

SOGGETTO PROPONENTE:



**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
COSTITUITO DA 12 AEROGENERATORI
CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE
UBICATO ENTRO I TERRITORI COMUNALI DI MONTE CAVALLO,
PIEVE TORINA E SERRAVALLE DEL CHIENTI (MC)
DELLA POTENZA TOTALE DI 49,4 MW**

PROGETTO DEFINITIVO

Serie RELAZIONI SPECIALISTICHE

**VALUTAZIONE PREVENTIVA DELL'IMPATTO
ELETTROMAGNETICO**

RS_008



PROGETTAZIONE:

INGENIUM ENGINEERING SRL

Via Maitani, 3 - 05018 Orvieto (TR)
tel. 0763.530340 fax 0763.530344
e mail: info@ingenium-engineering.com
pec: info@pec.ingenium-engineering.com
www.ingenium-engineering.com

Azienda con sistema di gestione qualità ISO 9001:2015
certificato da Bureau Veritas Italia SpA
cert. n° IT306096

Ing. Roberto Lorenzotti
Arch. Giovanna Corso
Ing. Elena Crespi

CONSULENZE SPECIALISTICHE:

Aspetti Ambientali:

Agrifolia Studio Associato
di Daniele Dallari, Gianfilippo Lucatello, Piero Morandini

Aspetti impiantistici:

Sinergy Ring srl
Ing. Giuseppe Nobile

Acustica ambientale:

Ing. Emilio Dema

Geologia:

Geosystem Studio Associato di Geologia e Progettazione
Dott. Geologo Davide Lo Conte

Archeologia:

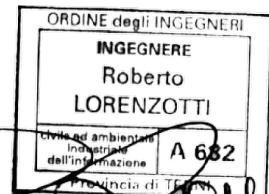
Dott. Giulio Matteo D'Amelio
Dott. Nicola Gasperi

Rilievo planaltimetrico: Geom. Giovanni Piscini

firma / timbro progettista



firma / timbro proponente



03						COD. DOCUMENTO
02						IE_360_PD_RS_008_01
01	10/2023	modifica aerogeneratore	G.N.	G.C.	R.L.	FOGLIO 1 DI 1
00	07/2023	prima emissione	G.N.	G.C.	R.L.	
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO	

E' vietata ai sensi di legge la divulgazione e la riproduzione del presente documento senza la preventiva autorizzazione

COMUNE DI SERRAVALLE
PROVINCIA DI MACERATA
REGIONE MARCHE

RELAZIONE SULLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE
DEL PARCO EOLICO WIND ENERGY
MONTE CAVALLO S.R.L.

Proponente:

Wind Energy Monte Cavallo s.r.l. – Gruppo MARESCA

Sede Legale: Via Caravaggio n°125 – 65125 PESCARA (PE)

Il Tecnico incaricato:

Ing. Giuseppe Nobile



INDICE

SINTESI DEL DOCUMENTO	3
INTRODUZIONE.....	4
SCOPO DEL DOCUMENTO	5
ANALISI TEORICA DELLE INTERAZIONI CAMPI E. M.- CORPO UMANO E POTENZIALI RISCHI CONNESSI PER LA SALUTE.....	6
1. GENERALITA'	6
2. NORMATIVA NAZIONALE E TECNICA	6
3. ANALISI DEL PARCO EOLICO WE CAVALLO	8
4. CONCLUSIONI	15

SINTESI DEL DOCUMENTO

Si riporta in forma estremamente sintetica l'essenza di quanto sviluppato nel seguito del documento circa le emissioni elettromagnetiche degli elettrodotti di collegamento del parco eolico di Wind Energy Monte Cavallo sito in Agro del Comune di Serravalle in ipotesi di realizzazione da parte di Wind Energy Monte Cavallo s.r.l. - Gruppo MARESCA - (di seguito la "Committente").

Come detto nel paragrafo "Scopo del Documento" l'analisi oggetto della presente è necessaria ai fini autorizzativi. Allo scopo sono state investigate le interazioni campi E. M. - corpo umano e potenziali rischi connessi per la salute.

L'argomento in oggetto è molto delicato considerata la notevole apprensione che genera nella popolazione. Per l'analisi in oggetto, alla luce della legislazione nazionale e regionale vigente, è stato applicato il principio della massima prudenza da cui è derivata la procedura di seguito brevemente descritta.

E' stato considerato sempre e in ogni caso come valore limite di esposizione all'induzione magnetica quello di 3 μ T, previsto dal DPCM del 2 luglio 2003 che individua tale valore come obiettivo di qualità. Come limite del valore efficace di campo elettrico è stato considerato il valore di 5 kV/m, pari al minimo considerato dalla normativa.

Lo strumento cui si è affidato il certo raggiungimento dell'obiettivo sicurezza è, in virtù della natura stessa dei fenomeni, quello della distanza. In pratica ci si è accertati su base analitica che essa sia sempre almeno tale che le intensità di campo, a cui insediamenti umani fissi e/o permanentemente occupati possono essere esposti, siano sempre inferiori ai valori ottenuti attraverso le simulazioni al calcolatore.

Pertanto dopo aver individuato, analizzando differenti scenari realizzativi, le distanze di sicurezza e l'ampiezza delle fasce di rispetto, è stato prescritto che le sorgenti emmissive siano collocate rispetto ai punti sensibili suindicati ad una distanza maggiore di quella calcolata e al di fuori delle fasce di rispetto individuate. L'ampiezza di esse è stata sempre stimata sovradimensionando le causa e le sorgenti emmissive.

Le sintesi finali campeggiano nel paragrafo delle conclusioni cui si rimanda.

INTRODUZIONE

Prima di ogni altra considerazione è necessario chiarire alcuni assunti di base circa la compatibilità elettromagnetica (EMC).

Volendo parlare di disturbi elettromagnetici bisogna innanzitutto distinguere i concetti di disturbo e di interferenza (EMI). Per disturbo elettromagnetico si intende la causa, l'interferenza elettromagnetica rappresenta l'effetto sull'apparato in esame.

Ogni problema EMI è composto da tre elementi essenziali:

- sorgente di disturbo interferente;
- canale;
- ricevitore disturbato.

Nel caso in esame la sorgente sono gli elettrodotti di collegamento del parco eolico da costruire in Agro del territorio del Comune di Serravalle (MC), ad opera di WE Monte Cavallo s.r.l. – Gruppo MARESCA - di seguito denominato parco eolico "WE Cavallo".

Con riferimento al canale di propagazione i disturbi sono di tipo irradiato, ovvero si propagano nell'ambiente circostante sotto forma di onde elettromagnetiche. I ricevitori disturbati sono raggruppabili in tre famiglie distinte: apparecchiature dello stesso sistema, apparecchiature di altri sistemi e popolazione (facendo un piccolo sforzo nel voler definire quest'ultima "ricevitore disturbato"). Di ciascuna di queste categorie si dirà nel corso dei paragrafi successivi.

Gli impianti elettrici di potenza come quello in analisi, funzionano alla frequenza di 50 Hz e costituiscono particolari sorgenti di campi elettromagnetici definite ELF (extremely low frequency). A tale basso livello di frequenza è improprio considerare l'interazione elettromagnetica di tipo radiativo. E' più opportuno - ed è il punto di vista adottato nel presente documento - parlare di un'esposizione simultanea, in ambiente di vita o di lavoro, a due fattori fisici indipendenti che sono il campo elettrico e quello magnetico considerati stazionari. Il primo è direttamente proporzionale alla tensione della sorgente che lo produce, il secondo alla corrente che in essa fluisce; l'intensità di entrambi degrada se ci si allontana dalla fonte.

SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è quello di analizzare gli effetti delle interferenze elettromagnetiche generate dal parco eolico WE Cavallo considerando il problema EMC dal punto di vista delle interazioni campi E. M. – corpo umano e potenziali rischi connessi per la salute.

Si precisa che il presente studio è stato condotto esclusivamente in via teorica impiegando metodi di analisi e modelli computazionali. E' sempre possibile effettuare misure di campo elettrico e magnetico in situ, sia ante che post operam, al fine di valutare il reale impatto dell'installazione sul territorio.

Nella redazione della presente è stata utilizzata la documentazione di progetto sulla base della quale sono state effettuate delle verifiche e delle ipotesi di cui si è sempre fornita giustificazione.

Infine è opportuno sottolineare che l'intero studio è stato effettuato applicando sempre il principio della massima prudenza ovvero, in ipotesi conservative e in linea con lo spirito della legislazione attualmente vigente, verificare il rispetto delle condizioni di sicurezza sovrastimando il valore dei campi E.M. simulati.

ANALISI TEORICA DELLE INTERAZIONI CAMPI E. M. – CORPO UMANO E POTENZIALI RISCHI CONNESSI PER LA SALUTE

1. GENERALITA'

Le attuali conoscenze sui rischi per la salute non sono tali da decretare né da escludere con certezza che l'esposizione a campi elettrici e magnetici ELF determini l'insorgenza di malattie e in particolare di patologie tumorali.

Alcune evidenze epidemiologiche mettono in luce la **possibilità** che le esposizioni **croniche** a campi magnetici di basso livello possano favorire l'insorgere della patologia di cui sopra; altre parimenti dignitose negano tale evenienza.

Come afferma, tra gli altri, il Prof. Ing. Vincenzo Cataliotti in uno studio per la Regione Sicilia, tale incertezza "[...] ha finito col generare nella popolazione una notevole apprensione per tutto quello che riguarda i campi elettromagnetici, riconducibile ai seguenti fattori:

1. *Esiste in alcuni casi una notevole differenza tra i limiti di sicurezza previsti dalle normative vigenti e le soglie cui sono stati associati, anche se in modo controverso, alcuni effetti legati alle esposizioni croniche con una sensazione generale di scarsa tutela.*

2. *Il campo elettromagnetico non può essere percepito sensorialmente e ciò genera un senso di disagio ed insicurezza".*

Tutto ciò ha spinto il legislatore ad utilizzare per la determinazione dei limiti da adottare per i massimi valori ammissibili dei campi elettrici e magnetici in prossimità di sistemi elettrici il **principio di precauzione**.

Una breve panoramica della normativa è riportata di seguito.

2. NORMATIVA NAZIONALE E TECNICA

Attualmente è in vigore la Legge Quadro n°36 del 22/2/2001 e suo decreto attuativo D.P.C.M. 8/7/2003. Quest'ultimo :

- Fissa i limiti di esposizione e di attenzione per i campi E. M. (art. 3 c. 1 e 2);
- Abroga i D.P.C.M. 23/4/1992 e 28/9/1995 (art. 8);
- Rimanda alla norma tecnica CEI (comitato elettrotecnico italiano) 211-6 del 2001 per quanto riguarda le definizioni e le tecniche di misurazione (art. 5 c. 1 e allegato A);
- Delega l'A.P.A.T. alla definizione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto (art. 3 c. 2).

Successivamente in esecuzione di tale delega, è stato emanato il D.M. ATTM del 29/5/2008, che ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto, introducendo inoltre il criterio della "distanza di prima approssimazione (DPA)" e delle connesse "aree o corridoi di prima approssimazione".

Ai fini della presente bisogna considerare i limiti contenuti nel già citato articolo 3 che sono riassunti in tabella.

LIMITI PREVISTI PER I CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A 50 Hz	VALORE EFFICACE INDUZIONE MAGNETICA CAMPO B [μ T]	VALORE EFFICACE CAMPO ELETTRICO E [kV/m]
LIMITE DI ESPOSIZIONE	100	5
VALORE DI ATTENZIONE (Per ambienti scolastici, abitativi, aree gioco per l'infanzia, luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4h)	10	5
OBIETTIVO DI QUALITA'	3	5

Per le fasce di cui sopra in particolare e più in generale per le distanze dalle sorgenti di campo, sia elettrico che magnetico, vale anche quanto riportato dalla CEI 211-6 (che si ricorda essere una norma tecnica investita di dignità di legge) ovvero: *"L'esposizione umana dipende non solo dall'intensità dei campi elettromagnetici generati, ma anche dalla distanza dalla sorgente: generalmente le intensità dei campi prodotti dalle sorgenti sopra menzionate decrescono rapidamente con la distanza"*.

Pertanto si può a buon diritto affermare che la distanza sia una forma di protezione intrinseca, efficace e - se si ha l'accortezza di considerarla rispettosamente - molto a buon mercato. Tali limiti non si applicano ai lavoratori esposti per motivi professionali (art. 1 c. 2 D.P.C.M. 8/7/2003). Relativamente ai rischi cui sono esposti questi ultimi vige il decreto legislativo del 1 agosto 2016 n°159 che ha recepito la direttiva europea 2013/35/UE. In tale forma il decreto ha modificato e integrato il D.Lgs 81/08. Relativamente alla normativa tecnica si riportano di seguito le principali norme di interesse ai fini della presente, sottolineando che dalle norme citate sono state tratte alcune delle definizioni del D.M. ATTM del 29/5/2008 quali ad esempio la portata in corrente in servizio normale/regime permanente. Le principali norme tecniche di riferimento sono:

- CEI 11-17 terza edizione "Linee in Cavo"
- CEI 20-21, "Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente" terza edizione, 2007-10
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", prima edizione, 1996-07
- 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", prima edizione, 2001-01
- 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 aree e in cavo, prima edizione, 2006-02.

3 ANALISI DEL PARCO EOLICO WE CAVALLO

La metodologia con cui l'analisi è stata condotta è schematizzata di seguito:

- a) L'impianto viene suddiviso in macrocomponenti principali di cui sono investigate le potenzialità di generazione di disturbo interferente. Tra di essi sono in particolare oggetto di analisi i cavidotti MT, la cabina di smistamento MT e la stazione elettrica di raccolta, trasformazione e connessione alla RTN. Relativamente alla rete di raccolta ed ai cavidotti MT si precisa che sono stati presi in considerazione diversi scenari. Ciò al fine di consentire - in fase di traduzione realizzativa del progetto - che sia comunque adottato, tra le varie configurazioni possibile, uno schema di connessione già analizzato dal punto di vista CEM.
- b) Vengono individuati i punti critici dell'impianto stesso in virtù del criterio della distanza rispetto alla sorgente di disturbo. Per esempio un punto critico può essere una casa abitata che si trova vicino al cavidotto.
- c) Per le criticità (o presunte tali) individuate viene verificata la rispondenza alle leggi rispetto a valori di campo ricavati simulando al calcolatore, in ipotesi conservative (condizioni massimamente sfavorevoli), il comportamento delle sorgenti. Qualora, in virtù delle simulazioni, si dovesse riscontrare la violazione dei limiti imposti dalla normativa bisogna procedere ad ulteriori verifiche più approfondite e dettagliate.

PUNTO a): Il campo e le sue componenti

Il campo eolico WE Cavallo e il suo impianto elettrico sono rappresentati sulle tavole grafiche di progetto, rispettivamente relative al Layout del parco ed ai Cavidotti, al Layout della Stazione Elettrica ed alla Connessione con la RTN di Terna cui si rimanda. Fondamentalmente i macroelementi di cui è composto sono:

- Aerogeneratori (WTG);
- Sottostazione di trasformazione MT/AT;
- Linee elettriche MT in cavo per il trasporto dell'energia e relativa cabina di smistamento.

Aerogeneratori

Sono gli apparecchi che sfruttando l'energia del vento producono elettricità. Le macchine che si prevede di montare sul parco eolico WE Cavallo, di fabbricazione ENERCON, hanno il generatore e il trasformatore nella navicella situata sulla sommità della torre a circa 90 metri di altezza dal suolo. Le altre apparecchiature MT si trovano ai piedi del palo di sostegno lungo il quale scendono i cavi di connessione.

I campi elettrici, che come detto sono direttamente proporzionali alla tensione, generati da ciascuno degli elementi citati sono irrilevanti: sia per il basso livello delle tensioni di funzionamento, sia per l'effetto schermante dovuto all'involucro della navicella ed al palo di acciaio in cui sono confinati.

I campi magnetici sono, come noto, proporzionali alla corrente che è di entità rilevante nei circuiti presenti nella navicella installata in cima al palo di sostegno. I conduttori in

discesa lungo quest'ultimo funzionano in media tensione, pertanto la corrente da cui sono attraversati è molto più modesta. Anche per i campi magnetici, che diversamente da quelli elettrici sono schermabili con maggiore difficoltà, l'entità dei valori irradiati all'esterno in prossimità dei punti maggiormente accessibili della turbina è lieve, sia per il basso valore delle correnti, sia per la distanza in particolare della navicella da terra. La torre inoltre è sempre inaccessibile per la popolazione indistinta. Va aggiunto che, per motivi diversi da quelli di derivazione elettrica come per esempio il rumore, solitamente la minima separazione da rispettare tra aerogeneratori e fabbricati abitati in modo continuativo è tale da costituire una ampia garanzia di protezione verso i campi in questione.

Sottostazione di trasformazione MT/AT d'utente e SSE RTN Terna

La sottostazione è evidenziata sulle specifiche tavole di progetto, sulle quali è anche inquadrata territorialmente. Come si vede la stazione di trasformazione di utente del parco eolico WE Cavallo e la nuova SSE RTN a 132 kV di Montecavallo destinata a Terna s.p.a. sono collegate tra di loro tramite un breve raccordo aereo AT funzionante a 132 kV composto con cavi tipo LC2 da 585,3 mmq in alluminio-acciaio.

Il layout e le sezioni elettromeccaniche mostrano la composizione dell'impianto e la distribuzione delle principali apparecchiature di potenza. Il portale sbarre e le apparecchiature ad esso connesse - TA, TV, sezionatori ed interruttori sino ai trasformatori AT/MT - ovvero la porzione di impianto funzionante alla tensione più elevata pari a 132 kV, occupano la parte più interna dell'area sede di installazione. Tale parte è interessata dai campi elettrici di maggiore intensità. Dalla planimetria si può dedurre che la minima distanza tra la recinzione e la proiezione a terra del portale sbarre è circa pari a 8 metri. La quota di progetto del portale sbarre supera inoltre i 7 metri. A tali distanze, corrispondenti nella peggiore delle ipotesi al perimetro esterno dell'area della stazione di WE Cavallo, l'intensità dei campi elettrici è già di per se attenuata.

L'inquadratura territoriale mostra che nell'area deputata alla realizzazione della SE in oggetto la costruzione presente dista dalla recinzione circa 90 metri.

In proposito si fa notare che la SE di WE Cavallo, come è possibile vedere sulla figura 1 che segue o anche semplicemente su Google Earth®, è realizzanda rispetto a detta costruzione dalla parte opposta della linea aerea 132 kV di Terna attualmente in servizio e che - all'atto della realizzazione dell'opera in oggetto - è destinata a collegare in entra-esce un nuovo smistamento Terna a 132 kV. Quest'ultimo è da realizzarsi pressoché in adiacenza alla linea aerea esistente ed alla SE di Monte Cavallo e di altri produttori.

Inoltre, come mostrato in figura, l'attuale distanza tra il fabbricato e la linea in questione è destinata ad aumentare a 21 metri a valle della realizzazione dei raccordi alla ipotizzata SE RTN. Ciò costituisce un miglioramento rispetto allo scenario CEM in essere. Si fa notare infine che tutta l'area è già interessata dal passaggio di

elettrocondutture aeree MT e AT. Dette condutture, funzionando a tensioni rilevanti (10-20 o 132-150kV rispettivamente per MT ed AT) ed essendo percorse da maggiori correnti in transito rispetto a quelle producibili da WE Cavallo, sono fonte di campi elettrici e magnetici di intensità certamente superiore a quelli generabili dalla stazione di utente del parco eolico in oggetto.

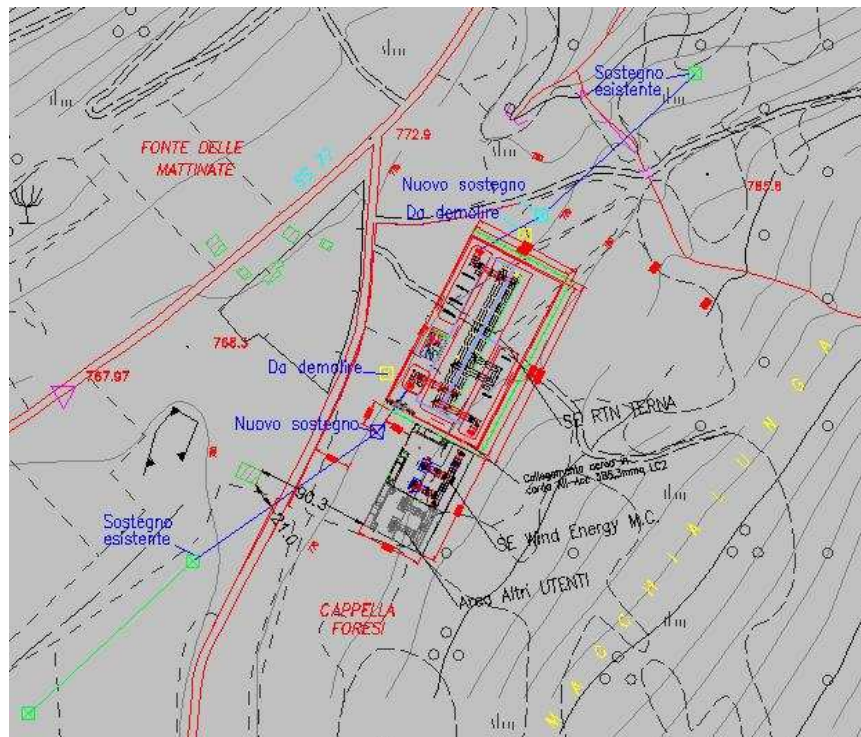


Figura 1: Inquadramento SE AT e distanze dai fabbricati limitrofi

Linee elettriche

Le linee MT a 30 kV in questione sono in cavo, con modalità di posa direttamente interrata, e collegano il quadro MT installato nella cabina di smistamento e raccolta (CSM) con l'omologo quadro MT installato nell'edificio comandi della SE di trasformazione 30/132kV di utente. Alla CSM sono collegati i sottocampi in cui è diviso il generatore eolico. Quella testé brevemente descritta è la configurazione di progetto che si intende sviluppare. Non si può escludere la possibilità che, in fase di traduzione costruttiva del progetto in sviluppo, le turbine - suddivise in due sottocampi tra loro rilegati - siano collegate direttamente alla SE senza interposizione della cabina di smistamento che sarebbe eliminata.

Ne consegue che gli scenari che sia possibile individuare siano essenzialmente due, ambo analizzati in seno alla presente, ovvero:

- a) Elettrodotto MT a tre terne di cavi ARE4H5E/ARE4H5(AR)E o equivalenti, funzionanti a 30kV ed egualmente caricati che si spartiscono la corrente cumulativamente prodotta da dodici aerogeneratori di potenza unitaria pari a 4,26 MW. Pertanto ciascuna delle terne, di sezione massima pari a 630mmq e

minima pari a 400mmq, è interessata da una potenza pari a 17,04 MW. A detta potenza corrisponde una corrente circa pari a 350 A, calcolata considerando il $\cos\phi=\pm 0,93^1$. Le terne sono state considerate composte da cavi unipolari posati a trifoglio senza che i conduttori siano avvolti a elica. Tale formazione non è infatti commercializzata per il livello di tensione e le sezioni considerate;

- b) Elettrodotto MT a due terne di cavi ARE4H5E/ARE4H5(AR)E o equivalenti, funzionanti a 30kV ed egualmente caricati ciascuna dalla corrente cumulativamente prodotta da sei aerogeneratori di potenza unitaria pari da 4,26 MW. Pertanto ciascuna delle terne, di sezione massima pari a 630mmq e minima pari a 500mmq, è interessata da una potenza pari a 25,56 MW. A detta potenza corrisponde una corrente circa pari a 540 A, calcolata considerando il $\cos\phi=\pm 0,93^2$. Le terne sono state considerate composte da cavi unipolari posati a trifoglio senza che i conduttori siano avvolti a elica. Come già detto tale formazione non è infatti commercializzata per il livello di tensione e le sezioni considerate;

I collegamenti in cavo di ambo i sub a) e b) sono stati considerati con modalità di posa direttamente interrata alla profondità di almeno un metro dal piano di campagna.

I cavidotti MT che costituiscono le dorsali sono di lunghezza rilevante e di percorso articolato che si snoda per la maggior parte lungo strade pubbliche, provinciali e comunali, per la rimanete seguendo strade di viabilità secondaria o di campagna.

La terne di cavi MT sono composte da cavi unipolari posati a trifoglio senza che, come già anticipato, i conduttori siano avvolti a elica. Il cavi indicati e previsti a progetto sono costruttivamente di diametro rilevante, da 4,5 a 6cm per fase, nonché piuttosto rigidi in quanto di alluminio con schermo a tubo con o senza protezione meccanica intrinseca. Anche per tali ragioni non sono forniti e non è possibile posarli in formazione cordata ad elica visibile.

I criteri in base ai quali sono state individuate le sezioni da analizzare sono: intensità delle correnti trasportate e distanza dai punti sensibili, ovvero: case, scuole, asili, ospedali o altri fabbricati permanentemente occupati. Relativamente alle caratteristiche dei conduttori e delle sezioni di scavo, i cui parametri sono stati utilizzati nel calcolo, è stata considerata una profondità di posa mediamente pari a 1/1,2 metri. La gestione degli schermi è sempre stata ipotizzata come a terra ad entrambe le estremità. Nelle simulazioni sono state considerate le caratteristiche reali dei cavi, come dedotte dalla documentazione tecnica dei migliori fabbricanti attivi sul mercato (Prysmian, Nexans ecc). In proposito si sottolinea che, dal punto di vista costruttivo, le differenze geometriche tra un cavo da 400 e uno da 630mme non sono tanto rilevanti

¹ L'Allegato A17 del Codice di Rete Terna prevede che gli impianti eolici siano in grado di generare energia reattiva. Quest'ultima determina una diminuzione del $\cos\phi$ ed un aumento delle correnti. Con il valore indicato si è tenuto conto di tale aspetto sovrastimandolo.

² L'Allegato A17 del Codice di Rete Terna prevede che gli impianti eolici siano in grado di generare energia reattiva. Quest'ultima determina una diminuzione del $\cos\phi$ ed un aumento delle correnti. Con il valore indicato si è tenuto conto di tale aspetto sovrastimandolo.

da condizionare sensibilmente i risultati delle simulazioni. Per la dedotta causale è stato utilizzato nella costruzione del modello di calcolo il cavo da 630mmq, ovvero quello avente la sezione maggiore, caricato dalla massime correnti generabili dall'impianto e precedentemente indicate nelle rispettive configurazioni ipotizzabili. Tanto premesso sono state effettuate una serie di simulazioni al calcolatore circa i campi elettrici e magnetici generati dalle condutture MT. Si riportano di seguito gli esiti delle simulazioni con quota di riferimento per il calcolo pari ad un metro dal suolo.

La Figura 2 mostra il profilo laterale del campo magnetico centrato in corrispondenza dell'asse del cavidotto MT a tre terne (caso a)) che, come anticipato, rappresenta dal punto di vista delle emissioni, nelle ipotesi cautelative assunte, il caso peggiore possibile nella configurazione realizzativa che preveda la realizzazione della CSM e la posa di tre dorsali MT da CSM a SE.

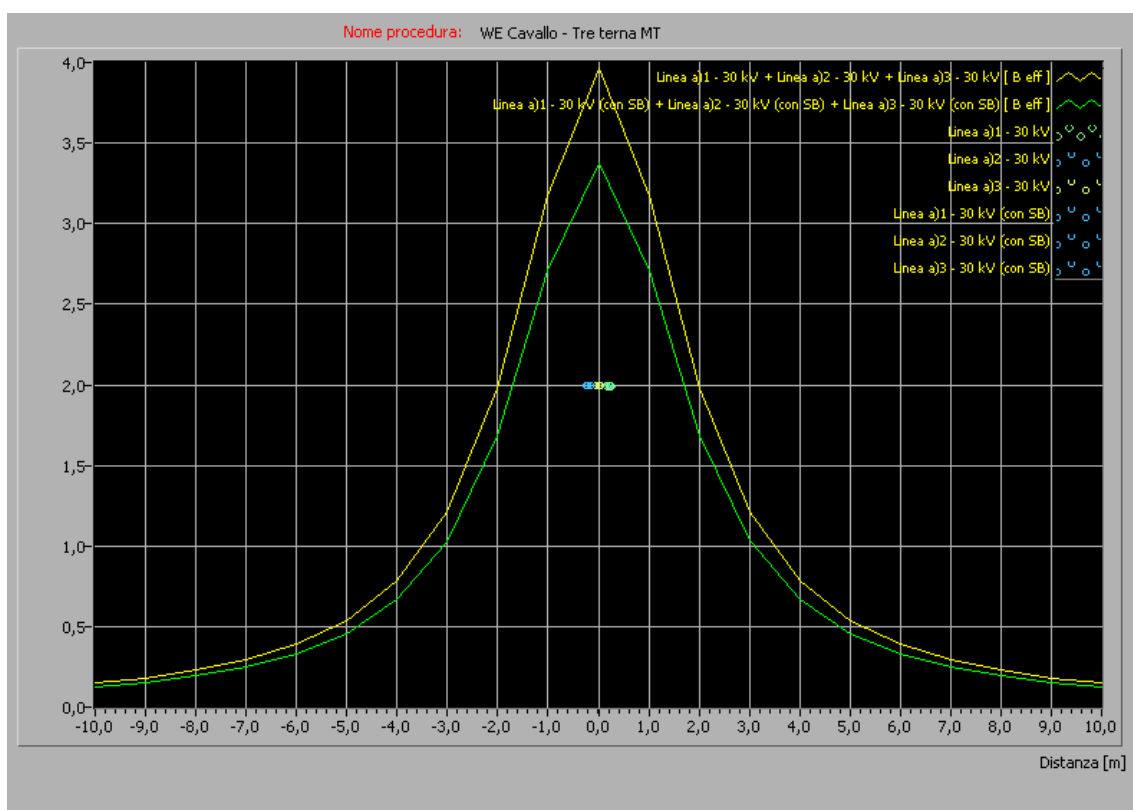


Figura 2: Profilo del campo magnetico del cavidotto MT a tre terne posate a trifoglio non avvolto a elica visibile

Come si vede sull'asse del cavidotto il valore efficace del campo magnetico è pari a circa 3,9 μT . Esso degrada a valori ulteriormente inferiori all'obiettivo di qualità di 3 μT già ad una distanza di circa 1,1 metri. A tre metri dall'asse del cavidotto il campo in questione assume valori inferiori ad 1,5 μT . Per avere un termine di paragone che renda immediatamente evidente quanto sia poco preoccupante il valore di 1,5 μT basti pensare che, ad 1 m da un aspirapolvere elettrico in funzione il livello di campo

magnetico è di 2 μT . La curva conferma visivamente il concetto sostenuto sin ora in merito alla brusca diminuzione dell'intensità dei campi E.M. all'aumentare della distanza dai cavi e dalle apparecchiature elettriche in generale. Si è ritenuto inutile riportare il diagramma del campo elettrico al suolo in quanto esso è nullo; ciò accade in virtù del robusto effetto limitante prodotto dallo schermo dei cavi.

In figura 3 è mostrato il profilo laterale del campo magnetico centrato in corrispondenza dell'asse del cavidotto MT a due terne (caso b)) che, come anticipato, rappresenta dal punto di vista delle emissioni, nelle ipotesi cautelative assunte, il caso peggiore possibile nella configurazione realizzativa che non preveda la realizzazione della CSM, ma il collegamento diretto alla SE di due distinti sottocampi di turbine.

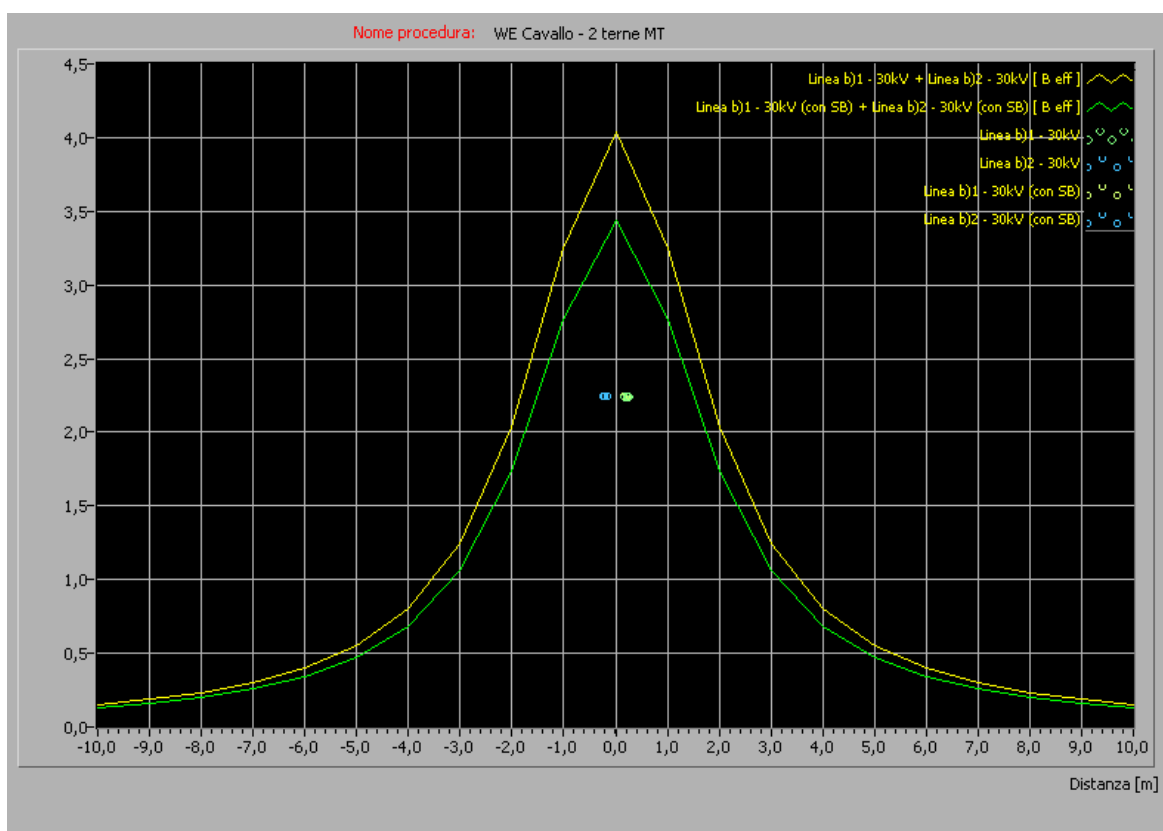


Figura 3: Profilo del campo magnetico del cavidotto MT a due terne posate a trifoglio non avvolto a elica visibile

Come si vede il campo magnetico calcolato sull'asse della linea è pari a circa 4,05 μT . Esso degrada a valori ulteriormente inferiori all'obiettivo di qualità di 3 μT già ad una distanza di circa 1,5 metri. anche in questo caso a tre metri dall'asse del cavidotto il campo in questione assume valori inferiori ad 1,5 μT .

Si fa notare che il caso di funzionamento a due terne, dagli effetti EM leggermente peggiori rispetto a quello a tre terne, è quello che si avrebbe in caso di guasto su una dorsale nella configurazione impiantistica a tre terne con cabina di smistamento e raccolta.

Nella figura 4 sono illustrate le distanze minime da tenere nei casi peggiori possibili delle configurazioni in oggetto, ovvero una sola linea in funzione con corrente di sovraccarico limite temporaneo paria circa 650 ampere, affinché il campo magnetico risulti inferiore al valore prefissato come obiettivo di qualità.

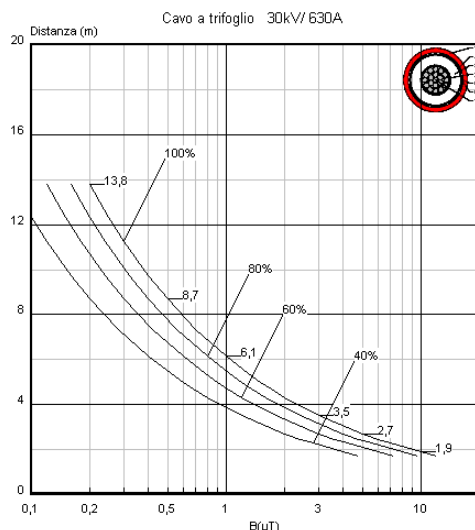


Figura 4: Distanze limite terna MT – Caso peggiore possibili

E' possibile notare che il valore di 3 μT - che nuovamente si ricorda essere il più restrittivo, conservativo e per di più valido per edifici particolari (asili, ospedali, aree verdi ecc.) - è in ogni caso certamente rispettato oltre 3,5 metri dal cavidotto MT.

E' pertanto possibile adottare, in seno al progetto del parco eolico WE Cavallo, tale distanza come valore di sicurezza, ovvero come limite oltre il quale l'induzione magnetica non supera l'obiettivo normativo di qualità. In fase esecutiva, attraverso misure e analisi di dettaglio da effettuare alla luce delle scelte progettuali esecutive, sarà possibile rivisitare le distanze indicate. Non è da escludere che dette distanze si possano anche eventualmente ridurre.

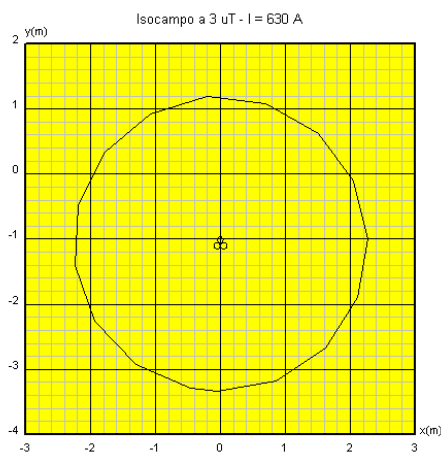


Figura 5: Profili di campi magnetico del cavidotto MT – caso peggiore

La figura 5 mostra infine la fascia di rispetto per l'elettrodotto MT, calcolata nel caso peggiore possibile, secondo i dettami della CEI 106-11 in osservanza del DPCM 0 Luglio 2003 (Art 6). La fascia rappresentata è completamente inglobata in area di massima sicurezza adottando la distanza dall'asse del cavidotto di 3,5 metri precedentemente indicata.

PUNTO b): Individuazione dei punti e analisi delle criticità

Analizzando il percorso dei cavidotti MT non emerge la presenza di punti sensibili situati a meno di 3,5 metri dall'asse del cavidotto MT, realizzato in doppia o in tripla terna di cavi unipolari posati a trifoglio non avvolti ad elica visibile. Con separazioni di tali entità le esposizioni ai campi elettrici e magnetici sono poco rilevanti.

4 CONCLUSIONI

Come indicato in seno alla presente la distanza da rispettare tra l'asse del cavidotto MT ed i punti sensibili è pari ad almeno 3,5 metri.

In conclusione si rinnova e si sottolinea che i campi elettrici e magnetici, generati dagli elettrodotti, sono stati calcolati considerando cavi in alluminio di varie tipologie e sezioni posati a trifoglio senza essere avvolti ad elica. La corrente che interessa le terne di conduttori è quella generata dall'intero impianto di Wind Energy Monte Cavallo che sviluppa una potenza pari a circa 51 MW. Tenendo inoltre conto della generazione di reattivo - richiesta dall'Allegato A17 del Codice di Rete Terna - si sono ottenute correnti massime di impiego per ciascuna terna di conduttori rispettivamente pari a 350 e 540 ampere in due differenti scenari realizzativi possibili (rete MT a 3 terne con cabina di smistamento e raccolta di quattro sottocampi eolici, e rete MT a due terne ciascuna a servizio di un sottocampo da sei turbine). Sebbene i cavi in alluminio da posare in seno al presente progetto - aventi sezione massima considerata pari a 630 mmq - abbiano portate superiori, non è possibile che i valori di corrente suindicati siano superati. Ciò in quanto in quanto l'impianto in oggetto in fase di autorizzazione e attualmente da allacciare alla SE, e la connessa potenza installata complessiva derivante, è fissa. Un aumento della corrente è pertanto possibile solo ed esclusivamente previo nuovo iter autorizzativo, volto a permettere modifiche in grado di incrementare ulteriormente la potenza. In detta evenienza sarà redatto e presentato uno studio analogo al presente che terrà conto di una maggiore corrente di impiego.

Ad abundantiam il valore di distanza di sicurezza, calcolato e prescritto in seno alla presente pari a 3,5 metri, è stato derivato in ipotesi di funzionamento di in emergenza con una sola linea in sovraccarico temporaneo.

Non sono state considerate le elettrocondutture interne al parco eolico che costituiscono i collegamenti tra singole turbine. Ciò in quanto le correnti che le interessano sono di valore certamente più basso rispetto a quelle delle dorsali principali. Ne consegue che i campi magnetici generati siano inferiori. Si è ritenuto

superfluo analizzare la cabina CSM nei dintorni (n.b. anche remoti) della quale non sorge nessun fabbricato.

In virtù di quanto riportato si ritiene che i cavidotti e le opere di connessione alla RTN, di Wind Energy Monte Cavallo non determinino - alla luce delle attuali conoscenze, della normativa in vigore nonché usando gli accorgimenti indicati - esposizioni a campi elettrici e magnetici potenzialmente pericolose per la salute.

Vanno comunque adottate tutte le tecniche disponibili, alcune delle quali sommariamente indicate, volte alla riduzione delle emissioni. Sarà sempre possibile effettuare, a valle della realizzazione dell'impianto, misure di campo elettrico e magnetico nei punti eventualmente individuati come critici.

Bari lì, agosto 2023

In fede
Ing. Giuseppe Nobile

