato.

La viabilità interna alle aree dell'impianto sarà realizzata in materiale drenante in modo da consentire il facile ripristino geomorfologico a fine vita dell'impianto semplicemente mediante la rimozione del pacchetto stradale e il successivo riempimento con terreno vegetale.

Il progetto prevede l'utilizzo di strutture di sostegno dei moduli a pali infissi, evitando così la realizzazione di strutture portanti in cemento armato, salvo sia necessaria per la natura geologica del terreno. Analoga considerazione riguarda i pali di sostegno della recinzione, anch'essi del tipo infisso.

7.2 Elenco delle fasi costruttive

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

Opere preliminari:

- topografia
- predisposizione Fornitura Acqua e Energia
- direzione Approntamento Cantiere
- delimitazione area di cantiere e segnaletica

Opere Civili:

- predisposizione area container e area di scarico materiale;

- opere di apprestamento terreno;
- realizzazione delle recinzioni lungo il tutto il perimetro del campo fotovoltaico;
- realizzazione viabilità in materiale arido;
- realizzazione piattaforme in calcestruzzo per basamento di tutte le cabine di campo;
- opere di drenaggio delle acque superficiali (ove ritenute necessario);
- scavi e rinterri dei cavidotti BT e MT interni ai campi fotovoltaici;
- realizzazione dell'impianto di terra durante l'esecuzione degli scavi;
- posa canalizzazioni e pozzetti di ispezione interni ai campi fotovoltaici;
- posa delle palificazioni perimetrali per illuminazione e sistema antintrusione
- realizzazione delle opere di verde previste per il progetto.

Opere Elettromeccaniche:

- montaggio pali di sostegno delle strutture metalliche con macchina battipalo
- montaggio dei moduli fotovoltaici
- posa in opera dei componenti dei gruppi di conversione e trasformazione (inverter e trasformatori MT/BT)
- posa in opera degli altri cabinetti elettrici
- posa cavi MT / Terminazioni Cavi
- posa cavi BT in CC
- cablaggio stringhe
- cablaggio Inverter
- cablaggio Trasformatori MT/BT nelle cabine di sottocampo
- installazione/cablaggio dei quadri di bassa e media tensione

Opere Sistemi ausiliari:

- montaggio sistema di monitoraggio;
- montaggio sistema di videosorveglianza e allarme;
- montaggio sistema di illuminazione.

Opere di Connessione:

- cavidotto MT di collegamento tra la cabina di ricezione di Rotello 1 e la cabina di ricezione di Rotello 2
- realizzazione della nuova Stazione Elettrica 150/20kV
- cavidotto AT di collegamento tra lo stallo della Stazione Elettrica 150/20kV e la cabina di trasformazione RTN 380/150kV

- realizzazione opere RTN (di competenza Terna)

Collaudo e Test:

- collaudo a freddo dei componenti meccanici ed elettrici (strutture, cablaggi, quadri, inverter, sistema monitoraggio;
- allaccio e messa in produzione dell'impianto.
- collaudo a caldo dei principali componenti elettrici, a valle dell'allaccio e messa in produzione dell'impianto.
- test e verifiche finali dell'impianto fotovoltaico e cabine di connessione alla rete.

7.3 Descrizione delle fasi costruttive

Il cronoprogramma prevede circa 20 mesi per la realizzazione del progetto includendo le opere di connessione; in realtà l'effettiva durata dei lavori di costruzione del solo impianto fotovoltaico è concentrata in circa 12 mesi e tale durata è condizionata principalmente dall'approvvigionamento delle apparecchiature elettriche necessarie al funzionamento dell'impianto (principalmente inverter e cabine di media tensione).

Le operazioni preliminari di preparazione del sito prevedono nell'ordine:

- la verifica catastale dei confini e il tracciamento della recinzione d'impianto così come autorizzata,
- predisposizione Fornitura Acqua e Energia
- direzione Approntamento Cantiere
- delimitazione area di cantiere e segnaletica
- individuazione dell'area di deposito
- identificazione della cava di deposito e prestito più vicina
- identificazione dell'impianto di calcestruzzo più vicino
- identificazione delle discariche più vicine per i materiali di risulta.

Si prevede di utilizzare aree interne al perimetro per il deposito di materiali e il posizionamento dei container temporanei di cantiere.

A valle del rilievo topografico inizieranno quindi i lavori di regolarizzazione di tali aree destinate alle opere temporanee di cantiere e delle aree di scarico dei materiali.

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

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

A valle della predisposizione di cantiere, si andrà avanti con i lavori civili di regolarizzazione dell'area di installazione dei moduli eliminando eventuali piccoli dislivelli non compatibili con l'allineamento del sistema struttura, in ogni caso minimi.

A seguire saranno condotti i lavori civili di scavo a sezione ampia e scavi a sezione ristretti per la posa delle condutture e pozzetti per i cavi BT ed MT interni al campo, per evitare la circolazione di mezzi d'opera come escavatori, pale e bobcat mentre si installeranno i pali di fondazione delle strutture metalliche di sostegno, e pannelli.

Contemporaneamente alla posa dei cavidotti vengono realizzate le strade in materiale inerte, che presuppongono uno scavo per la realizzazione del cassonetto, la rete di recinzione perimetrale e le platee per le cabine di campo e di smistamento.

Si procederà alla installazione del sistema di supporto moduli, operazione effettuata con piccole macchine battipalo da campo, mosse da cingoli, che consentono una agevole e efficace infissione dei montanti verticali dei supporti nel terreno, fino alla profondità necessaria a dare stabilità alla fila di moduli.

Il corretto posizionamento dei pali di supporto è attuato mediante stazioni di misura GPS, essendo la tolleranza di posizionamento dell'ordine del cm. Successivamente vengono distribuite le calotte, supporti, correnti e barre orizzontali di supporto moduli.

Si procederà quindi alla distribuzione e montaggio dei moduli, il loro collegamento e cablaggio, la posa dei cavi all'interno dei cavidotti già realizzati.

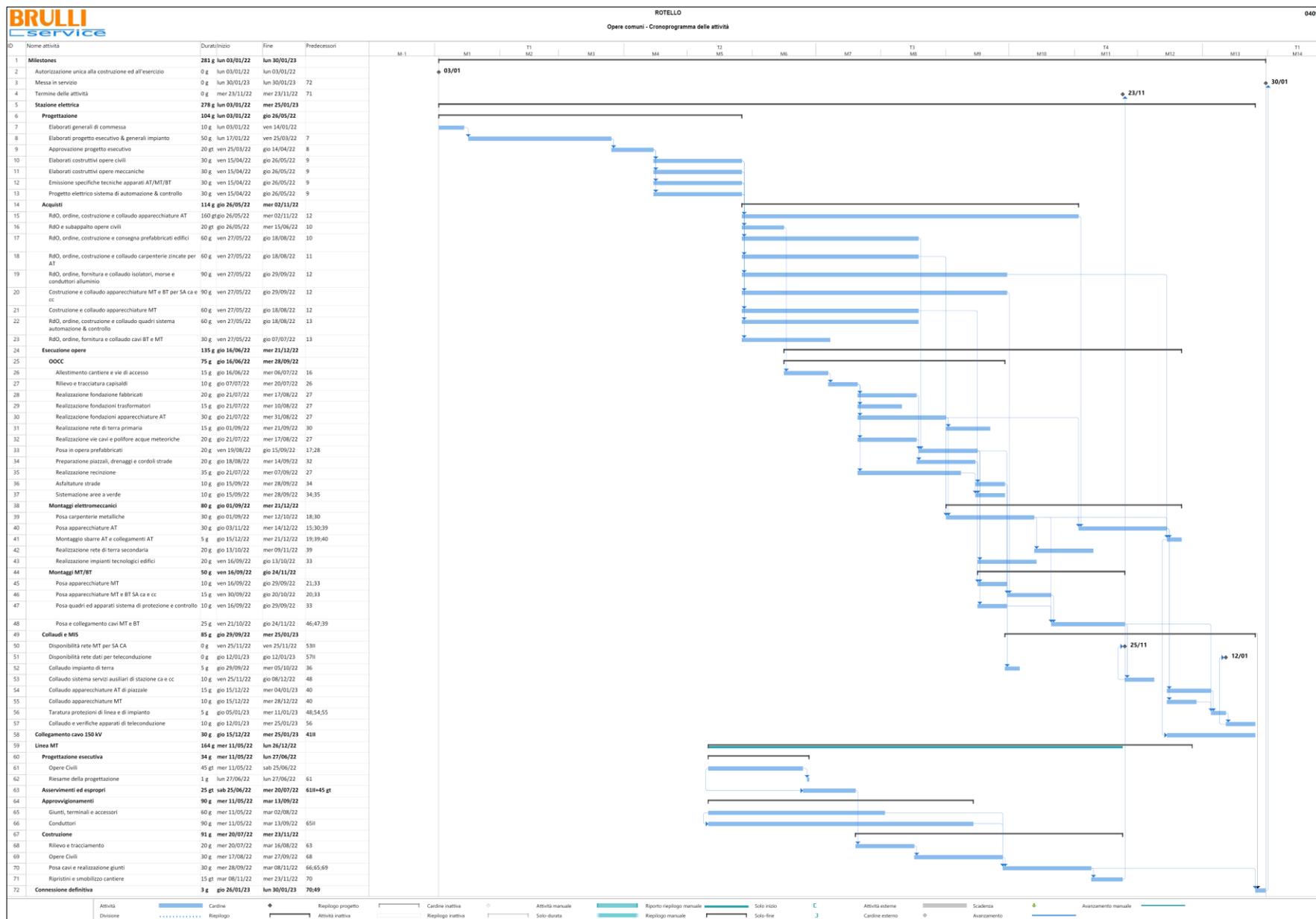
Si procederà con la posa in opera delle cabine (trasformazione, servizi ausiliari e consegna e misure), con i relativi componenti interni, e con la posa e cablaggio degli inverter ed el relativo sistema di controllo e regolazione.

Si completerà l'opera di costruzione con la realizzazione dell'impianto di illuminazione perimetrale e sistema di videosorveglianza e con la realizzazione delle opere di mitigazione ambientale.

Il terreno verrà ripristinato, ove necessario, allo stato naturale.

A installazione ultimata, si procederà con l'esecuzione delle attività di messa in servizio (commissioning) a freddo, in attesa di poter attuare la messa in servizio finale (commissioning a caldo) nel momento in cui sarà energizzato l'impianto.

I lavori di connessione avranno invece tempi più lunghi dovuto principalmente alle opere RTN da realizzare con fasi correlate alle tempistiche Terna, previste intorno ai 20 mesi.



8. ANALISI DEI BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

8.1 Metodologia

La metodologia utilizzata per la valutazione degli obiettivi di miglioramento del sistema elettrico è basata sul confronto dei costi e dei benefici dell'investimento sostenuto per la realizzazione di nuovi impianti fotovoltaici.

L'analisi è stata svolta confrontando l'insieme dei costi stimati di realizzazione dell'opera e degli oneri di esercizio e manutenzione con l'aggregazione dei principali benefici quantificabili e monetizzabili che si ritiene possano scaturire dall'entrata in servizio delle nuove installazioni.

I benefici principali derivanti dalla realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico sono:

1. maggiore sicurezza di copertura del fabbisogno nazionale
2. minore probabilità che si verifichino episodi di energia non fornita
3. incremento di affidabilità della rete
4. maggiore disponibilità di potenza per il mercato con aumento della riserva complessiva
5. minori emissioni di CO₂ in atmosfera,
6. accelerazione della Phase Out dal carbone.

La peculiarità di un impianto fotovoltaico è che questo richiede un forte impegno di capitale iniziale e basse spese di manutenzione. Un modulo fotovoltaico mediamente nel suo ciclo di vita produrrà quasi 10 volte l'energia che è stata necessaria per produrlo, mentre nell'arco di 3 anni vengono compensate le emissioni di CO₂ prodotte per realizzarlo. Questo significa che restano mediamente altri 25 anni del suo ciclo di vita in cui questo produce energia elettrica senza emettere CO₂ (carbon free).

Va considerato anche che la vita di un generatore fotovoltaico può essere a oggi stimata intorno ai 30 anni.

Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 59.163 MWh e la perdita di efficienza di 0,4% annui, nell'intero ciclo di vita si evita di immettere in atmosfera quasi 800 mila Ton. di CO₂ con un risparmio sul combustibile di 313 mila TEP (tonnellate equivalenti di petrolio) in 30 anni.

Oltre ai benefici in termini ambientali, un impianto fotovoltaico rappresenta un vero e proprio investimento economico.

8.2 Ricadute occupazionali FER

Le RICADUTE OCCUPAZIONALI sono una delle maggiori voci di beneficio del bilancio.

Gli occupati sono distribuiti lungo le diverse fasi della filiera (fabbricazione di impianti e componenti, installazione e O&M) e calcolati in termini differenziali, cioè considerando solo i posti di lavoro che non esisterebbero in assenza di FER. In totale i benefici cumulati lungo la vita utile degli impianti realizzati al 2030 ammontano a 89,7 (nel caso BAU) o 94,4 (ADP) miliardi. Il beneficio maggiore delle rinnovabili in termini ambientali è il contributo alla riduzione delle emissioni di CO₂. Grazie alla capacità installata al 2030, saranno evitate in quell'anno tra 68 e 83 milioni di ton di CO₂. I benefici totali, calcolati lungo la vita utile degli impianti, sono compresi tra 107 e 131 miliardi. A questi, si aggiungono i vantaggi dovuti alle altre emissioni inquinanti evitate, 2,8-3,4 miliardi. L'analisi computa le mancate emissioni di NO₂ e SO₂, contabilizzandole in base ai valori UE-Extern.

Le rinnovabili creano anche rilevanti ricadute sul PIL, generando nuove attività economiche, sia industriali che di servizi. Il valore aggiunto generato dall'indotto in questi comparti, al netto di quanto pertinente agli occupati diretti, si divide nelle due fasi di vita degli impianti (quella di cantiere e quella di funzionamento). Si stima che mediamente gli effetti siano per il 73% legati alla fase di installazione e per il 27% a quella di esercizio e manutenzione. Nel complesso la voce nel 2011 ha contribuito con benefici tra i 27,8 e 31,7 miliardi. È stato infine considerato l'apporto che le rinnovabili possono dare alla riduzione del fuel risk. L'Italia, come è noto, dipende dalle importazioni di combustibili fossili, che sono ancora più del 60% delle fonti usate per la produzione elettrica. La voce è stata quantificata in termini di costi di hedging evitati sui combustibili sulla base delle opzioni sui futures scambiate sul NYMEX. Il beneficio totale è compreso tra 8,1 e 9,9 miliardi di euro. Tale metodo potrebbe però sottostimare la reale portata della voce, che potenzialmente potrebbe avere un impatto molto forte, soprattutto in situazioni di tensione sui prezzi di petrolio e gas.

8.3 Ricadute occupazionali sulla realtà locale

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

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

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

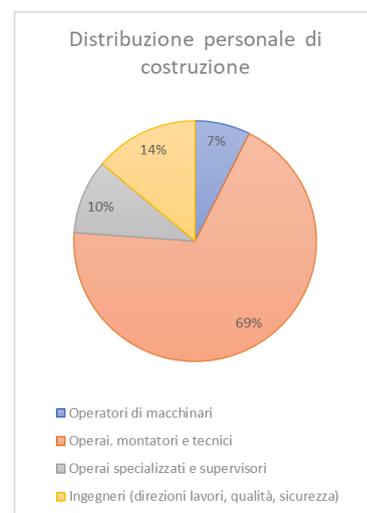
- lavori di preparazione del terreno e movimento terra: ruspisti, camionisti, gruisti, topografi, ingegneri/architetti/geometri;
- lavori civili (strade, recinzione, cabine): operai generici, operai specializzati, camionisti, carpentieri, saldatori;
- lavori elettrici (cavidotti, quadri, cablaggi, rete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

I lavori di realizzazione del solo campo fotovoltaico hanno una durata prevista pari a 1 (un) anno (52 settimane) e vedrà impiegati le seguenti risorse:

- un numero di risorse coinvolte pari a 190 persone
- un numero massimo di presenza in cantiere pari a circa 140 persone
- un numero medio di personale pari a 77 persone nel periodo di costruzione
- ore uomo equivalenti pari a circa 175.600 ore.

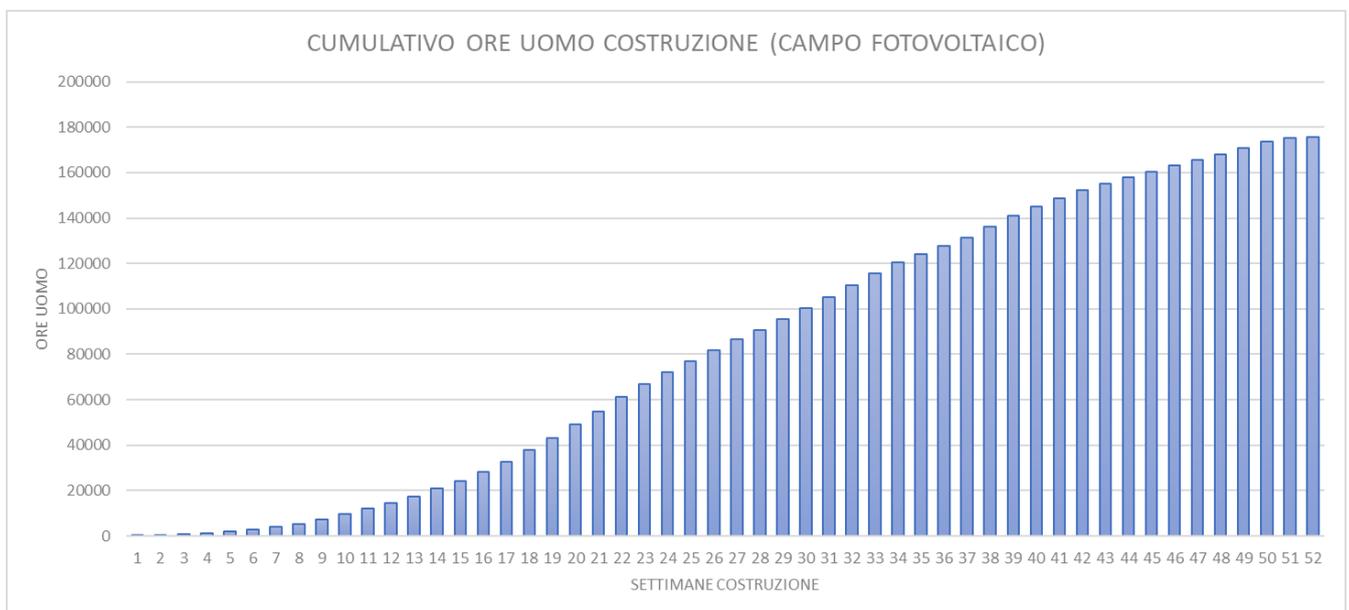
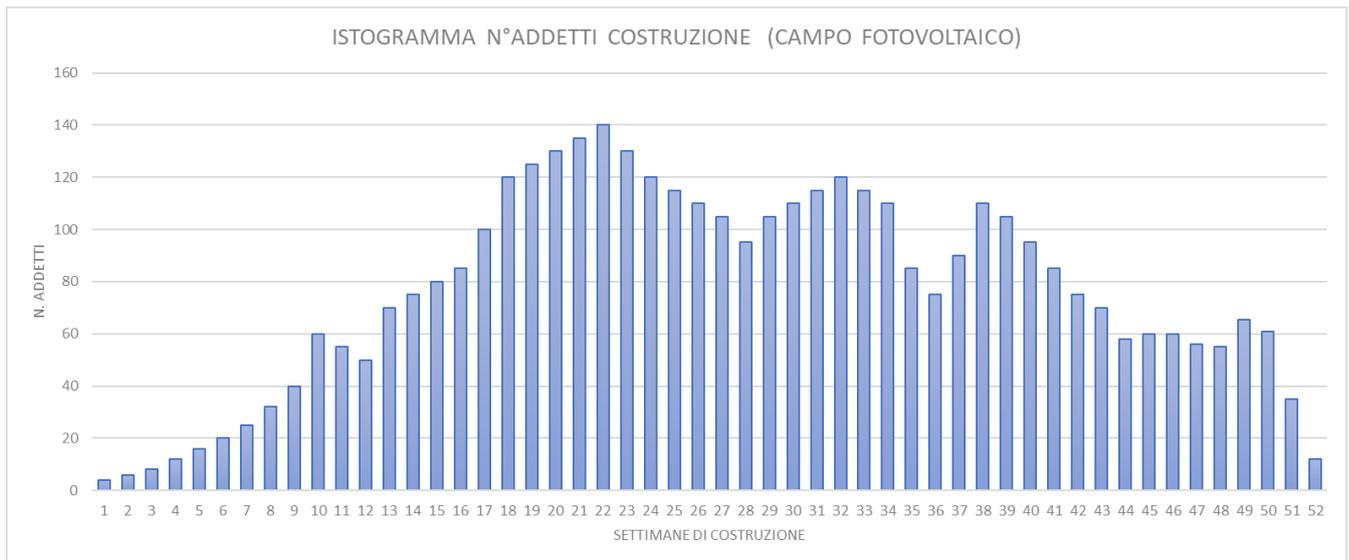
Personale di costruzione (campo fotovoltaico) coinvolto:

	Max [n.]	heq [h]	Distr. [%]
Operatori di macchinari	28	12936	7%
Operai. montatori e tecnici	123	120736	69%
Operai specializzati e supervisori	23	17556	10%
Ingegneri (direzioni lavori, qualità, sicurezza)	16	24376	14%
	190	175604	100%



A questo personale vanno poi sommati i lavori delle opere di connessione (cavidotti e cabina elettrica per tutti 5 i produttori) stimate in circa 71.000 h/uomo, con una distribuzione di personale 15% saranno supervisori (capi cantiere, DL, CSE ecc.), 7% saranno tecnici per rilievi / collaudi, 48% montatori civili ed elettromeccanici e 30% operatori di macchinari.

Guardando i grafici dell'istogramma di costruzione del campo fotovoltaico si può capire la distribuzione in cantiere del personale coinvolto in presenza durante il periodo di costruzione.



Anche l'approvvigionamento dei materiali, ad esclusione delle apparecchiature complesse quali pannelli, inverter e trasformatori, verrà effettuato per quanto possibile nel bacino commerciale locale dell'area di progetto, in particolar modo per il materiale inerte proveniente da cava per la realizzazione della viabilità del campo.

Nello specifico, in corso di realizzazione dei lavori si determineranno:

- Evoluzione dei principali settori produttivi coinvolti:
 - Fornitura di materiali locali;
 - Noli di macchinari;

- Prestazioni imprenditoriali specialistiche in subappalto,
- Produzione di componenti e manufatti prefabbricati, ecc;
- Domanda di servizi e di consumi generata dalla ricaduta occupazionale con potenziamento delle esistenti infrastrutture e sviluppo di nuove attrezzature:
 - Alloggi per maestranze e tecnici fuori sede e dei loro familiari;
 - Ristorazione;
 - Ricreazione;
 - Commercio al minimo di generi di prima necessità, ecc.
- Variazioni prevedibili del saggio di attività a breve termine della popolazione residente e l'influenza sulle prospettive a medio-lungo periodo della professionalizzazione indotta:
 - Esperienze professionali generate;
 - Specializzazione di mano d'opera locale;
 - Qualificazione imprenditoriale spendibile in attività analoghe future, anche fuori zona, in settori diversi;

Tali benefici, non dovranno intendersi tutti legati al solo periodo di esecuzione dei lavori; né resteranno confinati nell'ambito dei territori dei comuni interessati, perché le esperienze professionali e tecniche maturate saranno facilmente spendibili in altro luogo e/o tempo soprattutto in virtù del crescente interesse nei confronti dell'utilizzo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia e del crescente numero di installazioni di tal genere.

Successivamente, ad impianto in esercizio, verranno utilizzate maestranze per la manutenzione, la gestione/supervisione dell'impianto, nonché ovviamente per la sorveglianza dello stesso.

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

Altre figure verranno impiegate occasionalmente a chiamata al momento del bisogno, ovvero quando si presenta la necessità di manutenzioni ordinarie o straordinarie dell'impianto, svolte da ditte che si servono di personale locale.

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

Tenendo conto delle esperienze maturate nel settore e considerando anche gli addetti rappresentati dalle competenze tecniche e professionali che svolgono lavoro progettuale a monte della realizzazione dell'impianto

fotovoltaico, si assume che il numero totale di addetti in fase realizzazione, esercizio e dismissione dell'impianto in esame sia pari a:

- **20 addetti** in fase di **progettazione e sviluppo** dell'impianto fotovoltaico;
- **190 addetti** in fase di **realizzazione** dell'impianto, dove almeno metà sarà costituito da manovalanza e professionalità locali, il che significa che durante la fase di realizzazione dell'impianto fotovoltaico saranno impegnate unità locali residenti nel Comune o comuni limitrofi;
- **30 addetti** durante la fase di **esercizio e gestione** dell'impianto fotovoltaico che daranno un salario garantito nel tempo.

I dati occupazionali confrontati con il limitato impatto ambientale e con l'incidenza contenuta sulle componenti ambientali, paesaggistiche e naturalistiche, confermano come sempre i vantaggi dei progetti fotovoltaici e la fattibilità dell'intervento.

9. QUADRO ECONOMICO

Il costo stimato per la realizzazione dell'impianto è riportato nel quadro economico di seguito allegato:

QUADRO ECONOMICO GENERALE			
VALORE COMPLESSIVO DELL'OPERA PRIVATA			
VOLTALIA ITALIA S.R.L.			
Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare sito in Rotello (CB), denominato "Rotello 43", avente potenza nominale pari a 41.546,44 kWp			
DESCRIZIONE	IMPORTO DEI LAVORI [€]	IVA %	TOTALE (IVA COMPRESA) [€]
A) COSTO DEI LAVORI			
A.1) Interventi previsti	23,726,756.89	10	26,099,432.58
A.2) Opere di mitigazione	279,994.50	10	307,993.95
A.3) Oneri di sicurezza	480,135.03	10	528,148.53
TOTALE A	24,486,886.42		26,935,575.06
B) SPESE GENERALI			
B.1) Redazione progetto	240,067.51	22	292,882.37
B.2) Rilievi, accertamenti, indagini	60,000.00	22	73,200.00
B.3) Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche	50,000.00	22	61,000.00
B.4) Direzione dei Lavori	240,067.51	22	292,882.37
B.5) Coordinatore per la Sicurezza (Progettazione ed Esecuzione)	150,000.00	22	183,000.00
B.6) Collaudo tecnico amministrativo, Collaudo statico, Collaudi specialistici	130,000.00	22	158,600.00
B.7) Attività di consulenza e supporto	50,000.00	22	61,000.00
B.8) Management durante la costruzione	650,000.00	22	793,000.00
B.8) Oneri di connessione e collaudo	145,140.00	22	177,070.80
TOTALE B	1,715,275.03		2,092,635.53
VALORE COMPLESSIVO DELL'OPERA	26,202,161.45		29,028,210.59
TOTALE (A+B)			

Un dettaglio di computo degli interventi previsti per il campo fotovoltaico è riportato nel documento di Computo Metrico dell'impianto fotovoltaico allegato alla documentazione di Progetto.

Invece il costo stimato per la realizzazione delle opere di connessione è riportato nel seguente quadro:



Computo metrico elettrodotto MT

ID	CAVIDOTTO MT UTENZA	UM	QTA'
1.1	Scavo a sezione obbligata per cavidotto	mc	4.205,0
1.2	Fornitura e posa inerte granulometria 0-70 mm spaccato, compresa compattazione del materiale	mc	2.450,0
1.3	Fornitura e posa sabbia fine, compresa compattazione del materiale	mc	1.195,0
1.4	Fornitura e posa di conglomerato cementizio a resistenza caratteristica C12/15	mc	0,0
1.5	Fornitura e posa di strato bituminoso a caldo tipo binder di spessore 7 cm	mq	5.600,0
1.6	Fornitura e posa di strato bituminoso a caldo per strato di usura tappetino spessore 3 cm	mq	5.600,0
1.7	Fornitura e posa conduttori unipolari MT 500 mmq	m	33.600,0
1.8	Conferimento a discarica di materiale di risulta dagli scavi non riutilizzabile	mc	4.205,0
Valore complessivo delle opere:		EUR	1.275.034



Punto di raccolta e cavidotto AT
Computo metrico delle opere

ID	STAZIONI ELETTRICHE DI UTENZA E PUNTO DI RACCOLTA	UM	QTA'
IMPIANTO DI CANTIERE OPERE PROVVISORIALI			
1.1	Oneri per la gestione della sicurezza come da Piano della Sicurezza e Coordinamento	Lot	1,0
1.2	Impianto di cantiere	Lot	1,0
SCAVO E RIPORTO			
2.1	Scavo a cielo aperto	mc	4.520,8
2.2	Scavo a sezione obbligata	mc	1.190,0
2.3	Reinterro	mc	3.930,6
2.4	Conferimento a discarica di materiale di risulta dagli scavi non riutilizzabile	mc	1.780,2
PIAZZALI E DRENAGGI			
3.1	Fornitura e posa inerte granulometria 0-50 mm spaccato, compresa compattazione del materiale	mc	2.044,0
3.2	Fornitura e posa geotessili	mq	2.846,0
3.3	Tubi in PVC per drenaggi, compreso letto e rinfiaccio	m	836,0
3.4	Tubi in PVC per fognature, compreso letto e rinfiaccio	m	90,0
3.5	Pozzetto prefabbricato con chiusino in ghisa carrabile, 0,5x0,5x0,6 m, compreso letto e rinfiaccio	n	67,0
3.6	Disoleatore prefabbricato	n	5,0
3.7	Vasca di prima pioggia prefabbricata	n	1,0
3.8	Pozzetto di prima pioggia prefabbricato	n	1,0
3.9	Bacino di laminazione prefabbricato	n	1,0
3.10	Imhof 10 abitanti equivalenti	n	5,0
3.11	Serbaotio interrato acqua 5000 l	n	5,0
3.12	Tubi in PVC diametro 200 mm per cassetteria, compreso letto e rinfiaccio	m	700,0
3.13	Terreno vegetale	mc	0,0
CONGLOMERATO CEMENTIZIO			
4.1	Fornitura e posa di conglomerato cementizio a resistenza caratteristica C12/15	mc	328,9
4.2	Fornitura e posa di conglomerato cementizio a resistenza caratteristica C20/25	mc	73,2
4.2	Fornitura e posa di conglomerato cementizio a resistenza caratteristica C25/30	mc	151,6
4.3	Fornitura e posa di conglomerato cementizio a resistenza caratteristica C30/37	mc	0,0
4.4	Fornitura e posa di conglomerato cementizio a resistenza caratteristica C35/45	mc	709,4
4.5	Fornitura e posa di conglomerato cementizio a resistenza caratteristica C45/55	mc	0,0
4.6	Fornitura e posa di ferro sagomato di armatura ad aderenza migliorata tipo B450C da 6 a 50 mm diametro	kg	74.721,5
4.7	Pannelli recinzione perimetrale	m	421,0
VIABILITA'			
5.1	Fornitura e posa di strato bituminoso a caldo tipo binder di spessore 7 cm	mq	2.846,0
5.2	Fornitura e posa di strato bituminoso a caldo per strato di usura tappetino spessore 3 cm	mq	2.846,0
5.3	Fornitura e posa di cordolo stradale pieno in calcestruzzo dimensione 12/15	m	402,0
MAGLIA DI TERRA			
6.1	Fornitura e posa di corda di rame ricotto Cu-ETP sezione 70/120 mmq, compreso quanto necessario per dare il lavoro finito	m	2.423,0
OPERE METALLICHE			
7.1	Fornitura e posa carpenteria tralicciata	kg	0,0
7.2	Fornitura e posa in opera carpenteria tubolare	kg	23.172,4
FABBRICATI			
8.1	Fabbricato comando stallo trasformatore	n	5,0
8.2	Fabbricato comando stallo linea Rotello	n	1,0



Punto di raccolta e cavidotto AT
Computo metrico delle opere

COMPONENTISTICA ELETTRMECCANICA AT/MT ESTERNA			
9.1	Fornitura e posa in opera di morse e tubi in lega di alluminio	Lot	1,0
9.2	Fornitura e posa in opera di interruttori AT	n	6,0
9.3	Fornitura e posa in opera di sezionatori AT	n	8,0
9.4	Fornitura e posa in opera di TV	n	21,0
9.5	Fornitura e posa in opera di TA	n	18,0
9.6	Fornitura e posa in opera di trasformatori AT/MT	n	5,0
9.7	Fornitura e posa in opera di scaricatori AT	n	18,0
Valore complessivo delle opere:		EUR	10.597.811
Costi per la demolizione e lo smaltimento a fine vita delle opere, al lordo del ricavato per il recupero dei materiali riutilizzabili:		EUR	393.696
Valore complessivo delle opere di competenza Voltalia Italia:		EUR	2.113.303
ID	CAVIDOTTO AT UTENZA	UM	QTA'
10.1	Scavo a sezione obbligata per cavidotto	mc	595,3
10.2	Fornitura e posa inerte granulometria 0-70 mm spaccato, compresa compattazione del materiale	mc	412,5
10.3	Fornitura e posa sabbia fine, compresa compattazione del materiale	mc	147,5
10.4	Fornitura e posa di conglomerato cementizio a resistenza caratteristica C12/15	mc	35,3
10.5	Fornitura e posa conduttori unipolari AT 1600 mmq	m	1.650,0
10.6	Conferimento a discarica di materiale di risulta dagli scavi non riutilizzabile	mc	595,3
Valore complessivo delle opere:		EUR	335.549
Valore complessivo delle opere di competenza Voltalia Italia:		EUR	65.306

10. SISTEMA DI GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO E MATERIALI DA DEMOLIZIONE

9.1 Quadro di riferimento normativo

9.1.1 Normativa Nazionale

Le principali norme di riferimento sulla disciplina dell'utilizzazione dei materiali da scavo sono:

- Decreto Ministeriale 05 febbraio 1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22" (G.U. Serie Generale n. 88 del 16/04/1998 – Supplemento Ordinario n. 72), e s.m.i..
- Decreto Legislativo 03 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" (G.U. Serie Generale n. 88 del 14/04/2006 – Supplemento Ordinario n. 96), e s.m.i...
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164". (G.U. Serie Generale n. 183 del 07/08/2017).

In particolare, dall'entrata in vigore del decreto 120/2017 sono abrogati il Decreto Ministeriale 10 agosto 2012, n. 161 – "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo"; l'articolo 184-bis, comma 2-bis, del Decreto Legislativo 03 aprile 2006 n. 152; gli articoli 41, comma 2 e 41-bis del Decreto Legge 21 giugno 2013, n. 69, recante "Disposizione urgenti per il rilancio dell'economia" (c.d. "Decreto Fare"), convertito, con modificazioni, dalla Legge di conversione n. 98 del 09 agosto 2013.

Il nuovo D.P.R. 120/2017, entrato in vigore dal 22 agosto 2017, è adottato sulla base dell'Art. 8 del D.L. 133/2014 (Sblocca Italia) e convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

Esso introduce una nuova disciplina sui controlli e rimodula le regole di dettaglio per la gestione come sottoprodotti dei materiali da scavo, dettando anche nuove disposizioni per l'amministrazione delle terre e rocce escluse dal regime dei rifiuti (ex. Art 185 del D.LGS. 152/06) e per quelle, invece, da gestire come rifiuti.

La definizione di terre e rocce da scavo è indicata all'Art. 2, comma 1, lettera c) e di seguito riportata:

Terre e rocce da scavo: *"il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere*

infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra. Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso”.

L'art. 4 del medesimo regolamento detta i criteri per la definizione delle terre e rocce da scavo quali sottoprodotti e non rifiuti.

La corretta gestione delle TRS richiede il rispetto di precisi requisiti distinti in funzione dei seguenti aspetti:

- ipotesi di gestione da adottare:
 - Riutilizzo nello stesso sito di produzione;
 - Riutilizzo in un sito diverso rispetto a quello di produzione;
 - Smaltimento come rifiuti e conferimento a discarica o ad impianto autorizzato;
- volumi di terre e rocce da scavo movimentate, in base a cui si distinguono:
 - cantieri di piccole dimensioni – Volumi di TRS inferiori a 6.000 m²;
 - cantieri di grandi dimensioni – Volumi di TRS superiori a 6.000 m²;
- assoggettamento o meno del progetto alle procedure di VIA e/o AIA;
- presenza o meno, nelle aree interessate dal progetto, di siti oggetto di bonifica.

In funzione di tali circostanze, il quadro normativo può dunque essere riassunto come segue:

TIPOLOGIA DI UTILIZZO	TIPOLOGIA DI OPERA	NORMA DI RIFERIMENTO	ADEMPIMENTI
UTILIZZO IN SITU	OPERE NON SOGGETTE A VIA O AD AIA	Deroga al regime dei rifiuti - D.P.R. 120/2017, Art. 24 - Art. 185, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.	- Verificare la non contaminazione ai sensi dell'allegato 4 del D.P.R. 120/2017, fermo restando quanto previsto dall'art. 3, co. 2, del D.L. 2/2012 e ss.mm.ii., convertito, con modificazioni, dalla L. 28/2012 relativamente al materiale di riporto (test di cessione). - Dichiarazione prevista dall'art. 21 del DPR 120/2017
	OPERE SOGGETTE A VIA O AD AIA	Deroga al regime dei rifiuti - D.P.R. 120/2017, Art. 24 - Art. 185, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.,	- Elaborare di un "Piano preliminare di Utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti"; - Verificare la non contaminazione ai sensi dell'all. 4 del D.P.R. 120/2017, fermo restando quanto previsto dall'art. 3, co. 2, del D.L. 2/2012 convertito, con modificazioni, dalla L. 28/2012 relativamente al materiale di riporto (test di cessione).
UTILIZZO FUORI SITO	GRANDI CANTIERI (> 6.000 m ³) OPERE SOGGETTE A VIA O AD AIA	Sottoprodotti - D.P.R. 120/2017, Capo II Il Decreto non si applica alle ipotesi disciplinate dall'art. 109 del D.Lgs. 152/06 (Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte). - Ex D.M. 161/2012	- Elaborazione del Piano di Utilizzo come dettagliato nell'Allegato 5 del D.P.R. 120/2017
	PICCOLI CANTIERI (< 6.000 m ³) OPERE NON SOGGETTE A VIA O AD AIA	Sottoprodotti - D.P.R. 120/2017, Artt. 20 e 21 se sono verificate le condizioni di cui all'art. 4	- Trasmissione, anche solo in via telematica, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo, della Dichiarazione di utilizzo (modulo di cui all'allegato 6 del D.P.R. 120/2017)
	GRANDI CANTIERI (> 6.000 m ³) OPERE NON SOGGETTE A VIA O AD A IA	Sottoprodotti - D.P.R. 120/2017, Capo IV, Art. 22, ovvero Artt. 20 e 21 se sono verificate le condizioni di cui all'art. 4; - Ex Art. 184-bis del D.L.gs. 152/06, se sono verificate le condizioni di cui all'ex art. 41-bis del DL n. 69/13.	
MATERIALE DA SCAVO NON IDONEO AL RIUTILIZZO O NON CONFORME ALLE CSC DI CUI ALLA P. IV D.LGS. 152/06 (TAB. 1 ALL. 5 AL TITOLO V)		Rifiuti - D.P.R. 120/2017, Art. 23 - Regime dei rifiuti (Cfr. paragrafo successivo).	- Conferimento ad idoneo impianto di recupero o smaltimento

Tabella: Quadro normativo sulle modalità di gestione delle Terre e Rocce da Scavo.

9.1.2 Materiale destinato al riutilizzo nel sito di produzione

Qualora parte del materiale escavato sia destinato al riutilizzo direttamente nel sito di produzione, ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera C del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. La non contaminazione deve essere verificata ai sensi dell'Allegato 4 al D.P.R. 120/2017.

Risulta importante tenere presente, ai fini dell'applicazione dell'art. 185, l'articolo 3 del D.L. 2/2012 convertito nella legge 28/2012, concernente i materiali di riporto, con obbligo di effettuare il test di cessione effettuato sui materiali

granulari, ai sensi dell'art. 9 del D.M. 05 febbraio 1998 (norma UNI10802-2004), al fine di escludere rischi di contaminazione delle acque sotterranee.

Il suddetto art. 3 recita:

“1. Ferma restando la disciplina in materia di bonifica dei suoli contaminati, i riferimenti al “suolo” contenuti all’art. 185, commi 1, lett. b) e c), e 4, del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, si interpretano come riferiti anche alle matrici materiali di riporto di cui all’Allegato 2 alla Parte IV del medesimo decreto legislativo, costituite da una miscela eterogenea di materiale di origine antropica, quali residui e scarti di produzione e di consumo, e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito e utilizzati per la realizzazione di riempimenti, di rilevati e di reinterri.

2. [...] ai fini dell’applicazione dell’art. 185, comma 1, lett. b) e c), del D.Lgs. n. 152 del 2006, le matrici materiali di riporto devono essere sottoposte a test di cessione effettuato sui materiali granulari ai sensi dell’art. 9 del decreto del Ministro dell’ambiente 5 febbraio 1998, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale 16 aprile 1998, n. 88, ai fini delle metodiche da utilizzare per escludere rischi di contaminazione delle acque sotterranee e, ove conformi ai limiti del test di cessione, devono rispettare quanto previsto dalla legislazione vigente in materia di bonifica dei siti contaminati.

3. Le matrici materiali di riporto che non siano risultate conformi ai limiti del test di cessione sono fonti di contaminazione e come tali devono essere rimosse o devono essere rese conformi al test di cessione tramite operazioni di trattamento che rimuovono i contaminanti o devono essere sottoposte a messa in sicurezza permanente utilizzando le migliori tecniche disponibili e a costi sostenibili che consentono di utilizzare l’area secondo la destinazione urbanistica senza rischi per la salute.

[...]”

Qualora si rilevi il superamento di uno o più limiti di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., è fatta salva la possibilità del Proponente di dimostrare, anche avvalendosi di analisi e studi pregressi già valutati dagli Enti, che tali superamenti sono dovuti a caratteristiche naturali del terreno o da fenomeni naturali e che, di conseguenza, le concentrazioni misurate sono relative a valori di fondo naturale. In tale ipotesi, l'utilizzo dei materiali da scavo sarà consentito nell'ambito dello stesso sito di produzione o in altro sito diverso rispetto a quello di produzione, solo a condizione che non vi sia un peggioramento della qualità del sito di destinazione e che tale sito sia nel medesimo ambito territoriale di quello di produzione per il quale è stato verificato che il superamento dei limiti è dovuto a fondo naturale.

Il materiale destinato al riutilizzo nello stesso sito di origine può essere sottoposto alla "normale pratica industriale", come la selezione granulometrica, con l'eventuale eliminazione degli elementi/materiali antropici, la riduzione volumetrica mediante macinazione e la stesa al suolo per consentire l'asciugatura e la maturazione delle terre e rocce da scavo al fine di conferire alle stesse migliori caratteristiche di movimentazione, l'umidità ottimale e favorire l'eventuale biodegradazione naturale degli additivi utilizzati per consentire le operazioni di scavo. Non devono essere effettuate operazioni per modificare le caratteristiche chimiche ambientali del materiale stesso e da tali operazioni non devono generarsi rifiuti.

In conclusione, il materiale destinato al riutilizzo deve essere caratterizzato, dal Produttore, e corrispondere ai limiti di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs. 152/06, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica (colonna A per Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale, colonna B per Siti ad uso commerciale ed industriale), o ai valori di fondo naturali.

Gli adempimenti necessari ai fini del riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti variano a seconda della tipologia di cantiere (cfr. Tabella: Quadro normativo sulle modalità di gestione delle Terre e Rocce da Scavo):

- cantieri di piccole dimensioni (terre e rocce movimentate fino a 6000 m³): invio dichiarazione sostitutiva (art. 47, DPR 445/2000) prevista dall'art.21;
- cantieri di grandi dimensioni (terre e rocce movimentate >6000 m³) non soggetti a VIA o AIA: invio dichiarazione sostitutiva (art. 47, DPR 445/2000) prevista dall'art.21;
- cantieri di grandi dimensioni (>6000 m³) soggetti a VIA o AIA: redazione e invio del Piano di utilizzo redatto in conformità a quanto indicato nell'allegato 5 del DPR che include anche la dichiarazione sostitutiva.

Operare in difformità a quanto previsto dalla norma comporta la perdita della qualifica di sottoprodotto: la gestione delle terre e rocce da scavo ricade sotto la normativa dei rifiuti, con conseguente applicazione del relativo regime sanzionatorio.

Qualora in fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori non venga accertata l'idoneità del materiale scavato all'utilizzo ai sensi dell'articolo 185, comma 1, lettera c), le terre e rocce sono da considerarsi rifiuto e dovranno essere gestite come tale, ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

9.1.3 Materiale destinato allo smaltimento in discarica oppure al recupero

Il materiale eventualmente non destinato al riutilizzo può essere definito, secondo il D.Lgs. 152/06 come modificato dal D.Lgs. 205/2010, come rifiuto: *"qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi"* (art.183 c. 1 lett. a) DL 152/06).

In base alla definizione di cui sopra, dal momento in cui il produttore decide di disfarsi del materiale, quest'ultimo assume la qualifica di rifiuto, implicandone la gestione nel completo rispetto della normativa disposta dalla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.(D.Lgs. 4/08 e D.Lgs. 205/2010).

In linea generale, il rifiuto derivante dall'attività di scavo deve essere gestito secondo la normativa di riferimento, quindi deve essere caratterizzato, classificato e allontanato dall'area secondo le disposizioni in materia di trasporto di rifiuti, accompagnati da formulario di identificazione (FIR) e conferiti presso un impianto autorizzato al recupero o smaltimento.

Quindi, della totalità del terreno escavato, quello che non viene riutilizzato perché:

- contaminato;
- avente caratteristiche geotecniche tali da non consentirne il riutilizzo;
- in quantità eccedente a quella destinabile al riutilizzo;

deve essere conferito in idoneo impianto di trattamento o recupero o, in ultima analisi, smaltito in discarica.

va, infatti, privilegiato il conferimento in idonei Impianti di Trattamento o Recupero (con conseguente minore impatto ambientale e minori costi di gestione).

Il materiale può essere avviato ad un impianto di recupero nel caso possieda i requisiti previsti dal D.M. 05/02/1998 e s.m.i. (rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate).

La scelta della tipologia dell'impianto di destinazione finale, nel caso dell'avviamento a discarica, è regolata dal D.Lgs. 36/03 e dai suoi decreti attuativi.

Le tipologie di discarica sono fissate dal DL 36/2003 all'art. 4 e sono:

- a) discarica per rifiuti inerti;
- b) discarica per rifiuti non pericolosi;
- c) discarica per rifiuti pericolosi.

I nuovi criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica sono fissati e definiti dal D.M. del 27 settembre 2010, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 1 dicembre 2010, n. 281, in applicazione di quanto stabilito dal D.Lgs. 36/2003, che abroga il precedente D.M. 3 agosto 2005.

9.1.4 Deposito temporaneo

Il deposito temporaneo è il *“raggruppamento dei rifiuti e il deposito preliminare alla raccolta ai fini del trasporto di detti rifiuti in un impianto di trattamento, effettuati, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, da intendersi quale l'intera area in cui si svolge l'attività che ha determinato la produzione dei rifiuti”* (D.Lgs. 152/2006, art. 183, lettera bb).

Si distingue dallo “stoccaggio”, definito invece come *l'insieme delle attività di “smaltimento” consistenti nelle operazioni di deposito preliminare di rifiuti, nonché delle attività di “recupero” consistenti nelle operazioni di messa in riserva di rifiuti.*

Nel D.P.R. 120/2017 sono indicate condizioni e prescrizioni secondo cui, le terre e rocce da scavo qualificate come rifiuti possono essere oggetto di deposito temporaneo, introducendo una disciplina speciale rispetto a quella individuata dall'articolo 183, comma 1, lettera bb), del decreto legislativo n. 152 del 2006. Nello specifico, le terre e rocce da scavo collocate in deposito temporaneo presso il sito di produzione possono essere raccolte e avviate a operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative (cfr. Art. 23 D.P.R. 120/2017):

- con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito;
- quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 4000 metri cubi di cui non oltre 800 metri cubi di rifiuti pericolosi.

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

In riferimento a quanto stabilito dal DL 152/06 art. 183 c.1 lett. bb) il deposito temporaneo deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche e devono essere rispettate le norme che disciplinano l'imballaggio e l'etichettatura delle sostanze pericolose.

Il deposito temporaneo richiede, inoltre, che vi sia una superficie di appoggio impermeabile, che i rifiuti siano stoccati in idonei contenitori, che per i rifiuti liquidi siano presenti idonei sistemi di contenimento degli sversamenti accidentali;

I contenitori di rifiuti, sia fissi sia mobili, devono essere opportunamente contrassegnati con etichette o targhe, apposte sui recipienti stessi o collocate nelle aree di stoccaggio. La cartellonistica deve riportare correttamente il codice C.E.R. (Catalogo Europeo dei Rifiuti) con una sintetica descrizione, assieme ai consigli di sicurezza e alle

eventuali classi di pericolosità. È consigliabile inoltre l'uso di ulteriore segnaletica che possa facilitare qualsiasi operatore, quale pittogrammi di pericolo, eventuali DPI da utilizzare ecc.

Ai sensi del combinato disposto degli artt. 184 e 190 del D.Lgs 152/06, l'impresa edile che produce rifiuti da costruzione e demolizione è obbligata a tenere un registro di carico e scarico dei rifiuti solo per i rifiuti pericolosi. I rifiuti non pericolosi non devono essere annotati sul registro.

9.1.5 Caratterizzazione del rifiuto

La normativa prevede che il produttore effettui una "caratterizzazione di base" di ciascuna tipologia dei rifiuti (cioè determini le caratteristiche dei rifiuti, raccogliendo informazioni in merito a tipo, origine, codice europeo e quant'altro relativo al rifiuto):

- in occasione del primo conferimento alla discarica;
- ogni qualvolta sia intervenuta una "variazione significativa del processo che origina i rifiuti";
- comunque almeno una volta l'anno.

Se le caratteristiche di base di una tipologia di rifiuti dimostrano che gli stessi soddisfano i criteri di ammissibilità per una categoria di discarica, tali rifiuti sono considerati ammissibili nella corrispondente categoria.

Il gestore della discarica, da parte sua, deve verificare la conformità dei rifiuti smaltiti tramite l'omologa (accertandosi che questi corrispondano alla caratterizzazione dei rifiuti e che soddisfino i criteri di ammissibilità) e ammettere in discarica solo i rifiuti conformi alla descrizione riportata nella documentazione di accompagnamento secondo le modalità previste dall'articolo 11, comma 3 del D.lgs. 36/03.

E' consentito lo smaltimento in discarica per rifiuti inerti senza preventiva caratterizzazione di alcuni rifiuti inerti riportati in Tabella 1 del D.M. 27/09/2010 "*Rifiuti inerti per i quali è consentito lo smaltimento in discarica per rifiuti inerti senza preventiva caratterizzazione*" (es. Codici CER 101208, 170101, 170102, 170103, 170107, 170202, 170504, 200202), in quanto sono considerati già conformi ai criteri di ammissibilità stabiliti nel decreto medesimo, ai sensi dell'art. 5 del Decreto Ministeriale del 27 settembre 2010, che recita:

"1. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 10 del presente decreto, sono smaltiti nelle discariche per rifiuti inerti:

a) i rifiuti elencati nella tabella 1 senza essere sottoposti ad accertamento analitico, in quanto sono considerati già conformi ai criteri specificati nella definizione di rifiuti inerti di cui all'art. 2, comma 1, lettera e) del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 ed ai criteri di ammissibilità stabiliti dal presente decreto. Si deve trattare di una singola tipologia di rifiuti proveniente da un unico processo produttivo. Sono ammesse, insieme, diverse tipologie di rifiuti elencati nella tabella 1, purché provenienti dallo stesso processo produttivo; [...]"

9.1.6 Rifiuti derivanti dalle attività di costruzione e demolizione

Le attività di costruzione e demolizione rientrano tra le attività che generano rifiuti per i quali è espressamente vietato l'abbandono.

I rifiuti del cantiere, derivanti dall'attività di costruzione e demolizione, sono costituiti dagli sfridi derivanti dalle lavorazioni di materiali e componenti, dagli involucri o confezioni degli stessi, dai residui di scavi inquinati da sostanze pericolose, dall'acqua di risulta dalle lavorazioni e dalle emissioni in atmosfera.

Tali rifiuti appartengono in massima parte alla categoria merceologica dei rifiuti della costruzione, che secondo la classificazione della Commissione 2000/532/CE del 3 maggio 2000 corrispondono ai rifiuti appartenenti al capitolo CER 17. Tra i principali si annoverano le seguenti tipologie di CER:

- 170504 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503;
- 170904 rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903.

I rifiuti provenienti dall'attività di costruzione e demolizione sono classificati come rifiuti speciali (art.184, c.3, lettera b) e quindi devono essere:

- identificati mediante analisi, al fine dell'attribuzione del codice CER;
- raggruppati nel deposito temporaneo (distinti per tipologia);
- Trasportati in proprio o tramite terzi.

Le diverse destinazioni finali sono:

- a) Recuperi mediante:
 - - Procedura Semplificata (DM 5.02.1998);
 - - Procedura Ordinaria.
- b) Smaltimenti in discarica.

Il trasporto dei rifiuti, inteso come movimentazione dei rifiuti dal luogo di deposito presso il sito di produzione alla destinazione finale di recupero o di smaltimento, può essere effettuato direttamente dal produttore/detentore con mezzi propri ovvero da terzi autorizzati e deve sottostare alle disposizioni della normativa ambientale, del trasporto di merci e del codice della strada.

- Trasporto in proprio: l'impresa deve essere iscritta all'Albo Gestori Ambientali nella categoria "trasportatori dei propri rifiuti" (art. 212, co. 8 D.Lgs 152/06). Si devono iscrivere a questa categoria i produttori che

trasportano in proprio rifiuti non pericolosi ovvero rifiuti pericolosi in quantità non eccedente i 30 kg o 30 litri al giorno.

- Trasporto tramite terzi autorizzati: l'impresa a cui vengono conferiti i rifiuti da C&D deve risultare iscritta all'Albo Gestori Ambientali alle categorie 4 (per i rifiuti non pericolosi) e 5 (per i rifiuti pericolosi).

Ai fini del corretto trasporto, il produttore deve preliminarmente compilare il formulario dei rifiuti (FIR), quindi, in caso di conferimento dei rifiuti a terzi, deve verificare che il trasportatore del rifiuto sia dotato della prevista autorizzazione, oltre ad accertare l'autorizzazione dell'impianto di destinazione riguardo alla specifica tipologia di rifiuti conferiti.

In sintesi, la gestione dei rifiuti in genere comprende le seguenti operazioni:

- la raccolta;
- il deposito temporaneo;
- il trasporto.
- lo smaltimento/recupero

A riguardo, si riportano a seguire i riferimenti di alcuni articoli del D.lgs. 152/06 per la gestione dei rifiuti, ai quali si rimanda per i dettagli.

- Art. 188-bis - Controllo della tracciabilità dei rifiuti
- Art. 190 - Registro di carico e scarico
- Art. 193 - Trasporto dei rifiuti

9.2. Piano di indagine

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo, previo accertamento durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

Nel caso in cui i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche proveniente da cava.

La caratterizzazione del materiale scavato ai fini della verifica dell'idoneità al riutilizzo sarà effettuata procedendo

al prelievo di campioni di terre da sottoporre ad analisi di laboratorio.

L'ubicazione e il numero di punti di indagine potranno subire modifiche a seguito di sopralluoghi per accertarne l'effettiva fattibilità. Tutte le posizioni dei singoli punti di sondaggio saranno individuate solo a seguito di attenta verifica, tenendo conto, in particolare, della presenza di tutti i possibili sottoservizi, delle restrizioni logistiche e dei riflessi sulla sicurezza degli operatori.

La caratterizzazione ambientale sarà svolta, prima dell'inizio dello scavo, nel rispetto di quanto riportato agli allegati 2 e 4 del D.P.R. 120/2017.

Qualora si riscontri l'impossibilità di eseguire prima dell'inizio dello scavo la completa caratterizzazione ambientale di tutti i punti di indagine previsti, il proponente si riserverà la possibilità di eseguire talune indagini in corso d'opera, secondo le indicazioni di cui all'allegato 9 del D.P.R. 120/2017.

In base a quanto stabilito nell'Allegato 2 dello stesso decreto, la densità dei punti di indagine e la loro ubicazione sono basate su un modello concettuale preliminare delle aree o sulla base di considerazioni di tipo statistico. Il numero dei campioni da prelevare è stabilito sempre nell'Allegato 2 secondo il seguente schema:

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3 + 1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7 + 1 ogni 5.000 metri quadri

Le profondità di campionamento saranno determinate in base alla natura dei materiali costituenti il suolo e il sottosuolo, alla eventuale presenza di acque sotterranee, alle evidenze di contaminazione e facendo riferimento alle ipotesi progettuali.

La pulizia degli strumenti e delle attrezzature accessorie dovrà essere eseguita in maniera accurata, al termine di ogni manovra, con mezzi compatibili con i materiali di interesse, al fine di evitare fenomeni di contaminazione e/o di perdita di rappresentatività dei dati; in tutti i sondaggi le fasi della trivellazione sono state eseguite con le stesse modalità, utilizzando gli stessi strumenti e la stessa tipologia di contenitori per i campioni, allo scopo di garantire la rappresentatività dei dati analitici e il loro confronto.

La scelta dei contaminanti da ricercare dovrà essere fatta allo scopo di determinare le caratteristiche qualitative dell'area in esame e di caratterizzare in maniera preventiva le terre e rocce da scavo.

Nel caso di opere infrastrutturali lineari, il campionamento andrà effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato.

La profondità d'indagine sarà determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche saranno almeno:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;

- campione 3: nella zona intermedia tra i due;

In ogni caso andrà previsto un campione rappresentativo di ogni orizzonte stratigrafico individuato ed un campione in caso di evidenze organolettiche di potenziale contaminazione. Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico- fisiche possono essere almeno due: uno per ciascun metro di profondità. Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio oltre ai campioni sopra elencati sarà necessario acquisire un campione delle acque sotterranee,

Per il cavidotto interrato lungo complessivamente circa 5,6 km si prevedono:

- *n. 11 punti di indagine.*

In merito al PR si prevedono, in base alle dimensioni in pianta:

- *n. 5 punti di indagine.*

9.2.1 Parametri da determinare

Sui campioni di terreno prelevati, ai fini della verifica della conformità alle CSC normative, saranno eseguite determinazioni analitiche comprendenti un set mirato di parametri analitici allo scopo di accertare le condizioni chimiche del sito in rapporto ai limiti previsti dal D.Lgs.152/2006.

Come stabilito nell'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017, il set di parametri analitici da ricercare è definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sui siti o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera.

9.2.2 Terreni di riporto

Considerato quanto indicato all'art. 41, comma 3 del D.L. 21 giugno 2013, n. 69 e nella nota MATTM (prot. 13338/TRI) del 14/05/2014: "Richiesta chiarimenti in merito all'applicazione della normativa su terre e rocce da scavo", qualora durante le operazioni di campionamento si riscontri la presenza di terreni di riporto, si dovrà prevedere l'esecuzione di un test di cessione da effettuarsi sui materiali granulari, ai sensi dell'art. 9 del D.M. 05/02/1998 n.88, per escludere rischi di contaminazione delle acque sotterranee.

Per rientrare all'interno delle procedure di caratterizzazione ambientale dei materiali, la percentuale in massa del materiale di origine antropica contenuta nel terreno non deve essere maggiore del 20%.

In tale circostanza, inoltre, non essendo nota l'origine dei materiali inerti che costituiscono il terreno di riporto, la caratterizzazione ambientale, dovrà prevedere:

- l'ubicazione dei campionamenti in modo tale da poter caratterizzare ogni porzione di suolo interessata dai riporti, data la possibile eterogeneità verticale ed orizzontale degli stessi;
- la valutazione della percentuale in massa degli elementi di origine antropica.

La quantificazione dei materiali di origine antropica di cui all'articolo 4, comma 3 del D.P.R. 120/2017 sarà effettuata secondo la metodologia descritta nell'Allegato 4 del medesimo decreto, allo scopo di separare il terreno con caratteristiche stratigrafiche e geologiche naturali dai materiali origine antropica in modo che la presenza di questi ultimi possa essere pesata. Nello specifico, per il calcolo della percentuale si applica la seguente formula:

$$\%Ma = \frac{P_{Ma}}{P_{tot}} * 100$$

dove:

- %Ma: percentuale di materiale di origine antropica
- P_Ma: peso totale del materiale di origine antropica rilevato nel sopravaglio
- P_tot: peso totale del campione sottoposto ad analisi (sopravaglio+sottovaglio)

Il test di cessione sarà effettuato secondo la norma UNI10802-2013, con determinazione dei medesimi parametri previsti per i suoli, fatte salve specifiche indicazioni fornite dagli enti competenti.

Come precisato dal MATTM nella nota del 14/05/2014 (prot. 13338/TRI), i limiti di riferimento per confrontare le concentrazioni dei singoli analiti nell'eluato saranno quelli di cui alla Tabella 2, Allegato 5, Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/06, previsti per le acque sotterranee.

Si sottolinea, inoltre, che la disposizione di cui all'art. 41, comma 3 del D.L. 21 giugno 2013, n. 69, deve ritenersi applicabile ai riporti storici, ovvero formati a seguito dei conferimenti avvenuti antecedentemente all'entrata in vigore del D.P.R. 10/09/1982 n. 915.

9.3 Piano di utilizzo terre e rocce da scavo e materiali da demolizione

Sulla base delle indagini di Due Diligence ambientale condotte e delle risultanze del Piano di Indagine è possibile fornire indicazioni riguardanti la gestione delle terre e rocce da scavo derivanti dalle attività in progetto.

9.3.1 Terre e rocce - stima dei quantitativi

Parchi FV

I movimenti terra consistono negli scavi necessari per la realizzazione delle opere, nello scotico superficiale e scavo puntuale in corrispondenza delle fondazioni. La profondità degli scavi risulta variabile a seconda dell'opera da realizzare.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso un'area opportunamente dedicata e successivamente il suo utilizzo per il rinterro degli scavi ed il rimodellamento morfologico del terreno alla quota finale di progetto.

Per l'esecuzione dei lavori non sono normalmente utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le terre e rocce.

Nella tabella seguente si riporta la valutazione dei quantitativi di materiali movimentati nell'ambito della realizzazione dei due campi FV. In particolare, per ogni intervento si riporta:

- Il volume che verrà scavato
- Il volume di terreno riutilizzabile
- Il volume di terreno eccedente

Attività	Scavo Totale (m³)	Terreno Riutilizzabile (*) (m³)	Terreno Eccedente (m³)
Regolarizzazione del suolo	20000	20000	0
Scavo strade	18900	18900	0
Fondazioni cabine MT/BT	1070	1070	0
Linee elettriche	8738	8738	0
Pozzetti	379	379	0
Basamenti (cancello, recinzione, illuminazione)	117	117	0

(*) previa effettuazione delle analisi che dimostrino il rispetto dei limiti di CSC. Qualora ciò non dovesse accadere, il terreno verrà conferito a discarica.

Tabella: Stima preliminare dei volumi di scavo Parchi FV

In fase di progettazione esecutiva il proponente si riserva di affinare i dati preliminari di cui sopra.

In sostanza quindi si stima un volume complessivo di scavo pari a 49.204 m³ di cui si prevede, in caso di idoneità, il totale riutilizzo in sito.

Il materiale di risulta degli scavi sarà dunque opportunamente accumulato in aree di stoccaggio temporanee; i cumuli saranno realizzati mantenendo il più possibile l'omogeneità del materiale sia in termini litologici che in termini di contaminazione visiva; i cumuli avranno inoltre altezza proporzionale alla quantità di materiale ed alla sua stabilità allo stato sciolto.

Gli eventuali materiali in esubero non riutilizzati in loco per i riempimenti necessari, dovranno essere gestiti all'interno del regime dei rifiuti e dovranno essere allontanati dal cantiere con formulario d'identificazione, secondo la classificazione del rifiuto e l'attribuzione del codice CER, ai sensi della normativa vigente.

Saranno da eseguirsi in tal caso ulteriori determinazioni analitiche (test di cessione) finalizzate alla verifica della compatibilità dei terreni per l'eventuale conferimento ad impianti autorizzati di smaltimento e/o recupero, mediante l'attribuzione del codice CER e la classificazione della pericolosità del rifiuto con i parametri richiesti dalla normativa vigente.

Le caratteristiche del sito di destinazione finale sono determinate in base ai risultati del test di cessione in acqua per l'ammissibilità in discarica.

Per l'eventuale smaltimento dei materiali in esubero riferibili ai terreni in posto potrà essere presumibilmente utilizzato il codice CER 17 05 04 Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03*, da confermare in base ai risultati delle opportune analisi suddette, e tali materiali potranno essere conferiti a un impianto autorizzato di trattamento per il recupero o in discarica per rifiuti non pericolosi, con le modalità previste dalla normativa vigente.

Cavidotto MT

La realizzazione delle opere sopraindicate comporterà movimenti terra che nella fase preliminare è possibile stimare solo in maniera indicativa, rimandando al progetto esecutivo la determinazione dei volumi di dettaglio.

Preliminarmente si è ipotizzata un'area di scavo trapezoidale con una base inferiore pari a 0,5÷0,7 m, una base superiore di 0,7 ÷ 1 m, per un'altezza di 1,1 m dal piano finito.

In base a ciò, tenendo conto della lunghezza del cavidotto pari a 5.600 m, si prevede pertanto che il volume di scavo per la costruzione della linea in oggetto sia pari a 4.205 m³ complessivi.

Attività	Scavo Totale (m³)	Terreno Riutilizzabile (*) (m³)	Terreno Eccedente (m³)
Realizzazione cavidotto	4.205	nd	nd
(*) previa effettuazione delle analisi che dimostrino il rispetto dei limiti di CSC. Qualora ciò non dovesse accadere, il terreno verrà conferito a discarica. nd: non definito			

Cavidotto AT

La realizzazione delle opere sopraindicate comporterà movimenti terra che nella fase preliminare è possibile stimare solo in maniera indicativa, rimandando al progetto esecutivo la determinazione dei volumi di dettaglio.

Preliminarmente si è ipotizzata un'area di scavo trapezoidale di profondità 1,6 m.

In base a ciò, tenendo conto della lunghezza del cavidotto pari a 500 m, si prevede pertanto che il volume di scavo per la costruzione della linea in oggetto sia pari a: 595 m³ complessivi.

Il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo ai sensi della normativa vigente, sarà parzialmente riutilizzato per i reinterri, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno.

La gestione degli esuberi, fra il volume scavato e quello riutilizzato, verrà documentata in fase esecutiva attraverso la predisposizione di un apposito Piano di Utilizzo conforme a quanto disposto dall'Art. 10 del DPR 120/2017

Ai sensi dell'art. 9 dello stesso, poiché gli esuberi di cui sopra derivano dalla realizzazione di un'opera sottoposta a valutazione di impatto ambientale, il Piano di Utilizzo verrà presentato all'Autorità Competente, prima dell'espressione del parere di valutazione ambientale. Si segnala tuttavia che In fase di Progetto Definitivo non è possibile quantificare i volumi che saranno destinati al riutilizzo ai sensi del citato DPR. Al contrario detta quantificazione potrà essere dettagliata in fase esecutiva.

Per quanto illustrato, per le materie di cui al presente paragrafo, la soluzione di sistemazione finale proposta è il riutilizzo nell'ambito di Progetti esterni (siti di destinazione) al cantiere dell'impianto a progetto (sito di produzione), in ottemperanza alla disciplina di cui al DPR 120/2017.

Attività	Scavo Totale (m³)	Terreno Riutilizzabile (*) (m³)	Terreno Eccedente (m³)
-----------------	-------------------------------------	---	--

Realizzazione cavidotto	595	nd	nd
(*) previa effettuazione delle analisi che dimostrino il rispetto dei limiti di CSC. Qualora ciò non dovesse accadere, il terreno verrà conferito a discarica. nd: non definito			

Tabella: Stima preliminare dei volumi di scavo cavidotto

Punto di raccolta

La realizzazione delle opere sopraindicate comporterà movimenti terra che nella fase preliminare è possibile stimare solo in maniera indicativa, rimandando al progetto esecutivo la determinazione dei volumi di dettaglio.

In base alle caratteristiche morfologiche e geologiche della zona, oltre che alla natura delle opere, è possibile stimare che verranno utilizzate solo fondazioni superficiali. Si precisa comunque che le fondazioni ipotizzate in questa fase progettuale, dovranno essere verificate in fase di progettazione esecutiva, sulla base delle indagini geognostiche che saranno effettuate.

In base a ciò, si prevede pertanto che il volume di scavo per la costruzione della stazione in oggetto sia pari a 4.520 m³ complessivi.

Il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo ai sensi della normativa vigente, sarà in maggior parte riutilizzato per i reinterri nell'area di stazione, ovvero nelle aree circostanti, in disponibilità del proponente.

Si prevede di avviare a smaltimento presso sito autorizzato, un complessivo di 1.780 m³ di materiale escavato.

Attività	Scavo Totale (m³)	Terreno Riutilizzabile (*) (m³)	Terreno Eccedente (m³)
Realizzazione punto di raccolta	4523	2743	1780
(*) previa effettuazione delle analisi che dimostrino il rispetto dei limiti di CSC. Qualora ciò non dovesse accadere, il terreno verrà conferito a discarica.			

Tabella: Stima preliminare dei volumi di scavo PR

9.3.2 Riutilizzo in sito - Adempimenti

Per il riutilizzo in sito non è previsto nessun titolo abilitativo, previa conferma della conformità del materiale al riutilizzo nel sito con destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale, ai sensi di quanto prescritto all'articolo 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., che recita:

“1. Non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del presente decreto:

[...] c) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato;

[...].”

Nel caso in cui le indagini di laboratorio confermino tale conformità è previsto il totale riutilizzo in sito del materiale escavato.

9.3.3 Volumi di non riutilizzo e possibile destinazione

Relativamente alle terre e rocce da scavo non è attualmente previsto un quantitativo in esubero, da gestire all'interno del regime dei rifiuti.

Nel caso in cui, in fase esecutiva, dovesse risultare del materiale escavato in eccedenza o le risultanze analitiche dovessero individuarne alla non conformità al riutilizzo in sito, tali materiali dovranno essere gestiti all'interno del regime dei rifiuti e dovranno essere allontanati dal cantiere con formulario di identificazione rifiuto, secondo la classificazione del rifiuto e l'attribuzione del codice CER, ai sensi della normativa vigente.

Per l'eventuale smaltimento dei materiali in esubero riferibili ai terreni in posto potrà essere presumibilmente utilizzato il codice CER 170504 Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503* e tali materiali potranno essere conferiti ad un impianto autorizzato di trattamento per il recupero o in discarica per rifiuti non pericolosi, con le modalità previste dalla normativa vigente.

9.3.4 Quantitativi stimati e disponibilità di impianti di conferimento

Nella seguente tabella si riepilogano i quantitativi stimati per ciascuna tipologia di materiali da gestire all'interno del regime dei rifiuti nel caso di non riutilizzo. Con l'asterisco sono indicati i quantitativi da aggiungere nell'eventualità non risultino idonei al riutilizzo.

Tipologia intervento	Tipologia materiale	Quantità [mc]
Scavi parchi FV	CER 17 05 04 (Terre e rocce da scavo)	(49204*)
Scavi cavidotto	CER 17 05 04 (Terre e rocce da scavo) CER 17 03 02 (Asfalto)	4.205**
Scavi cavidotto	CER 17 05 04 (Terre e rocce da scavo) CER 17 03 02 (Asfalto)	495**
Scavi PR	CER 17 05 04 (Terre e rocce da scavo)	1780 (2743*)

* solo se non idoneo al riutilizzo

** quantitativo massimo escavato. non è definito il quantitativo di materiale riutilizzato e non è distinta la quantità di asfalto.

Inoltre, è stata svolta una verifica sul territorio per l'individuazione degli impianti ubicati nelle vicinanze dell'area e disponibili alla ricezione dei materiali di cui si riporta un elenco di seguito.

IMPIANTI PER TERRE E ROCCE (CODICE CER 17 05 04)	
DENOMINAZIONE IMPIANTO	RIFERIMENTI
ECOLOGIA VALTRIGNO SRL	Via L. Grassi 20 – 66050 San Salvo (CH) Tel. 0873 342852 info@ecologicavaltrigno.it

Sarà cura dell'appaltatore individuare l'impianto più idoneo alle sue esigenze per lo smaltimento.

Il Produttore del rifiuto (Appaltatore) dovrà effettuare analisi sui cumuli di materiale derivante dagli scavi, da gestire come rifiuto, al fine di attribuire l'esatto codice CER e la classificazione della pericolosità del rifiuto per il conferimento presso impianti di smaltimento e/o recupero autorizzati.

11. SISTEMA DI GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

La manutenzione degli impianti elettrici ordinari e speciali, sia essa di tipo ordinaria che straordinaria, ha la finalità di mantenere costante nel tempo le loro prestazioni al fine di conseguire:

- le condizioni di base richieste negli elaborati progettuali;
- le prestazioni di base richieste quali illuminamento, automazione, ecc.;
- la massima efficienza delle apparecchiature;
- la loro corretta utilizzazione durante le loro vita utile.

Essa comprende quindi tutte le operazioni necessarie all'ottenimento di quanto sopra nonché a:

- Ottimizzare i consumi di energia elettrica;
- Garantire una lunga vita all'impianto, prevedendo le possibili avarie e riducendo nel tempo i costi di manutenzione straordinaria che comportano sostituzione e/o riparazione di componenti dell'impianto.
- Garantire ottimali condizioni di sicurezza e di regolazione e ottimizzazione degli ambienti.

Il Piano di Manutenzione si dovrà articolare nei seguenti documenti operativi, redatti ai sensi del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 Art.38

- Manuale d'uso
- Manuale di Manutenzione
- Programma di Manutenzione
- Schede per la redazione del Registro delle Verifiche

Quindi sostanzialmente sarà definita una programmazione dei lavori di manutenzione e di gestione delle opere, da sviluppare su base mensile, trimestrale, semestrale ed annuale per garantirne il corretto funzionamento. Sarà creato un registro dove dovranno essere indicate le caratteristiche principali dell'apparecchiatura e le operazioni di manutenzione effettuate, con le relative date.

La direzione ed il controllo degli interventi di manutenzione saranno seguiti da un tecnico che avrà il compito di monitorare l'impianto, effettuare visite mensili e, in esito a tali visite, coordinare le manutenzioni.

Per i dettagli del Piano di Manutenzione si rimanda al corrispondente elaborato di dettaglio.

12. PIANO DI DISMISSIONE, RIFIUTI E RISPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

12.1 Premessa - LCA sistemi fotovoltaici e normativa di riferimento

L'impianto fotovoltaico è da considerarsi l'impianto di produzione di energia elettrica che più di ogni altro adotta materiali riciclabili e che durante il suo periodo di funzionamento minimizza l'inquinamento del sito di installazione, sia in termini di inquinamento atmosferico (nullo non generando fumi), di falda (nullo non generando scarichi) o sonoro (praticamente nullo non avendo parti in movimento).

Ogni singola parte dell'impianto fotovoltaico avrà dei componenti riciclabili e degli altri che saranno classificati come rifiuti.

Le celle fotovoltaiche, sebbene garantite 20 anni contro la diminuzione dell'efficienza di produzione, essendo costituite da materiale inerte quale il silicio garantiscono cicli di vita ben superiori alla durata ventennale (sono infatti presenti impianti di prova installati negli anni 70 ancora funzionanti). I moduli fotovoltaici risentono solo di un calo di prestazione dovuto alla degradazione dei materiali che compongono la stratigrafia del modulo quali vetro (che ingiallisce) fogli di EVA e Tedlar. Del modulo fotovoltaico potranno essere recuperati almeno il vetro di protezione, le celle al silicio la cornice in alluminio ed il rame dei cavi, quindi circa il 95% del suo peso. L'inverter, altro elemento "ricco" di materiali pregiati (componentistica elettronica) costituisce il secondo elemento di un impianto fotovoltaico che in fase di smaltimento dovrà essere debitamente curato. Tutti i cavi in rame o alluminio, materiali in acciaio e ferrosi delle strutture e recinzioni, così come diversi inerti da costruzione possono essere recuperati.

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

12.2. Fasi principali del piano di dismissione

La dismissione dell'impianto fotovoltaico a fine vita di esercizio prevede lo smontaggio/smantellamento delle infrastrutture elettriche e civili di cui è costituito il progetto nel rispetto delle norme di sicurezza presenti e future, ed il ripristino dello stato dei luoghi alla situazione ante operam.

Le operazioni di rimozione e demolizione, nonché il recupero e smaltimento dei materiali di risulta, verranno eseguite applicando le migliori e le più evolute metodologie di lavoro e tecnologie a disposizione, in osservazione delle norme vigenti in materia di smaltimento rifiuti.

Il piano di dismissione prevede le seguenti fasi:

1) Smontaggio di tutte le apparecchiature e attrezzature elettriche e smantellamento delle infrastrutture civili:

- disconnessione dell'intero impianto dalla rete elettrica
 - operazioni di messa in sicurezza (sezionamento lato DC, AC, disconnessione delle serie moduli e dei cavi;
 - smontaggio di moduli fotovoltaici, degli inverter e delle strutture di fissaggio;
 - rimozione dei cavidotti interrati e pozzetti, previa apertura degli scavi;
 - rimozione delle cabine e manufatti prefabbricati;
 - rimozione del sistema di illuminazione e videosorveglianza;
 - demolizione della viabilità interna;
 - rimozione della recinzione e del cancello;
 - rimozione piantumazioni perimetrali;
 - rimozione opere di connessione (elettrodotto e cabina elettrica);
- 2) Ripristino dello stato dei luoghi alla situazione ante operam.

12.3. Smontaggio/smantellamento delle infrastrutture elettriche e civili

12.3.1 Dismissione del campo fotovoltaico

Smontaggio dei moduli fotovoltaici, degli inverter e delle strutture di sostegno

Gli inverter, fissati alle strutture di supporto inverter, ed i moduli fotovoltaici saranno dapprima disconnessi dai cablaggi, poi smontati dalle strutture di sostegno, ed infine disposti, mediante mezzi meccanici, sui mezzi di trasporto per essere conferiti, tramite soggetti autorizzati, ad un apposito impianto di trattamento e recupero che risulti iscritto al Centro di Coordinamento RAEE o appartenente al circuito PVCYCLE che raccoglie la maggior parte dei produttori di moduli fotovoltaici, dove al termine della fase di dismissione il soggetto autorizzato rilascia un certificato attestante l'avvenuto recupero.

Non è prevista la separazione in cantiere dei singoli componenti di ogni modulo (vetro, alluminio e polimeri, materiale elettrico e celle fotovoltaiche).

Le operazioni previste per il recupero/smaltimento dei pannelli fotovoltaici consisteranno nello smontaggio dei moduli ed trasporto degli stessi a idonea piattaforma che effettuerà le seguenti operazioni di recupero:

- recupero cornice di alluminio;
- recupero vetro;
- recupero integrale della cella di silicio o recupero del solo wafer;
- invio a discarica delle modeste quantità di polimero di rivestimento della cella.

Le strutture di sostegno metalliche, essendo del tipo infisso, saranno smantellate nei singoli profilati che le compongono; i profilati infissi, invece, saranno rimossi dal terreno per estrazione e caricati sui mezzi di trasporto. I materiali ferrosi ricavati verranno inviati ad appositi centri di recupero e riciclaggio istituiti a norma di legge.

Per quanto attiene al ripristino del terreno non sarà necessario procedere a nessuna demolizione di fondazioni in quanto non si utilizzano elementi in calcestruzzo gettati in opera.

Rimozione di cavi e cavidotti interrati e pozzetti

Per la rimozione dei cavidotti interrati si prevede: la riapertura dello scavo fino al raggiungimento dei cavi o corrugati (ove presenti), lo sfilaggio dei cavi ed il successivo recupero dei cavidotti dallo scavo. Il rame e l'alluminio dei cavi elettrici e le parti metalliche con la corda nuda di rame o piattina in acciaio costituente l'impianto di messa a terra verranno inviati ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio mentre le guaine verranno recuperate in mescole di gomme e plastiche per smaltimento alla specifica discarica.

I pozzetti elettrici verranno rimossi tramite scavo a sezione obbligata che verrà poi nuovamente riempito con il materiale di risulta. I manufatti estratti verranno trattati come rifiuti ed inviati in discarica in accordo alle vigenti disposizioni normative.

Rimozione delle cabine e manufatti prefabbricati

Preventivamente saranno smontati tutti gli apparati elettrici contenuti nella cabina di smistamento (quadri elettrici, organi di comando e protezione) che saranno smaltiti come RAEE.

Successivamente sarà rimossa la cabina mediante l'ausilio di pale meccaniche e bracci idraulici per il caricamento sui mezzi di trasporto.

Le fondazioni in cemento armato, invece, saranno rimosse mediante idonei escavatori e conferita presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

Rimozione del sistema di illuminazione, videosorveglianza ed antintrusione

Gli elementi costituenti i sistemi di illuminazione, videosorveglianza e di antintrusione, quali pali di illuminazione, telecamere e eventuali fotocellule saranno smontati e separati tra i diversi componenti del sistema (acciaio, cavi, materiali elettrici).

Demolizione della viabilità interna

Tale demolizione sarà eseguita mediante scavo con mezzo meccanico, per la profondità di ca. 20-50 cm, per la larghezza della strada per la viabilità interna e l'area di pertinenza delle cabine elettriche. Il materiale così raccolto sarà caricato su apposito mezzo e conferito a presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione.

Rimozione della recinzione e del cancello

La recinzione sarà smantellata previa rimozione della rete dai profilati di supporto al fine di separare i diversi materiali per tipologia; successivamente i paletti di sostegno ed i profilati saranno estratti dal suolo.

Il cancello, invece, essendo realizzato in acciaio, sarà preventivamente smontato dalla struttura di sostegno e infine saranno rimosse le fondazioni in c.a. che verranno demoliti ed inviati presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

I materiali così separati saranno inviati a impianti di recupero e riciclaggio.

Piantumazioni perimetrali

Al momento della dismissione, in funzione delle future esigenze e dello stato di vita delle singole piante della siepe perimetrale, si opterà per il mantenimento in situ (salvo eventuale richiesta del proprietario del sito di prevederne la rimozione) in sito oppure espiantate e rivendute ad appositi vivaia della zona per il riutilizzo. A seguito della dismissione di tutti gli elementi costituenti l'impianto, le aree verranno preparate per il successivo utilizzo agricolo mediante aratura, fresatura, erpicatura e concimazione, eseguita con l'utilizzo di mezzi agricoli meccanici.

12.3.2 Dismissione opere connessione: elettrodotto e cabina elettrica AT/MT

Gli elettrodotti e le stazioni elettriche, sia per la tipologia di costruzione che per le continue azioni di manutenzione preventiva, hanno una durata di vita tecnica estremamente superiore rispetto a quella economica, considerata pari a 45 anni per le linee e 33 per le stazioni, nei programmi di ammortamento previsti dal TIT dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente - ARERA. Nel caso di demolizione, gli impatti in termini ambientali risultano estremamente contenuti. Nel caso di demolizione, gli impatti in termini ambientali risultano estremamente contenuti.

In termini di attività, la demolizione la stazione elettrica sarà costituita dalle seguenti fasi:

Recupero dei conduttori

I conduttori aerei in lega di alluminio verranno riutilizzati, ovvero avviati al riciclo del materiale metallico. I cavi di segnale e di potenza verranno avviati al riciclo del metallo conduttore. Qualora ciò non fosse possibile, detti componenti saranno quindi conferiti in discarica secondo la normativa di riferimento. L'unico impatto atteso è anche qui di emissioni sonore ma di bassa intensità.

Smontaggio dei sostegni

Come per i conduttori, la modalità di smontaggio cambia a seconda che i singoli componenti metallici debbano o meno essere riutilizzati. Nel primo caso le accortezze sono sempre relative ad evitare danneggiamenti dei componenti mentre nel caso di smaltimento le strutture smontate sono ridotte in pezzi di dimensioni tali da rendere agevoli le operazioni di carico, trasporto e scarico. Tutte le membrature metalliche dovranno, comunque, essere asportate fino ad una profondità di 1,5 m dal piano di campagna. A tale attività sono associati potenziali impatti sonori.

Demolizione dei plinti di fondazione

L'operazione di demolizione dei plinti comporta una occupazione temporanea della zona interessata pari a circa il doppio della base dei sostegni. Il materiale prodotto verrà conferito a discarica in conformità alla normativa di settore, mentre lo scavo verrà rinterrato con successivi strati di terreno di riporto ben costipati con spessori singoli di circa 30 cm. Gli impatti maggiori di questa fase sono associati all'occupazione temporanea dell'area ed a emissioni sonore e di polveri.

Apparecchiature AT/MT

Grazie alla durata propria delle apparecchiature AT ed MT, si prevede di riutilizzare le stesse in altri impianti. Qualora, invece, le apparecchiature AT saranno avviate alla demolizione, si avrà cura di svuotare olio dielettrico o gas SF₆ ivi eventualmente contenuti, prima del loro smontaggio. Olio e gas saranno poi smaltiti secondo la normativa applicabile.

Sistemazioni ambientali

Le aree interessate dallo scavo per l'asportazione della stazione elettrica saranno oggetto di reinserimento nel contesto naturalistico e paesaggistico circostante. Il reinserimento di tali piccole aree nel contesto vegetazionale circostante avverrà mediante il naturale processo di ricolonizzazione erbacea e arbustiva spontanea.

12.4 Ripristino dello stato dei luoghi

Terminate le operazioni di rimozione e smantellamento di tutti gli elementi costituenti l'impianto, si procederà al ripristino dello stato dei luoghi con una serie di attività di riabilitazione eseguite da personale tecnico specializzato.

Le azioni necessarie saranno le seguenti:

- opere di trattamento del suolo: gli scavi derivanti dalla rimozione dei cavidotti interrati, dei pozzetti e delle cabine, e i fori risultanti dall'estrazione delle strutture di sostegno dei moduli e dei profilati di recinzione e cancello, saranno riempiti con terreno vegetale con la preparazione del suolo secondo le tecniche classiche. Il carico e la distribuzione della terra si realizza con pala meccanica e camion da basso carico, che la scaricheranno nelle opportune zone d'uso. È prevista una leggera movimentazione della terra al fine di raccordare il terreno riportato con quello circostante. Qualora le condizioni del terreno lo permettano e si renda necessario sgretolare eventuali ammassi di suolo, si effettueranno passaggi con un rullo prima della semina.
- opere di rinverdimento (semina di specie erbacee): terminati i lavori di trattamento del suolo si procede alla semina di specie erbacee con elevate capacità radicanti in maniera tale da consentire una adeguata stabilizzazione del suolo, al fine di proteggere le superfici rese più sensibili dai lavori di cantiere e consentire una continuità dei processi pedogenetici, in maniera tale che si venga a ricostituire un orizzonte organico superficiale che permetta successivamente la ricolonizzazione naturale senza l'intervento dell'uomo.

Per l'esecuzione della semina è possibile adottare la tecnica dell'idro-semina, in periodi umidi (autunno), di miscugli pronti composti da sementi, concimi, sostanze di miglioramento del terreno, agglomerati e acqua. La scelta delle specie da adottare per la semina dovrà comunque essere indirizzata verso le essenze autoctone e già presenti nell'area di studio e devono essere preferite le specie caratterizzate da rapida crescita, capacità di rigenerazione elevata, alta proliferazione, "rusticità" elevata e adattabilità a suoli poco profondi e di scarsa evoluzione pedogenetica. La miscela deve prevedere differenti dosi per ettaro adeguatamente essere scelte in fase di realizzazione delle opere di rinverdimento e occorrerà adottare misure di delimitazione delle aree di semina e divieto di accesso e/o controllo di automezzi e personale. Qualora si osservi una crescita troppo lenta, rada o nulla si dovrà procedere ad un nuovo trattamento in modo da evitare una eccessiva presenza delle aree di radura.

L'evoluzione naturale verso forme più evolute di vegetazione (arbustive e successivamente arboree) a beneficio della flora autoctona può avvenire eventualmente in tempi medio-lunghi per mezzo di piantumazione con particolare attenzione alle condizioni edafiche ed ecologiche del suolo che si intende ripristinare.

Con le due attività sopra descritte si conseguono i due obiettivi principali del ripristino dello stato dei luoghi che sono riabilitare, mediante attenti criteri ambientali, le zone che hanno subito una modifica rispetto alle condizioni pregresse e permettere una migliore integrazione paesaggistica dell'area interessata dalle modiche.

Tuttavia, la dismissione dell'impianto può provocare fasi di erosioni superficiali e di squilibrio di coltri detritiche, ma questi inconvenienti saranno prevenuti mediante l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica abbinate ad una buona conoscenza del territorio di intervento.

Gli obiettivi principali di questa forma riabilitativa sono i seguenti:

- riabilitare, mediante attenti criteri ambientali, le zone soggette ai lavori che hanno subito una modifica rispetto alle condizioni pregresse;
- consentire una migliore integrazione paesaggistica dell'area interessata dalle modifiche.

Per il compimento degli obiettivi sopra citati il programma dovrà contemplare i seguenti punti:

- si dovrà prestare particolare attenzione durante la fase di adagiamento della terra vegetale, facendo prima un'adeguata sistemazione del suolo che dovrà riceverla;
- effettuare una attenta e mirata selezione delle specie erbacee, arbustive ed arboree maggiormente adatte alle differenti situazioni. Inoltre, particolare cura si porrà nella scelta delle tecniche di semina e di piantumazione, con riferimento alle condizioni edafiche ed ecologiche del suolo che si intende ripristinare;
- si procederà inoltre alla selezione di personale tecnico specializzato per l'intera fase di manutenzione necessaria durante il periodo dei lavori di riabilitazione.

12.5 Interventi di ripristino della fertilità del suolo

Gli interventi mirati a riattivare il ciclo della fertilità del suolo e creare condizioni favorevoli all’impianto e allo sviluppo iniziale della vegetazione nonché favorire l’evoluzione dell’ecosistema ricostruito, nel breve e medio periodo, si possono organizzare in:

- a) interventi con effetti a breve termine: insieme di interventi che ha un’azione limitata nel tempo, ma che può essere fondamentale per l’impianto della vegetazione; sono tipici nel recupero di tipo agricolo (es. lavorazioni);
- b) interventi con effetti a medio termine: insieme di interventi che interagisce nel tempo con l’evoluzione della copertura vegetale e del substrato: sono molto importanti nel recupero di tipo naturalistico (es. la gestione della sostanza organica).

La Direzione dei Lavori deve avere come obiettivo non solo il raggiungimento di risultati immediati, ovvero l’impianto e l’attecchimento della vegetazione, bensì supportare anche le prime fasi dell’evoluzione della copertura vegetale. Una buona organizzazione degli interventi consente di raggiungere queste finalità a costi contenuti, limitando anche il numero degli interventi di manutenzione e di gestione. Per raggiungere ciò occorre organizzare i diversi momenti operativi definendo:

- gli interventi preliminari: insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguiti in fase di predisposizione e preparazione del sito e del substrato;
- gli interventi in fase di impianto: insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguiti in fase di semina o trapianto delle specie vegetali;
- gli interventi in copertura: insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguite in presenza della copertura vegetale già insediata.

L’intervento agronomico deve essere organizzato per migliorare, in modo temporaneo o permanente, i diversi caratteri del suolo ed in particolare:

- gli aspetti fisici,
- gli aspetti chimici,
- gli aspetti biologici, tutti elementi che caratterizzano la fertilità del suolo stesso.

12.5.1 Interventi sugli aspetti fisici del substrato

Gli interventi finalizzati a migliorare i parametri fisici del substrato sono principalmente indirizzati alla modifica, parziale o totale, della porosità del suolo. Questa, infatti, condiziona in vario modo i caratteri fondamentali del substrato (areazione, permeabilità, ecc.). Questa caratteristica può essere modificata in modo temporaneo o permanente, interagendo con la tessitura e la struttura del substrato.

INTERVENTI SULLA TESSITURA

La tessitura, carattere statico del suolo legato alla sua composizione dimensionale, può essere modificata nel breve periodo, in modo permanente, solo con l'apporto di materiale minerale a granulometria specifica. Questo può derivare dal mescolamento di strati sovrapposti o dalla macinazione di ghiaie o ciottoli già presenti in posto.

Un suolo sabbioso ("leggero"), generalmente, ha una buona areazione, ma una scarsa capacità di ritenuta dell'acqua, in quanto la distribuzione del diametro dei pori è sbilanciata verso le dimensioni medio-grandi. L'opposto si verifica invece in un suolo argilloso ("pesante"), dove la porosità capillare di piccole dimensioni domina, con problemi di areazione, di plasticità, di forte coesione e di scarsa disponibilità idrica per le piante, per la forte adesione e coesione tra acqua e matrice solida. Per migliorare un suolo sabbioso sarà perciò necessario integrare la frazione colloidale minerale, mentre in un suolo compatto e pesante si dovrà potenziare la frazione grossolana, il tutto per equilibrare la distribuzione della porosità verso un 50% di pori piccoli (spazio per l'acqua) ed un 50% di pori grandi (spazio per l'aria).

Le quantità di sostanza minerale necessaria per modificare questa composizione dello strato superficiale del suolo, indicativamente varia, in funzione della granulometria dei materiali utilizzati, tra: 5 e 10 cm di materiale colloidale fine per un suolo sabbioso; tra 7.5 e 15 cm di materiale grossolano per un substrato pesante. Questi ammendanti devono essere distribuiti uniformemente sulla superficie e mescolati con cura, attraverso ripetute arature profonde del substrato, associate ad estirpature o rippature, per favorire una buona distribuzione e compenetrazione tra gli strati.

INTERVENTI SULLA STRUTTURA

Le singole componenti elementari che costituiscono un suolo possono legarsi chimicamente tra loro a formare degli aggregati, influenzando così la microporosità all'interno degli aggregati, ma anche la macroporosità, tra gli aggregati stessi.

La struttura è una caratteristica complessa e dinamica che può variare nel tempo, ma è certamente correlata positivamente con la presenza di cationi a più cariche (Ca^{++} , Fe^{+++} , Al^{+++}) e di colloidali, specie quelli organici. All'opposto la struttura risulta essere alterata negativamente dalla presenza di cationi a singola carica, come Na^{+} , che mantengono dispersi i colloidali, da una forte acidità, che disperde i colloidali organici ed il ferro, nonché dall'assenza di attività microbiche, che non permette l'alterazione della sostanza organica e la sua trasformazione in colloidali stabili.

Esistono diversi modi per intervenire sulla struttura, con effetti diversificati nel tempo.

INTERVENTI DI BREVE DURATA SULLA STRUTTURA: LAVORAZIONE DEL SUBSTRATO

Questa operazione permette un forte aumento della porosità totale ed in particolare della macroporosità; ha come diretta conseguenza un aumento della percolazione, dell'aerazione, della capacità termica, mentre riduce la risalita capillare. Questi effetti hanno comunque una durata limitata, non superando, nelle condizioni peggiori, la stagione vegetativa; tuttavia, questo effetto temporaneo può comunque essere molto importante nella fase di impianto della vegetazione. In condizioni difficili, quali i substrati minerali argillosi o limosi, la lavorazione rappresenta un intervento fondamentale, se non il principale, per consentire un rapido insediamento della copertura vegetale. L'aratura risulta indispensabile, in quanto consente l'interramento della sostanza organica, dei residui, dei concimi e degli ammendanti necessari per il miglioramento del substrato.

INTERVENTI DI LUNGA DURATA SULLA STRUTTURA: INTEGRAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA

Rappresenta il trattamento più importante per favorire la formazione di una struttura stabile e duratura, in tutti i diversi tipi di substrato. L'apporto di sostanza organica è l'elemento base per favorire l'attività biologica del suolo: mette a disposizione materiale ed energia che favoriscono i diversi organismi tellurici ed apporta grosse quantità di sostanze colloidali. Non esiste un valore di riferimento ideale: il contenuto in sostanza organica varia in funzione delle condizioni ambientali, delle caratteristiche del substrato e della destinazione del sito. Come regola empirica si può considerare come riferimento un contenuto di sostanza organica minimo del 3 %, come valore medio di tutto lo strato alterato, concentrando una percentuale più elevata nei primi 15-20 cm.

Questo valore può variare in funzione della granulometria del terreno

	SABBIOSO		FRANCO		ARGILLOSO	
	C	S.O.	C	S.O.	C	S.O.
Scarsa	< 7	< 12	< 8	< 14	< 10	< 17
Normale	7 - 9	12 - 16	8 - 12	14 - 21	10 - 15	17 - 26
Buona	9 - 12	16 - 21	12 - 17	21 - 29	15 - 22	26 - 38
Ottima	> 12	> 21	> 17	> 29	> 22	> 38

[C = carbonio; S.O. = sostanza organica]

Tabella: Contenuto in carbonio organico e della sostanza organica, in funzione della granulometria espressa in g/kg (Violante, 2000).

Per integrare la disponibilità tellurica di sostanza organica si possono utilizzare diversi tipi di materiali:

a) Sottoprodotti zootecnici

- **letame**: è la mescolanza di deiezioni liquide e solide con materiali vegetali di diversa origine, utilizzati come lettiera. Presenta qualità e caratteristiche diverse in funzione del tipo di animali, del tipo di lettiera e della durata del periodo di conservazione. La sua azione è molto importante in quanto, come colloide organico, aumenta la reattività del

substrato e allo stesso tempo apporta grosse quantità di microrganismi e di sostanze minerali. In agricoltura la dose comunemente impiegata è pari a 20 - 50 t/ha di materiale tal quale. In condizioni difficili, come avviene in molti ripristini, la dose può raggiungere le 100 t/ha, che corrisponde ad una percentuale di circa l'1%, se distribuita nei primi 15 cm. È importante sottolineare la necessità di utilizzare materiale "maturo", cioè conservato con cura per un lungo periodo; questo letame deve essere caratterizzato da un aspetto omogeneo, da un colore scuro e da un peso specifico elevato (700-800 kg/m³); va evitato il prodotto fresco che può risultare caustico e meno ricco in microrganismi e colloidali. Il letame, dopo essere stato distribuito, deve essere immediatamente interrato, per limitare fenomeni di ossidazione della sostanza organica e volatilizzazione dell'azoto.

- liquame: è una miscela di deiezioni solide, liquide, nonché acqua, prodotto nei moderni allevamenti senza più lettiera. Come il letame, anche il liquame prima di essere distribuito deve essere conservato per un congruo periodo di tempo, al fine di abbattere la carica patogena. A differenza del letame la percentuale di sostanza organica risulta essere più bassa ed il contemporaneo maggior contenuto in azoto (C/N più basso) porta alla formazione di humus labile, più facilmente degradabile e quindi con un effetto immediato. L'uso del liquame comporta anche maggiori pericoli di inquinamento, sia delle falde che dei corsi d'acqua superficiali: è necessario anche in questo caso distribuirlo e subito interrarlo o interrarlo direttamente in modo tale che la rapida ossidazione e mineralizzazione coincida con il maggior fabbisogno della vegetazione. Per limitare la lisciviazione delle sostanze nutritive e favorire un apporto di sostanza organica più duraturo, può essere utile associare la sua distribuzione con altri sottoprodotti organici a lenta degradazione, come paglia (C/N molto elevato). Le dosi consigliate non superano le 5 - 6 t/ha di sostanza secca, anche se si può arrivare a dosi di 8 t/ha. Le parcelle trattate con liquami presentano spesso una forte stimolazione della vegetazione presente (piante e semi), legata probabilmente alla presenza di sostanze ormonali.
- pollina: è la mescolanza di feci e lettiera di allevamenti avicoli. A differenza delle altre deiezioni la pollina presenta un'elevata percentuale in sostanza organica, associata ad un altrettanto elevato tenore in azoto (sia ureico che ammoniacale): questo si ripercuote sul valore del C/N che risulta essere basso, inferiore anche al liquame, favorendo quindi una mineralizzazione veloce e la formazione di humus labile. La sua utilizzazione deve perciò avvenire poco prima della semina delle specie vegetali e comunque deve essere integrata con altri materiali organici, a degradazione più lenta. La dose generalmente utilizzata non supera le 1 - 2 t/ha, in sostanza secca. Dosi più elevate possono aumentare molto la salinità della soluzione circolante e determinare problemi di causticità alle piante.

b) Scarti organici trattati:

Esiste un'ampia casistica di prodotti ammendanti, derivati da residui organici compostati, cioè sottoposti a processi di fermentazione o di maturazione bioossidativa. Fondamentalmente sul mercato si possono reperire due tipi di prodotto:

- compost da rifiuti: prodotto ottenuto dal compostaggio della frazione organica dei rifiuti urbani nel rispetto di apposite norme tecniche finalizzate a definirne contenuti e usi compatibili con la tutela ambientale e sanitaria e, in particolare, a definirne i gradi di qualità;
- compost di qualità: prodotto, ottenuto dal compostaggio di rifiuti organici raccolti separatamente, che rispetti i requisiti e le caratteristiche stabilite dall'allegato 2 del decreto legislativo n. 217 del 2006 e successive modifiche e integrazioni;

c) Sottoprodotti agricolo/forestali:

Tra gli ammendanti tradizionali sono poi da considerare con attenzione anche i materiali organici derivati dall'attività agricola e/o forestale. In molte situazioni questi materiali sono di facile reperibilità ed hanno un costo molto contenuto. In generale sono prodotti caratterizzati da tenori di sostanza organica elevata, anche se con un rapporto di C/N da elevato a molto elevato, fatta eccezione per lo sfalcio d'erba. Hanno perciò dei tempi di alterazione lunghi e possono creare dei problemi per l'immobilizzo di sostanze minerali, come l'azoto, durante il processo di ossidazione.

d) Sovescio:

La pratica del sovescio, o della pre-coltivazione, consiste nell'interramento di una coltura erbacea seminata appositamente, al fine di aumentare il tasso di sostanza organica e/o di azoto nel substrato. Le specie comunemente utilizzate nel sovescio sono: loglio, avena, segale ed orzo tra le graminacee; colza e senape tra le crucifere; veccia, trifoglio, lupino e meliloto tra le leguminose. Per la buona riuscita del sovescio è necessario predisporre un letto di semina adeguato (attraverso lavorazioni e concimazioni a servizio della coltura erbacea). Questa, seminata sia in autunno che in primavera, a seconda delle esigenze ecologiche della specie, viene lasciata crescere per poi essere interrata, meglio se trinciata, ad una profondità al massimo di 20-25 cm, in corrispondenza dell'impianto della vegetazione definitiva. Questo consente la mineralizzazione dei tessuti e l'aumento delle disponibilità sia in sostanza organica che in elementi minerali, in particolare di azoto. I risultati, in termini di humus, sono comunque più limitati rispetto all'utilizzo di letame.

e) Interventi operativi:

Sono gli interventi che interessano direttamente il substrato:

- mantenimento della pietrosità: molte volte un'eccessiva pietrosità del substrato è considerata negativamente, sia in termini operativi che paesaggistici. In presenza di forti irraggiamenti però la presenza di massi e pietre di dimensioni adeguate crea delle piccole aree parzialmente ombreggiate, entro cui può insediarsi e svilupparsi della vegetazione: in tali condizioni sono perciò da evitare o limitare gli interventi sulla pietrosità, quali rimozioni o macinature;

- pacciamatura: una buona pacciamatura di materiale vegetale permette di ridurre l'irraggiamento diretto del substrato, con un conseguente raffreddamento ed una diminuzione nell'evaporazione dell'acqua tellurica, spesso fattore limitante la crescita vegetale;
- Irrigazione: apporti di acqua attraverso l'irrigazione permettono, superata la fase dell'umettamento, una diminuzione della temperatura, sia per conduzione diretta sia per evaporazione;
- Lavorazioni superficiali: modificando la porosità superficiale e interrompendo la capillarità superficiale, attraverso delle lavorazioni, è possibile ridurre le perdite per evaporazione e allo stesso tempo creare uno strato superiore molto poroso che limiti il riscaldamento di quelli sottostanti.
- Drenaggio: una buona dotazione in acqua del substrato favorisce un'elevata evaporazione, con raffreddamento dovuto al passaggio di stato, quindi, limitando il deflusso, in periodi di forte insolazione, si può potenziare il fenomeno.

12.5.2 Interventi sugli aspetti chimici del substrato

Il controllo e la gestione della componente chimica del suolo possono avvenire attraverso gli interventi di seguito illustrati.

INTERVENTI SULLA COMPOSIZIONE DEL SUOLO MINERALE

Le componenti mineralogiche di un suolo sono sottoposte a processi chimici o biochimici e possono condizionare nel lungo periodo la pedogenesi. È possibile intervenire sulla componente minerale variando, almeno in parte, la composizione mineralogica di partenza, mescolando materiali con diverse caratteristiche (con effetti solo nel lungo periodo) o nei casi più estremi (come quello rappresentato dalla pirite) realizzando uno strato protettivo sufficientemente spesso per isolare le rocce originarie dall'attività chimica o biochimica del suolo (con effetti già nell'immediato).

INTERVENTI SULLA COMPOSIZIONE COLLOIDALE

La porzione colloidale rappresenta l'elemento attivo in equilibrio con tutte le diverse fasi presenti. Per potenziarne l'azione è possibile intervenire sia sulla porzione organica che inorganica. Entrambe sono soluzioni problematiche: rapida ma costosa la prima, molto lenta la seconda.

INTERVENTI SULLA PORZIONE COLLOIDALE ORGANICA

L'apporto di sostanza organica e la sua umificazione consentono un notevole potenziamento nell'attività colloidale: questo può avvenire direttamente attraverso ammendamenti, cioè la distribuzione e l'interramento di materiale organico (di origine e natura diverse), in quantità che sono funzione del substrato di partenza e della destinazione

d'uso del sito, o, indirettamente, attraverso l'attività delle piante, dei loro residui e dei microrganismi presenti. Invece il processo di umificazione è funzione del tipo di microflora presente e delle condizioni microambientali in cui opera. Una corretta gestione di entrambi consente un graduale processo di alterazione, evitando gli eccessi di un'ossidazione rapida o l'accumulo nel tempo. La distribuzione di sostanza organica e gli interventi atti a favorire l'umificazione sono diffusi, sia per la loro efficacia che per i costi relativamente contenuti. Questa componente rappresenta infatti uno degli elementi fondamentali del processo di ricostruzione ambientale: è attraverso questi residui e la loro alterazione che si innescano molti se non tutti i processi di pedogenesi e di evoluzione dell'ecosistema.

INTERVENTI SULLA PORZIONE COLLOIDALE INORGANICA

L'integrazione delle sostanze colloidali di origine minerale può avvenire direttamente, per riporto o per rimescolamento di strati o, indirettamente, favorendo l'attività di pedogenesi che, alterando la roccia madre, può portare alla formazione di sostanze argillose.

INTERVENTI SULLA DISPONIBILITA' DEI SINGOLI INTERVENTI

Attraverso apporti mirati è possibile, sia al momento dell'impianto che nel prosieguo, condizionare la composizione e la concentrazione della soluzione circolante: apporti sia organici che inorganici mettono a disposizione elementi o composti minerali che possono essere utilizzati per l'attività chimica e biochimica del substrato. Anche interventi colturali quali lavorazioni, debbio od altro, possono modificare la disponibilità dei diversi elementi.

INTERVENTI SULLE CONDIZIONI STAZIONALI

Modificando le condizioni locali è possibile condizionare tutte le attività chimiche e biochimiche. In particolare alterando l'aerazione, la permeabilità, l'umidità e quindi la temperatura del substrato è possibile condizionare la disponibilità dei diversi elementi.

INTERVENTI SULLA COMPONENTE BIOTICA DEL TERRENO

È possibile intervenire sia sulla componente microbiologica che su quella superiore: tutti quegli interventi che alterano la presenza e la quantità degli organismi viventi hanno delle ripercussioni a livello dei processi chimici del suolo e quindi anche sull'evoluzione del suolo stesso. Gli interventi possono interessare direttamente:

- la componente microbiologica: attraverso lavorazioni, concimazioni, correzioni e drenaggi e, in alcuni casi, anche inoculazioni o altro, è possibile interagire con questa componente, indirizzandola;
- la componente biologica superiore: attraverso la scelta delle specie vegetali, gli sfalci, i diserbi, i diradamenti, le lavorazioni, le concimazioni, le correzioni e le altre pratiche colturali è possibile condizionare

le specie vegetali superiori che, a loro volta, influenzano le condizioni e l'attività biochimica del substrato e quindi la sua evoluzione.

12.5.3 Interventi sugli aspetti biologici del substrato

In molti interventi di recupero si ha a che fare con dei substrati minerali caratterizzati da processi di pedogenesi limitati o assenti, causa una scarsa o assente attività biologica (batteri azoto-fissatori, micorrize, azione della flora e fauna del suolo come decompositori, ecc.). Questo rappresenta un fattore limitante molto forte: se infatti è possibile, attraverso lavorazioni e concimazioni, favorire lo sviluppo di una copertura vegetale, nell'immediato queste non saranno in grado di generare e/o mantenere dei cicli trofici complessi o ricreare una struttura biologica più stratificata: solo un ambito pedologico adeguato, a sua volta condizionato dalla presenza di sostanza organica nelle sue diverse forme (fresca, alterata, umificata), ed una buona attività biologica, consentiranno la creazione di condizioni utili per l'attività biologica.

In altre parole, è la presenza di una significativa attività biologica nel substrato l'elemento che garantisce il mantenimento e l'evoluzione sia del soprassuolo che del sottosuolo. Di conseguenza, tutti gli interventi che favoriscono l'insediamento e la presenza dell'attività biologica non fanno altro che accelerare quei processi che controllano la "fertilità" nel suo significato più ampio. Inoltre l'attività biologica controlla e condiziona sia gli aspetti fisici (struttura, permeabilità, areazione) che chimici nel terreno (pH, metalli pesanti): anzi questo è il fattore che controlla e condiziona tutta l'attività ed i caratteri del substrato nel lungo periodo, ben al di là degli effetti dei trattamenti artificiali (concimazioni, lavorazioni, ecc.). E' perciò assolutamente prioritario per i progetti di recupero ambientale favorire l'attività biologica entro i siti da recuperare, attraverso interventi diretti ed indiretti.

INTERVENTI DI CONTROLLO DIRETTI

Sono quegli interventi che favoriscono l'insediamento od il potenziamento dei microrganismi nel suolo.

Questi prevedono l'apporto di microrganismi al substrato attraverso: - Inoculazione

Aggiunta di colture microbiologiche specifiche direttamente al seme o al terreno, tecnica tipica nelle colture di leguminose per stimolare la presenza del *Rhizobium*, tipico simbionte radicale azoto fissatore; particolarmente adatta quindi per le colture da sovescio. Questa tecnica può essere molto utile in ambienti fortemente alterati e caratterizzati da contenuti in sostanza organica limitata: infatti gli altri microrganismi azotofissatori non simbiotici (*Frankia*) sono fortemente dipendenti dalla disponibilità di materiale organico perché è da questo che ricavano l'energia per i loro processi biochimici. Per contro il genere *Rhizobium*, pur sfruttando l'energia messa a loro disposizione dalle piante superiori, è molto sensibile alle condizioni ambientali (pH, metalli pesanti ecc.). - Innesco di attività biologica

Attraverso l'apporto di una piccola quantità di terreno vegetale o agrario, da incorporare con una lavorazione superficiale al substrato (max 15 cm). Questo consente l'inoculo di molti microrganismi (batteri, funghi) e quindi una risposta più veloce nella dinamica o nello sviluppo della copertura vegetale. Esperienze sperimentali di tipo agricolo fissano in 0,3 mc/ha (3 cm di spessore) la quantità di terreno da distribuire, mentre in ripristini di tipo naturalistico la quantità utilizzata è stata superiore, fino a 5 cm di spessore. Il materiale originario è rappresentato dai primi orizzonti di un terreno naturale evoluto, che deve essere prelevato ed immediatamente distribuito, per evitare stress sulla componente biologica. In caso di uso di terreno agrario è da preferire, invece, il terreno a 15-20 cm di profondità, dove maggiore è il numero di microrganismi. Da sottolineare infine che l'uso di substrati pedogenizzati di origine naturale non deve contraddire la loro origine: un suolo evolutosi in un bosco avrà una componente biotica adattata a queste specifiche condizioni. Un suo eventuale riuso in interventi di recupero ambientale avverrà nella maggior parte dei casi in condizioni diverse da quelle di partenza: questo comporterà una modificazione profonda delle popolazioni microbiche, anche se gli effetti saranno sempre molto evidenti e la velocità di adattamento nelle popolazioni microbiche superiore rispetto ad una colonizzazione naturale.

- Trapianto di singole piante con relativo pane di terra

Per favorire una prima colonizzazione ed una successiva diffusione è utile prevedere la presenza di un'adeguata quantità di terreno "maturo" attorno agli apparati radicali, in particolar modo per le piante più esigenti e di grandi dimensioni. È un intervento adatto per piccole superfici, da sfruttare anche come inoculo per altre piante. È un intervento utile anche per favorire la sopravvivenza e lo sviluppo, oltre che delle popolazioni microbiche, delle stesse piante trapiantate.

INTERVENTI DI CONTROLLO INDIRETTI

Rappresentano tutti quegli interventi che tendono a ricreare ed a mantenere nel tempo delle condizioni favorevoli all'attività biologica. Diversi possono essere gli approcci:

- favorire la disponibilità di sostanza organica nel substrato: come già sopra accennato la presenza di quantità adeguate di sostanza organica favoriscono una serie di processi di alterazione che liberano energia e materia, necessari per l'attività biologica. In particolare l'energia è indispensabile in processi chiave, quali l'azotofissazione: non bisogna dimenticare che l'azoto rappresenta l'elemento limitante nei processi di ripristino, sia per la sua ridotta disponibilità che per la sua mobilità. Sarà necessario prevedere, nella fase di impianto, adeguati apporti di sostanza organica, associati ad un rapido insediamento della copertura vegetale, tale da favorirne una continua produzione e reimmissione nel sistema.
- mantenere condizioni ecologiche adeguate alle esigenze dei microrganismi: il controllo delle condizioni ambientali si può raggiungere attraverso:
 - a) una buona areazione del terreno;

- b) una sufficiente umidità del suolo;
- c) un'adatta reazione della soluzione circolante;
- d) una limitata quantità di metalli pesanti;
- e) una sufficiente presenza di calcio.

La Direzione Lavori deve considerare con molta attenzione le esigenze chimico-fisiche della componente biologica, per favorirne e stimolarne l'attività. Infatti, se gli interventi previsti riescono a mantenere nel tempo delle condizioni ottimali il numero dei microrganismi aumenta velocemente, si diversifica e crea condizioni sempre più favorevoli all'attività biologica, contrapponendosi agli effetti limitanti della stazione (pH estremi, concentrazioni di metalli pesanti, ecc.).

La Direzione Lavori dovrà perciò concentrarsi contemporaneamente su queste due diverse direttrici: disponibilità e controllo. Se le condizioni non sono favorevoli, l'aggiunta artificiale di grandi quantitativi di materia organica è di per sé inutile, in quanto il suo effetto o si esaurirà nel giro di pochi anni, o porterà alla formazione di sostanze fitotossiche (es. in anaerobiosi).

12.5.4 Interventi per potenziare la fertilità

È possibile suddividere gli interventi in funzione dell'epoca di impianto della vegetazione. Gli interventi sottoelencati sono tra loro associabili ed assemblabili in modi e tempi diversi, a seconda delle possibilità tecnico-economiche presenti in ogni area di cantiere in ripristino.

PRE IMPIANTO: PRIMA DELL'IMPIANTO DELLA VEGETAZIONE

- Conservazione e recupero della sostanza organica esistente: raccolta, conservazione e reimpiego degli strati pedogenizzati presenti prima dell'escavazione (sostanza organica fresca ed umificata).
- Reperimento di materiale pedogenizzato in loco: in particolare è possibile usare stratificazioni superficiali ricche in sostanza organica (sia fresca che umificata), eventualmente anche terreno agricolo, dotato di frazioni limitate, ma comunque non trascurabili, di materiale organico.
- Ammendamento organico diretto, attraverso l'interramento di materiali di origine vegetale ed animale di natura diversa, in funzione:
 - del C/N: compreso tra 20 -1000;
 - dei tempi di alterazione legati alle dimensioni nei materiali impiegati.
 - Concimazione azoto-fosfatica, sia organica che chimica, utilizzando prodotti e materiali diversi, principalmente organici, differenziati in funzione dei tempi di rilascio dell'azoto presente:
- a pronto effetto (settimane): es. prodotti chimici, farina di sangue;

- ad effetto differito (mese): es. letame, cuoio torrefatto, prodotti chimici;
- ad effetto prolungato (mesi): es. cascami di lana;
- a lungo termine (anni): es. cornunghia, pennone;

in quantità corrispondenti alle necessità:

- 1) di alterazione della sostanza organica introdotta per raggiungere un valore di C/N pari a 30;
- 2) di crescita della copertura vegetale appena insediata (100150 unità di azoto per anno).

- Ammendamento organico indiretto, legato all'uso dei concimi NP organici, previsti nel punto precedente.
- Interramento di tutto questo materiale organico ad una profondità contenuta (30 cm), per mantenere condizioni di aerobiosi, nonché evitare diluizioni eccessive.

Creazione di un ambiente edafico coerente con le esigenze microbiologiche, non asfittico, ben areato, drenante, con una soluzione circolante chimicamente equilibrata e ben dotata in elementi minerali.

IMPIANTO: AL MOMENTO DELL'INSEDIAMENTO DELLA VEGETAZIONE

- Inseediamento rapido di una copertura vegetale ad elevata produttività, per produrre un'elevata quantità di massa organica e per sfruttare tutte le risorse che via via si liberano dal substrato.
- Inseediamento di specie azoto-fissatrici, erbacee ed arboree, per favorire nel tempo la disponibilità di azoto.
- Inseediamento di specie a radicazione diversificata, specie in profondità, per favorire una esplorazione completa del substrato ed un riuso completo degli elementi minerali liberati dalla mineralizzazione o da altri processi.

POST IMPIANTO – IN COPERTURA: DOPO L'INSEDIAMENTO DELLA VEGETAZIONE

- Concimazioni in copertura di composti azoto fosforici:
 - a rapido rilascio (settimane) (prodotti chimici, sangue secco);
 - a medio rilascio (mesi) (prodotti chimici, cuoio);
 per integrare le esigenze della vegetazione, soprattutto per quanto riguarda l'azoto, evitando ogni competizione con la massa organica in via di alterazione, fino a raggiungere una quantità totale di unità di azoto pari a 1000.
- Ammendamenti in copertura, distribuendo sostanza organica (es. liquami od altro a C/N basso), per integrare, sia in termini minerali che organici, la componente edafica.
- Gestione della copertura, per favorire la produttività biologica nel corso di tutto l'anno (sfalci, trinciatura, disponibilità irrigue, ecc.), massimizzando, nei primi anni dopo l'impianto, la produzione di massa organica.
- Gestione del sito e del suolo, tale da mantenere o migliorare le condizioni per una buona attività biologica (controllo del drenaggio, rotture degli strati impermeabili, allontanamento dei sali, ecc.).

12.5.5 Fascia di mitigazione

In considerazione delle caratteristiche di progetto e del territorio di inserimento dell'opera, si propone la realizzazione di una mitigazione visiva delle opere mediante piantumazione di quinte arboreo/arbustive con l'obiettivo di attenuare l'impatto dell'opera nel contesto territoriale circostante salvaguardandone le caratteristiche salienti.

In tal senso, si propone lungo la recinzione la piantumazione di essenze arboree alternate con nuclei arbustivi monospecifici.

Si consiglia di utilizzare specie autoctone e comunque a seguito di sopralluoghi da parte di tecnici specializzati.

Si raccomanda inoltre:

- Uso di materiale vivaistico di provenienza certa (contro i rischi di inquinamento genetico)
- Coerenza con il contesto floristico e vegetazionale e attenzione agli aspetti strutturali, funzionali e dinamici
- Esclusione di entità vegetali esotiche.

In tale sede si propone la seguente lista di specie a titolo indicativo e non vincolante:

- Ulmus minor
- Prunus dulcis
- Prunus domestica
- Salix alba
- Salix caprea
- Salix purpurea
- Salix cinerea
- Ulivi (eventualmente locali da trapianto)
- Cornus sanguinea
- Ligustrum vulgare
- Sambucus nigra.

12.6 Classificazione dei rifiuti

Il D.lgs 152/06 classifica i rifiuti secondo l'origine in rifiuti urbani e rifiuti speciali, e secondo le caratteristiche di pericolosità in rifiuti pericolosi e non pericolosi. Tutti i rifiuti sono identificati da un codice a sei cifre.

L'elenco dei codici identificativi (denominato CER 2002 e allegato alla parte quarta del D.lgs 152/06) è articolato in 20 classi: ogni classe raggruppa rifiuti che derivano da uno stesso ciclo produttivo. All'interno dell'elenco, i rifiuti pericolosi sono contrassegnati da apposito asterisco nell'elenco CER2002.

In tale elenco alcune tipologie di rifiuti sono classificate come pericolose o non pericolose fin dall'origine, mentre per altre la pericolosità dipende dalla concentrazione di sostanze pericolose e/o metalli pesanti presenti nel rifiuto. Per "sostanza pericolosa" si intende qualsiasi sostanza classificata come pericolosa ai sensi della direttiva 67/548/CEE e successive modifiche: questa classificazione è soggetta ad aggiornamenti, in quanto la ricerca e le conoscenze in questo campo sono in continua evoluzione.

12.6.1 Conferimento del materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento ovvero per il recupero

Procedendo all'attribuzione preliminare dei singoli codici CER dei rifiuti autoprodotti dalla dismissione del progetto, si possono descrivere come appartenenti alle seguenti categorie (con l'asterisco * sono evidenziati i rifiuti speciali pericolosi):

Codice CER	Descrizione del rifiuto
CER 15 06 08	Rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso del silicio e dei suoi derivati
CER 15 01 10*	Imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze
CER 15 02 03	Assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 150202
CER 16 02 10*	Apparecchiature fuori uso contenenti PCB o da essi contaminate, diverse da quelle di cui alla voce
CER 16 02 14	Apparecchiature fuori uso, apparati, apparecchi elettrici, elettrotecnici ed elettronici; rottami elettrici ed elettronici contenenti e non metalli preziosi
CER 16 02 16	Macchinari ed attrezzature elettromeccaniche
CER 16 03 04	Rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 160303
CER 16 03 06	Rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305

CER 16 06 04	Batterie alcaline (tranne 160603)
CER 16 06 01*	Batterie al piombo
CER 16 06 05	Altre batterie e accumulatori
CER 16 07 99	Rifiuti non specificati altrimenti (acque di lavaggio piazzale)
CER 17 01 01	Cemento (derivante dalla demolizione dei fabbricati che alloggiavano le apparecchiature elettriche)
CER 17 01 07	Miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106
CER 17 02 02	Vetro
CER 17 02 03	Plastica (derivante dalla demolizione delle tubazioni per il passaggio dei cavi elettrici)
CER 17 04 01	Rame
CER 17 04 02	Alluminio
CER 17 04 05	Ferro, Acciaio (derivante dalla demolizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e da recinzione in metallo plastificato, paletti di sostegno in acciaio, cancelli sia carrabili che pedonali)
CER 17 04 07	Metalli misti
CER 17 04 11	Cavi, diversi da quelli di cui alla voce 170410 - Linee elettriche di collegamento dei vari pannelli fotovoltaici- Cavi
CER 17 04 05	Ferro e acciaio derivante da infissi delle cabine elettriche
CER 17 05 08	Pietrisco (derivante dalla rimozione della ghiaia gettata per realizzare la viabilità)
CER 17 06 04	Materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 170601 e 170603
CER 17 09 03*	Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose
CER 17 09 04	Materiale inerte rifiuti misti dell'attività di demolizione e costruzione non contenenti sostanze pericolose: Opere fondali in cls a plinti della recinzione - Calcestruzzo prefabbricato dei locali cabine elettriche
CER 20 01 36	Apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso (inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici)

Tabella - Codici CER dei rifiuti prodotti dalla dismissione del progetto

12.6.2 Dettagli riguardanti lo smaltimento dei componenti

Nell'ambito del presente progetto lo smaltimento dei componenti verrà gestito secondo i seguenti dettagli:

Materiale	Provenienza	Destinazione finale
Acciaio	Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici in acciaio, profili di acciaio o alluminio, pali recinzione, pali illuminazione / videosorveglianza, cancello	Riciclo in appositi impianti
Materiali ferrosi	Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici in acciaio, profili di acciaio o alluminio, recinzione in fili zincati, porte/finestre di aerazione della cabina elettrica	Riciclo in appositi impianti
Rame	Cavi elettrici	Riciclo e vendita
Alluminio	Cavi elettrici	Riciclo e vendita
Inerti da costruzione	Cabine elettriche prefabbricate con fondazioni in cemento armato vibrato, fondazione cancello	Riciclo in appositi impianti
Materiali provenienti dalla demolizione delle strade	Pietrisco o ghiaia per la realizzazione della viabilità interna	Recupero e riciclaggio inerti da demolizione
Materiale plastico	Tubazioni in PVC/HDPE per il passaggio dei cavi elettrici, cassette dei quadri elettrici, guaine cavi, pozzetti plastici	Conferimento a discarica autorizzata
Materiali compositi in fibre di vetro		Riciclo

Materiali elettrici e componenti elettromeccanici	Inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici, illuminazione, videosorveglianza	Separazione dei materiali pregiati da quelli meno pregiati. Ciascun materiale verrà riciclato/venduto in funzione delle esigenze del mercato alla data di dismissione del parco fotovoltaico
---	--	--

Tabella - Gestione dei rifiuti prodotti

12.7 Computo metrico delle operazioni di dismissioni

I costi relativi alla dismissione e smaltimento dell'impianto fotovoltaico, possono essere riferiti all'analisi di seguito riportata:

N.	DESCRIZIONE	U.M.	Quantità	Prezzo Unitario	Importo
1	Demolizione locali cabina inverter, cabine di trasformazione MT e cabine di ricezione				
	Demolizione totale di manufatto in elementi componibili prefabbricati in cemento armato vibrato additivato con idonei fluidificanti e fondo in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa. Sono compresi l'impiego di mezzi d'opera adeguati alla mole delle strutture da demolire, la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dalle demolizioni ed il relativo carico su automezzo meccanico. È inoltre compreso quanto occorre per dare il lavoro finito.	cad.	16	€ 1,650.00	€ 26,400
2	Dislaccio e rimozione apparecchiature elettriche				
	Lavoro di dislaccio e rimozione delle apparecchiature elettroniche dell'impianto fotovoltaico (inverter, quadri, protezioni, cavi, tubazioni portacavi, etc.) compreso ogni onere relativo agli apprestamenti di servizio, il carico, il trasporto e scarico del materiale di risulta al centro del riciclaggio e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.	a corpo	1	€ 210,506.02	€ 210,506
3	Rimozione delle strutture di sostegno e fissaggio dei moduli fotovoltaici.				
	Lavoro di rimozione della struttura di sostegno e fissaggio dei moduli fotovoltaici, in acciaio zincato a caldo, compreso ogni onere relativo agli apprestamenti di servizi, il carico, il trasporto	cad	1,527	€ 116.51	€ 177,905

	e scarico del materiale di risulta al centro di riciclaggio e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.				
4	Rimozione moduli fotovoltaici.				
	Lavoro di rimozione di moduli fotovoltaici in silicio monocristallino. È compreso ogni onere relativo agli apprestamenti di servizio, il carico, il trasporto e scarico del materiale di risulta al centro di riciclaggio e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.	cad	76,232	€ 1.66	€ 126,610
5	Rimozione impianto illuminazione perimetrale e videosorveglianza.				
	Rimozione impianto di illuminazione e videosorveglianza composta da pali rastremati diritto in acciaio zincato, compreso il basamento in calcestruzzo ed il pozzetto ispezionabile. È compreso quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.	cad.	1	€ 27,397.17	€ 27,397
6	Rimozione recinzione perimetrale.				
	Rimozione di recinzione costituita da rete e paletti. È compreso quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.	m	4,654	€ 7.37	€ 34,289
7	Smantellamento e smaltimento stabilizzato utilizzato per le strade interne				
	Lavori di smantellamento e smaltimento della fondazione stradale utilizzata per la viabilità dell'impianto.	mc	11316	€ 20.47	€ 231,658
8	Interventi di ripristino della fertilità del suolo				

Interventi per il ripristino della fertilità del suolo attraverso metodo chimico-fisico-biologico	mq	50,784	€ 0.30	€ 15,235
			Imponibile	€ 850,000
			IVA 22%	€ 187,000
			Somma Totale	€ 1,037,000

Note	
1)	Da un'indagine di mercato è emerso che se il vetro è pulito viene ritirato senza alcun costo così come i materiali elettrici
2)	Si ritiene che gli oneri per lo smaltimento, siano coperti dai ricavi della vendita dei seguenti materiali per i quali il recuperatore paga: 150-200€/t per l'alluminio; 130 €/t per i materiali ferrosi; 3000 €/t per cavi in rame scoperti e 1000 €/t per cavi in rame ricoperti; 150 €/t per cavi in alluminio coperti

Per la dismissione delle opere di connessione:

N.	DESCRIZIONE	U.M.	Quantità	Prezzo Unitario	Importo
1	Dismissione opere Cabina Elettrica AT/MT				
	Demolizione dei manufatti in cemento e rimozione rete perimetrale, sono compresi l'impiego di mezzi d'opera adeguati alla mole delle strutture da demolire, la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dalle demolizioni ed il relativo carico su automezzo meccanico. Lavoro di dislaccio e rimozione delle apparecchiature elettriche (trasformatori, quadri, protezioni, cavi, barre, etc.) e shelter con i quadri elettrici, compreso ogni onere relativo agli apprestamenti di servizio, il carico, il trasporto e scarico del materiale di risulta al centro del	cad.	1	€ 78,739.20	€ 78,739.20

	riciclaggio e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte. Ripristino dell'area in condizioni ante operam. È inoltre compreso quanto occorre per dare il lavoro finito. Quota parte del Proponente.				
2	Dismissione elettrodotto AT				
	Dislaccio e rimozione delle strutture della linea aerea e connesse apparecchiature elettriche. Demolizione dei basamenti della linea aerea. Sono compresi l'impiego di mezzi d'opera adeguati alla mole delle strutture da demolire, la movimentazione nell'ambito del cantiere dei materiali provenienti dalle demolizioni ed il relativo carico su automezzo meccanico. Ripristino dell'area in condizioni ante operam. È inoltre compreso quanto occorre per dare il lavoro finito. Quota parte del Proponente.	cad.	1	€ 16,145.80	€ 16,145.80
				Imponibile	€ 94,885
				IVA 22%	€ 20,874.1
				Somma Totale	€ 115,759.7

12.8 Cronoprogramma delle operazioni di dismissioni

Il cronoprogramma delle opere di dismissione e smaltimento dell'impianto fotovoltaico sono all'incirca 10 mesi ed è riportato di seguito:

Lavorazione - Attività	Settimane																																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
Rimozione dei pannelli fotovoltaici smontaggio e conferimento presso centri di raccolta	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																			
Rimozione delle strutture di sostegno e conferimento a centri di riutilizzo/discarica autorizzata				■	■	■	■	■	■	■	■	■																																
Rimozione delle opere elettriche e meccaniche interne al campo (cavi solari e inverter) e conferimento a centri di riutilizzo/discarica										■	■	■	■	■	■	■																												
Rimozione e smaltimento di apparecchiature elettriche, trasformatori, impianti di illuminazione e videosorveglianza compreso il trasporto a centri											■	■	■	■	■	■	■																											
Rimozione strutture prefabbricate e conferimento a discarica autorizzata																■	■	■	■	■																								
Rimozione e smaltimento della recinzione perimetrale e dei cancelli di ingresso e conferimento a a centri di riutilizzo / discarica																■	■	■	■	■	■																							
Rimozione e smaltimento di piante o vegetazione e conferimento presso vivai																				■	■	■	■																					
Rimozione e smaltimento di viabilità di servizio e conferimento presso centri autorizzati al recupero o riciclaggio																								■	■	■	■	■	■	■	■													
Ripristino Scavi cavidotti elettrici																																												
Opere di ingegneria naturalistica per il ripristino vegetazionale dei luoghi																																										■	■	■

La dismissione della stazione elettrica AT/MT prenderà complessivamente 5 mesi di attività, mentre per la dismissione degli cavidotti saranno sufficienti 2 mesi.

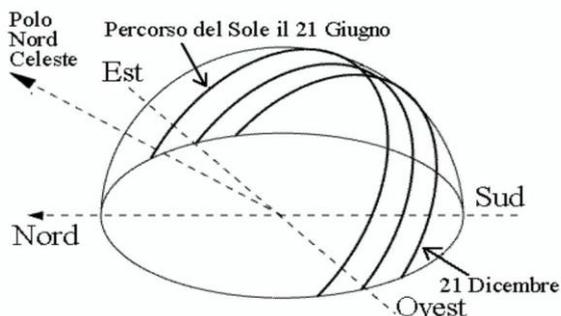
13. ABBAGLIAMENTO, EMISSIONI ACUSTICHE ED ELETTROMAGNETICHE

13.1 Analisi del fenomeno di abbagliamento

Con abbagliamento visivo si intende la compromissione temporanea della capacità visiva dell'osservatore a seguito dell'improvvisa esposizione diretta ad un'intensa sorgente luminosa. L'irraggiamento globale è la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso, ossia l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto a partire dal sole, ma che viene precedentemente riflesso o scomposto.

Per argomentare il fenomeno dell'abbagliamento generato da moduli fotovoltaici nelle ore diurne occorre considerare diversi aspetti legati alla loro tecnologia, struttura e orientamento, nonché al movimento apparente del disco solare nella volta celeste e alle leggi fisiche che regolano la diffusione della luce nell'atmosfera.

Come è ben noto, in conseguenza della rotazione del globo terrestre attorno al proprio asse e del contemporaneo moto di rivoluzione attorno al sole, nell'arco della giornata il disco solare sorge ad est e tramonta ad ovest (ciò in realtà è letteralmente vero solo nei giorni degli equinozi). In questo movimento apparente il disco solare raggiunge il punto più alto nel cielo al mezzogiorno locale e descrive un semicerchio inclinato verso la linea dell'orizzonte tanto più in direzione sud quanto più ci si avvicina al solstizio d'inverno (21 dicembre) e tanto più in direzione nord quanto più ci si avvicina al solstizio d'estate (21 giugno).



Movimento apparente del disco solare per un osservatore situato ad una latitudine nord attorno ai 45°. Per tutte le località situate tra il Tropico del Cancro e il Polo Nord Geografico il disco solare non raggiunge mai lo zenit.

In considerazione quindi dell'altezza dal suolo dei moduli fotovoltaici e del loro angolo di inclinazione, il verificarsi e l'entità di fenomeni di riflessione ad altezza d'uomo della radiazione luminosa incidente alla latitudine a cui è posto l'impianto fotovoltaico in esame sarebbero teoricamente ciclici in quanto legati al momento della giornata, alla stagione nonché alle condizioni meteorologiche.

Le perdite per riflessione rappresentano un importante fattore nel determinare l'efficienza di un modulo fotovoltaico e ad oggi la tecnologia fotovoltaica ha individuato soluzioni in grado di minimizzare un tale fenomeno. Con l'espressione "perdite di riflesso" si intende l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un collettore o di un pannello oppure dalla superficie di una cella solare e che quindi non può più contribuire alla produzione di calore e/o di corrente elettrica.

Strutturalmente il componente di un modulo fotovoltaico a carico del quale è principalmente imputabile un tale fenomeno è il rivestimento anteriore del modulo e delle celle solari.

L'insieme delle celle solari costituenti i moduli fotovoltaici di ultima generazione è protetto frontalmente da un vetro temprato antiriflettente ad alta trasmittanza, il quale conferisce alla superficie del modulo un aspetto opaco che non ha nulla a che vedere con quello di comuni superfici finestrate.

Al fine di minimizzare la quantità di radiazioni luminose riflesse, inoltre, le singole celle in silicio cristallino sono coperte esteriormente da un rivestimento trasparente antiriflesso grazie al quale penetra più luce nella cella, altrimenti la sola superficie in silicio rifletterebbe circa il 30% della luce solare.

Inoltre, i moduli di ultima generazione sono caratterizzati da un vetro più esterno costituito da una particolare superficie, non liscia, che consente di aumentare la trasmissione dell'energia solare grazie ad una maggiore rifrazione della radiazione incidente verso l'interno del vetro e, quindi, verso le celle fotovoltaiche. Nel vetro si verifica una maggiore riflessione dei raggi solari soprattutto per elevati angoli di incidenza (da 20° a 70°).

Le stesse molecole componenti l'aria al pari degli oggetti danno luogo a fenomeni di assorbimento, riflessione e scomposizione delle radiazioni luminose su di esse incidenti, pertanto la minoritaria percentuale di luce solare che viene riflessa dalla superficie del modulo fotovoltaico, grazie alla densità ottica dell'aria è comunque destinata nel corto raggio ad essere ridirezionata, scomposta, ma soprattutto convertita in energia.

Inoltre, i nuovi sviluppi tecnologici per la produzione di celle fotovoltaiche fanno sì che, aumentando il coefficiente di efficienza delle stesse, diminuisca ulteriormente la quantità di luce riflessa (riflettenza superficiale caratteristica del pannello), e conseguentemente la probabilità di abbagliamento.

Alla luce di quanto esposto, il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne è da ritenersi ininfluenza, non rappresentando una fonte di disturbo.

13.1 Rumore

Inquadramento Clima acustico

I principali riferimenti normativi a livello nazionale e internazionale, riguardanti la previsione di impatto acustico e l'inquinamento acustico, sono i seguenti:

- D.P.C.M. 01.03.1991 - “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”;
- Legge 26.10.1995, n. 447 “Legge Quadro sull’inquinamento acustico”;
- D.M.A. 11.12.1996 - Decreto attuativo Legge Quadro “Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo”;
- D.M.A. 31.10.1997 “Metodologia del rumore aeroportuale”;
- D.P.R. 11.11.1997 - “Regolamento recante norme per la riduzione dell’inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili”;
- D.P.C.M. 14.11.1997 - Decreto attuativo Legge Quadro per la “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”;
- D.P.C.M. 05.12.1997 Decreto attuativo Legge Quadro “Requisiti acustici passivi degli edifici”;
- D.M.A. 16.03.1998 - Decreto attuativo Legge Quadro inerente le “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”;
- D.P.C.M. 31.03.1998 - “Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l’esercizio dell’attività di tecnico competente in acustica...”;
- D.P.R. 18.11.1998, n. 459 - “Regolamento recante norme di esecuzione in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario”;
- D.P.C.M. 16.04.1999, n. 215 - “Regolamento recante norme per la determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi ad intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi”;
- D.M.A. 29.11.2000 - “Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”;
- D.P.R. 30.03.2004, n. 142 - “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell’articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Le analisi sono state effettuate in relazione all’elemento più critico, potenzialmente impattante, di tutto il Progetto cioè il parco FV. La presenza dell’opera di connessione, infatti, non sarà fonte di disturbo dal momento che le uniche emissioni sonore sono legate solo alla Stazione Elettrica ed esclusivamente localizzate solo nelle immediate vicinanze dei trasformatori di potenza annullandosi completamente in prossimità del perimetro di recinzione della stazione.

Il Comune di Rotello (CB) non ha adottato un Piano di Zonizzazione Acustica Comunale ai sensi della Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447/95 – D.P.C.M. 14/11/97. Pertanto, sono da ritenersi validi i limiti di cui all'art. 6, comma 1 del D. P. C. M. 01-03-1991, riportati sotto.

LIMITI DI ACCETTABILITA' – Leq in dB(A)		
ZONIZZAZIONE	DIURNO	NOTTURNO
	dB(A)	dB(A)
Tutto il territorio nazionale	70,0	60,0
Zona A (D.M. n. 1444/68)	65,0	55,0
Zona B (D.M. n. 1444/68)	60,0	50,0
Zona esclusivamente industriale	70,0	70,0

Tabella Limiti di accettabilità

ZONE:

A) le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestano carattere storico, artistico e di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi;

B) le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A): si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq.

Oltre i limiti assoluti di emissione e di immissione è da considerare anche il limite differenziale:

LIMITE DIFFERENZIALE (RUMORE AMBIENTALE – RUMORE RESIDUO)	
DIURNO	NOTTURNO
dB(A)	dB(A)
5,0	3,0

Tabella Limite Differenziale

Previsione dell'impatto acustico

Finalità e scopi

La valutazione di impatto acustico consiste nella previsione degli effetti ambientali, dal punto di vista dell'inquinamento acustico, in seguito alla realizzazione di interventi sul territorio, siano essi costituiti da opere stradali, ferroviarie, attività industriali, commerciali, ricreative e residenziali. La V.P.I.A.A. si articola nelle seguenti fasi:

- indagine sullo stato di fatto dell'area territoriale oggetto di intervento e sua completa definizione da un punto di vista acustico;
- previsione dell'inquinamento acustico indotto dal nuovo intervento;
- individuazione di eventuali opere di bonifica e previsione degli scenari acustici generati dalla loro realizzazione;
- scelta della soluzione ritenuta più idonea.

Importante ulteriore fase è quella di collaudo acustico che deve verificare la rispondenza delle condizioni finali alle ipotesi di progetto.

Modalità operative

La valutazione di impatto acustico è stata effettuata con l'adozione del modello numerico di calcolo ISO 9613-2:1996 con parametri di attenuazione dovuta all'aria stabiliti dalla stessa ISO 9613.

Strumentazione utilizzata e scelta della posizione di misura

I rilievi e le misurazioni per la determinazione dell'inquinamento acustico sono stati effettuati con analizzatore sonoro modulare di precisione "Norsonic" modello "Nor140" correlato da software applicativo per l'analisi sonora "NoeReview 3.1". La strumentazione in oggetto è provvista di certificato di taratura (allegato alla Relazione Tecnica a firma del tecnico abilitato, Dottor Mauro Bianchi). Tale strumento rientra nella classe 1 come definito dagli standard EN 60651 ed EN 60804 e CEI 29-4. Prima dell'inizio delle misure sono state acquisite tutte le informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e delle posizioni di misura. I rilievi di rumorosità hanno tenuto pertanto conto delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione. Sono stati rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine. La misura dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento (LAeq,TR) è stata eseguita per integrazione continua. Il tempo di misura equivale, pertanto, al tempo di osservazione. Le modalità di misura sono quelle indicate negli allegati B e C del D.M.A. 16 marzo 1998. Le tarature vengono effettuate prima e dopo ciclo di misura con calibratore di precisione acustica marca "Norsonic" e modello "1251". Il microfono da campo libero è stato orientato verso la sorgente di rumore. Il microfono della catena fonometrica è stato posizionato ad una altezza di 1,5 m dal piano di campagna in accordo con quanto suggerito in "APPENDICE B.1" alla Norma UNI 11143-2:2005 inerente al "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti" relativamente alla determinazione dei punti di calibrazione in presenza di ricettori sensibili prossimi ad infrastrutture viarie. Le misurazioni sono state eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia, neve. La velocità del vento è risultata inferiore a 5 m/s. Il microfono è comunque munito di cuffia antivento.

Supporti tecnico-informatici

La previsione del clima acustico e dell'impatto acustico è stata oggetto di analisi anche mediante il supporto informatico dei software:

- "Sound Plan" – International LLC;
- "NorReview 3.1" – Norsonic;
- "Nor-Xfer" – Norsonic;
- "NoiseAtWork V3.23" – DGM.

Ubicazione e ricettori limitrofi

Rotello 1

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico (FV) di potenza di circa 26,186 MWp, da installare nel comune di Rotello (CB). L'impianto sarà ubicato in un terreno agricolo, i pannelli saranno disposti su file. Sono presenti a distanze di oltre 50 mt alcune attività agricole con abitazioni civili, un impianto fotovoltaico e capannoni di rimessa agricola.

Rotello 2

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico (FV) di potenza di circa 15,36 MWp, da installare nel comune di Rotello (CB). L'impianto sarà ubicato in un terreno agricolo, i pannelli saranno disposti su file. Sono presenti a distanze di oltre 50 mt alcune attività agricole con abitazioni civili, un impianto fotovoltaico e capannoni di rimessa agricola.

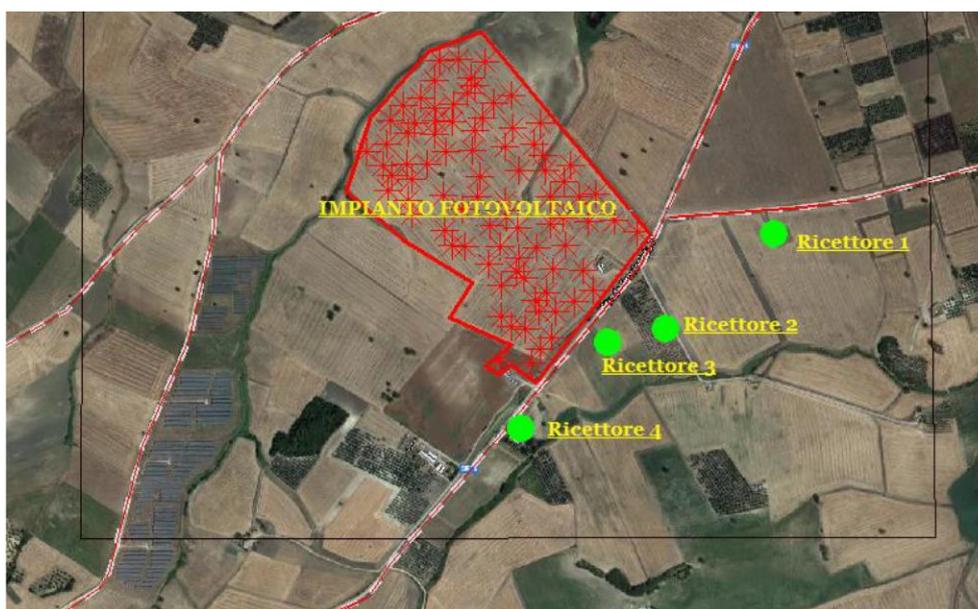


Figura Ubicazione Recettori: Rotello 1.

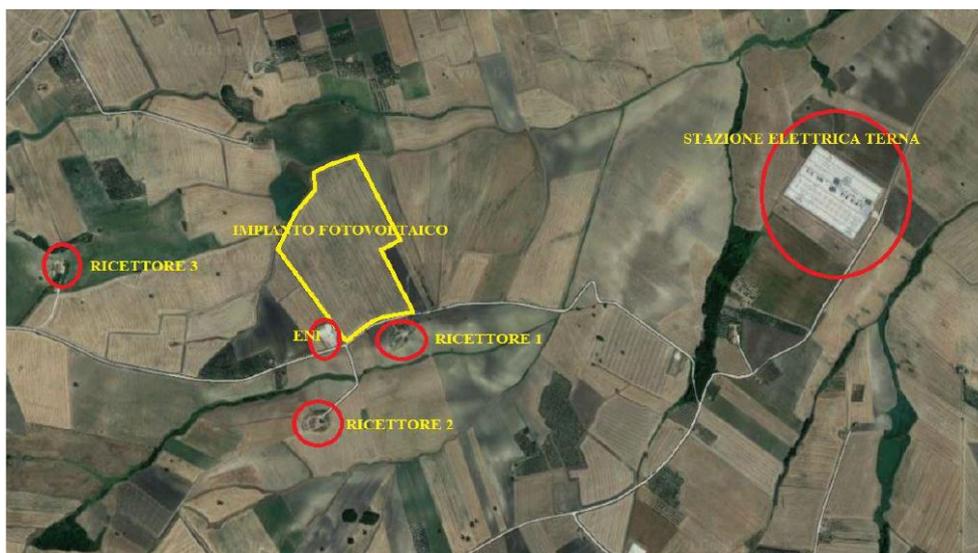


Figura Ubicazione Recettori: Rotello 2.

Fase Realizzativa

Secondo il cronoprogramma per la realizzazione delle opere, sviluppato dalla società Proponente, la durata delle opere di cantiere è stata stimata in circa 12 mesi.

Il cantiere prevede principalmente la sequenzialità, talvolta anche contemporanea di n. 6 fasi di realizzazione:

- **Fase 1** Opere preliminari: Topografia, realizzazione recinzioni perimetrali, predisposizione fornitura acqua e energia, approntamento cantiere, delimitazione area di cantiere e segnaletica, approvvigionamento materiali
- **Fase 2** Opere civili: opere di apprestamento terreno, realizzazione viabilità interna, realizzazione cemento per basamenti cabine, realizzazione basamenti e posa prefabbricati, realizzazione alloggiamento gruppo di trasformazione cabina
- **Fase 3** Opere elettromeccaniche: montaggio strutture metalliche, montaggio moduli fotovoltaici, posa cavidotti MT e pozzetti, posa cavi MT / terminazioni Cavi, posa cavi BT in CC/AC, cablaggio stringhe, installazione Inverter, collegamenti INV/QCA/DC/Inverter, installazione trasformatori MT/BT, installazione quadri di Media
- **Fase 4** Montaggio dei sistemi ausiliari (monitoraggio, sistema di illuminazione e videosorveglianza)

- **Fase 5** Realizzazione opere di mitigazione (realizzazione fascia arborea perimetrale, realizzazione impianto di irrigazione, inerbimento del terreno nudo)
- **Fase 6** Realizzazione delle opere di connessione
- **Fase 7:** Collaudo/commissioning – collaudo cablaggi, collaudo quadri, collaudo inverter, collaudo sistema montaggio, collaudo finale

Individuazione delle sorgenti di rumore:

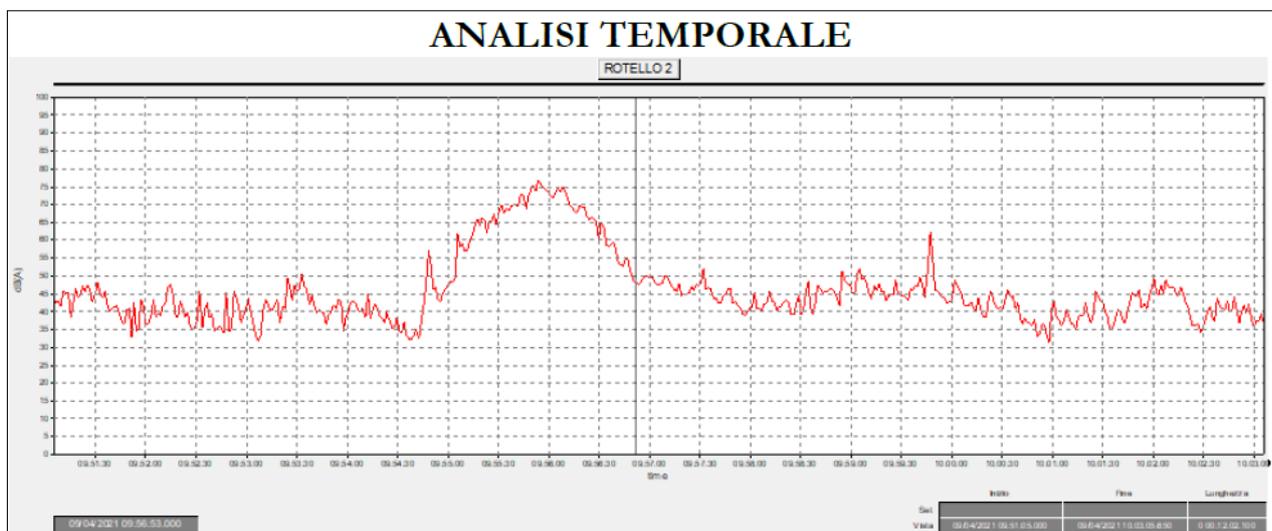
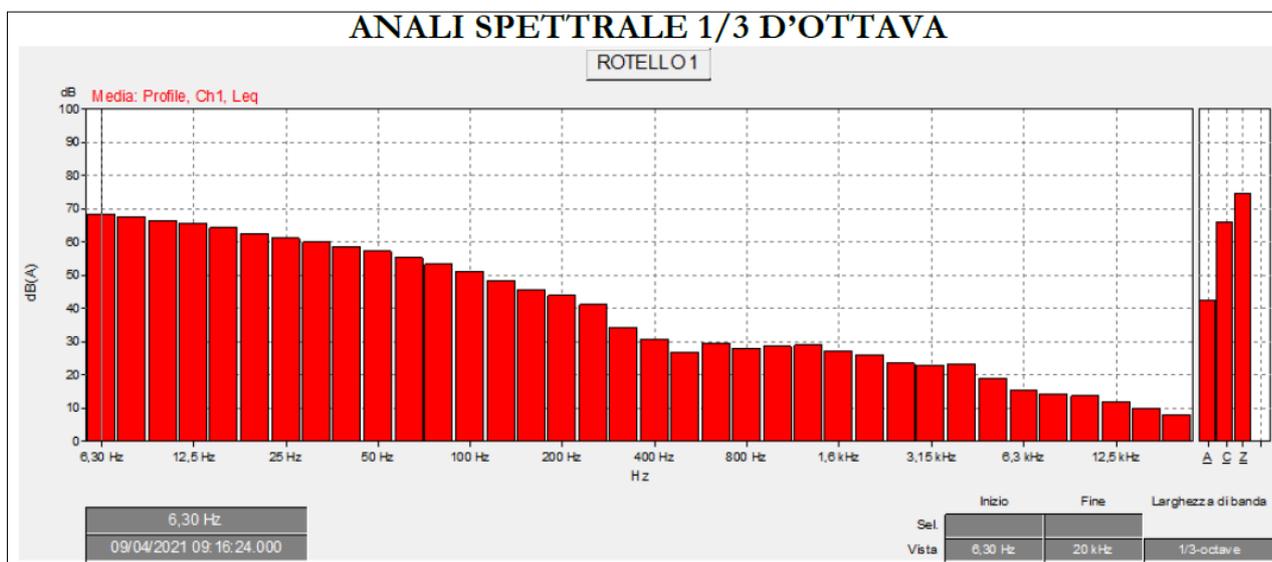
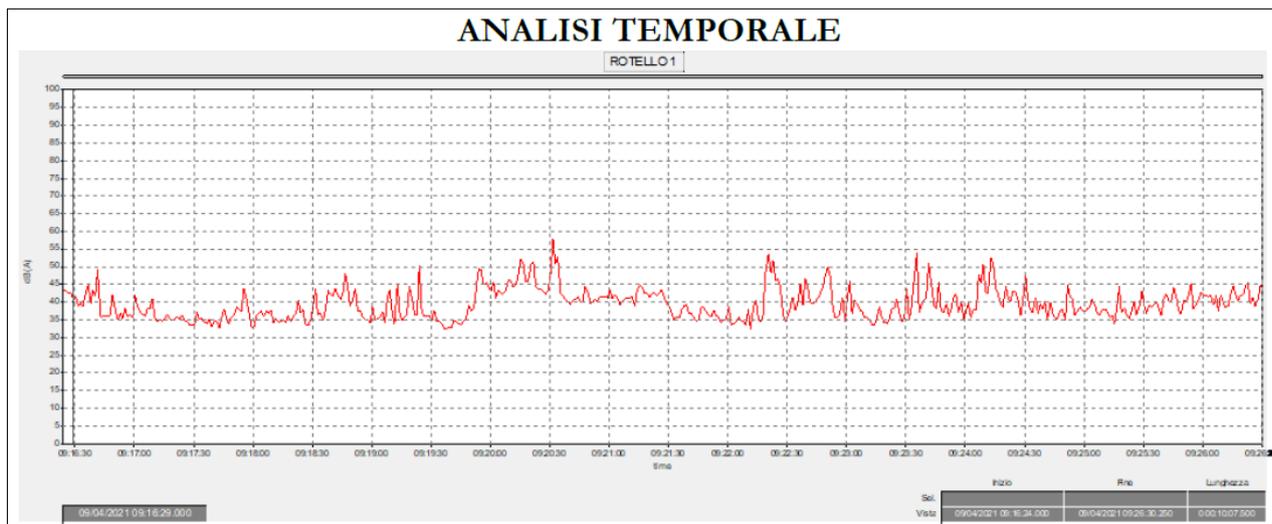
Le sorgenti di rumore che determinano impatti dal punto di vista acustico sono le lavorazioni relative al montaggio e alla realizzazione delle strutture di progetto.

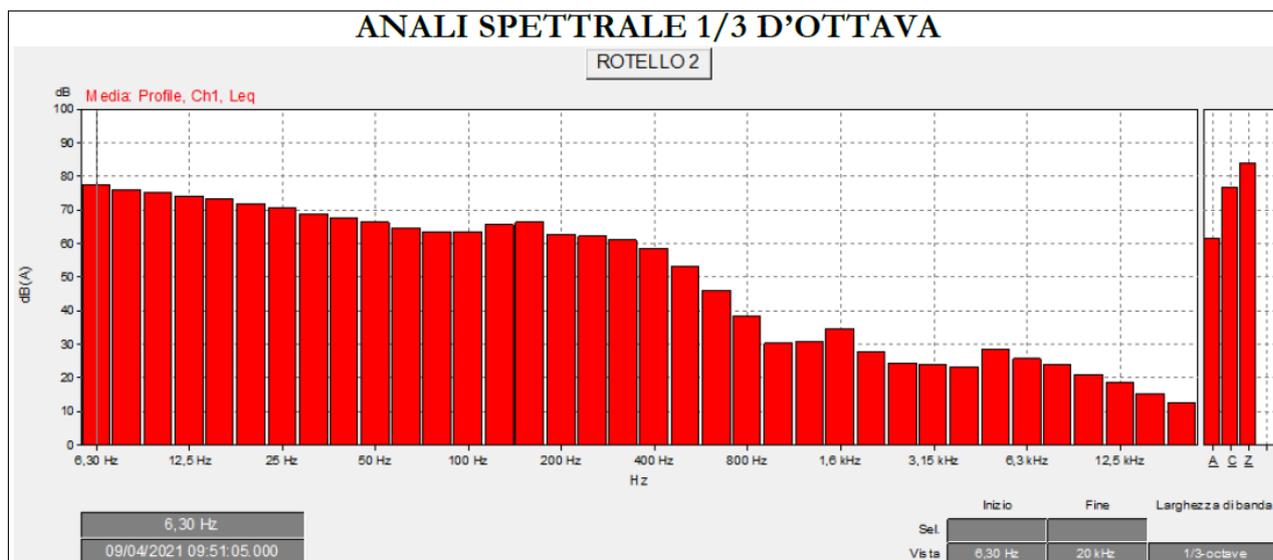
Durante la fase realizzativa si produrrà un incremento dei livelli sonori dovuto alla rumorosità dei macchinari impiegati. Esso è costituito da mezzi di trasporto usuali (camion, automobili, mezzi fuoristrada, autocarri, autotreni, autobetoniere) e dai mezzi più propriamente di cantiere (escavatori, gru, betoniere, macchine battipalo, compressori, martelli pneumatici, avvitatori a batteria, generatori). Il livello delle emissioni sonore del primo gruppo è limitato alle prescrizioni previste dal codice della strada e, pertanto, risulta contenuto. La rumorosità di tutte le macchine del secondo gruppo, ad esclusione dei martelli pneumatici, può essere considerata uguale od inferiore a quella di una macchina agricola.

Le fasi di cantiere si svolgeranno esclusivamente di giorno, salvo diverse prescrizioni, e sono circoscritte nel tempo e nello spazio. Si ritiene pertanto lo stesso non significativo, lo stesso dicasi per le vibrazioni, poiché gli incrementi della rumorosità ambientale saranno percepiti saltuariamente e senza provocare disturbi rilevanti.

Fase di esercizio

Circa la presenza ed esercizio dei parchi FV, la previsione dell’impatto è stata fatta sulla base del rumore allo *status quo ante* (MISURAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ESISTENTE).





Rotello 1

TR DIURNO	$L_{Aeq} = 42,5 \text{ dB(A)}$
TR NOTTURNO (Percentile 90%)	$L_{Aeq} = 33,5 \text{ dB(A)}$

Rotello 2

TR DIURNO	$L_{Aeq} = 42,0 \text{ dB(A)}$
TR NOTTURNO (Percentile 90%)	$L_{Aeq} = 34,0 \text{ dB(A)}$

CARATTERIZZAZIONE DEL RUMORE EMESSO DAI NUOVI IMPIANTI

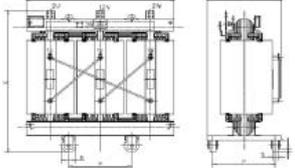
Nell'impianto da realizzare, le uniche attrezzature/impianti che possono provocare rumore sono gli inverter, i trasformatori e quadri delle cabine e le unità esterne di climatizzazione.

I macchinari che saranno installati saranno tutti a bassa emissione acustica.

Per valutare il contributo di tutte le sorgenti introdotte dal progetto sono state assunte le ipotesi di seguito riportate:

- I moduli non emettono alcun rumore.
- Il trasformatore BT/MT che produce rumore acustico per magnetostrizione del nucleo magnetico è posto all'interno di cabinati.

- Nelle cabine di ricezione e trasformazione saranno presenti esclusivamente macchinari statici che costituiscono una modesta sorgente di rumore ed apparecchiature elettriche che costituiscono fonte di rumore esclusivamente solo in fase di manovra.

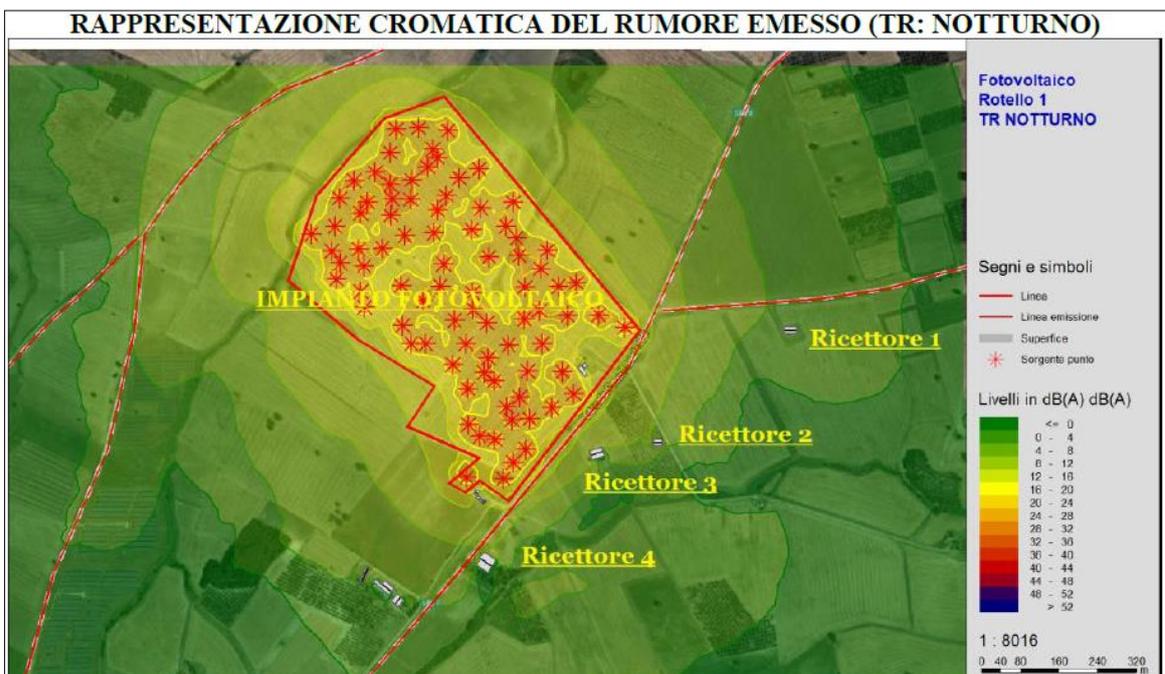
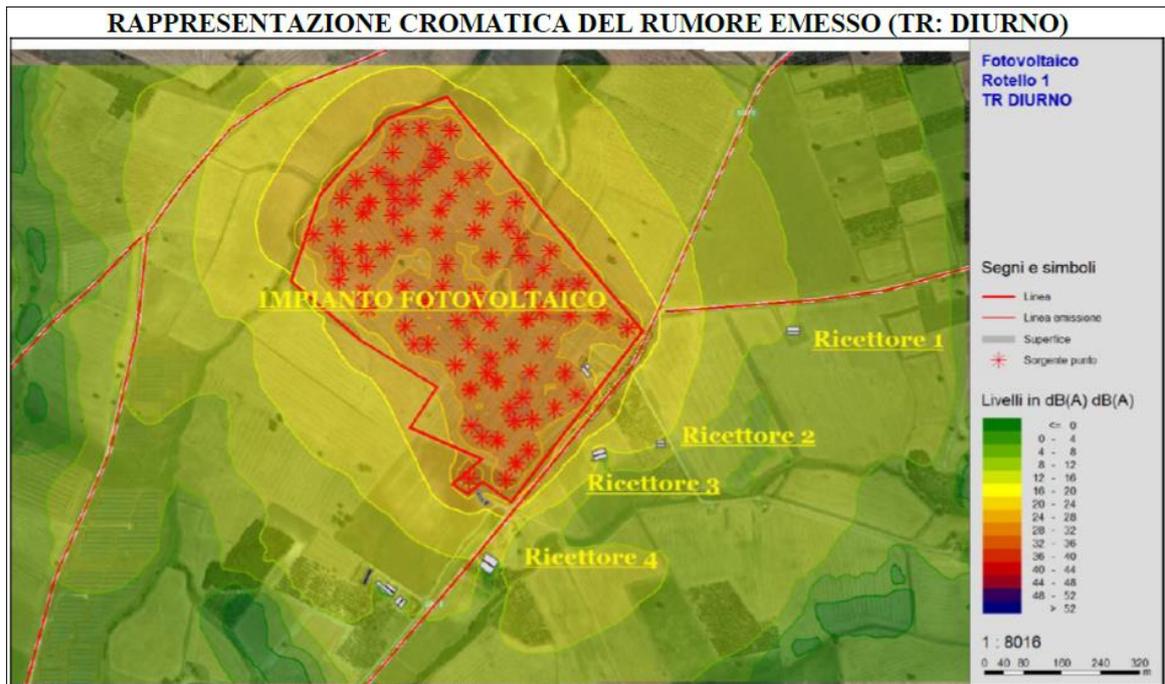
Sorgente	Descrizione	
Inverter	Trasforma la corrente da continua in alternata 1051 x 660 x 363 mm	
Trasformatori	Converte la tensione d'ingresso e di uscita 1710 x 1040 x h 2120 mm	
Unità esterne di climatizzazione	Climatizzazione locale cabina	

A partire dai dati forniti dal produttore, le emissioni sorgenti sono così riassunte:

Sorgente	LAeq dB(A)	Lw dB(A)	Posizione	Tipologia emissione
Inverter	55,0	64,0	All'esterno	continua
Trasformatori	53,0	67,0	All'interno delle cabine	continua
Unità esterne di climatizzazione	56,0	62,0	All'esterno di ogni cabina	discocontinua

Sintetizzando quanto riportato nel documento specifico dell'impatto acustico, al quale si rimanda per tutti i dettagli delle analisi, si riportano sotto le planimetrie delle previsioni acustiche derivanti dalla presenza dei parchi FV.

Rotello 1



Rotello 2



RISULTATI

Come evidenziato dalle rappresentazioni cromatiche nei tempi di riferimento diurno e notturno, **le emissioni** delle sorgenti **non alterano il clima acustico esistente nell'ambiente circostante** ai siti dove saranno installati gli

impianto fotovoltaici. **Le emissioni di rumore restano confinate in prossimità delle sorgenti e non oltrepassano il confine.** Ciò vuol dire che già immediatamente all'esterno dei confini la fauna non subirà disturbo.

Rotello 1

RUMORE DI EMISSIONE AL CONFINE				
	VALORI DI EMISSIONE		VALORI LIMITE DI EMISSIONE art. 6, comma 1 del D. P. C. M. 01-03-1991 Tutto il territorio nazionale	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)
	Leq	Leq	Leq	Leq
Impianto Fotovoltaico	35,0 dB(A)	26,0 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)
RUMORE DI IMMISSIONE SUI CORPI RICETTORI				
	VALORI DI EMISSIONE		VALORI LIMITE DI IMMISSIONE	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)
	Leq	Leq	Leq	Leq
Ricettore 1	N. S.	N. S.	-	-
Ricettore 2	N. S.	N. S.		
Ricettore 3	N. S.	N. S.		
Ricettore 4	N. S.	N. S.		

N.S. = Non Significativo, inferiore al rumore esistente

Rotello 2

RUMORE DI EMISSIONE AL CONFINE				
	VALORI DI EMISSIONE		VALORI LIMITE DI EMISSIONE art. 6, comma 1 del D. P. C. M. 01-03-1991 Tutto il territorio nazionale	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)
	Leq	Leq	Leq	Leq
Impianto Fotovoltaico	36,0 dB(A)	24,0 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)
RUMORE DI IMMISSIONE SUI CORPI RICETTORI				
	VALORI DI EMISSIONE		VALORI LIMITE DI IMMISSIONE	
	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)	Diurno (06:00 – 22:00)	Notturno (22:00 – 06:00)
	Leq	Leq	Leq	Leq
Ricettore 1	N. S.	N. S.	-	-
Ricettore 2	N. S.	N. S.		
Ricettore 3	N. S.	N. S.		

Fase di ripristino

Questa fase non genera impatti negativi significativi sulla componente rumore e vibrazioni, tranne per i mezzi pesanti che opereranno nel cantiere per ripristinare il suolo. La rumorosità può essere considerata uguale a quella di una macchina agricola e l'eventuale impatto generato sarebbe comunque circoscritto nel tempo e nello spazio.

Conclusioni Rumore

I valori di $Leq(A)$ stimati, immessi in ambiente esterno e abitativo, simulando l'attività nelle peggiori condizioni di esercizio, saranno inferiori ai valori di immissione ed emissione prescritti. Anche i limiti differenziali di immissione, sia nel tempo di riferimento diurno che notturno, saranno rispettati in quanto l'impianto non provocherà variazione acustica rispetto al clima acustico esistente.

Il livello di emissione di rumore è in ogni caso in accordo ai limiti fissati dal D.P.C.M. 1 marzo 1991, dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 477 del 26/10/1995), in corrispondenza dei recettori sensibili. Gli impianti sono progettati e costruiti secondo le raccomandazioni riportate dalla Norma CEI EN 61936-1.

Mitigazioni in fase di cantiere

Le indagini eseguite mostrano che, in fase di cantiere, non è necessario porre in atto opere di mitigazione; valgono le indicazioni di best available technology di natura generale.

Mitigazioni in fase di esercizio:

Le indagini eseguite mostrano che, in fase di esercizio, non si verificano superamenti dei valori limite presso i ricettori: non è pertanto necessario porre in atto opere di mitigazione.

Mitigazioni in fase di ripristino

Le indagini eseguite mostrano che, in fase di ripristino, non è necessario porre in atto opere di mitigazione; valgono le indicazioni di best available technology di natura generale.

Opere di Compensazione

Non sono necessarie opere di compensazione per la componente rumore, né in fase di cantiere, né in fase di cantiere.

13.3 Campo elettromagnetico

Sono state valutate le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001e dei relativi Decreti attuativi.

In particolare, per l'Impianto sono state valutate le emissioni elettromagnetiche dovuti agli elettrodotti e trasformatori che rappresentano la principale fonti di emissione. Si sono individuate quindi, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette.

Sono state presa in considerazione le condizioni maggiormente significative e cautelative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti. Viene calcolata l'intensità del campo elettromagnetico utilizzando valori di corrente pari alla portata massima di ciascuna linea elettrica in cavo (quindi condizioni di calcolo molto più gravose di quelle effettive), calcolato sulla verticale dei cavidotti e nelle immediate vicinanze fino ad una distanza massima di 20 m dall'asse del cavidotto; la rilevazione del campo magnetico e la determinazione delle DPA è stata fatta cautelativamente alle quote di 0m dal livello del suolo, quando invece la quota nominale cui occorrerebbe fare riferimento nelle misure di campo elettromagnetico è di +1,5m dal livello del suolo.

13.3.1 Normativa di riferimento

Tra i principali riferimenti normativi in materia di protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da linee elettriche aeree in corrente alternata è utile ricordare le Linee Guida dell'ICNIRP, in particolare:

- Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (1Hz – 100 KHz) (2010), che hanno sostituito le precedenti Linee Guida del 1998 introducendo nuovi limiti basati sul campo elettrico indotto e non più sulla corrente elettrica indotta.

Con riferimento all'esposizione della popolazione, è utile menzionare a livello europeo la

- Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici fino a 300 GHz (n. 1999/519/CE)

che ha recepito le Linee Guida dell'ICNIRP fino a quel momento emesse, oggi sostituite dalle più recenti, (Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo del 1998) chiedendo agli Stati membri che le disposizioni nazionali relative alla protezione dall'esposizione ai campi elettromagnetici si uniformassero alle stesse.

Come precisa la stessa Raccomandazione, i limiti derivati sulla base degli effetti a breve termine provati, adottano fattori di sicurezza pari a 50 che implicitamente tutelano anche da possibili effetti a lungo termine, ad oggi non provati.

A livello nazionale il quadro normativo è rappresentato da:

- Legge quadro 22 febbraio 2001 n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” [si applica a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz];
- DPCM 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti”;
- Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" [si applica alle linee esercite alla frequenza di rete (50Hz)].

13.3.2 Limiti di riferimento

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

I valori limite cui fare riferimento sono quelli indicati dal D.P.C.M. 08 luglio 2003 per le esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da elettrodotti sono:

Tipo di campo	Limiti di esposizione	Valore di attenzione	Obiettivi di qualità
Elettrico	5 kV/m	Non previsto	Non previsto
Magnetico	100 μ T	10 μ T	3 μ T

1. valore limite di esposizione al campo elettrico ed all'induzione magnetica rispettivamente pari a 5 kV/m e 100 μ T;
2. valore di attenzione per l'induzione magnetica pari a 10 μ T, da adottare nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere;
3. valore per l'obiettivo di qualità: nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di 3 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

I limiti di esposizione sono stati introdotti a tutela della salute umana contro l'insorgenza degli effetti acuti, immediatamente conseguenti all'esposizione, mentre i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità hanno l'intento di tutelare la popolazione da eventuali effetti sulla salute a lungo termine.

Di seguito un prospetto dei limiti attualmente vigenti:

f (Hz)	ICNIRP (2010)		Racc.Cons.Europeo 12/07/99		D.Lgs 36/01 + DPCM 8/07/2003	
	E (kV/m)	B (μT)	E (kV/m)	B (μT)	E (kV/m)	B (μT)
50	5	200	5	100	5	100 (1) 10 (2) 3 (3)

(1) limite di esposizione (2) valore di attenzione (3) obiettivo di qualità

Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

I dati si basano su innumerevoli misurazioni concordi nel sostenere che il campo elettrico generato dalle ELF è indistinguibile da quello di fondo a distanza di 50 m dagli impianti di trasformazione o dalla rete di distribuzione che lo hanno generato.

13.3.3 Obiettivo di qualità, Fascia di rispetto e DPA

L'obiettivo di qualità si applica nel caso di progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di insediamenti esistenti, o nel caso di progettazione di nuovi insediamenti in prossimità di elettrodotti esistenti.

Con riferimento agli elettrodotti eserciti alla frequenza di rete, 50 Hz, e con specifico riferimento all'obiettivo di qualità, sono introdotti i concetti di Fascia di rispetto e di Distanza di prima approssimazione (DPA).

Come definita dalla norma CEI 106-11, Fascia di rispetto "È lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale ad un valore prefissato, in particolare all'obiettivo di qualità."

Come meglio specifica il DPCM 8 luglio 2003 [art.6], "per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità ... ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60".

Come previsto dallo stesso art.6 del DPCM 8 luglio 2003, la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è stata definita dall'APAT, sentite le ARPA, ed approvata dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio con Decreto 29 Maggio 2008 - "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

Come specificato al par.3.2, tale metodologia, ...ai sensi dell'art. 6 comma 2 del DPCM 08.07.03, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto.

I riferimenti contenuti nell'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni già presenti nel territorio." (art. 4 del DM 8 luglio 2003)

Il concetto di Distanza di prima approssimazione (DPA), introdotto dal Decreto 29 Maggio 2008 (che ne riporta anche la definizione: "per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto...") è stato introdotto al fine di semplificare la gestione territoriale e procedere in prima approssimazione al calcolo delle fasce di rispetto senza dover ricorrere a complessi modelli di calcolo bidimensionale o tridimensionale, il Decreto prevede infatti anche dei metodi semplificati da poter applicare nel caso di parallelismo o incrocio di linee elettriche aeree.

13.3.4 Calcolo delle fasce di rispetto in base al modello previsto dalla norma CEI 211-4

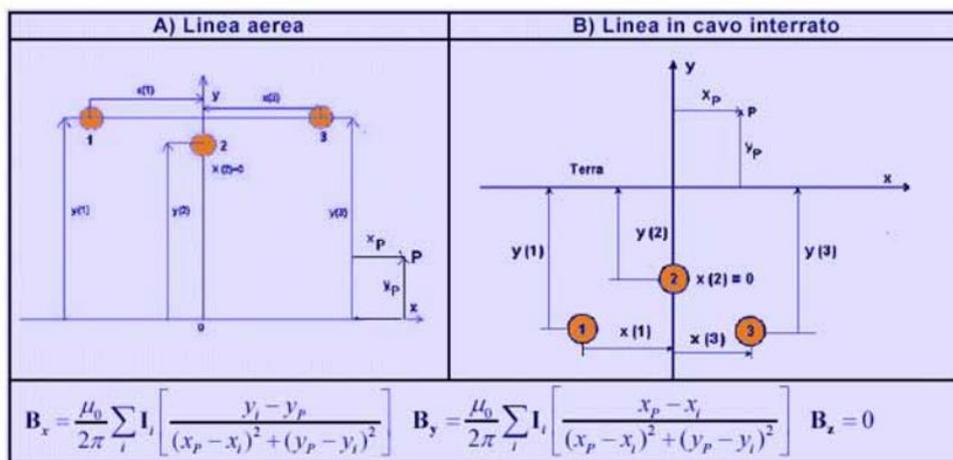
Per il calcolo accurato delle fasce di rispetto, occorre conoscere i seguenti dati:

- La portata in corrente in servizio normale (da richiedere all'ente gestore; indicazioni si possono trarre dalla norma CEI 11-60);
- Il numero e la tipologia (diametro, materiali) dei conduttori aerei o dei cavi interrati, oltre alla loro geometria;
- Le condizioni di fase relativa alle correnti nei conduttori;
- L'altezza dei conduttori all'attacco ai sostegni, la lunghezza della campata ed il parametro di posa della catenaria (allo scopo di definirne la geometria).

Gli ultimi dati possono essere dedotti anche da una misura strumentale diretta, cioè rilievi topografici.

Il modello di calcolo previsto dalla norma CEI 211-4 è quello previsto dalla legge di Biot e Savart, il quale prevede il calcolo dell'induzione magnetica su un piano trasversale alla linea (aerea o anche interrata), quindi un modello su due soli dimensioni. Tale modello prevede il calcolo dell'induzione magnetica di ciascun conduttore percorso da

corrente e l'applicazione successiva della sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale. Le ipotesi su cui si fonda il calcolo sono che i conduttori siano considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli fra loro, che le correnti siano considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori, che non vengono prese in considerazione le correnti indotte nelle funi di guardia (linee aeree) o negli schermi (linee in cavo interrato), e che il suolo sia perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico.



Figura– Formule per la determinazione delle componenti sugli assi dell'induzione magnetica B (C.932)

Le formule da utilizzare sono indicate, per i due tipi di elettrodotto, in figura. Una volta ottenute le componenti sul piano B_x e B_y (il modello è, come detto, bidimensionale e quindi la componente B_z è nulla), si applica la seguente formula per determinare l'induzione magnetica complessiva:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

Per i calcoli ci si appoggia normalmente a software in grado di applicare rapidamente le formule ed eventualmente anche di visualizzarne graficamente il risultato.

La modellizzazione delle sorgenti fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed è bidimensionale per le linee elettriche e tridimensionale per le cabine elettriche. Per la determinazione delle DPA si fa riferimento alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto.

4.5 Calcolo delle fasce di rispetto in base ad un modello approssimato

Il modello approssimato propone una serie di formule analitiche, applicabili senza l'uso di software, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal baricentro dei conduttori della linea elettrica. Risultano formule molto utili per effettuare analisi approssimate (ma piuttosto precise) e soprattutto immediate delle

fasce di rispetto. Tali formule, a causa della loro origine, hanno una validità tanto maggiore quanto più è elevata la distanza dai conduttori.

13.3.5 Calcolo dei campi elettromagnetici – Campo Fotovoltaico

L'impianto è progettato e sarà costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente.

13.3.5.1 Campi elettromagnetici impianto fotovoltaico

Moduli fotovoltaici

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

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

Inverter

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

A questo scopo gli inverter prescelti possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) (CEI EN 50273, (CEI 95-9), CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65), CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10), CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31), CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28), CEI EN 55022 (CEI 110-5), CEI EN 55011 (CEI 110-6)).

Tra gli altri aspetti queste norme riguardano:

- i livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110-10). Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%.
- Disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in super imposizione alla trasmissione di energia sulle sue linee;

- Variazioni di tensione e frequenza. La propagazione in rete di queste ultime è limitata dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Le fluttuazioni di tensione e frequenze sono però causate per lo più dalla rete stessa. Si rendono quindi necessarie finestre abbastanza ampie, per evitare una continua inserzione e disinserione dell'impianto fotovoltaico.

Linee elettriche BT e dati

Secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 (paragrafo 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 le linee elettriche aeree ed interrate di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988 n. 449 (quali le linee di bassa tensione) o classe zero (come le linee di telecomunicazione) sono escluse dall'osservanza di fasce di rispetto, in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

Linee elettriche MT in corrente alternata

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Per quanto riguarda il valore del campo magnetico è stato effettuato utilizzando il software "Magic" di BEShielding di cui riportiamo in allegato il documento di validazione. Il software permette di calcolare i campi magnetici generati da sorgenti di tipo elettrico, quali trasformatori, sistemi di linee elettriche, cabine MT/BT, buche giunti, blindosbarre e impianti elettrici. Il software permette inoltre di determinare le fasce di rispetto per linee elettriche e cabine MT/BT, secondo quanto previsto dalla Legge Quadro n. 36/2001 (esposizione ai campi magnetici della popolazione) e dal D.Lgs. n. 81/08 (valutazione dei rischi in ambiente lavorativo). Permette inoltre di studiare le singole sorgenti (linee elettriche, cavi, sistemi multiconduttori, trasformatori) mediante configurazioni bidimensionali e tridimensionali attraverso l'integrazione della legge di Biot-Savart o lo studio di sistemi complessi, come le cabine elettriche MT/BT, tenendo conto della tridimensionalità delle sorgenti, della loro reale posizione e della sovrapposizione degli effetti delle diverse componenti.

L'intensità del campo elettromagnetico è stata calcolata utilizzando valori di corrente pari alla portata massima di ciascuna linea elettrica in cavo (quindi condizioni di calcolo molto più gravose di quelle effettive), calcolato sulla verticale dei cavidotti e nelle immediate vicinanze fino ad una distanza tra ± 5 e ± 10 m dall'asse del cavidotto; la rilevazione del campo magnetico e la determinazione delle DPA è stata fatta cautelativamente alle quote di 0m dal livello del suolo, quando invece la quota nominale cui occorrerebbe fare riferimento nelle misure di campo elettromagnetico è di +1,5m dal livello del suolo.

È stata eseguita una valutazione **per tutte le tipologie di tratte presenti nel progetto** in base al numero e tipologia di terne (sempre con formazione trifoglio) che coesistono nella medesima trincea con profondità di 1 metro. Per i dettagli si rimanda all'elaborato specifico di compatibilità elettromagnetica del campo fotovoltaico.

Analisi e risultati:

Linee elettriche MT in corrente alternata interrate a trifoglio - Rotello 1

Tratta Tipo	Tipologia terne	Induzione magnetica (centro trincea al suolo):	Obiettivo qualità 3 μ T e DPA
R1-1	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x95mm ²)	1.41 μ T	-
R1-2	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x185mm ²)	2.19 μ T	-
R1-3	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x240mm ²)	2.71 μ T	-
R1-4	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x95mm ²) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x150mm ²)	3.22 μ T	0.26m \approx 1 m
R1-5	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x150mm ²))	3.7 μ T	0.51m \approx 1 m
R1-6	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x95mm ²) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x240mm ²)	4.02 μ T	0.54m \approx 1 m
R1-7	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x185mm ²) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x240mm ²)	4.76 μ T	0.78m \approx 1 m
R1-8	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x240mm ²))	5.28 μ T	0.86m \approx 1 m
R1-9	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x95mm ²) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x240mm ²))	6.59 μ T	1.08m \approx 2 m
R1-10	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x240mm ²)) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x150mm ²)	7.06 μ T	1.17m \approx 2 m
R1-11	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x240mm ²)) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x150mm ²))	10.99 μ T	1.45m \approx 2 m
R1-12	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x240mm ²)) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x150mm ²)) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x95mm ²)	12.01 μ T	1.57m \approx 2 m
R1-13	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x240mm ²)) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(3x(1x150mm ²))	12.77 μ T	1.65m \approx 2 m

Linee elettriche MT in corrente alternata interrate a trifoglio - Rotello 2

Tratta Tipo	Tipologia terne	Induzione magnetica (centro trincea al suolo):	Obiettivo qualità 3 μ T e DPA
R2-1	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x95mm ²)	1.41 μ T	-
R2-2	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x150mm ²)	1.91 μ T	-
R2-3	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x95mm ²) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x150mm ²)	3.22 μ T	0.26m \approx 1 m
R2-4	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x150mm ²))	3.7 μ T	0.51m \approx 1 m

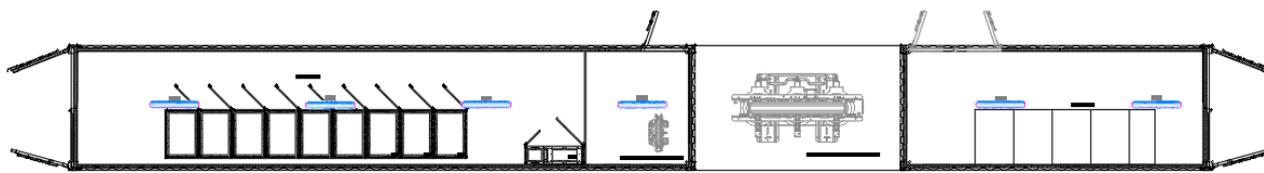
R2-5	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x150mm ²) ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 3x(1x185mm ²)	3.98 μ T	0.60m \approx 1 m
R2-6	ARP1H5(AR)EX 18/30 kV 2x(3x(1x185mm ²))	4.26 μ T	0.66m \approx 1 m

Cabine elettriche MT/BT

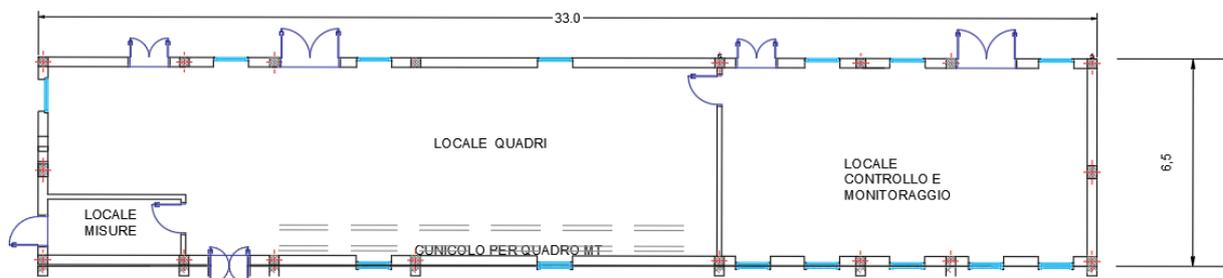
Per ciò che riguarda le cabine di trasformazione le sorgenti sono rappresentate dal quadro MT, trasformatore MT/BT da 2000-3150kVA, quadro di parallelo di bassa tensione e relativi cablaggi MT e BT; mentre per la cabina di ricezione sono rappresentate dal quadro MT, trasformatore MT/BT da 50kVA, quadro di bassa tensione e relativi cablaggi MT e BT.

In merito alla valutazione delle distanze di prima approssimazione nei cabinati di trasformazione e cabine di ricezione MT si è considerata la distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina stessa in quanto le stesse al loro interno non sono considerate luogo di lavoro stabile ma occupato dal personale tecnico in modo saltuario durante la manutenzione che per lo più avverranno in assenza di tensione.

Tali DPA sono state valutate impiegando modellazione tridimensionale con il software “Magic” di BEShielding per tutte le tipologie presenti nel progetto.



Ingombri cabine di trasformazione MT/BT



Ingombri cabine di ricezione

Analisi e risultati:

- **Per le cabine di trasformazione MT/BT** la distanza di prima approssimazione è pari a **7 m** per le cabine da 3150kVA, a **4 m** per le cabine da 2500 kVA e a **3 m** per le cabine da 2000kVA dal perimetro del **solo lato lungo della cabina di trasformazione**;
- **Per la cabina di ricezione** la distanza di prima approssimazione è pari a **2 m** dal perimetro del **solo lato lungo della cabina**.

Per i dettagli si rimanda all'elaborato specifico di compatibilità elettromagnetica del campo fotovoltaico.

13.3.5.2 Campi elettromagnetici opere connesse

Stazione e cavo AT

Al fine di stimare il campo magnetico prodotto al di fuori della cabina utente in oggetto e determinare le Dpa da applicarle, si è proceduto considerando prima le indicazioni fornite dalle “Linee Guida per l’applicazione del punto 5.1.3 dell’allegato al DM 29/05/2008” elaborate da Enel e poi effettuando il calcolo teorico. Le linee guida succitate ricordano che al punto 5.2 dell’allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008) si stabilisce che generalmente per le Stazioni Primarie, la Dpa rientra nel perimetro dell’impianto (§ 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro. Sempre nelle stesse linee guida si specifica che per le Cabine Primarie la DPA è sicuramente interna alla cabina se sono rispettate le seguenti distanze dal perimetro esterno, (escludendo le fasce di rispetto delle linee in ingresso/uscita):

- 14 m dall’asse delle sbarre di AT in aria;
- 7 m dall’asse delle sbarre di MT in aria.

La cabina primaria in oggetto è funzionale alla trasformazione e gestione della corrente prodotta in media tensione dal parco fotovoltaico ad essa connessa e alla sua immissione nella rete elettrica di trasmissione nazionale attraverso il collegamento alla futura Stazione Elettrica 380/150 kV di Montecilfone. La cabina ha uno schema standard composto da due stalli linea per la connessione in alta tensione alla RTN, una sbarra AT e due stalli trasformatore AT/MT, che attraverso un quadro MT in container e la linea MT in cavo interrato connette il parco fotovoltaico. Gli stalli più vicini alla recinzione (n. 5 e 6 vedi figura sottostante) e ad essa paralleli, sono posti ad una distanza minima di 12,7 metri da essa, mentre la sbarra (n. 4 vedi figura sottostante) è posta a 28,9 m dalla recinzione ovest.

Non si procede con il calcolo dei livelli di campo elettrico dato che, per le tensioni in gioco, le sopra citate linee guida specificano, a valle di misure e valutazioni effettuate sulle linee elettriche facenti parte della rete di Enel, che “il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV non supera mai il limite di esposizione per la popolazione pari a 5 kV/m”. Inoltre il limite di esposizione del campo elettrico risulta sempre rispettato esternamente alla recinzione della stazione.

Si è quindi effettuato il calcolo teorico dei livelli di campo magnetico al fine di determinare le Dpa da applicare alla stazione elettrica. Successivamente e in maniera separata sono stati calcolati i livelli di campo magnetico al di fine determinare le Dpa del raccordo in alta tensione tra le due stazioni. Per il calcolo teorico sono state utilizzate le indicazioni fornite dal DM 29/05/2008: all’interno della cabina primaria sono state considerate solo gli elementi

principali quali stalli e sbarre, come già specificato le Distanze di Prima approssimazione relative ai raccordi in alta tensione vengono calcolate separatamente e successivamente. Il calcolo del campo magnetico è stato effettuato utilizzando il software “Magic” di BEShielding che permette di calcolare i campi magnetici generati da sorgenti di tipo elettrico, quali trasformatori, sistemi di linee elettriche, cabine MT/BT, buche giunti, blindosbarre e impianti elettrici. Il software permette la determinazione delle fasce di rispetto per linee elettriche e cabine MT/BT, secondo quanto previsto dalla Legge Quadro n. 36/2001 (esposizione ai campi magnetici della popolazione) e dal D.Lgs. n. 81/08 (valutazione dei rischi in ambiente lavorativo). Permette inoltre di studiare le singole sorgenti (linee elettriche, cavi, sistemi multiconduttori, trasformatori) mediante configurazioni bidimensionali e tridimensionali attraverso l'integrazione della legge di Biot-Savart o lo studio di sistemi complessi, come le cabine elettriche MT/BT, tenendo conto della tridimensionalità delle sorgenti, della loro reale posizione e della sovrapposizione degli effetti delle diverse componenti la cabina. In generale per poter meglio valutare a priori il valore dell'induzione magnetica nel punto di raccolta, abbiamo schematizzato la stazione con una griglia di conduttori rettilinei ortogonali fra loro, percorsi da correnti differenti a seconda della sorgente collegata a ogni tratto di linea. Dalla planimetria riportata in figura 1 e dalle sezioni riportate in figura 2 seguente, possiamo osservare che gli elementi in tensione sono costituiti dagli stalli trasformatori (stalli utente), dallo stallo linea e dalla sbarra. Nel calcolo delle distanze di prima approssimazione si trascurerà il campo magnetico prodotto dalle linee a media tensione interrate di collegamento tra il quadro MT e i trasformatori e le linee a media tensione interrate in ingresso alla stazione, la cui fascia di rispetto è trascurabile come previsto dalla normativa. Primo passo per realizzare il calcolo dei livelli di campo magnetico è individuare la geometria della stazione, schematizzandola come nella figura 1 seguente. In verde sono riportati gli stalli linea, in arancione la sbarra di collegamento. I collegamenti dagli stalli alla sbarra sono considerati come conduttori verticali. Il punto di origine (0;0) del sistema è stato definito all'estremità inferiore sinistra (in figura 1 seguente) della recinzione dell'impianto.

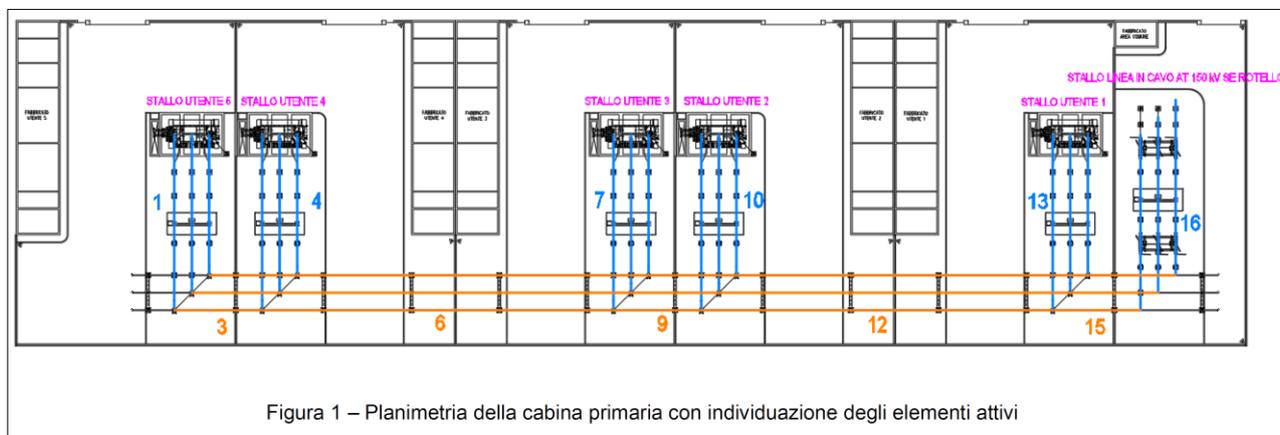
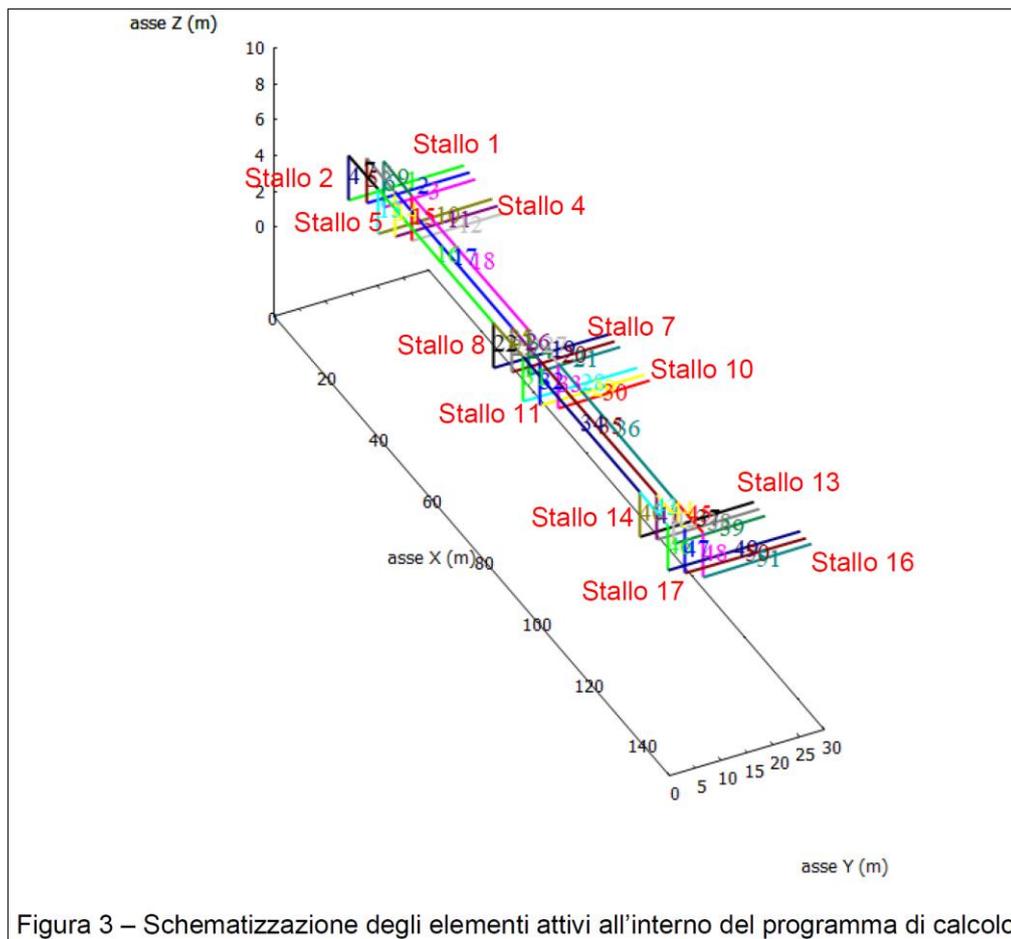


Figura 1 – Planimetria della cabina primaria con individuazione degli elementi attivi



Correnti di calcolo

Il cavidotto in alta tensione sarà realizzato con un conduttore di alluminio con sezione di 1600 mm^2 . La norma CEI 11-60 prevede che tale conduttore possa portare una corrente massima in servizio normale di 1100 A . All'interno della stazione sono presenti 5 stalli utente di cui solo i primi 3 sono assegnati a parchi fotovoltaici in progetto. In base alle potenze massime che possono essere prodotte dai parchi fotovoltaici è stata calcolata la corrente massima che può essere immessa nel punto di raccolta: per i due stalli ancora non assegnati si è considerata la quota di corrente mancante per raggiungere la corrente massima trasportabile dal cavo AT. Nello schema seguente riportiamo le correnti in gioco:

elemento linea	connessione	potenza massima	Corrente di calcolo
stallo utente 1	P.F. Valtalia Italia	38.925 kVA	150 A
stallo utente 2	P.F. DS Italia 1	45.140 kVA	174 A
stallo utente 3	P.F. Sviluppo Energia	42.920 kVA	166 A
stallo utente 4	Non assegnato	--	305 A
stallo utente 5	Non assegnato	--	305 A
stallo linea cavo AT	RTN Rotello	--	1100 A

Risultati

I valori di campo magnetico della Stazione Piana della Fontana sono calcolati al fine di definire le ampiezze delle fasce di prima approssimazione da applicarsi al perimetro. Tali valori sono desunti nell'ipotesi cautelativa che gli impianti afferenti alla stazione funzionino alla massima potenza e che i due stalli non assegnati portino la corrente massima che può essere evacuata dal cavo AT. Riportiamo nel seguito le mappe dei campi magnetici prodotti sul piano x-z con $y = a$ 5 metri e 25 metri dalla recinzione al fine di individuare l'andamento dei campi magnetici.

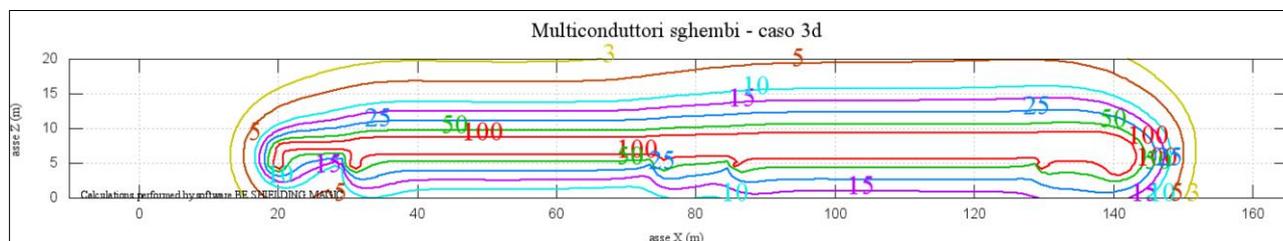


Figura 4 – Calcolo dei livelli di campo magnetico a 5 metri dalla recinzione

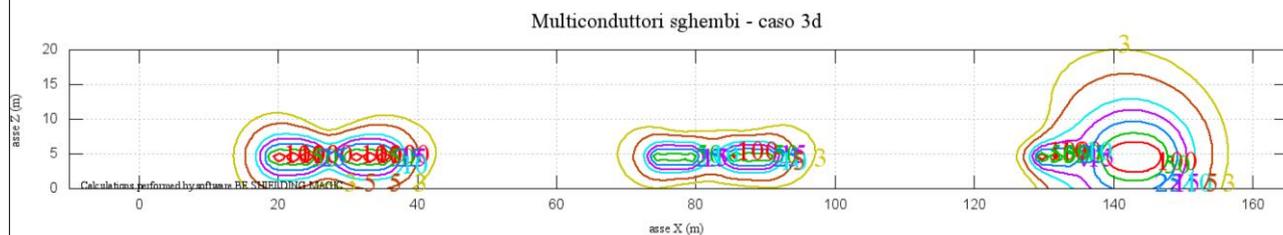
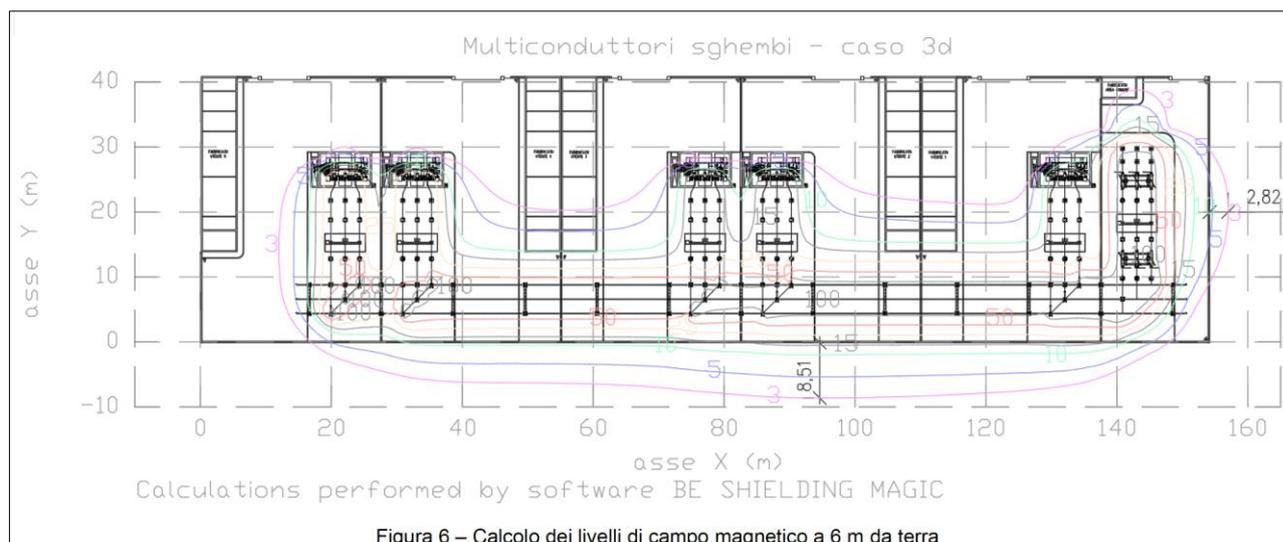
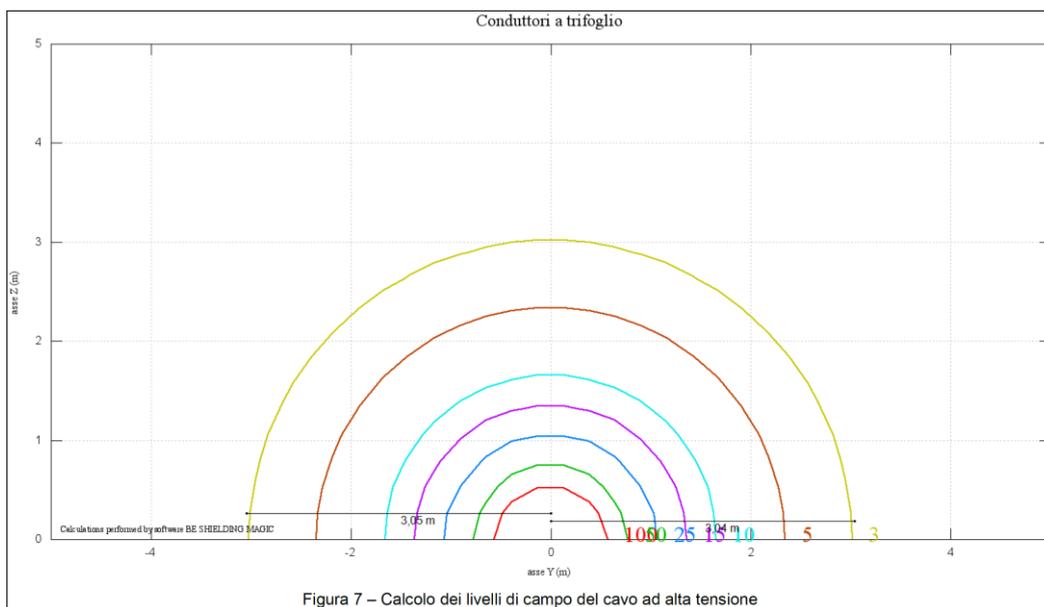


Figura 5 – Calcolo dei livelli di campo magnetico a 25 metri dalla recinzione

Nella immagine seguente riportiamo le curve di isolivello del campo magnetico generate sul piano xy ad una altezza dal suolo di 6 metri cioè in prossimità del punto di massima ampiezza del campo magnetico rilevato nelle sezioni.



Dai risultati delle simulazioni sopra riportate si evince che esternamente ai confini della stazione elettrica il campo magnetico è superiore al valore di qualità di $3 \mu\text{T}$ lungo il lato sud ovest e lungo una piccola parte del lato sud est. Tale valore è rispettato ad una distanza di 8,51 metri dalla recinzione lungo il lato sud ovest e 2,82 metri lungo il lato sud est. La Dpa da applicare risulta pertanto pari rispettivamente a 9 metri per il lato sud ovest e 3 metri dal lato sudest. Ricordiamo che le Dpa degli elettrodotti a media tensione collegati alla cabina primaria vengono calcolati come previsto dal DM 29/05/2008 e i risultati sono riportati in apposito documento separato. Nel grafico sottostante riportiamo l'andamento del campo magnetico in prossimità della linea ad alta tensione di raccordo tra la stazione elettrica e la stazione di Rotello. Il cavo della lunghezza di 637 metri risulta interrato a una profondità di 1,5 metri dal piano di campagna. Dal grafico si osserva il rispetto del valore di qualità di $3 \mu\text{T}$ a 3,05 metri dall'asse della linea: si applica pertanto una Dpa di 4 metri.



Conclusioni

Dalle simulazioni effettuate, nonché dalle linee guida sul calcolo delle fasce di prima approssimazione è stato rilevato il rispetto del valore di qualità di $3 \mu\text{T}$ già sul perimetro della stessa per i lati nord-est e nord -ovest. Occorre invece applicare una distanza di prima approssimazione di 9 metri sul perimetro sud ovest e di 3 metri sul lato sud-est. Occorre inoltre applicare una Dpa di 4 metri dall’asse del cavidotto interrato. Nella figura sottostante sono riportate in rosso le Dpa.



Cavidotto

Nella tabella seguente sono sintetizzati i valori di cui sopra, con la formazione dei cavi MT e le relative cadute di tensione e potenza, espresse in percentuale:

Impianto	Partenza	Arrivo	Potenza transito	km	Formazione	%V	%P
ROTELLO	Rotello 1	Rotello 2	24,525 MW	2,75	2x3x1x500	0,41	0,28
	Rotello 2	PR Piana della Fontana	38,925 MW	2,85	2x3x1x500	0,67	0,46

Sui valori normativi di riferimento, valgono le considerazioni viste in precedenza per stazione e cavo AT.

Correnti di calcolo

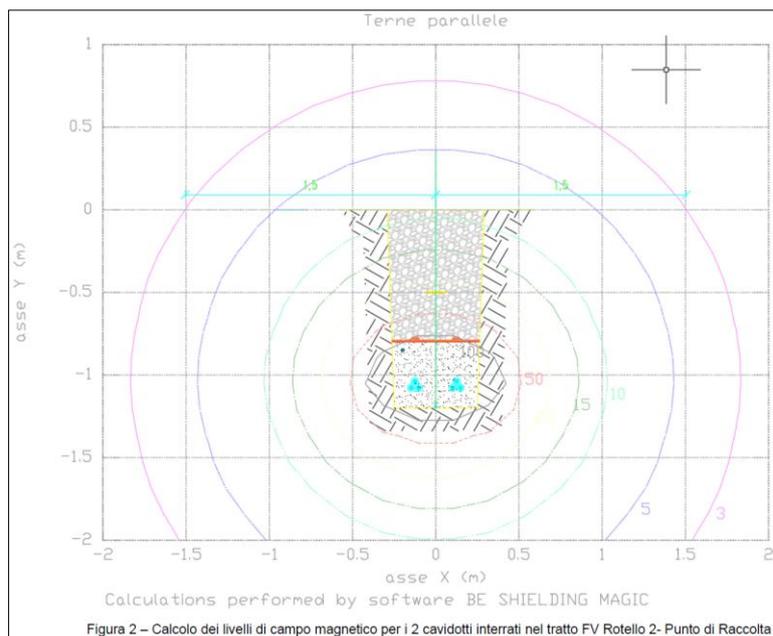
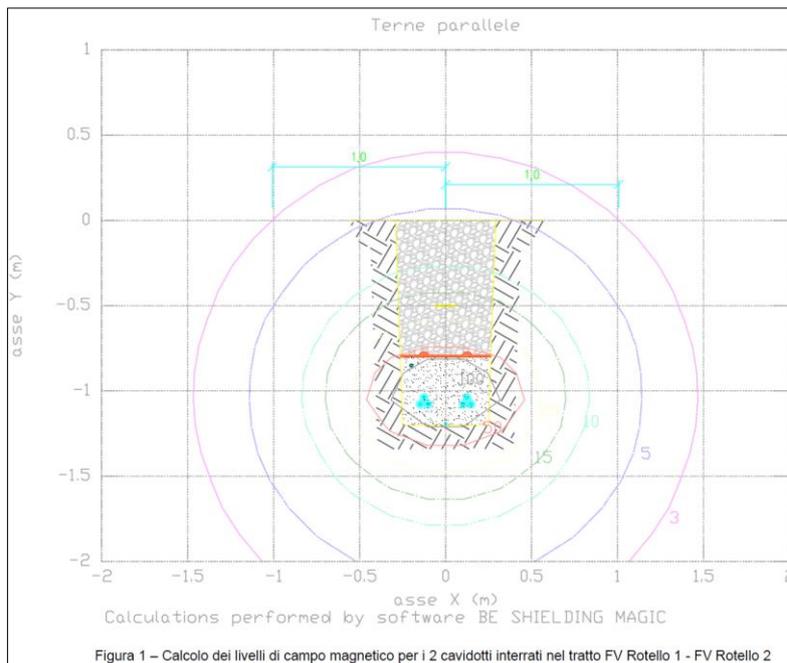
I cavidotti saranno realizzati con conduttori di alluminio da 500 mm² (diametro esterno complessivo di 53,8 mm). La prima tratta, con due terne di cavi in parallelo, come descritto, collegheranno il parco fotovoltaico “Rotello 1” al parco fotovoltaico “Rotello 2” da qui un altro cavidotto con caratteristiche identiche collegherà “Rotello 2” al punto di raccolta. Il conduttore di alluminio da 500 mm² con posa a trifoglio, interrato, ha una portata in corrente pari a 500 A, pertanto a determinare la portata massima sarà la potenza degli impianti fotovoltaici. Questo in quanto le linee in questione sono a servizio dei soli impianti fotovoltaici qui trattati. Nel caso le stesse potessero essere funzionali ad un ulteriore impianto da realizzarsi ex-novo, questo sarà soggetto ad apposito procedimento di autorizzazione e in tale sede si verificheranno nuovamente le DpA associate alla nuova corrente in transito. Si sottolinea di come la massima potenza dell’impianto fotovoltaico è raggiunta per poche ore all’anno, in condizioni di massimo irraggiamento, e pertanto questa condizione è ampiamente cautelativa.

Partenza	Arrivo	Potenza transito	km	corrente massima (A)
Rotello 1	Rotello 2	Rotello 1 = 24,525 MW	2,75	236
Rotello 2	PR Piana della Fontana	Rotello 1 = 24,525 MW e Rotello 2 = 14,400 MW Tot = 38,925 MW	2,85	375

Risultati

I valori di campo magnetico generati dai cavidotti a media tensione sono calcolati al fine di definire le ampiezze delle fasce di prima approssimazione da applicarsi all’asse delle due linee (dall’asse dello scavo). Tali valori sono desunti nell’ipotesi cautelativa che gli impianti producano alla massima potenza. Riportiamo nel seguito le mappe dei campi magnetici prodotti dai due cavidotti nel tratto tra i due parchi fotovoltaici e nel tratto tra Rotello 2 e il punto

di raccolta. Le condizioni di posa sono quelle indicate all'interno della Relazione generale elettrodotto MT (documento 04080A).



Dai risultati delle simulazioni sopra riportate si evince che nel primo tratto, dove la corrente massima è minore, il valore di qualità di $3 \mu\text{T}$ si rispetta a 1 m dall'asse delle due linee, mentre nel secondo tratto il valore si raggiunge a 1,5 m dall'asse degli stessi. La Dpa da applicare risulta pertanto pari rispettivamente a 1 metro per il primo tratto e 2 metri per il secondo.

Conclusioni

Dalle simulazioni effettuate, è emerso che occorre applicare una distanza di prima approssimazione di 1 metro per lato dall'asse dei due cavidotti per il primo tratto e 2 metri per lato dal secondo: la scarsità di abitazioni nell'area e il fatto che gli elettrodotti vengono interrati sotto strada fa sì che non siano presenti ricettori sensibili in prossimità delle Dpa.

13.3.6 Conclusioni campo elettromagnetico

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti MT e dalla corrente che li percorre, ivi inclusi i trasformatori. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete di 50 Hz degli elettrodotti".

Per ciò che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili (ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere) entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sia inferiore agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi MT o trascurabile negli altri casi.

I valori di campo elettrico e magnetico risultano rispettare i valori imposti dalla norma; le aree con valori superiori ricadono all'interno di cabine di trasformazione e cabina di ricezione racchiuse all'interno di aree recintate e circoscritte che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato; inoltre gli impianti saranno operati in telecontrollo e non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno dal momento se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria che mediamente non superano le due ore alla settimana. All'esterno è un'area adibita ad attività agricola priva di fabbricati circostanti. Ragion per cui si può escludere alcun pericolo per la salute umana.

In relazione a quanto esposto si conclude che l'opera in autorizzazione risulta compatibile dal punto di vista delle normative concernenti il campo elettromagnetico e attraverso l'applicazione delle succitate DPA l'obiettivo qualità è pienamente rispettato; ragion per cui l'impatto elettromagnetico può essere considerato quindi non significativo.

14. SICUREZZA E PREVENZIONE INCENDI

14.1 Sicurezza nei cantieri

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia: Testo Unico Sicurezza DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81. “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n° 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” ed eventuali aggiornamenti intervenuti. Se è prevista la presenza di più imprese, anche non contemporaneamente, sarà necessaria la nomina di un Coordinatore per la progettazione che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento ed il Fascicolo dell’opera. Successivamente, prima dell’affidamento dei lavori, il committente provvederà alla designazione di un Coordinatore per l’esecuzione dei lavori, con obblighi riportati nell’articolo 92 del suddetto Testo Unico Sicurezza.

Entrambe le nomine delle figure sopracitate dovranno rispettare i requisiti imposti dall’articolo 98 del Testo Unico Sicurezza.

14.2 Prevenzione Incendi

Pur non essendo la linea MT soggetto ai controlli di prevenzione incendi in quanto non compresi negli elenchi di cui al DPR 1° Agosto 2011, No. 151, è stato previsto, all’interno del procedimento per l’autorizzazione, l’espressione del parere del Ministero dell’Interno per il quale è stata adottata una specifica procedura che passa attraverso il Comando provinciale VVF competente.

Metodi di indagine

Il metodo d’indagine si è articolato nelle seguenti fasi:

- studio dei documenti progettuali;
- inquadramento normativo di pertinenza;
- individuazione ed analisi di tutti gli attraversamenti e parallelismi individuati con la documentazione progettuale;
- sopralluoghi lungo il tracciato dell’opera in progetto, finalizzati alla verifica di eventuali attività soggette a controllo dei VVF in prossimità della linea elettrica in progetto;
- individuazione ed analisi di tutte le strutture di origine antropica presenti al fine di riscontrare eventuali punti di interferenza con le linee elettriche in progetto; in particolare:
o per le strutture fuori terra, si è fatto uso della documentazione cartografica e della documentazione fotografica prodotta mediante sopralluoghi mirati;

o per le opere sotterranee, come ad esempio i metanodotti, è stata utilizzata la corografia con gli attraversamenti ottenuta mediante analisi dei sottoservizi condotta durante la fase progettuale e sopralluoghi in situ;

- individuazione dei principali punti d'interesse e verifica delle distanze di sicurezza dalle linee elettriche ad alta tensione in progetto secondo la normativa applicabile;
- presentazione dei risultati dell'indagine.

Punti di interesse in prossimità degli elettrodotti

Nel documento 04038, denominato "Planimetria CTR VVF", allegato alla presente procedura, è realizzato su carta tecnica regionale e riporta il tracciato dell'intervento in oggetto con gli attraversamenti che lo stesso compie.

Sintesi dei risultati di indagine secondo l'Allegato 2 della circolare del 6 Marzo 2019

Nelle tabelle seguenti si riportano le misure normative assunte per il progetto, attestanti il rispetto delle distanze di sicurezza dell'elettrodotto da elementi sensibili quali le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco e gli stabilimenti a rischio di incidenti rilevante; nonché la relativa dichiarazione di rispetto delle distanze di sicurezza esplicitate.

Attività soggetta al controllo Vigili del Fuoco	Norma di riferimento	Distanza minima prescritta dalla norma e/o altre prescrizioni	Distanza dall'elettrodotto o rispetto di altre prescrizioni
Deposito di oli minerali	DM 31 luglio 1934 e s.m.i., artt. 28 e 29	Divieto di passaggio di linee elettriche aerei al di sopra di locali di travaso o detenzione di oli minerali, autorimesse ecc.	L'elettrodotto aereo non passa al di sopra di locali di travaso o detenzione oli minerali, autorimesse ecc.
Depositi di gasolio per autotrazione ad uso privato, di capacità geometrica non superiore a 9 m ³ in contenitori – distributori rimovibili per il rifornimento	D.M. Interno 12 settembre 2003	Distanza minima di elementi pericolosi dalla proiezione verticale di linee elettriche ad alta tensione: 6 m.	La distanza di elementi pericolosi dalla proiezione verticale dell'elettrodotto risulta maggiore o uguale a 6 m.
Depositi di GPL con capacità complessiva non superiore a 13 m ³ , non adibiti ad uso commerciale	D.M. 14 maggio 2004	La distanza dagli elementi pericolosi del deposito (serbatoio, punto di riempimento, gruppo multi valvole e tutti gli organi di intercettazione e controllo, con pressione di esercizio superiore a 1,5 bar) della proiezione verticale di linee ad alta tensione deve essere di almeno 15 m.	La distanza della proiezione verticale dell'elettrodotto dagli elementi pericolosi risulta maggiore o uguale a 15 m.
Depositi GPL in serbatoi fissi di capacità > 5 m ³ e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5000 kg	D.M. 13 ottobre 1994	Tra gli elementi pericolosi e linee elettriche aeree deve essere osservata una distanza in proiezione di almeno 20 metri. Nella fascia di rispetto di metri 3 + 0,1x U dalla proiezione in piano delle linee elettriche con tensione oltre 1 kV, non devono sorgere fabbricati di alcun genere.	La distanza di elementi pericolosi dalla proiezione verticale dell'elettrodotto risulta maggiore o uguale a 20 m. Nella fascia di rispetto di metri 3 + 0,1 x 20 = 5 m non sorgono fabbricati di alcun genere
Distributore stradale di carburante	Circolare Min. Interno n° 10 del 10/02/1969, paragrafo 9.2	I punti di rifornimento (colonnine distributrici) ed i punti di travaso (pozzetto dei serbatoi interrati) non devono essere sottostanti a linee elettriche ad alta tensione e devono distare dalla proiezione orizzontale di queste non meno di 6 m.	L'elettrodotto non passa al di sopra di punti di rifornimento e di travaso. La distanza della proiezione orizzontale degli elementi pericolosi più vicini risulta maggiore o uguale a 6,0 m.
Distributore stradale di GPL	DPR 340 del 24 ottobre 2003	Distanza tra gli elementi pericolosi dell'impianto (serbatoi, punti di riempimento, pompe adibite all'erogazione di GPL, pompe e/o compressori adibiti al riempimento dei serbatoi fissi, apparecchi di distribuzione a semplice o doppia erogazione) e le linee elettriche aeree, con valori di tensione maggiori di 400 V efficaci per corrente alternata e di 600 V per corrente continua, deve essere osservata una distanza, misurata in proiezione di 15 m	La distanza dell'elettrodotto, misurata in proiezione, da elementi pericolosi risulta maggiore o uguale a 15 m.

<p>Depositi di metano</p>	<p>DM 24 novembre 1984</p>	<p>L'area occupata dai serbatoi fuori terra e quella circostante, definita dall'applicazione delle distanze di sicurezza previste, non deve essere attraversata da linee aeree; le linee elettriche con tensione superiore a 30 kV devono distare in pianta almeno 50 m e quelle con tensione superiore a 1 kV e fino a 30 kV almeno 20 m dal perimetro della proiezione in pianta del serbatoio più vicino. (...) la distanza di sicurezza dalle linee elettriche aeree, misurata tra la proiezione della linea aerea più vicina ed il perimetro degli elementi sopra considerati, non deve essere inferiore a 15 m. I piazzali dell'impianto non devono, comunque, essere attraversati da linee elettriche aeree ad alta tensione</p>	<p>L'elettrodotto non attraversa aree occupate da serbatoi fuori terra e la sua distanza in pianta dal serbatoio più vicino risulta maggiore o uguale a 20 m. Il perimetro dell'impianto più vicino dista dall'elettrodotto almeno 15 m ed i piazzali dell'impianto non sono attraversati da linee elettriche aeree.</p>
<p>Opere e sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8.</p>	<p>Decreto Ministero dello Sviluppo Economico 16 aprile 2008</p>	<p>3.4.1.6.3 Distanze di sicurezza Le distanze di sicurezza devono essere conformi a quanto riportato dalle norme indicate nel paragrafo 3.4.2</p>	<p>Le distanze di sicurezze dell'elettrodotto da opere e sistemi di distribuzione del gas naturale con densità non superiore a 0,8, risultano conformi a quanto stabilito nel paragrafo 3.4.2 del Decreto MISE 16 aprile 2008</p>
<p>Opere e impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.</p>	<p>Decreto Ministero dello Sviluppo Economico 17 aprile 2008</p>	<p>2.6 Distanze da linee elettriche Tra condotte interrate ed i sostegni con i relativi dispersori per messa a terra delle linee elettriche devono essere rispettate le distanze minime fissate dal decreto del Ministero dei lavori pubblici 21 Marzo 1988, n. 449 e successive modifiche. I punti di linea, gli impianti e le centrali di compressione non possono essere ubicati al di sotto di linee elettriche aeree. La distanza fra condotte aeree o apparati e di dispositivi fuori terra appartenenti a punti di linea e impianti, non può essere inferiore all'altezza dei conduttori sul terreno come da Decreto del Min. dei Lavori Pubblici del 21 Marzo 1988, n. 449 e successive modifiche. Gli sfiati degli eventuali dispositivi di scarico devono comunque essere posizionati ad almeno 20 m dalla proiezione verticale del conduttore più vicino. Per le linee elettriche aeree con tensione di esercizio maggiore di 30 kV occorre verificare le eventuali interferenze elettromagnetiche sulla condotta in modo da prevedere eventualmente l'esecuzione di opere di protezione a difesa di tensioni indotte. La distanza fra linee elettriche interrate, senza protezione meccanica, e condotte interrate, non drenate, non deve essere inferiore a 0,5 m sia nel caso di attraversamenti che di parallelismi. Tale distanza può essere eccezionalmente ridotta a 0,3 m quando venga interposto un elemento separatore non metallico (per esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido). Nel caso degli attraversamenti non si devono avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore ad un metro dal punto di incrocio a meno che non venga interposto un elemento separatore non metallico. Qualora le linee elettriche siano contenute in un manufatto di protezione valgono le prescrizioni del punto 2.7 Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e condotte per il trasporto di gas.</p>	<p>L'elettrodotto rispetta le distanze minime da condotte interrate fissate dal decreto del Ministero dei lavori pubblici 21 Marzo 1988, n. 449 e successive modifiche. Al di sotto della linea elettrica aerea non sono presenti punti di linea, impianti e centrali di compressione. La distanza fra condotte aeree o apparati e di dispositivi fuori terra appartenenti a punti di linea e impianti, risulta maggiore o uguale all'altezza dei conduttori sul terreno come da Decreto del Min. dei Lavori Pubblici del 21 Marzo 1988, n. 449 e successive modifiche. Gli sfiati degli eventuali dispositivi di scarico risultano essere posizionati ad almeno 20 m dalla proiezione verticale del conduttore più vicino. I valori dei campi Elettrici e Magnetici dell'elettrodotto risultano tali da non interferire in alcun modo sulle condotte.</p>

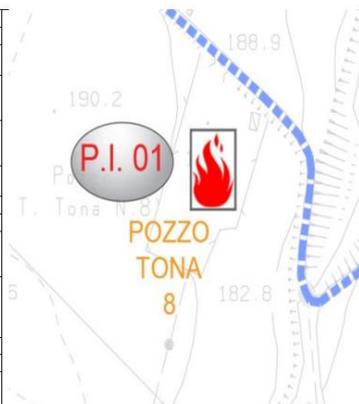
Distributore stradale di gas naturale (metano)	DM 24 maggio 2002	Tra gli elementi pericolosi dell'impianto e le linee elettriche aeree, con valori di tensione maggiori di 400 V efficaci per corrente alternata e di 600 V per corrente continua, deve essere osservata, rispetto alla proiezione in pianta, una distanza di 15 m. I piazzali dell'impianto non devono comunque essere attraversati da linee elettriche aeree con valori di tensione superiori a quelli sopra indicati.	La distanza, misurata sulle proiezioni in pianta, tra l'elettrodotto e gli elementi pericolosi dell'impianto più vicino, risulta essere maggiore o uguale a 15 m. I piazzali dell'impianto non risultano essere attraversati da linee elettriche aeree con valori di tensione superiori a quelli indicati dal DM 24 maggio 2002
Distributore stradale di idrogeno	DM 31 agosto 2006	Tra gli elementi pericolosi dell'impianto e le linee elettriche aeree, con valori di tensione maggiori di 400 V efficaci per corrente alternata e di 600 V per corrente continua, deve essere osservata, rispetto alla proiezione in pianta, una distanza di 30 m. I piazzali dell'impianto non devono comunque essere attraversati da linee elettriche aeree con valori di tensione superiori a quelli sopra indicati.	La distanza, misurata sulle proiezioni in pianta, tra l'elettrodotto e gli elementi pericolosi dell'impianto più vicino, risulta essere maggiore o uguale a 30 m. I piazzali dell'impianto non risultano essere attraversati da linee elettriche aeree con valori di tensione superiori a quelli indicati dal DM 24 maggio 2002
Deposito di soluzioni idroalcoliche	DM 18 maggio 1995	Tra gli elementi pericolosi del deposito e la proiezione verticale di linee elettriche aeree devono essere osservate distanze non inferiori a 7 m per tensioni superiori a 1 kV e non superiori a 30 kV.	La distanza tra gli elementi pericolosi del deposito e la proiezione verticale dell'elettrodotto risulta maggiore o uguale a: 7 m.
Sostanze esplosive	Regolamento T.U.L.P.S.: RD 6 maggio 1940, n. 635	Allegato B – Capitolo X: Sicurezza contro incendi e Sicurezza contro scariche elettriche atmosferiche "Le cataste di proiettili, devono essere poste a distanza non minore di 20 m da linee elettriche"	L'elettrodotto è posto a distanza maggiore o uguale a 20 m. da cataste di proiettili o depositi di sostanze esplosive.

Schede punti interesse VVF

Nella planimetria n. "04038 - Planimetria CTR VVF", allegata alla documentazione di Progetto, vengono indicati i punti di interesse e riportate gli esiti delle verifiche.

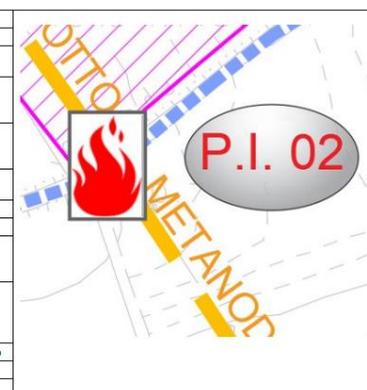
Punto d'interesse No. 01

Descrizione:	Pozzo
Comune:	Rotello
Stato di conservazione	In uso
X – approssimazione (EPSG 3004 – Monte Mario – Italy Zone 2):	2 525 324
Y – approssimazione (EPSG 3004 – Monte Mario – Italy Zone 2):	4 622 267
Linea elettrica più vicina:	Cavidotto MT in progetto
Quota suolo:	189 m s.l.m.
Altezza Struttura:	-
Tipo di attività soggetta al controllo VVF:	Metanodotto
Riferimento normativo:	Decreto Ministero dello Sviluppo Economico 17 aprile 2008
Distanza dalla linea	4 m
Distanza richiesta	0,5 m
Esito Verifica	OK



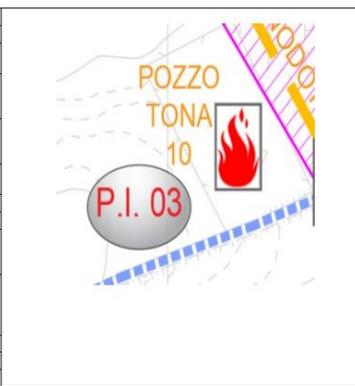
Punto d'interesse No. 02

Descrizione:	Metanodotto
Comune:	Rotello
Stato di conservazione	In uso
X – approssimazione (EPSG 3004 – Monte Mario – Italy Zone 2):	2 524 102
Y – approssimazione (EPSG 3004 – Monte Mario – Italy Zone 2):	4 622 302
Linea elettrica più vicina:	Cavidotto MT in progetto
Quota suolo:	212 m s.l.m.
Altezza Struttura:	-
Tipo di attività soggetta al controllo VVF:	Metanodotto
Riferimento normativo:	Decreto Ministero dello Sviluppo Economico 17 aprile 2008
Distanza dalla linea	1 metro sottopasso
Distanza richiesta	0,5 m
Esito Verifica	OK



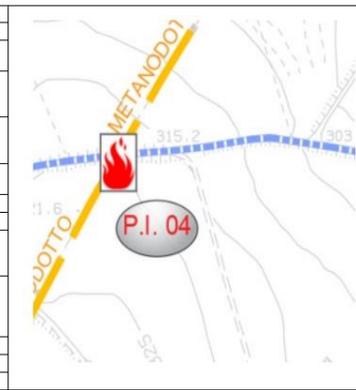
Punto d'interesse No. 03

Descrizione:	Pozzo
Comune:	Rotello
Stato di conservazione	In uso
X – approssimazione (EPSG 3004 – Monte Mario – Italy Zone 2):	2 524 062
Y – approssimazione (EPSG 3004 – Monte Mario – Italy Zone 2):	4 622 284
Linea elettrica più vicina:	Cavidotto MT in progetto
Quota suolo:	212 m s.l.m.
Altezza Struttura:	-
Tipo di attività soggetta al controllo VVF:	Metanodotto
Riferimento normativo:	Decreto Ministero dello Sviluppo Economico 17 aprile 2008
Distanza dalla linea	7 metri
Distanza richiesta	0,5 m
Esito Verifica	OK



Punto d'interesse No. 04

Descrizione:	Metanodotto
Comune:	Rotello
Stato di conservazione	In uso
X – approssimazione (EPSG 3004 – Monte Mario – Italy Zone 2):	2 522 798
Y – approssimazione (EPSG 3004 – Monte Mario – Italy Zone 2):	4 622 348
Linea elettrica più vicina:	Cavidotto MT in progetto
Quota suolo:	318 m s.l.m.
Altezza Struttura:	-
Tipo di attività soggetta al controllo VVF:	Metanodotto
Riferimento normativo:	Decreto Ministero dello Sviluppo Economico 17 aprile 2008
Distanza dalla linea	1 metro sottopasso
Distanza richiesta	0,5 m
Esito Verifica	OK



Punto d'interesse No. 05

Descrizione:	Metanodotto
Comune:	Rotello
Stato di conservazione	In uso
X – approssimazione (EPSG 3004 – Monte Mario – Italy Zone 2):	2 522 620
Y – approssimazione (EPSG 3004 – Monte Mario – Italy Zone 2):	4 622 895
Linea elettrica più vicina:	Cavidotto MT in progetto
Quota suolo:	268 m s.l.m.
Altezza Struttura:	-
Tipo di attività soggetta al controllo VVF:	Metanodotto
Riferimento normativo:	Decreto Ministero dello Sviluppo Economico 17 aprile 2008
Distanza dalla linea	1 metro sottopasso
Distanza richiesta	0,5 m
Esito Verifica	OK



Analisi e risultati

Dai sopralluoghi effettuati lungo il tracciato descritto nel piano tecnico delle opere, emerge che **non sono presenti situazioni ostative alla sicurezza di attività soggette al controllo del VVF.**

In relazione a quanto esposto si conclude che l'opera in autorizzazione risulta compatibile dal punto di vista delle normative concernenti il rischio incendi in quanto vengono pienamente rispettate le distanze di sicurezza dagli elementi sensibili.

15. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVO

Leggi e decreti

- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”.
- Legge 1° marzo 1968, n. 186 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”.
- Legge 5 novembre 1971, N. 1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- Legge 18 ottobre 1977, n. 791 “Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n° 73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”.
- Legge 5 marzo 1990, n.46 “Norme tecniche per la sicurezza degli impianti”. Abrogata dall’entrata in vigore del D.M n.37del 22 /01/2008, ad eccezione degli art. 8, 14 e 16.
- D.P.R. 18 aprile 1994, n. 392 “Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza”.
- D.L. 19 settembre 1994, n. 626 e ss.mm.ii “Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”.
- D.M. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche relative ai criteri generali per la sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.
- Circolare ministeriale 4/7/96 n. 156 “Istruzioni per l’applicazione del D.L. 16 gennaio 1996”.
- D.L. del Governo n° 242 del 19/03/1996 “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”.
- D.L. 12 novembre 1996, n. 615 “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993”.
- D.L. 25 novembre 1996, n. 626 “Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”.

- D.L. 16 marzo 1999, n. 79 “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica”.
- D.M. 11 novembre 1999 “Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'articolo 11 del D.lgs. 16 marzo 1999, n. 79”.
- Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- D.L. 29 dicembre 2003, n.387 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità”.
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 “Riordino del settore energetico, nonché delega al governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia d'energia”.
- Ordinanza PCM 3431 (03/05/2005) Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica».
- D.M. 14/09/05 “Testo unico norme tecniche per le costruzioni”.
- Normativa ASL per la sicurezza e la prevenzione infortuni.
- D.M. 28 luglio 2005 “Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare”.
- D.M. 6 febbraio 2006 “Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare”.
- Decreto interministeriale 19 febbraio 2007 “Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n.387”.
- Legge 26 febbraio 2007, n. 17 “Norme per la sicurezza degli impianti”.
- D.lgs. 22 gennaio 2008, n. 37 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”.
- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.

Deliberazioni AEEG

- Delibera n. 188/05 - Definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005.

- Delibera 281/05 - Condizioni per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con tensioni nominale superiore a 1KV i cui gestori hanno obbligo di connessione a terzi.
- Delibera n. 40/06 - Modificazione e integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 14 settembre 2005, n. 188/05, in materia di modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici.
- Testo coordinato delle integrazioni e modifiche apportate con deliberazione AEEG 24 febbraio 2006, n. 40/06 alla deliberazione AEEG n. 188/05.
- Delibera n. 182/06 - Intimazione alle imprese distributrici a adempiere alle disposizioni in materia di servizio di misura dell'energia elettrica in corrispondenza dei punti di immissione di cui all'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 30 gennaio 2004, n. 5/04.
- Delibera n. 260/06 - Modificazione ed integrazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n. 188/05 in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici.
- Delibera n. 88/07 - Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.
- Delibera n. 90/07 - Attuazione del decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.
- Delibera n. 280/07 - Modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387/03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239/04.
- Delibera ARG/elt 33/08 - Condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.
- Delibera ARG/elt 119/08 - Disposizioni inerenti all'applicazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 33/08 e delle richieste di deroga alla norma CEI 0-16, in materia di connessioni alle reti elettriche di distribuzione con tensione maggiore di 1 kV.

Criteri di progetto e documentazione

- CEI 0-2: "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- CEI EN 60445: "Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità di conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico".

Sicurezza elettrica

- 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 64-8: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”.
- CEI 64-12: “Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”.
- CEI 64-14: “Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori”.
- IEC TS 60479-1 CORR 1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects.
- CEI EN 60529 (70-1): “Gradi di protezione degli involucri (codice IP)”.
- CEI 64-57: “Edilizia ad uso residenziale e terziario Guida per l’integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici Impianti di piccola produzione distribuita”.
- CEI EN 61140: “Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature”.

Fotovoltaico

- CEI EN 60891 (82-5) “Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento”.
- CEI EN 60904-1 (82-1) “Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione”.
- CEI EN 60904-2 (82-1) “Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento”.
- CEI EN 60904-3 (82-3) “Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento”.
- CEI EN 61173 (82-4) “Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida”.
- CEI EN 61215 (82-8) “Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo”.
- CEI EN 61277 (82-17) “Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida”.
- CEI EN 61345 (82-14) “Prova all’UV dei moduli fotovoltaici (FV)”.
- CEI EN 61701 (82-18) “Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)”.
- CEI EN 61724 (82-15) “Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l’analisi dei dati”.
- CEI EN 61727 (82-9) “Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell’interfaccia di raccordo alla rete”.

- CEI EN 61730-1 (82-27) “Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione”.
- CEI EN 61730-2 “Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove”.
- CEI EN 61829 (82-16) “Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V”.
- CEI EN 62093 (82-24) “Componenti di sistema fotovoltaici – moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali”.

Quadri elettrici

- CEI EN 60439-1 (17-13/1) “Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”.
- CEI EN 60439-3 (17-13/3) “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD”.
- CEI 23-51 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”.

Rete elettrica ed allacciamenti degli impianti

- CEI 0-16 ed. II “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.
- CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”.
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo”.
- CEI 11-20 “Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alla rete di I e II categoria”.
- CEI 11-20, V1 “Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alla rete di I e II categoria - Variante”.
- CEI EN 50110-1 (11-40) “Esercizio degli impianti elettrici”.
- CEI EN 50160 “Caratteristica della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell’energia elettrica (2003-03)”.

Cavi, cavidotti ed accessori

- CEI 20-19/1 “Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali”.
- CEI 20-19/4 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 4: Cavi flessibili”.
- CEI 20-19/10 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina in poliuretano”.
- CEI 20-19/11 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA”.
- CEI 20-19/12 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore”.
- CEI 20-19/13 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in miscela reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi”.
- CEI 20-19/14 “Cavi isolati con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità”.
- CEI 20-19/16 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 16: Cavi resistenti all’acqua sotto guaina di policloroprene o altro elastomero sintetico equivalente”.
- CEI 20-20/1 “Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali”.
- CEI 20-20/3 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa”.
- CEI 20-20/4 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa”.
- CEI 20-20/5 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 5: Cavi flessibili”.
- CEI 20-20/9 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura”.
- CEI 20-20/12 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore”.
- CEI 20-20/14 “Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 14: Cavi flessibili con guaina e isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni”.

- CEI-UNEL 35024-1 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria. FASC. 3516”.
- CEI-UNEL 35026 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa interrata. FASC. 5777”.
- CEI 20-40 “Guida per l’uso di cavi a bassa tensione”.
- CEI 20-67 “Guida per l’uso dei cavi 0,6/1kV”.
- CEI EN 50086-1 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali”.
- CEI EN 50086-2-1 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori”.
- CEI EN 50086-2-2 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori”.
- CEI EN 50086-2-3 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori”.
- CEI EN 50086-2-4 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”.
- CEI EN 60423 (23-26) “Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori”.

Conversione della potenza

- CEI 22-2 “Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione”.
- CEI EN 60146-1-1 (22-7) “Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali”.
- CEI EN 60146-1-3 (22-8) “Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori”.
- CEI UNI EN 455510-2-4 “Guida per l’approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza”.

Scariche atmosferiche e sovratensioni

- CEI 81-3 “Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d’Italia, in ordine alfabetico”.
- CEI 81-4 “Protezione delle strutture contro i fulmini – Valutazione del rischio dovuto al fulmine”;

- CEI 81-8 “Guida d’applicazione all’utilizzo di limitatori di sovratensione sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione”.
- CEI 81-10 “Protezione contro i fulmini”.
- CEI EN 50164-1 (81-5) “Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione”.
- CEI EN 61643-11 (37-8) “Limitatori di sovratensione di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensione connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove”.
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10) “Protezione contro i fulmini – Principi generali”.
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10) “Protezione contro i fulmini – Analisi del rischio”.
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10) “Protezione contro i fulmini – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”.
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10) “Protezione contro i fulmini – Impianto elettrici ed elettronici nelle strutture”.

Dispositivi di potenza

- CEI EN 60898-1 (23-3/1) “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata”.
- CEI EN 60947-4-1 (17-50) “Apparecchiature di bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori – Contattori e avviatori elettromeccanici”.

Compatibilità elettromagnetica

- CEI 110-26 “Guida alle norme generiche EMC”.
- CEI EN 50081-1 (110-7) “Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull’emissione – Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell’industria leggera”.
- CEI EN 50082-1 (110-8) “Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull’immunità – Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell’industria leggera”.
- CEI EN 50263 (95-9) “Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè di misura e i dispositivi di protezione”.
- CEI EN 60555-1 (77-2) “Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni”.
- CEI EN 61000-2-2 (110-10) “Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione”.

- CEI EN 61000-3-2 (110-31) “Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)”.
- CEI EN 61000-3-3 (110-28) “Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3: Limiti – sezione 3: Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 A”.

Energia solare

- UNI 8477 “Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell’energia radiante ricevuta”.
- UNI EN ISO 9488 “Energia solare – Vocabolario”.
- UNI 10349 “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici”.

Normativa nazionale e Normativa tecnica - Campi elettromagnetici

- Decreto del 29.05.08 “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica”.
- DM del 29.5.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, G.U. 28 agosto 2003, n. 200.
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, G.U. 7 marzo 2001, n.55.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28/09/1995 “Norme tecniche procedurali di attuazione del D.P.C.M. 23/04/92 relativamente agli elettrodotti”, G.U. 4 ottobre 1995, n. 232 (abrogato da luglio 2003).
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23/04/1992 “Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”, G.U. 6 maggio 1992, n. 104 (abrogato dal luglio 2003).
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991, “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee aeree esterne” (G.U. Serie Generale del 16/01/1991 n.40)
- Decreto interministeriale 21 marzo 1988, n. 449, “Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”.
- CEI 106-12 2006-05 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”.
- CEI 106-11 2006-02 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8/07/2003 (art.6) - Parte I: Linee elettriche aeree in cavo”

- CEI 11-17 1997-07 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.
- CEI 211-6 2001-01 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”.
- CEI 211-4 1996-12 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”.
- CEI 11-60 2000-07 “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne”.

Opere di connessione

Le opere in argomento, se non diversamente precisato nelle Prescrizioni o nelle Specifiche Tecniche ENEL, saranno in ogni modo progettate, costruite e collaudate in osservanza di:

- norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore al momento della accettazione, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica;
- vincoli paesaggistici ed ambientali;
- disposizioni e prescrizioni delle Autorità locali, Enti ed Amministrazioni interessate;
- disposizioni nazionali derivanti da leggi, decreti e regolamenti applicabili, con eventuali aggiornamenti, vigenti al momento della consegna del nuovo impianto, con particolare attenzione a quanto previsto in materia antinfortunistica.

Vengono di seguito elencati come esempio, alcuni riferimenti normativi relativi ad apparecchiature e componenti d’impianto.

- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici.
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.
- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione.
- Norma CEI EN 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- Norma CEI EN 60896 Batterie stazionarie al piombo – tipi regolate con valvole.
- Norma CEI 20-22 Prove d’incendio sui cavi elettrici.
- Norma CEI 20-37 Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi.
- Norma CEI EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari.
- Norma CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi

- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V.
- Norma CEI EN 60044-1 Trasformatori di corrente.
- Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi.
- Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi.
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata.
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate.
- Norma CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione.
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
- Norma CEI 79-2; AB Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per le apparecchiature.
- Norma CEI 79-3 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per gli impianti.
- Norma CEI 79-4 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per il controllo accessi.
- CEI EN 60335-2-103 Norme particolari per attuatori per cancelli, porte e finestre motorizzati.
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza.
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV.
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali.
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali.
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature.
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata.
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione.
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici.
- Norma CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici.
- Norma UNI EN ISO 2178 Misurazione dello spessore del rivestimento.
- Norma UNI EN ISO 2064 Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici. Definizioni e convenzioni relative alla misura dello spessore.
- Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata.

- Norma CEI EN 62271-1 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione.
- Norma CEI EN 60947-7-2 Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame.
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
- Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V.
- Norma CEI EN 60383-1 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1
- Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata.
- Norma CEI EN 60383-2 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2
- Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata.
- Norme CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria.
- Norme UNI EN 54 Componenti di sistemi di rilevazione automatica di incendio.
- Norme UNI 9795 Sistemi automatici di rilevazione e di segnalazione manuale d'incendio.
- Norma CEI EN 61000-6-2 Immunità per gli ambienti industriali.
- Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali.
- CEI 7-2 "Conduttori in alluminio-acciaio, lega di alluminio e lega di alluminio acciaio per linee elettriche aeree"
- CEI 7-6 "Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinato a linee e impianti elettrici"
- CEI 7-9 "Morsetteria per linee elettriche aeree per trasporto di energia con conduttori nudi"
- CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche esterne";
- CEI 36-5 "Isolatori di materiale ceramico o di vetro destinati a linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V";
- CEI 36-13" Caratteristiche di elementi di catene di isolatori a cappa e perno";
- CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne";
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana";
- Unificazione ENEL.