

Regione Lazio

Comune di Valentano

Comune di Latera



Committente

**POGGIO DEL MULINO S.R.L.**

Piazza Europa, 14-87100-Cosenza (CS)

P.iva: 03876510789



Titolo del Progetto:

## Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un parco eolico denominato "Poggio del Mulino"

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

N° Tavola:  
REL0018

Elaborato:

**Studio preliminare di esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori**

SCALA:

-

FOGLIO:

1 di 1

FORMATO:

A4

folder: Relazioni progetto civile\_Specialistiche

Nome File: REL0018A0.pdf

Progettazione:



NEW DEVELOPMENTS srl  
piazza Europa, 14 - 87100 Cosenza (CS)

Progettisti:



dott.ing. Giovanni Guzzo Foliaro



dott.ing. Amedeo Costabile



dott. Ing. Francesco Meringolo

Gruppo di lavoro:

dott.ing. Denise Di Cianni  
dott.ing. Diego De Benedittis  
dott.ing. Pasquale Simone Gatto  
dott.geol. Martina Petracca  
dott.ing. Irene Colosimo  
dott.geol. Beniamino Morrone

Rev:	Data Revisione:	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	06/07/2023	PRIMA EMISSIONE	New. Dev.	P.D.M.	P.D.M.

## Indice

Premessa .....	2
1. Normativa di riferimento .....	3
2. Valutazione del Rischio.....	3
3. Elenco delle analisi da eseguire in fase di progettazione esecutiva.....	6
4. Fasi e requisiti dei luoghi di lavoro.....	7

---

## Premessa

I sottoscritti progettisti, ingg. Giovanni Guzzo Foliaro, Amedeo Costabile e Francesco Meringolo, incaricati dalla società **Poggio del Mulino S.R.L.**, quale proponente di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato "**Poggio del Mulino**" che sviluppa potenza nominale pari a circa **46,2 MW** e ubicato in agro dei comuni di **Valentano e Latera (VT)**, con la presente relazionano, in via preliminare e compatibile con lo stato di progettazione definitiva, in merito ai rischi da esposizione a campo elettromagnetico dei lavoratori, rinviando alla successiva fase di progettazione esecutiva la valutazione dei rischi specifici legati alle singole attività lavorative per la costruzione e l'esercizio di tutte le componenti dell'impianto in progetto.

Il criterio adottato per la valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione a campi elettromagnetici è quello definito nell'ambito del titolo VIII, capo IV, del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

Il capo IV determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivante dall'esposizione ai Campi Elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz) durante il lavoro. Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, nonché da correnti di contatto. Il capo IV non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine e i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

Agli effetti delle disposizioni del Capo IV si intendono per:

- **Campi elettromagnetici:** campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo di frequenza inferiore o pari a 300 GHz;
- **Valori limite di esposizione:** limiti all'esposizione a campi elettromagnetici che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi a breve termine per la salute conosciuti;
- **Valori di azione:** l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B), corrente indotta attraverso gli arti (IL), e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nel presente capo. Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.

## 1. Normativa di riferimento

La valutazione del rischio specifico è stata effettuata ai sensi della normativa italiana vigente:

- **D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81**, "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

Testo coordinato con:

- **D.L. 3 giugno 2008, n. 97**, convertito con modificazioni dalla **L. 2 agosto 2008, n. 129**;
- **D.L. 25 giugno 2008, n. 112**, convertito con modificazioni dalla **L. 6 agosto 2008, n. 133**;
- **D.L. 30 dicembre 2008, n. 207**, convertito con modificazioni dalla **L. 27 febbraio 2009, n. 14**;
- **L. 18 giugno 2009, n. 69**;
- **L. 7 luglio 2009, n. 88**;
- **D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106**;
- **D.L. 30 dicembre 2009, n. 194**, convertito con modificazioni dalla **L. 26 febbraio 2010, n. 25**;
- **D.L. 31 maggio 2010, n. 78**, convertito con modificazioni dalla **L. 30 luglio 2010, n. 122**;
- **L. 4 giugno 2010, n. 96**;
- **L. 13 agosto 2010, n. 136**;
- **Sentenza della Corte costituzionale 2 novembre 2010, n. 310**;
- **D.L. 29 dicembre 2010, n. 225**, convertito con modificazioni dalla **L. 26 febbraio 2011, n. 10**;
- **D.L. 12 maggio 2012, n. 57**, convertito con modificazioni dalla **L. 12 luglio 2012, n. 101**;
- **L. 1 ottobre 2012, n. 177**;
- **L. 24 dicembre 2012, n. 228**;
- **D.Lgs. 13 marzo 2013, n. 32**;
- **D.P.R. 28 marzo 2013, n. 44**;
- **D.L. 21 giugno 2013, n. 69**, convertito con modificazioni dalla **L. 9 agosto 2013, n. 98**;
- **D.L. 28 giugno 2013, n. 76**, convertito con modificazioni dalla **L. 9 agosto 2013, n. 99**;
- **D.L. 14 agosto 2013, n. 93**, convertito con modificazioni dalla **L. 15 ottobre 2013, n. 119**;
- **D.L. 31 agosto 2013, n. 101**, convertito con modificazioni dalla **L. 30 ottobre 2013, n. 125**;
- **D.L. 23 dicembre 2013, n. 145**, convertito con modificazioni dalla **L. 21 febbraio 2014, n. 9**;
- **D.Lgs. 19 febbraio 2014, n. 19**;
- **D.Lgs. 15 giugno 2015, n. 81**;
- **L. 29 luglio 2015, n. 115**;
- **D.Lgs. 14 settembre 2015, n. 151**;
- **D.L. 30 dicembre 2015, n. 210** convertito con modificazioni dalla **L. 25 febbraio 2016, n. 21**;
- **D.Lgs. 15 febbraio 2016, n. 39**;
- **D.Lgs. 1 agosto 2016, n. 159**;
- **Accordo 7 luglio 2016**;
- **D.L. 30 dicembre 2016, n. 244** convertito con modificazioni dalla **L. 27 febbraio 2017, n. 19**;
- **D.D. 6 giugno 2018, n. 12**.

e conformemente agli indirizzi operativi del Coordinamento Tecnico Interregionale della Prevenzione nei Luoghi di Lavoro:

- **Indicazioni Operative del CTIPL (Rev. 2 del 11 marzo 2010)**, "Decreto legislativo 81/2008, Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro - indicazioni operative".

## 2. Valutazione del Rischio

Nell'ambito della valutazione dei rischi occorre valutare e, quando necessario, misurare o calcolare i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori.

I valori dei livelli dei campi elettromagnetici ottenuti saranno confrontati con i valori d'azione e nel caso questi siano stati superati con i valori limite di esposizione riportati nell'allegato XXXVI del D.Lgs. 9 aprile

2008, n. 81. Nell'ambito della valutazione del rischio si presterà particolare attenzione ai seguenti elementi:

- il livello, lo spettro di frequenza, la durata e il tipo dell'esposizione;
- i valori limite di esposizione e i valori di azione;
- tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio;
- qualsiasi effetto indiretto quale:
  - a) interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri dispositivi impiantati);
  - b) rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici con induzione magnetica superiore a 3 m;
  - c) innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori);
- incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili provocata da scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;
- l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;
- la disponibilità di azioni di risanamento volte a minimizzare i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;
- per quanto possibile, informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria, comprese le informazioni reperibili in pubblicazioni scientifiche;
- sorgenti multiple di esposizione;
- esposizione simultanea a campi di frequenze diverse.

Intervallo di frequenza	Densità di corrente per capo e tronco J	SAR mediato sul corpo intero	SAR localizzato su capo e tronco	SAR localizzato sugli arti	Densità di potenza
	[mA/m <sup>2</sup> ]	[W/kg]	[W/kg]	[W/kg]	[W/m <sup>2</sup> ]
Fino a 1 Hz	40	-	-	-	-
1 Hz - 4 Hz	40/f	-	-	-	-
4 Hz - 1000 Hz	10	-	-	-	-
1000 Hz - 100 kHz	f/100	-	-	-	-
100 kHz - 10 MHz	f/100	0,4	10	20	-
10 MHz - 10 GHz	-	0,4	10	20	-
10 GHz - 300 GHz	-	-	-	-	50

TABELLA 1: Valori limite di esposizione

Note:

f è la frequenza in Hertz.

I valori limite di esposizione per la densità di corrente si prefiggono di proteggere dagli effetti acuti, risultanti dall'esposizione, sui tessuti del sistema nervoso centrale nella testa e nel torace. I valori limite di esposizione nell'intervallo di frequenza compreso fra 1 Hz e 10 MHz sono basati sugli effetti nocivi accertati sul sistema nervoso centrale. Tali effetti

acuti sono essenzialmente istantanei e non v'è alcuna giustificazione scientifica per modificare i valori limite di esposizione nel caso di esposizioni di breve durata. Tuttavia, poiché i valori limite di esposizione si riferiscono agli effetti nocivi sul sistema nervoso centrale, essi possono permettere densità di corrente più elevate in tessuti corporei diversi dal sistema nervoso centrale a parità di condizioni di esposizione.

Data la non omogeneità elettrica del corpo, le densità di corrente dovrebbero essere calcolate come medie su una sezione di un cm<sup>2</sup> perpendicolare alla direzione della corrente.

Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di picco della densità di corrente possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per  $(2)^{1/2}$ .

Per le frequenze fino a 100 kHz e per i campi magnetici pulsati, la massima densità di corrente associata agli impulsi può essere calcolata in base ai tempi di salita/discisa e al tasso massimo di variazione dell'induzione magnetica. La densità di corrente indotta può essere confrontata con il corrispondente valore limite di esposizione. Per gli impulsi di durata tp la frequenza equivalente per l'applicazione dei limiti di esposizione va calcolata come  $f = 1/(2tp)$ .

Tutti i valori di SAR devono essere ottenuti come media su un qualsiasi periodo di 6 minuti.

La massa adottata per mediare il SAR localizzato è pari a ogni 10 g di tessuto contiguo. Il SAR massimo ottenuto in tal modo costituisce il valore impiegato per la stima dell'esposizione. Si intende che i suddetti 10 g di tessuto devono essere una massa di tessuto contiguo con proprietà elettriche quasi omogenee. Nello specificare una massa contigua di tessuto, si riconosce che tale concetto può essere utilizzato nella dosimetria numerica ma che può presentare difficoltà per le misurazioni fisiche dirette. Può essere utilizzata una geometria semplice quale una massa cubica di tessuto, purché le grandezze dosimetriche calcolate assumano valori conservativi rispetto alle linee guida in materia di esposizione.

Per esposizioni pulsate nella gamma di frequenza compresa fra 0,3 e 10 GHz e per esposizioni localizzate del capo, allo scopo di limitare ed evitare effetti uditivi causati da espansione termoelastica, si raccomanda un ulteriore valore limite di esposizione. Tale limite è rappresentato dall'assorbimento specifico (SA) che non dovrebbe superare 10 mJ/kg calcolato come media su 10 g di tessuto.

Le densità di potenza sono ottenute come media su una qualsiasi superficie esposta di 20 cm<sup>2</sup> e su un qualsiasi periodo di  $68/f$  1,05 minuti (f in GHz) per compensare la graduale diminuzione della profondità di penetrazione con l'aumento della frequenza. Le massime densità di potenza nello spazio, mediate su una superficie di 1 cm<sup>2</sup>, non dovrebbero superare 20 volte il valore di 50 W/m<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale per quanto riguarda l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E	Intensità di campo magnetico H	Induzione magnetica B	Densità di potenza di onda piana S <sub>eq</sub>	Corrente di contatto I <sub>C</sub>	Corrente indotta attraverso gli arti I <sub>L</sub>
	[V/m]	[A/m]	[μT]	[W/m <sup>2</sup> ]	[mA]	[mA]
0 - 1 Hz	-	$1,63 * 10^5$	$2 * 10^5$	-	1,0	-
1 - 8 Hz	20000	$1,63 * 10^5/f^2$	$2 * 10^5/f^2$	-	1,0	-
8 - 25 Hz	20000	$2 * 10^4/f$	$2,5 * 10^4/f$	-	1,0	-
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	-	1,0	-
0,82 - 2,5 kHz	610	24,4	30,7	-	1,0	-
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	-	$0,4 * f$	-
65 - 100 kHz	610	$1600/f$	$2000/f$	-	$0,4 * f$	-
0,1 - 1 MHz	610	$1,6/f$	$2/f$	-	40	-
1 - 10 MHz	$610/f$	$1,6/f$	$2/f$	-	40	-
10 - 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	-	-
400 - 2000 MHz	$3 * f^{1/2}$	$0,008 * f^{1/2}$	$0,01 * f^{1/2}$	$f/40$	-	-
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	-	-

TABELLA 2: Valori di azione

Note:

- f è la frequenza espressa nelle unità indicate nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.

- Per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 GHz, Seq, E2, H2, B2 e IL devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di 6 minuti.
- Per le frequenze che superano 10 GHz, Seq, E2, H2 e B2 devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di  $68/f1,05$  minuti (f in GHz).
- Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per  $(2)^{1/2}$ . Per gli impulsi di durata tp la frequenza equivalente da applicare per i valori di azione va calcolata come  $f = 1/(2tp)$ .
- Per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo sono calcolati moltiplicando i pertinenti valori efficaci (rms) per  $10a$ , dove  $a = (0,665 \log (f/10) + 0,176)$ , f in Hz.
- Per le frequenze comprese tra 10 MHz e 300 GHz, i valori di azione di picco sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) corrispondenti per 32 nel caso delle intensità di campo e per 1000 nel caso della densità di potenza di onda piana equivalente.
- Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.
- Per i valori di picco di campi elettromagnetici pulsati modulati si propone inoltre che, per le frequenze portanti che superano 10 MHz, Seq valutato come media sulla durata dell'impulso non superi di 1000 volte i valori di azione per Seq, o che l'intensità di campo non superi di 32 volte i valori di azione dell'intensità di campo alla frequenza portante.

### 3. Elenco delle analisi da eseguire in fase di progettazione esecutiva

Nell'ambito della fase di progettazione esecutiva, nel caso di valutazioni superiori ai valori limite di esposizione dei lavoratori e per ogni singola mansione saranno previste le misure da adottare che di seguito si elencano:

- Metodi di lavoro da adottare per l'ottenimento di una minore esposizione a campi elettromagnetici;
- Dispositivi di sicurezza, schermatura o analoghi meccanismi di protezione dai campi elettromagnetici;
- Attrezzature di lavoro che emettono campi elettromagnetici a minore intensità;
- Predisposizione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature, dei luoghi di lavoro e delle postazioni di lavoro;
- Progettazione dei luoghi e delle posizioni di lavoro al fine di ridurre l'esposizione a campi elettromagnetici;
- Durata delle attività lavorative allo stretto necessario nel caso di esposizione a livelli di campo elettromagnetico superiori ai valori limite;

---

## 4. Fasi e requisiti dei luoghi di lavoro

Le fasi di realizzazione delle opere in progetto sono di seguito raggruppate come segue:

- Fase di apertura cantiere, pulizia e sistemazione delle aree;
- Realizzazione della viabilità interna parco e piazzole di stoccaggio;
- Realizzazione strutture di fondazione aerogeneratori;
- Trasporto Aerogeneratori (trami, navicella, lame);
- Montaggio Aerogeneratori;
- Sistemazione finale del sito interessato dalla viabilità temporanea;
- Trasporto di cabine prefabbricate;
- Posa in opera di cabine prefabbricate;
- Montaggio strutture prefabbricate;
- Realizzazione di cavidotti interni interrati per rete MT: Posa in opera di cavidotti, cablaggio e collegamento aerogeneratori alla RTN;
- Realizzazione cavidotti esterni interrati per rete MT;
- Realizzazione impianto di accumulo;
- Realizzazione sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT e collegamento alla Stazione Elettrica.

L'organizzazione del cantiere è rimandata alla successiva fase di progettazione esecutiva che prevederà tutte le misure di prevenzione e protezione anche nei confronti di eventuali rischi derivanti da esposizione a campi elettromagnetici dei lavoratori impiegati, precisando che nella fase di cantiere l'impianto eolico e le opere connesse (generatore, sistemi di conversione, cabine di trasformazione e cavidotti) si troverà in assenza di tensione elettrica e che pertanto detto rischio sarà eventualmente limitato esclusivamente ad impianti elettrici e macchine di cantiere. Eventuali interferenze di lavorazioni con zone o aree in tensione saranno esaminate nella fase di progettazione esecutiva precisando sin da ora che i luoghi di lavoro con rischio esposizione a campi elettromagnetici (con valori di azione superiori ai limiti sopracitati) saranno indicati con un'apposita segnaletica. Tali aree saranno identificate e l'accesso alle stesse sarà limitato laddove ciò sia tecnicamente possibile.