

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO
PER LA PRODUZIONE ENERGETICA ED AGRICOLA
DENOMINATO "Risicone"
DELLA POTENZA DI 37,54 MWp
SITUATO NEL COMUNE DI VIZZINI (CT)**

PROGETTO DEFINITIVO

Studio previsionale Impatto Elettromagnetico

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello Prog.	Codice	Tipo doc.	N° elaborato	Nome file	TIPO ELAB.	SCALA
PD	REL_06	PDF		REL_06	R	

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	22/12/2023	Prima emissione VIA	Per. Ind. Bonferraro R.	EGP S.R.L.	Renera Energy Italy

PROGETTAZIONE

RICHIEDENTE

SWEIT 06 S.r.l.
Piazza Borromeo, 14
20123 - Milano (MI)
C.F. / P. IVA 12498700967

Soggetta all'attività di direzione e al coordinamento da parte di Energie Zukunft Schweiz AG (CH)

Indice

1 OGGETTO.....	3
2 GENERALITA'.....	4
3 NORMATIVA APPLICABILE.....	5
4 VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	9
4.1 CRITERI DI VALUTAZIONE.....	9
4.2 PARCO FOTOVOLTAICO.....	9
4.3 CONVERTITORI.....	10
4.4 CABINE DI TRASFORMAZIONE.....	10
4.5 CABINE DI CONSEGNA E SMISTAMENTO.....	11
4.6 LINEE INTERRATE AT.....	12
5 CONCLUSIONI.....	13

1 OGGETTO

Il presente documento ha lo scopo di analizzare e descrivere le emissioni elettromagnetiche associate all'impianto e tutte le infrastrutture ad esso associate. Verranno individuati i componenti principali in grado di produrre campi elettromagnetici significativi al fine di definire la compatibilità dell'impianto con i limiti normativi di esposizione e tutela della popolazione nonché permettere la verifica di compatibilità ed interferenza dell'impianto con eventuali impianti elettrici ed elettronici presenti in zona.

Il progetto si compone di un impianto fotovoltaico con potenza nominale pari a 32,23 MW, collegato alla rete elettrica nazionale gestita da Terna, tramite elettrodotto interrato e la nuova stazione di trasformazione 380/150/36 kV denominata "Vizzini" prevista dal Piano di Sviluppo di Terna.

La centrale risulta composta da generatori fotovoltaici installati su strutture a terra, che, tramite cavi interrati e/o posati nella struttura di sostegno dei moduli stessi, trasferiscono l'energia alle cabine di campo denominate "power station" che convertono l'energia in corrente continua a circa 1200 Vdc in corrente alternata 36 kVac, tensione compatibile con il sistema elettrico RTN di Terna.

L'impianto fotovoltaico sarà connesso alla rete elettrica nazionale come da STMG proposta da Terna (Codice pratica 202200486), nella titolarità della società proponente, con potenza in immissione pari a 32,23 MW. Lo schema di allacciamento alla rete AT prevede l'inserimento in "antenna" a 36 kV con la futura sezione a 36 kV della nuova stazione di trasformazione 380/150/36 kV denominata "Vizzini". Il collegamento verrà effettuato tramite cavo ad elica visibile in AT con sezione pari a 630mm² interrato nel suolo.

2 GENERALITA'

Ogni fenomeno in cui sia presente elettricità comporta la presenza nello spazio circostante di un campo elettrico e/o magnetico. In generale, tutte le apparecchiature che si trovano in tensione producono campi elettrici, se vi è anche utilizzo e quindi circolazione di corrente ci sarà la formazione di campi magnetici.

Il campo elettrico è un campo di forze prodotto dalla presenza di cariche elettriche o di un campo magnetico variabile nel tempo. Il campo elettrico si propaga alla velocità della luce e governa il moto di ogni carica che si trova immersa nel campo e la sua intensità viene misurata in volt al metro (V/m). L'intensità dei campi elettrici diminuisce con la distanza dalla sorgente. Molti materiali comuni, come il legno ed il metallo, costituiscono in qualche modo uno schermo per questi campi.

I campi magnetici derivano dal moto delle cariche elettriche in un conduttore. Anch'essi come i campi elettrici, esercitano una forza sulle cariche elettriche. La loro intensità si misura in ampere al metro (A/m), ma generalmente è espressa in termini di induzione magnetica, che si misura in tesla (T), di solito in microtesla (μT) o millitesla (mT). Ogni dispositivo elettrico in funzione crea un campo magnetico che risulta proporzionale alla corrente fornita dalla sorgente cui il dispositivo è collegato. Anche i campi magnetici diminuiscono con la distanza dalla sorgente che li crea e, a differenza dei campi elettrici non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune.

L'insieme di campi elettrici e magnetici formano i campi elettromagnetici che risultano costituiti da onde elettriche (E) e magnetiche (H). I campi elettrici prodotti dalle apparecchiature elettriche sono esempio di campo a frequenza estremamente bassa "ELF" (Extremely Low Frequency) ed hanno generalmente frequenze fino a 300 Hz. A frequenze così basse corrispondono lunghezze d'onda in aria molto grandi e, in situazioni pratiche, i due campi, agendo in modo indipendente l'uno dall'altro, vengono misurati e valutati separatamente.

L'esposizione umana a campi elettromagnetici rappresenta un fattore di rischio per i lavoratori. Negli ultimi decenni, i livelli di esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici sono aumentati con continuità e in misura considerevole; nel contempo, è andata anche aumentando la diffusione di tali esposizioni tra i lavoratori e la popolazione in generale.

3 NORMATIVA APPLICABILE

La normativa di riferimento che regola l'intera materia della protezione dai campi elettromagnetici negli ambienti di vita e di lavoro è la Legge Quadro n° 36 del 22/02/2001.

Il riferimento normativo per quanto riguarda la sicurezza nei luoghi di lavoro è il Decreto Legislativo n° 81 del 9 aprile 2008 "Testo Unico sulla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro". In particolare, le disposizioni specifiche in materia di protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai campi elettromagnetici sono contenute nel Capo IV del Titolo VIII - Agenti fisici così come modificato dal Decreto Legislativo 1 AGOSTO 2016 N.159 (GU N. 192 del 18-8- 2016) che ha recepito in Italia la DIRETTIVA 2013/35/UE.

Il D.P.C.M. 08/07/2003 (Gazzetta Ufficiale serie generale n° 200), di seguito anche DPCM attua quanto previsto dalla legge quadro 36/2001 ed in particolare l'art.4, comma 2 lettera a) che prevede riguardo alla "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". Gli articoli 3 e 4 di suddetto DPCM stabiliscono i limiti di esposizione per la protezione della popolazione dai campi elettrici e magnetici ed il valore di attenzione e l'obiettivo qualità dell'induzione magnetica generati a frequenza industriale di 50 Hz dagli elettrodotti secondo i seguenti valori:

	Campo elettrico (kV/m)	Induzione magnetica (μ T)
Limiti di esposizione	5	100
Valore di attenuazione	-	10
Obiettivo di qualità (mediana nelle 24h)	-	3

Agli articoli 3 e 4 esso stabilisce i seguenti limiti:

- Limiti di esposizione: “Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci”;
- Valori di attenzione: “A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”;
- Obiettivi 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 elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”.

Sempre lo stesso DPCM nell'art. 1 comma 2 prevede che i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali, mentre al comma 3 recita che “a tutela delle esposizioni a campi a frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz, generati da sorgenti non riconducibili agli elettrodotti, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999” di cui se ne terrà conto per tutte quelle sezioni dell'impianto non incluse nella definizione di “elettrodotti”. Pertanto, nelle parti di impianto in corrente continua, il limite di riferimento per l'induzione elettromagnetica di riferimento è di 40 mT.

L'art. 3.2 dell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", ai sensi dell'art. 6 comma 2 del DPCM 08/07/2003 ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per determinare la fascia di rispetto pertinente alle linee elettriche interrate esistenti ed in progetto. I riferimenti contenuti nell'art. 6 del DPCM implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile, "l'obiettivo di qualità". Detta metodologia di calcolo prevede una procedura semplificata con l'introduzione della Distanza di prima approssimazione DPA e viene applicata nei casi di realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati e nella progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti. Inoltre, secondo quanto previsto nell'allegato A par. 3.2 del Decreto 29 maggio 2008, la metodologia di calcolo per la tutela alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM si applica alle linee elettriche aeree ed interrate ad esclusione di:

- Linee esercite a frequenze diverse da quella di rete (50Hz);
- Linee definite di classe zero secondo il Decreto Interministeriale 21/03/1988 n. 449;
- Linee definite di prima classe secondo il Decreto Interministeriale 21/03/1988 n. 449;
- Le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)

In tutti questi casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale 21/03/1988 n. 449 e dal Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991.

Oltre alla normativa citata, verranno seguite le disposizioni normative e guide CEI applicabili, con particolare riferimento alla guida CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", alla guida 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"; alla guida CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in

cavo” e la guida CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”.

Si applica inoltre la norma CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo” e le linee guida di Enel “linee guida per l’applicazione del del 5.1.3 dell’Allegato al DM 29/05/2008, distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

In particolare, tutti i conduttori costituenti la linea sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro; in base a queste ipotesi, si trascura la componente longitudinale dell’induzione magnetica; Il suolo è considerato piano, privo di irregolarità, perfettamente conduttore dal punto di vista elettrico e perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico. Avendo la distribuzione uguale su qualunque sezione normale dell’asse longitudinale della linea, queste ipotesi permettono di ridurre i calcoli del campo elettromagnetico ad un problema piano.

La guida CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo " costituisce l'applicazione delle formule fornite dalla guida CEI 211-4 ai diversi tipi di elettrodotti, quindi anche alle linee interrate. A sufficiente distanza dalla terna di conduttori, la superficie su cui l'induzione assume lo stesso valore (superficie isolivello) ha con buona approssimazione, la forma di un cilindro avente come asse la catenaria ideale passante per il baricentro dei conduttori. La sezione trasversale di tale cilindro è una circonferenza. Prendendo in considerazione il valore di $3 \mu\text{T}$, si può calcolare il raggio della corrispondente circonferenza, che costituisce la fascia di rispetto.

4 VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

4.1 CRITERI DI VALUTAZIONE

Il campo fotovoltaico si compone principalmente di linee elettriche in bassa tensione in corrente continua, ed in buona parte da cavidotti interrati con tensione di lavoro di 36 kV e frequenza di 50 Hz. Gran parte dei campi elettrici dei principali dispositivi sono schermati dai materiali stessi in cui risultano installati, quali, il suolo, le canalizzazioni metalliche, alberi, recinzione, suolo e guaina metallica di schermatura nei cavi AT. Inoltre è stato più volte dimostrato da misure sperimentali condotte nel territorio Italiano dalle agenzie ARPA, sulle cabine di trasformazione MT/BT, che i campi elettrici all'esterno delle cabine risultano essere abbondantemente inferiori ai limite di legge. Da queste considerazioni si può trascurare completamente la valutazione dei campi elettrici. Per quanto riguarda i campi magnetici il campo fotovoltaico può essere suddiviso per sorgenti emmissive principali:

- Il parco fotovoltaico;
- I convertitori DC/AC;
- Le cabine di trasformazione
- Le linee interrate AT

4.2 PARCO FOTOVOLTAICO

Il parco fotovoltaico include i moduli fotovoltaici ed i cavi in continua che sono in corrente continua in bassa tensione. Inoltre, oltre il 95% dei cavi è installato all'interno di canalizzazioni metalliche poste nella struttura metallica di supporto degli stessi generatori e, per la maggior parte del tragitto, i cavi del generatore con diversa polarizzazione sono affiancati a contatto, configurazione meccanica che permette di annullare quasi del tutto il campo magnetico i campi magnetici statici prodotti in un punto esterno. Questa soluzione è inoltre adottata al fine di ridurre l'area della spira che si viene a creare tra il cavo positivo ed il cavo negativo, in modo da ridurre i danni provocati dai campi elettromagnetici prodotti da scariche atmosferiche. Considerando inoltre che per valori di frequenza prossimi allo zero il

limite per l'induzione elettromagnetica che non deve essere superato è di 40 mT, si può escludere con certezza che la sezione in corrente continua superi tale limite di riferimento normativo.

4.3 CONVERTITORI

I convertitori DC/AC risultano certificati CE e rispetteranno tutte le norme nazionali ed europee in materia di compatibilità elettromagnetica in conformità alla direttiva EMC (direttiva compatibilità elettromagnetica). Essi come tutte le apparecchiature racchiuse entro quadri metallici, presentano emissioni all'esterno che sono trascurabili.

Per quanto riguarda i cavi in bassa tensione e le sbarre di collegamento tra interter e quadri, nonché i cavi di media tensione tra il trasformatore e sezionatori, considerato che i locali ove si trovano non prevedono la presenza di lavoratori, se non per il tempo strettamente necessario alle operazioni di manutenzione molto limitate nel tempo, i limiti di esposizione non si considerano rilevanti ai fini della verifica. A tal proposito si precisa che, il valore di campo magnetico generato da un sistema elettrico trifase simmetrico ed equilibrato, come quello in oggetto, in un punto dello spazio è estremamente dipendente dalla distanza tra gli assi dei singoli conduttori delle tre fasi. Per questo motivo il problema dei campi elettromagnetici è poco sentito nelle reti di bassa e media tensione in cavo, dove le tre fasi risultano essere estremamente ravvicinate.

4.4 CABINE DI TRASFORMAZIONE

L'impianto è suddiviso in 11 cabine contenenti inverter e trasformatori 0,63/36 kV con potenza da 2,93 MVA, e un trasformatore ausiliario 630/400V da 15 kVA. Per quanto riguarda i quadri, sia in bassa tensione che in media tensione, essendo con carpenteria metallica, le emissioni all'esterno risultano trascurabili. Per quanto riguarda invece i campi magnetici generati dai trasformatori, cautelativamente la formula

applicata è la seguente:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242}$$

Dove:

DPA = Distanza di prima approssimazione (m);

I = corrente nominale;

x = diametro del cavo

Prendendo in esame la cabina maggiormente caricata, si ha una corrente in BT pari a massimo 2800 A, considerando una sezione pari a 4800 mmq si ottiene una DPA di circa 4,5m. D'altra parte, nel caso in questione le cabine sono posizionate all'aperto in area recintata con accesso riservato solamente a personale qualificato, normalmente non è permanentemente presidiata.

4.5 CABINE DI CONSEGNA E SMISTAMENTO

Per cabine secondarie di sola consegna e smistamento AT, ovvero senza trasformazione, la DPA da considerare è quella della linea AT entrante/uscente, come indicato anche nelle Linee guida per l'applicazione del punto 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29.05.08 "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche" redatte da E-Distribuzione S.p.A. al fine di semplificare ed uniformare l'approccio al calcolo della Distanza di Prima Approssimazione dei propri impianti.

Prendendo in considerazione il caso peggiore, si assume cautelativamente una DPA pari a 2,5 m. Nella zona di installazione della cabina di consegna e trasformazione non sono presenti entro tale limite aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore. In ogni caso, come per le cabine di trasformazione, le suddette sono posizionate all'aperto in area recintata con accesso riservato solamente a personale qualificato.

4.6 LINEE INTERRATE AT

Le linee interrato AT di collegamento tra le varie cabine inverter, risultano interrato a profondità di almeno 1,3 metri (misura dall'asse della terna di cavi). I cavi utilizzati per suddetti collegamenti sono del tipo tripolare isolato in gomma di qualità G7 del tipo cordati ad elica visibile con sigla ARG7H1R e sezione da 240mm² con profondità di posa pari ad 1,2 metri. Lungo tutti gli scavi che ospitano le condutture in alta tensione è prevista la posa di una corda in rame nudo da 50mm² per il collegamento degli impianti di terra di tutti gli inverter e la maglia della cabina di smistamento. Per queste linee, tenuto conto del fatto che verranno posate più linee all'interno dello stesso scavo, si può applicare il principio di sovrapposizione degli effetti, pertanto, tutte le linee sono considerate equivalenti ad un unico elettrodotto con corrente di impiego che è la risultante vettoriale delle correnti dei singoli elettrodotti installati nello stesso scavo a distanza ravvicinata.

I campi elettrici prodotti, per via delle caratteristiche costruttive del cavo stesso e dell'installazione interrato, risultano trascurabili.

Il calcolo del campo elettromagnetico è stato eseguito utilizzando la metodologia illustrata nella guida di cui alla norma CEI 211-4, valutando la distanza di prima approssimazione (distanza dalla proiezione dell'asse dell'elettrodotto sul piano di calpestio) alla quale, secondo la guida, si può affermare che il campo magnetico risulta inferiore al valore di 3 µT come obiettivo di qualità proposto dal DPCM 08/07/2003.

Applicando tale metodo, si evince che il valore dell'induzione elettromagnetica in corrispondenza dell'asse dell'elettrodotto equivalente, risulta inferiore a 3 µT già a distanze di 1 metro dell'asse del cavo stesso. Ne consegue pertanto, che si può considerare la fascia di rispetto sia pari ad 1 metro dall'asse del cavo tale quindi da essere inferiore al limite di esposizione.

Per l'elettrodotto che collega la cabina di smistamento installata nei pressi dell'impianto fotovoltaico e la cabina di consegna ubicata nei pressi della SE di Terna, costituito da 2 terne di cavi elicordati interrati ad una profondità minima di 1,3m, con sigla RG7H1R 26/45 e sezione pari a 630mm² si applica lo stesso metodo. La fascia di rispetto ottenuta in questo caso è pari a 1,9m.

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono

applicabili ai luoghi tutelati presenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10 μ T da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.

I valori ottenuti rientrano nei limiti posti dalla normativa vigente applicabile, pertanto, il valore di induzione magnetica determinato dalle varie sorgenti in condizioni di funzionamento a potenza nominale, sarà inferiore al limite di esposizione.

5 CONCLUSIONI

Tutte le considerazioni riportate nella presente relazione sono basate esaminando il caso più gravoso o limite, ottenendo quindi risultati ben maggiori di valori nominali di funzionamento ordinario dell'impianto. Con particolare riguardo al cavidotto che attraversa il suolo pubblico si fa presente che le distanze di rispetto sono sempre rispettate, considerando che gli edifici ad uso residenziale o similare più vicini alla viabilità lungo la quale saranno installati gli elettrodotti, si trovano abbondantemente al di fuori dalla fascia di rispetto. In seguito, quindi alle valutazioni preventive eseguite, si presume che l'opera proposta sarà conforme alla normativa in tema di protezione della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici. Successivamente alla realizzazione dell'impianto ed alla sua entrata in funzione, si dovranno effettuare delle verifiche dirette in campo, con particolare attenzione alle zone con maggiore rischio per la popolazione ed ove comunque si ritenesse necessario.