



CITTA' DI ISPICA

CITTA' DI NOTO

REGIONE SICILIA

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO
"FATTORIA SOLARE GERBI"**
della potenza di 38,096 MW in DC
PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:



REN 173 S.r.l.
Salita di Santa Caterina 2/1
16123 Genova (GE)
P.IVA 02644720993

PROGETTAZIONE:



TÈKNE srl
Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA
Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915
www.gruppotekne.it e-mail: contatti@gruppotekne.it



PROGETTISTA:

Ing. Renato Pertuso
(Direttore Tecnico)

LEGALE RAPPRESENTANTE:

dott. Renato Mansi

CONSULENTE:

Ing. Vincenzo Battistini



TEKNE srl
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
IL PRESIDENTE
Dott. RENATO MANSI

PD

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Tavola: **RE10**

Filename:

TKA748-RE10-R0.doc

Data 1°emissione:

Giugno 2023

Redatto:

V. BATTISTINI

Verificato:

G. PERTUSO

Approvato:

R. PERTUSO

Scala:

Protocollo Tekne:

n° revisione

1				
2				
3				
4				

TKA748

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	4
2.1	NORMATIVA EUROPEA	4
2.2	NORMATIVA NAZIONALE	5
2.3	NORMATIVA REGIONALE	13
2.4	NORME CEI	13
3	INQUINAMENTO DA CAMPI ELETTRMAGNETICI	15
3.1	ELETTRODOTTI (BASSE FREQUENZE)	16
3.2	IMPIANTI DI RADIOCOMUNICAZIONE (ALTE FREQUENZE)	16
4	IL PROGETTO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	18
5	ANTE OPERAM	20
5.1	SITUAZIONE ATTUALE: SORGENTI DI CAMPO ELETTRMAGNETICO PRESENTI	20
6	IN OPERAM	22
7	POST OPERAM	23
7.1	IMPIANTI A SERVIZIO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	23
7.1.1	Moduli fotovoltaici modulo JINKO SOLAR CHEETAH 440Wp	24
7.1.2	Quadro AC	24
7.1.3	Inverter Huawei SUN2000-330KTL-H1	25
7.1.4	Trasformatore MT/bt	25
7.1.5	Cabina MT di campo e cabina di Raccolta MT	26
7.2	POTENZIALI IMPATTI DEGLI IMPIANTI A SERVIZIO DEL COLLEGAMENTO	27
7.2.1	POTENZIALI IMPATTI DEI MODULI FOTOVOLTAICI E DEGLI INVERTER	28
7.2.2	POTENZIALI IMPATTI DELLE LINEE DI COLLEGAMENTO IN CAVO	29
7.2.3	POTENZIALI IMPATTI DELLE CABINE A SERVIZIO DEL CAMPO	30
8	FASE DI DISMISSIONE	35
9	CONCLUSIONI	36



1 PREMESSA

L'esposizione ai campi elettromagnetici, associata al rischio per la salute, è una delle problematiche ambientali di maggiore attualità.

La produzione, il trasporto e l'utilizzazione di energia elettrica insieme al veloce sviluppo dei sistemi di radio telecomunicazione costituiscono uno dei tratti distintivi della società contemporanea e determinano, contestualmente, un aumento dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

Le infrastrutture necessarie alla trasmissione dei segnali e alla distribuzione dell'energia modificano il paesaggio naturale e urbano e le potenziali conseguenze sanitarie dei campi elettromagnetici sono ancora in larga parte sconosciute, soprattutto per quanto riguarda gli effetti a lungo termine determinati da esposizioni prolungate a bassi livelli di campo.

Il presente studio è relativo all'analisi degli impatti indotti dalla realizzazione dell'impianto agrovoltaiico denominato "FATTORIA SOLARE GERBI" nei comuni di Ispica (RG), in località Contrada Cancaleo e nel comune di Noto (SR) in località Contrada Passo Corrado.

L'impianto, oltre ad ospitare i pannelli fotovoltaici, è stato progettato per permettere la coesistenza con colture orticole in biologico con rotazione quinquennale nelle aree all'interno delle recinzioni e tra le strutture fotovoltaiche, mentre nelle aree acquisite al di fuori della recinzione vi saranno grano duro, farro e orzo avvicendati a leguminose, mandorlo e, esclusivamente nel territorio di Noto, Limone di Siracusa IGP. In una piccola area (circa 2 ha) attualmente non coltivata verranno messe a dimora alcune piante fitodepuratrici, selezionate per le loro proprietà depuranti per il terreno

Nello studio verranno descritti il progetto, i principali riferimenti normativi ambientali in materia di elettromagnetismo, la situazione attuale dell'ambiente esterno, le potenziali sorgenti di emissioni elettromagnetiche legate alla realizzazione del progetto e le possibili relative ricadute sull'ambiente circostante.

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

In questo capitolo vengono presentate le principali normative riguardanti i Campi Elettromagnetici.

2.1 NORMATIVA EUROPEA

A livello di normativa europea è da citare la:

- Raccomandazione del Consiglio Europeo, del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz.

In questo provvedimento il Consiglio dell'Unione Europea espone una serie di raccomandazioni agli stati membri, in merito all'adozione di un quadro di limiti fondamentali e di livelli di riferimento ed all'attuazione di misure relative alle sorgenti o alle attività che determinano l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici, quando il tempo di esposizione è significativo.

Ai fini dell'applicazione delle limitazioni basate sulla valutazione dei possibili effetti sulla salute dei campi elettromagnetici, nella raccomandazione della Comunità Europea sono stati distinti i limiti di base e i livelli di riferimento.

Le limitazioni all'esposizione ai campi elettrici magnetici ed elettro-magnetici variabili nel tempo, che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico, sono denominate "limiti di base". In base alla frequenza del campo, le quantità fisiche impiegate per specificare tali limitazioni sono: la densità di flusso magnetico (B), la densità di corrente (J), il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR), e la densità di potenza (S). La densità di flusso magnetico e la densità di potenza negli individui esposti possono essere misurate rapidamente.

I livelli di riferimento, invece, sono indicati a fini pratici di valutazione dell'esposizione in modo da determinare se siano probabili eventuali superamenti dei limiti di base. Alcuni livelli di riferimento sono derivati dai limiti di base fondamentali attraverso misurazioni e/o tecniche informatiche e alcuni livelli di riferimento si riferiscono alla percezione e agli effetti nocivi indiretti dell'esposizione ai campi elettromagnetici. Le quantità derivate sono: l'intensità di campo elettrico (E), l'intensità di campo magnetico (H), la densità del flusso magnetico (B), la densità di potenza (S) e la corrente su un arto (IL). Le grandezze che si riferiscono alla percezione e agli altri effetti indiretti sono la corrente (di contatto) (Ic) e, per i campi pulsati, l'assorbimento specifico di energia (SAR). In qualunque situazione particolare di esposizione, i valori misurati o calcolati di una delle quantità sopra citate possono essere raffrontati al livello di riferimento appropriato. L'osservanza del livello di riferimento garantirà il rispetto delle restrizioni fondamentali corrispondenti. Se il valore misurato supera il livello



di riferimento, non ne consegue necessariamente che sia superata la restrizione fondamentale. In tali circostanze, tuttavia, vi è la necessità di definire se il limite di base sia o meno rispettato.

Da segnalare anche la recente direttiva che riguarda la sicurezza del lavoro:

- Direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE

2.2 NORMATIVA NAZIONALE

L'Italia è stata la prima nazione europea a emanare una disciplina in materia di campi elettromagnetici, in linea con le risultanze scientifiche dei più autorevoli Istituti internazionali. Ciò anche in base all'art. 4 della legge n. 833/1978 (legge recante l'istituzione del SSN) che ha previsto che sia un apposito decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri a fissare una normativa tecnica, periodicamente sottoposta a revisione, sui limiti massimi di esposizione ad inquinanti di natura fisica.

La normativa nazionale e regionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (elettrodotti) e le alte frequenze (impianti radiotelevisivi, stazioni radiobase, ponti radio).

In generale il sistema di protezione dagli effetti delle esposizioni agli inquinanti ambientali distingue tra:

- effetti acuti (o di breve periodo), basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono - con margini cautelativi - la non insorgenza di tali effetti);
- effetti cronici (o di lungo periodo), privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

È importante dunque distinguere il significato dei termini utilizzati nelle leggi (riportiamo le definizioni inserite nella legge quadro):

Limiti di esposizione	valori di campi elettromagnetici che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti
Valori di attenzione	valori di campi elettromagnetici non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo
Obiettivi di qualità	valori di campi elettromagnetici da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai campi elettromagnetici per la protezione da possibili effetti di lungo periodo

È chiaro quindi che i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità non debbano essere considerati come soglie di sicurezza, ma come riferimenti operativi per il conseguimento di obiettivi di tutela da possibili effetti di lungo periodo nell'applicazione del "principio cautelativo".

A livello di normativa nazionale il principale provvedimento di settore è la Legge 22.02.2001 n. 36, - "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

Di seguito vengono presentati, ed in alcuni casi illustrati, i principali provvedimenti legislativi nazionali.

- Legge 22.02.2001 n. 36, - "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"

La presente legge ha per oggetto gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz. In particolare, la presente legge si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici, compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione.

Tale legge intende risolvere, sia in sede nazionale che in sede regionale, le problematiche derivanti dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici, in particolare per ciò che concerne la tutela dai possibili effetti a lungo termine.

Nella legge (art. 3), vengono assunte le seguenti definizioni:

- esposizione: è la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;

- limite di esposizione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettera a);
- valore di attenzione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettere b) e c). Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge.

Tali limiti e valori sono stabiliti con due appositi Decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri, rispettivamente per la popolazione e i lavoratori (vd. art. 4, comma 2) emanati entrambi l'8 luglio 2003.

Sempre nello stesso articolo sono inoltre definiti i seguenti obiettivi di qualità:

- i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8;
- i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

Ulteriori definizioni riguardano:

- elettrodotto: è l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;
- esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici: è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- esposizione della popolazione: è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici;
- stazioni e sistemi o impianti radioelettrici: sono uno o più trasmettitori, nonché ricevitori, o un insieme di trasmettitori e ricevitori, ivi comprese le apparecchiature accessorie, necessari in una data postazione ad assicurare un servizio di radiodiffusione, radiocomunicazione o radioastronomia;

- impianto per telefonia mobile: è la stazione radio di terra del servizio di telefonia mobile, destinata al collegamento radio dei terminali mobili con la rete del servizio di telefonia mobile;
- impianto fisso per radiodiffusione: è la stazione di terra per il servizio di radiodiffusione televisiva o radiofonica.

La Legge Quadro fa, inoltre, chiarezza circa la ripartizione di competenze e di funzioni tra Stato e Regioni in materia di campi elettromagnetici (art. 4), riservando espressamente allo Stato, tra l'altro, la determinazione dei valori di campo elettromagnetico, come sopra individuati.

Particolare interesse riveste poi, nell'ambito della Legge, la disciplina prevista per i risanamenti (art. 9).

Si stabilisce, infatti, che i proprietari delle porzioni della rete elettrica di trasmissione nazionale o coloro che ne abbiano, comunque, la disponibilità sono tenuti a fornire tempestivamente al Gestore della rete (soggetti cui è riservata in concessione, per legge, la gestione del servizio di trasmissione o dispacciamento dell'energia elettrica) ed entro sei mesi dall'entrata in vigore del D.P.C.M. di fissazione dei valori di riferimento, le proposte degli interventi di risanamento delle linee di competenza, nonché tutte le informazioni necessarie ai fini della presentazione, da parte dei suddetti Gestori, delle proposte di piano di risanamento. Le proposte di piano di risanamento dovranno essere presentate entro dodici mesi dall'entrata in vigore del decreto che determina i criteri di elaborazione di detti piani ai sensi dell'art. 4, comma 4 della Legge Quadro.

I risanamenti proposti dovranno essere completati entro dieci anni dalla data di entrata in vigore della legge n. 36/01.

Entro il 31 dicembre 2004 ed entro il 31 dicembre 2008 dovrà essere comunque completato il risanamento degli elettrodotti che non risultano conformi ai limiti di cui all'art. 4 e alle condizioni di cui all'art. 5 del D.P.C.M. del 1992, al fine dell'adeguamento ai limiti di esposizione, ai valori di attenzione e agli obiettivi di qualità previsti dalla legge in esame.

La legge, quindi, anche per esigenze di salvaguardia del servizio elettrico, conferma le scadenze temporali previste per i risanamenti dal D.P.C.M. del 1992 e dal successivo D.P.C.M. del 1995.

Per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV, la proposta di piano di risanamento deve essere presentata al Ministero dell'Ambiente, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV la proposta di piano di risanamento è presentata alla Regione. In caso di inerzia o inadempienza dei Gestori, il piano di risanamento degli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV è adottato dalla Regione.



Il risanamento dovrà effettuato con onere a carico dei proprietari degli elettrodotti; l'inadempimento da parte di questi ultimi o di coloro che ne abbiano comunque la disponibilità comporta il mancato riconoscimento da parte del Gestore del canone di utilizzo relativo alla linea non risanata e la disattivazione dei suddetti impianti, da parte dell'Amministrazione, per un periodo fino a sei mesi, dovendosi comunque garantire l'erogazione del servizio pubblico.

Sanzioni amministrative, salvo che il fatto non costituisca reato, sono previste, all'art. 15, per chiunque, nell'esercizio o nell'impiego di un impianto che genera campi elettromagnetici superiori i limiti di esposizione e i valori di attenzione generati dall'impianto stesso ovvero nei confronti di chi ha in corso di attuazione piani di risanamento, qualora non rispetti i limiti ed i tempi ivi previsti.

- DPCM 08.07.2003 - "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" (GU 29.08.2003 n. 200).

Questo D.P.C.M., la cui emanazione ha comportato l'abrogazione del precedente DPCM 23 aprile 1992, è il riferimento normativo per quanto riguarda le basse frequenze.

Tale decreto fissa i limiti di esposizione e 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. Nel medesimo ambito, il decreto stabilisce anche un obiettivo di qualità per il campo magnetico, ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni.

Tabella 2.a: limiti normativi fissati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 (basse frequenze)

Limite	Tipologia di esposizione	Campo magnetico (μT)	Campo elettrico (kV/m)
Limite di esposizione	Normale esposizione	100	5
Livello di attenzione	Aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere	10 (*)	-
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 elettriche già presenti nel territorio.	3 (*)	-

(*) mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'APAT, sentite le ARPA, ha il compito di definire la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio. Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.

Il precedente decreto del 23 aprile 1992, all'art. 5, stabiliva come limiti di distanze:

- linee a 132 kV ≥ 10 m
 - linee a 220 kV ≥ 18 m
 - linee a 380 kV ≥ 28 m
- DPCM 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, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" (GU 28.08.2003 n. 199).

Questo è l'attuale riferimento normativo per quanto riguarda le alte frequenze, l'emanazione del DPCM ha comportato il superamento del precedente DM 381/98. Il decreto fissa, infatti, i nuovi limiti di esposizione e i valori di attenzione per la prevenzione degli effetti a breve termine e dei possibili effetti a lungo termine nella popolazione dovuti alla esposizione ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Inoltre, fissa gli obiettivi di qualità, ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi medesimi e l'individuazione delle tecniche di misurazione dei livelli di esposizione.

Tabella 3.a: limiti normativi fissati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 (alte frequenze)
(frequenza considerata compresa tra 3 e 3000 MHz)

Limite	Tipologia di esposizione	Campo elettrico (V/m)	Campo magnetico (A/m)
Limite di esposizione	Normale esposizione	20	0,05
Livello di attenzione	All'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari	6	0,016
Obiettivo di qualità	all'aperto nelle aree intensamente frequentate	6	0,016

- Decreto Legislativo 01.08.2003 n. 259, Codice delle Comunicazioni Elettroniche

È una norma che disciplina la normativa nazionale per il settore dei servizi e del mercato delle telecomunicazioni e delle radiocomunicazioni. Recepisce nell'ordinamento italiano i contenuti delle direttive comunitarie 2002/19/CE, 2002/20/CE, 2002/21/CE e 2002/22/CE in materia di accesso al mercato, regime di autorizzazioni su infrastrutture e trasmissioni e obblighi di servizio universale nel settore delle comunicazioni.

- D.M. Ambiente 29.05.2008, Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (GU 5.07.2008 n. 156).

Con questo DM viene approvata la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti proposta dall'APAT e prevista dal DPCM 08.07.2003.

Si applica agli elettrodotti esistenti e in progetto, con linee aeree o interrate, facendo riferimento all'obiettivo di qualità di 3 μ T per l'induzione magnetica, così come stabilito dall'art. 6 del DPCM 08.07.03.

La metodologia stabilisce che sono escluse dall'applicazione alcune tipologie di linee, tra cui le linee telefoniche, telegrafiche e a bassa tensione.

- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 29 Maggio 2008, G.U. 2 luglio 2008 n. 153, Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica (nel seguito DM 29/05/2008)

Si applica a tutti gli elettrodotti, definiti nell'art.3 lett.3 della legge n°36 del 22 febbraio 2001, ed ha lo scopo di fornire la procedura per la determinazione e la valutazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione (10 μ T) e dell'obiettivo di qualità (3 μ T).

- D. L. 18.10.2012 n. 179, (GU 19.10.2012 n. 245).

L'art.14, comma 8 del DL ha introdotto modifiche al 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 ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz". Tali modifiche riguardano il confronto tra i livelli di campo ed i limiti di esposizione e gli obiettivi di qualità. Fra le modifiche si indica anche che le tecniche di misurazione



e di rilevamento dei livelli di esposizione da adottare sono quelle indicate nella norma CEI 211-7 o in specifiche norme emanate successivamente dal CEI.

- Legge 17.12.2012 n. 221, - "Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 18 ottobre 2012, n. 179, recante ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese", allegato 1.

Il Decreto Sviluppo recante "Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese", convertito nel dicembre 2012, ha modificato alcuni aspetti della normativa sulla protezione della popolazione da esposizioni a radiazioni elettromagnetiche emesse da ripetitori per telefonia mobile e trasmettitori radiotelevisivi.

Tutti i valori di riferimento per l'esposizione umana, limiti, valori di attenzione e obiettivi di qualità, non dovranno essere valutati più sulla sezione verticale del corpo umano ma ad una sola altezza: 1,50 m.

I valori di attenzione e gli obiettivi di qualità dovranno essere intesi come media dei valori nell'arco delle 24 ore e non più come media su qualsiasi intervallo di sei minuti. Questa variazione tiene conto del fatto che valori di attenzione e obiettivi di qualità sono riferiti ad esposizioni prolungate nel tempo.

Le aree a permanenza prolungata dove devono essere applicati i valori di attenzione sono state ulteriormente specificate con particolare riferimento alle pertinenze esterne degli edifici.

Le modalità di valutazione preventiva degli impianti e di misura dei livelli di esposizione dovranno essere effettuate sulla base di dati mediati sulle 24 ore. Mentre per le valutazioni teoriche preventive all'installazione si prevede una successiva elaborazione di Linee Guida a cura del Sistema delle Agenzie per l'ambiente, per quanto riguarda le misure si rimanda ad eventuali specifiche norme emanate dal CEI, oltre alla norma CEI 211-7.

- D.M. Ambiente 13.02.2014, "Istituzione del Catasto nazionale delle sorgenti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici e delle zone territoriali interessate al fine di rilevare i livelli di campo presenti nell'ambiente" (GU 11.3.2014 n. 58).

Con questo DM viene istituito il Catasto nazionale delle sorgenti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. L'obiettivo è quello di individuare l'ubicazione delle sorgenti sul territorio per rappresentare lo stato dell'ambiente mediante mappe territoriali di campo elettrico e magnetico.



Attraverso il Catasto Nazionale sarà possibile conoscere l'ubicazione delle sorgenti sul territorio e le loro caratteristiche tecniche, nonché identificare, nel rispetto della normativa sulla riservatezza e tutela dei dati personali, i gestori degli impianti. Ancora, il Catasto sarà utile alla costruzione di mappe territoriali di campo elettrico e magnetico, per rappresentare lo stato dell'ambiente.

- D.M. Ambiente 05.10.2016, Approvazione delle Linee Guida sui valori di assorbimento del campo elettromagnetico da parte delle strutture degli edifici. (GU Serie Generale n.252 del 27-10-2016).

Con questo Decreto il Ministero dell'Ambiente ha approvato le nuove Linee Guida sui valori di assorbimento del campo elettromagnetico da parte delle strutture degli edifici. Le linee guida sono state predisposte dall'ISPRA e dalle ARPA/APPA relativamente ai valori di assorbimento del campo elettromagnetico da parte delle strutture degli edifici, in attuazione del decreto-legge n. 179 del 18 ottobre 2012 e andranno aggiornate con periodicità semestrale con decreto ministeriale.

- DECRETO 7 dicembre 2016 Approvazione delle Linee guida, predisposte dall'ISPRA e dalle ARPA/APPA, relativamente alla definizione delle pertinenze esterne con dimensioni abitabili. (GU Serie Generale n.19 del 24-01-2017)

Il DM va a completare la serie di Linee guida previste dall'art. 14 del DL 179/2012 in fase di valutazione previsionale per la determinazione del campo elettromagnetico prodotto dagli impianti di tele radio comunicazione.

Con il nuovo decreto vengono ora fornite le definizioni delle pertinenze esterne con dimensioni abitabili.

2.3 NORMATIVA REGIONALE

La legge quadro nazionale n. 36 del 2001 ha ripartito funzioni e compiti a livello statale, regionale e locale, affidando alle Agenzie di protezione ambientale presenti in ogni Regione compiti di accertamento tecnico e di consulenza tecnico-scientifica.

2.4 NORME CEI

Molto ricca la normativa tecnica di settore, da segnalare:

- Norma CEI 211-4 del 1996 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"



- Norma CEI 211-6 del 2001 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz— 10kHz.
- Norma 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 I"

Guida CEI 106-12 "Guida pratica ai metodi di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT".

3 INQUINAMENTO DA CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il fenomeno definito "inquinamento elettromagnetico" è legato alla generazione di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici artificiali, cioè non attribuibili al naturale fondo terrestre o ad eventi naturali, ad esempio il campo elettrico generato da un fulmine. Sulla Terra, infatti, è da sempre presente un fondo elettromagnetico naturale al quale con il progresso tecnologico si sono aggiunte le onde elettromagnetiche prodotte da impianti di radiocomunicazione, elettrodotti e dalla maggior parte degli apparecchi alimentati da energia elettrica.

I campi elettromagnetici si propagano sotto forma di onde elettromagnetiche, per le quali viene definito un parametro, detto frequenza, che indica il numero di oscillazioni che l'onda elettromagnetica compie in un secondo. L'unità di misura della frequenza è l'Hertz (1 Hz equivale a una oscillazione al secondo). Sulla base della frequenza viene effettuata una distinzione tra:

- inquinamento elettromagnetico generato da campi a bassa frequenza (0 Hz – 300 Hz), nel quale rientrano i campi generati dagli elettrodotti che emettono campi elettromagnetici a 50 Hz;
- inquinamento elettromagnetico generato da campi ad alta frequenza (10 MHz – 300 GHz) nel quale rientrano i campi generati dagli impianti radio-TV e di telefonia mobile.

Questa distinzione è necessaria in quanto le caratteristiche dei campi in prossimità delle sorgenti variano al variare della frequenza di emissione, così come variano i meccanismi di interazione di tali campi con gli esseri viventi e quindi le possibili conseguenze per la salute.

La propagazione di onde elettromagnetiche come gli impianti radio-TV e per la telefonia mobile, o gli elettrodotti per il trasporto e la trasformazione dell'energia elettrica, da apparati per applicazioni biomedicali, da impianti per lavorazioni industriali, come da tutti quei dispositivi il cui funzionamento è subordinato a un'alimentazione di rete elettrica, come gli elettrodomestici. Mentre i sistemi di tele radiocomunicazione sono progettati per emettere onde elettromagnetiche, gli impianti di trasporto e gli utilizzatori di energia elettrica, emettono invece nell'ambiente circostante campi elettrici e magnetici in maniera non intenzionale.

La maggiore fonte di inquinamento a bassa frequenza sono gli elettrodotti; per quanto riguarda le alte frequenze gli impianti di radiocomunicazione ed in particolare, gli impianti per la diffusione RTV e gli impianti per la telefonia cellulare.

3.1 ELETTRODOTTI (BASSE FREQUENZE)

Nella banda delle basse frequenze (0-300 Hz) la sorgente di inquinamento di gran lunga più diffusa è quella derivante dal sistema di produzione, trasporto e utilizzo finale dell'energia elettrica (50 Hz). Gli elettrodotti svolgono la funzione di trasportare e distribuire l'energia elettrica, e sono classificati in funzione della tensione. Sono quindi suddivisi in:

- linee ad altissima tensione (380 kV) per il trasporto di energia elettrica su grandi distanze;
- linee ad alta tensione (220 kV e 132 kV) per la distribuzione dell'energia elettrica; normalmente aeree possono essere anche interrate;
- linee a media tensione (15-20 kV) per la fornitura a industrie, centri commerciali e grandi condomini, possono essere aeree o interrate;
- linee a bassa tensione (220-380 V) per la fornitura a singole abitazioni e piccole utenze, possono essere aeree o interrate.

Una forma di inquinamento puntiforme è dovuta alle cabine di trasformazione primarie o secondarie: le primarie sono di norma isolate dalle abitazioni e non pongono particolari problemi, le secondarie sono invece poste vicino o all'interno degli edifici.

A basse frequenze il campo elettrico espresso come valore efficace E (V/m), legato direttamente alla tensione, si misura separatamente dal campo magnetico H , legato invece alla corrente elettrica, e per il quale si assume come unità di misura il microtesla microT (induzione magnetica). Essendo la tensione della linea un fattore costante per un dato elettrodotto, il valore efficace del campo elettrico E in un dato punto risulta costante nel tempo, e la sua intensità diminuisce all'aumentare della distanza dal conduttore. Il campo elettrico è inoltre facilmente schermabile, e tra l'interno e l'esterno di un edificio si ha una notevole differenza della sua intensità.

Il campo di induzione magnetica H varia con l'intensità della corrente elettrica che transita sulla linea e dipende dalla potenza transitante. L'intensità del campo H diminuisce con l'aumentare della distanza dalla linea, ma contrariamente al campo E è difficilmente schermabile; quindi, tra l'interno e l'esterno di un edificio la sua intensità risulta praticamente invariata.

3.2 IMPIANTI DI RADIOCOMUNICAZIONE (ALTE FREQUENZE)

Le principali fonti di inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza sono gli impianti di radiocomunicazione, ed in particolare gli impianti di radiodiffusione televisiva e radiofonica e le Stazioni Radio Base per la telefonia cellulare. Ai suddetti impianti bisogna comunque aggiungere altre tipologie di impianti di tecnologie più recenti, quali il wi-fi e il wi-max, i quali benché di potenze

in genere limitate, in futuro a causa di una possibile diffusione capillare potrebbero diventare una fonte di inquinamento importante, se non la principale.

Gli impianti di radiodiffusione televisiva e radiofonica sono di norma collocati in punti elevati del territorio, al di fuori dei centri abitati, e coprono bacini di utenza che possono interessare anche più province. La loro potenza è spesso superiore al kW.

Le stazioni radio base vengono invece installate in città e vicino ai centri abitati coprendo ciascuna un'area di territorio (cella) di estensione contenuta con potenze di emissione dell'ordine delle decine di watt. Essendo quindi assai diffuse nei centri abitati, le SRB sono gli impianti che generano nella popolazione maggiori preoccupazioni. Grazie alle valutazioni preventive effettuate dalle ARPA in sede di autorizzazione, questa tipologia di impianti non crea in genere situazioni di superamento dei limiti normativi. Gli impianti di radiodiffusione invece, in particolare quelli radiofonici (radio FM), i quali hanno potenze di irradiazione elevate la cui installazione risale non raramente a decenni o sono in alcuni casi creano possono creare situazioni di superamento dei limiti normativi.

4 IL PROGETTO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

L'impianto agrovoltaico denominato "FATTORIA SOLARE GERBI" verrà realizzato nei comuni di Ispica (RG), in località Contrada Cancaleo e nel comune di Noto (SR) in località Contrada Passo Corrado.

La società REN 173 S.r.l. (Salita di Santa Caterina 2/ISC. B - 16123 Genova) ha disposto la progettazione delle opere necessarie per la realizzazione di un impianto fotovoltaico da 38,096 MWp (DC).

Il progetto prevede che l'impianto sia frazionato in 13 sottocampi (7 con potenza da 3,150 MW, 4 con potenza da 2,5 MW e 2 con potenza da 2,0 MW) e di trasformare l'energia elettrica da bassa tensione a media tensione in ogni singolo trasformatore previsto per ogni sottocampo.

Nello specifico gli impianti si trovano in due comuni:

- Impianto nel Comune di Ispica, in località Contrada Cancaleo
- Impianto nel Comune di Noto, in località Contrada Passo Corrado



Ubicazione del campo fotovoltaico su ortofoto satellitare (fonte Google Earth)

L'area oggetto di realizzazione del parco fotovoltaico si trova ad un'altitudine media di m 20 s.l.m. e le coordinate geografiche, nel sistema Geografico-WGS84 sono:

ISPICA	NOTO
latitudine: 36°43'4.328" Nord	latitudine: 36°43'0.071" Nord
longitudine: 14°58'43.55" Est	longitudine: 15°0'53.366" Est

CATASTO TERRENI:

Comune di Ispica (RG):

- Foglio 81 – p.lle 19-44-254-848-849-851-853-856-858-860-862-864-865-3-85-248-26-27-97-98-173-175-250-847-850-852-854-861-863-866-867-868-870-149-8-154-153-155-214.

Comune di Noto (SR):

- Foglio 423 – p.lle 39-40-41-55-127-130-381-382;

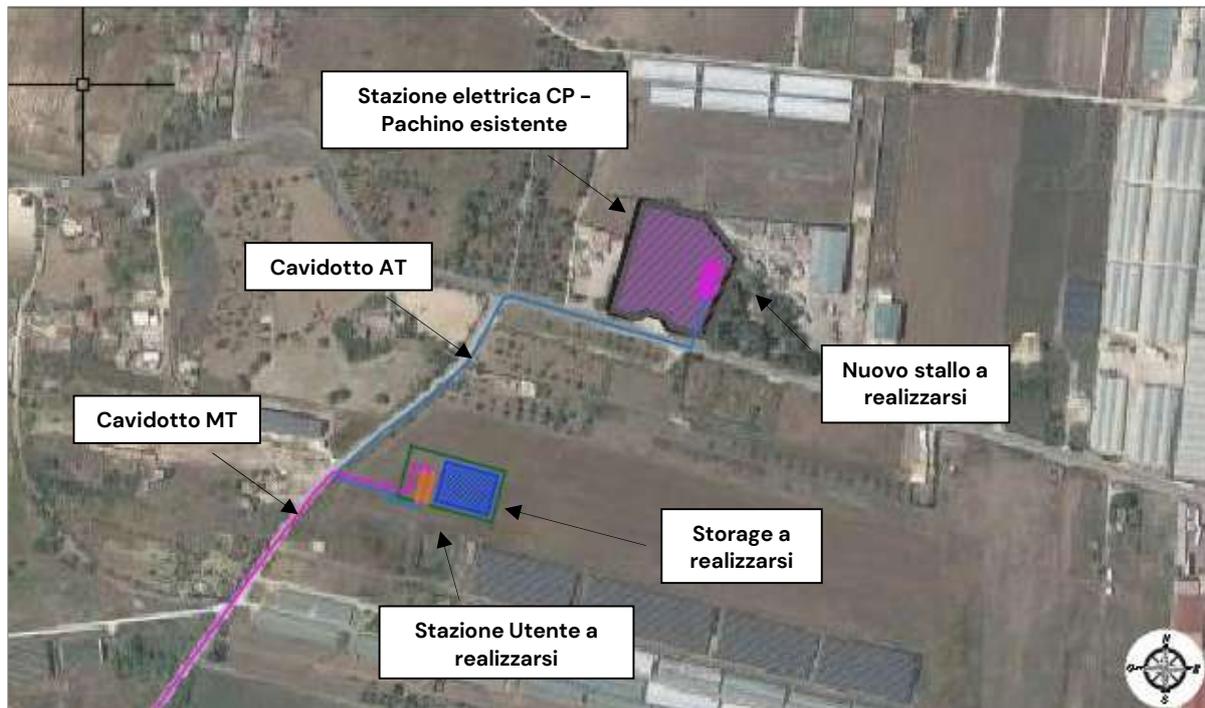
All'interno dell'area, oltre alle stringhe fotovoltaiche, verranno collocate strutture prefabbricate utili allo svolgimento di alcune attività legate all'impianto.

Il punto di consegna è previsto presso il Comune di Pachino dove è già presente la CP ENEL in località C. Nova (Foglio 13, P.lla 452).

Qui verrà realizzata un'are di StepUp e di storage identificata come segue al catasto terreni:

Comune di Pachino (SR):

- Foglio. 13, p.lle 95-97-98--99-100-101-102



Ubicazione del punto di consegna presso il Comune di Pachino

5 ANTE OPERAM

In questo capitolo vengono descritte le eventuali sorgenti di campo elettromagnetico presenti attualmente nell'ambito territoriale oggetto di studio.

5.1 SITUAZIONE ATTUALE: SORGENTI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO PRESENTI

Al fine di verificare la presenza di potenziali altre sorgenti di campo elettromagnetico presenti attualmente nell'ambito territoriale oggetto di studio, e potenzialmente interferenti, è stata fatta una analisi del territorio per quanto riguarda la presenza di elettrodotti esistenti in prossimità del campo fotovoltaico in progetto.

Si ricorda che le sorgenti a bassa frequenza di maggior interesse dal punto di vista dei rischi connessi all'esposizione della popolazione sono costituite dalle linee ad altissima e ad alta tensione utilizzate per il trasporto e la distribuzione di energia elettrica.

Per comprenderne l'utilizzo e la presenza sul territorio, si ricorda che le linee elettriche sono classificabili in funzione della tensione di esercizio come:

- linee ad altissima tensione (380 kV), per il trasporto dell'energia elettrica su grandi distanze;

- linee ad alta tensione (220 kV e 132 kV), per la distribuzione dell'energia elettrica – le grandi utenze (industrie con elevati consumi) possono avere direttamente la fornitura alla tensione di 132KV;
- linee a media tensione (generalmente 15 kV), per la fornitura ad industrie, centri commerciali, grandi condomini ecc.;
- linee a bassa tensione (220-380 V), per la fornitura alle piccole utenze, come le singole abitazioni.

6 IN OPERAM

Nella fase "in operam", ovvero di cantiere, alla luce delle informazioni disponibili in questa fase della progettazione, non ci sono da segnalare particolari impatti per questa componente.

In ogni modo la scelta degli eventuali macchinari necessari alla realizzazione dell'opera, potenzialmente fonti di campi, sarà sempre fatta nel pieno rispetto della normativa vigente. I macchinari saranno utilizzati e posizionati in modo da evitare vicinanza a luoghi con stazionamento superiore alle quattro ore.



7 POST OPERAM

In questo Capitolo verranno descritti gli impianti in progetto a servizio del campo fotovoltaico e verranno analizzati i possibili impatti nella fase "post operam" ovvero nella fase di esercizio.

Si rimanda comunque per schemi e maggiori dettagli alle Relazioni Tecniche Specialistiche.

7.1 IMPIANTI A SERVIZIO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

Le parti che compongono il sistema fotovoltaico sono:

- generatore fotovoltaico
- strutture di sostegno ed ancoraggio (fisse)
- cavi, cavidotti,
- quadri in cc
- gruppo di conversione cc/ca
- trasformatori MT/BT
- cabine di raccolta MT
- trasformatori AT/mt

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da un totale di 2.237 stringhe, per un totale di 58.162 moduli fotovoltaici, per una potenza totale complessiva installata di 38,096 MWp. Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in stringhe singolarmente sezionabili.

Da un punto di vista elettrico il sistema fotovoltaico è stato suddiviso in 13 sottocampi indipendenti (7 con potenza da 3,150 MW, 4 con potenza da 2,5 MW e 2 con potenza da 2,0 MW) e di trasformare l'energia elettrica da bassa tensione a media tensione in ogni singolo trasformatore previsto per ogni sottocampo.

La conversione da corrente continua in corrente alternata è effettuata, invece, mediante un numero variabile di inverter trifase di stringa per ogni sottocampo. Ciascun inverter sarà collegato ad un quadro AC e quindi poi al singolo trasformatore del sottocampo.

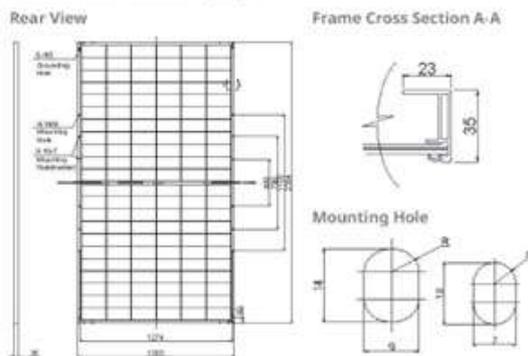
Sempre al fine di ottimizzare la produzione annuale, si è scelto di utilizzare un sistema ad orientamento variabile (**Tracker**), che consente all'impianto di seguire il sole durante il periodo di rotazione della terra, da est a ovest, ovvero un sistema ad inseguimento sull'asse fisso nord-sud, orizzontale rispetto al terreno, con i moduli che cambieranno orientamento durante il giorno passando da Est a Ovest con un tilt pari a +/- 60° sull'orizzontale.



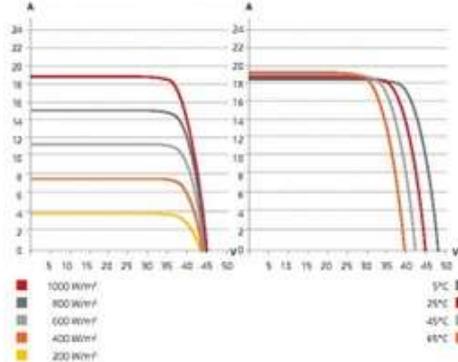
7.1.1 Moduli fotovoltaici modulo JINKO SOLAR CHEETAH 440Wp

Il modulo CANADIAN SOLAR BiHiKu CS7N-655MB-AG è composto da celle solari rettangolari realizzate con silicio monocristallino.

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS7N-650MB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-635MB-AG	635 W	37.3 V	17.03 A	44.4 V	18.27 A	20.4%
Bifacial Gain**	5%	667 W	37.3 V	17.89 A	19.18 A	21.5%
	10%	699 W	37.3 V	18.74 A	20.10 A	22.5%
	20%	762 W	37.3 V	20.44 A	21.92 A	24.5%
CS7N-640MB-AG	640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%
Bifacial Gain**	5%	672 W	37.5 V	17.92 A	19.23 A	21.6%
	10%	704 W	37.5 V	18.78 A	20.14 A	22.7%
	20%	768 W	37.5 V	20.48 A	21.97 A	24.7%
CS7N-645MB-AG	645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%
Bifacial Gain**	5%	677 W	37.7 V	17.97 A	19.27 A	21.8%
	10%	710 W	37.7 V	18.84 A	20.19 A	22.9%
	20%	774 W	37.7 V	20.53 A	22.02 A	24.9%
CS7N-650MB-AG	650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%
Bifacial Gain**	5%	683 W	37.9 V	18.03 A	19.31 A	22.0%
	10%	715 W	37.9 V	18.88 A	20.23 A	23.0%
	20%	780 W	37.9 V	20.59 A	22.07 A	25.1%
CS7N-655MB-AG	655 W	38.1 V	17.20 A	45.2 V	18.43 A	21.1%
Bifacial Gain**	5%	688 W	38.1 V	18.06 A	19.35 A	22.1%
	10%	721 W	38.1 V	18.93 A	20.27 A	23.2%
	20%	786 W	38.1 V	20.64 A	22.12 A	25.3%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.
 ** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-635MB-AG	476 W	35.0 V	13.61 A	42.0 V	14.73 A
CS7N-640MB-AG	480 W	35.2 V	13.64 A	42.2 V	14.77 A
CS7N-645MB-AG	484 W	35.3 V	13.72 A	42.3 V	14.80 A
CS7N-650MB-AG	487 W	35.5 V	13.74 A	42.5 V	14.83 A
CS7N-655MB-AG	491 W	35.7 V	13.76 A	42.7 V	14.86 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	39.4 kg (86.9 lbs)
Front / Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm² (IEC)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or customized length*
Connector	T4 series or H4 LTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	480 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

7.1.2 Quadro AC

Il quadro AC è costituito da un quadro elettrico in corrente alternata, preposto a raccogliere il collegamento in parallelo degli inverter di stringa di un singolo sottocampo.



Il quadro è integrato nella stazione di trasformazione. Essa prevede infatti una sezione di BT costituita da due quadri da 18 ingressi ciascuno per il collegamento degli inverter di stringa al rispettivo trasformatore di sottocampo.

7.1.3 Inverter Huawei SUN2000-330KTL-H1

Ciascuna stringa è collegata ad un ingresso dell'apparato di conversione dell'energia elettrica, da corrente continua a corrente alternata, costituito da inverter di tipo Huawei SUN2000-330KTL-H1, con le caratteristiche di seguito riportate:

SG2500HV

Lato corrente continua

Range operativo di tensione: 0 ÷ 1500 Vcc
 Range di tensione in MPPT: 500 ÷ 1500 Vcc

Lato corrente alternata

Potenza nominale: 300 W
 Tensione nominale: 800 V
 Frequenza nominale: 50 Hz
 Fattore di potenza: 1

Sistema

Rendimento massimo: 99.0%
 Temperatura ambiente di funzionamento: - 25 ÷ 60°C
 Sistema di raffreddamento: Smart Air Cooling
 Grado di protezione: IP66
 Umidità ambiente di funzionamento: 0% ÷ 100%
 Metodo di raffreddamento: Controllo della temperatura tramite raffreddamento forzato ad aria
 Conformità: EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 62910, IEC 60068, IEC 61683, CEA2019, IEC 61727
 Comunicazioni: MODBUS, USB, RS485, WLAN
 Dimensioni: 1.048 x 0.732 x 0.395 m (LxPxH)

7.1.4 Trasformatore MT/bt

La trasformazione MT/bt avviene attraverso dei trasformatori, in resina, della potenza di 2000 kVA, 2500 kVA e 3150kVA centralizzati. Le caratteristiche costruttive dei trasformatori sono le seguenti.

Trafo da 2000 kVA

Potenza nominale trasformatore: 2000 kVA
 Livelli di tensione bt/MT: 0,8 kV / 36 kV
 Tipo di collegamento: Dy11
 Sistema raffreddamento: AN – Air Natural



Trafo da 2500 kVA

Potenza nominale trasformatore:	2500 kVA
Livelli di tensione bt/MT:	0,8 kV / 36 kV
Tipo di collegamento:	Dy11
Sistema raffreddamento:	AN – Air Natural

Trafo da 3150 kVA

Potenza nominale trasformatore:	3150 kVA
Livelli di tensione bt/MT:	0,8 kV / 36 kV
Tipo di collegamento:	Dy11
Sistema raffreddamento:	AN – Air Natural

7.1.5 Cabina MT di campo e cabina di Raccolta MT

A valle di ciascun trasformatore sono previsti:

- un interruttore MT a 30kV – 16kA;
- due sezionatori MT a 30 kV oppure un solo sezionatore per i collegamenti in antenna.

Data l'estensione dell'impianto e la particolare articolazione nella suddivisione in molteplici lotti si è convenuto per la collocazione di più cabine di raccolta, nello specifico 3, in maniera tale da convogliare in ciascuna di esse un numero più o meno omogeneo di sottocampi e far sì che da ogni singola Cabina di Raccolta partisse un cavo di collegamento verso la Cabina di Raccolta Generale.

Si rimanda alla relazione "RE05-Relazione specialistica e calcoli impianto fotovoltaico" per ulteriori approfondimenti.

7.2 POTENZIALI IMPATTI DEGLI IMPIANTI A SERVIZIO DEL COLLEGAMENTO

Gli studi esistenti, di solito, non si riferiscono al termine campo elettromagnetico, ma prendono in esame il campo elettrico e il campo magnetico in maniera separata. La frequenza di questi campi (50 Hz) è così bassa da poter adottare la cosiddetta approssimazione quasi-statica: la variazione nel tempo dei campi è così lenta che la legge dell'induzione elettromagnetica di Faraday non può produrre effetti apprezzabili. In questo modo viene a mancare la possibilità dei campi elettromagnetici di propagarsi nello spazio allontanandosi dalla sorgente alla velocità della luce (come invece avviene, per esempio, per le onde radio, caratterizzate da frequenze di molto maggiori). Da queste considerazioni deriva la possibilità di considerare il campo elettrico e il campo magnetico prodotti da una linea ad alta tensione come due agenti fisici separati. La presenza dei campi produce degli effetti soltanto in una regione di spazio limitrofa alla sorgente, e tali effetti vanno analizzati separatamente.

Il campo elettrico generato da un elettrodotto è legato alla tensione della corrente che scorre nella linea (fino a 380 kV in Italia). Poiché la tensione di una linea, almeno nominalmente, è fissa, ne risulta che i livelli di campo elettrico sono sostanzialmente stabili. La stessa considerazione, invece, non si può estendere al campo magnetico generato dalla stessa linea, poiché questo è legato alla corrente elettrica che circola nei cavi, che può presentare grosse fluttuazioni in relazione alla domanda istantanea di energia.

Per la valutazione dei possibili effetti sanitari ed ambientali si considera il cosiddetto livello di campo elettrico indisturbato, cioè quello che si misurerebbe idealmente in assenza di qualsiasi perturbazione (compreso l'individuo esposto). I principali parametri che concorrono a determinare l'intensità di campo elettrico presente nei pressi di una linea ad alta tensione sono:

- l'altezza a cui sono posti i cavi dal terreno;
- la configurazione geometrica dei conduttori e dei cavi di terra sui piloni e, nel caso di più cavi uno vicino all'altro, la relativa sequenza di fase;
- la vicinanza di altri oggetti di grande altezza (come alberi o alte recinzioni metalliche);
- la distanza laterale rispetto all'asse longitudinale della linea;
- l'altezza rispetto al suolo del punto in cui si valuta il livello di campo;
- l'effettiva tensione di lavoro della linea, piuttosto che quella nominale.

All'interno di edifici che si trovano nelle vicinanze di una linea ad alta tensione il livello di campo elettrico risulta di solito ridotto di un fattore compreso fra 10 e 100 rispetto al livello del campo indisturbato (a seconda della struttura dell'edificio e dei materiali di cui è costituito).



Il valore del campo magnetico presenta una forte variazione, non solo temporale (per le fluttuazioni istantanee della corrente circolante), ma anche spaziale, con picchi localizzati nelle immediate vicinanze delle sorgenti. Il campo magnetico sotto un elettrodotto ad alta tensione risulta in larga misura diretto trasversalmente all'asse longitudinale della linea, con valori che dipendono dalla corrente circolante e dalle relazioni di fase fra i conduttori. A livello del suolo, il valore massimo dell'induzione magnetica sotto la maggior parte delle linee esistenti è pari a circa 10-15 nT per ogni ampere di corrente circolante. Tenendo conto della corrente effettivamente circolante, questi valori si traducono in livelli dell'ordine di 10-20 μ T. A differenza del campo elettrico, il campo magnetico non viene sostanzialmente schermato dalle pareti di un'abitazione.

Nel nostro caso, per la fase di esercizio, gli impatti dal punto di vista dei Campi Elettromagnetici sono potenzialmente dovuti alle seguenti apparecchiature elettriche:

- I moduli fotovoltaici;
- Inverter;
- gli elettrodotti di collegamento;
- le Cabine di trasformazione bt/MT;
- le cabine di raccolta.

7.2.1 POTENZIALI IMPATTI DEI MODULI FOTOVOLTAICI E DEGLI INVERTER

Per quanto riguarda i moduli fotovoltaici va considerato che essi generano correnti continue la cui entità è variabile con la radiazione incidente sulla loro superficie. La massima corrente che attraversa i cavi uscenti da un modulo fotovoltaico è di pochi Ampere, senza generazione di un campo elettromagnetico significativo.

Inoltre, i moduli fotovoltaici devono essere tutti certificati secondo le Norme CEI.

Il loro impatto può essere considerato irrilevante.

Gli inverter sono apparecchiature costituite per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. Inoltre, il legislatore ha previsto che tali macchinari, per essere immessi sul mercato, debbano possedere tutta una serie di 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).

Gli inverter non emettono quindi campi elettromagnetici rilevanti e si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo Elettro Magnetico.

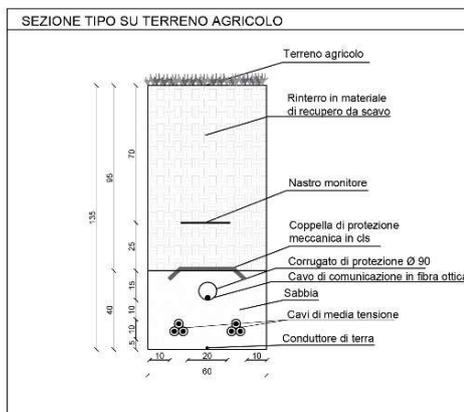
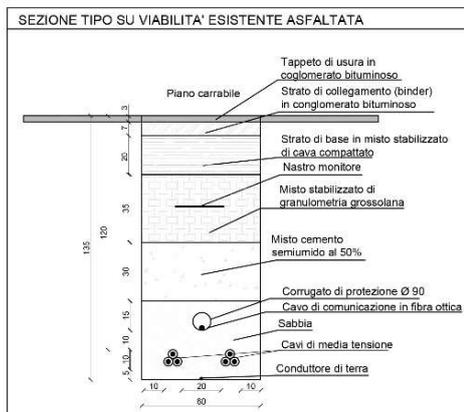
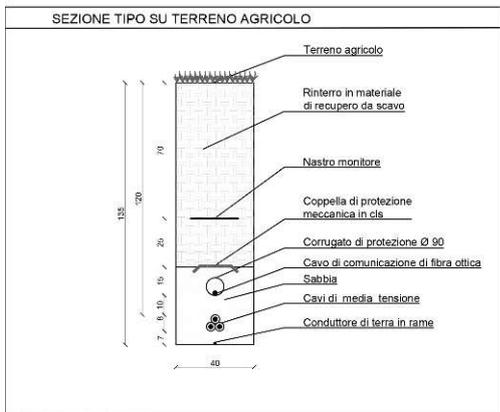
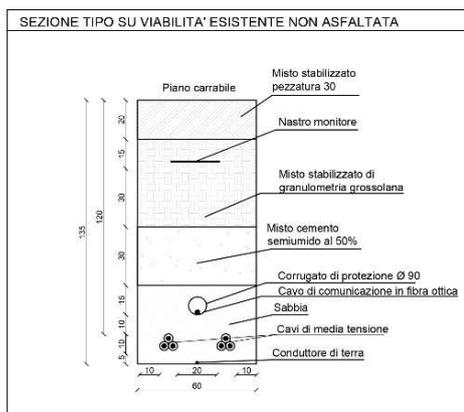
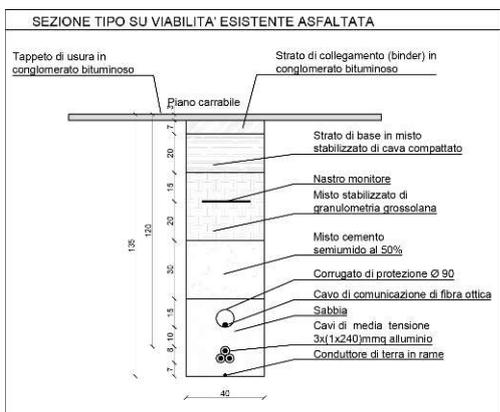


7.2.2 POTENZIALI IMPATTI DELLE LINEE DI COLLEGAMENTO IN CAVO

il percorso cavidotto prevede l'interramento di:

- una terna di cavi per il collegamento interno tra Lotto 5 a Lotto 1-2-3-4
- una terna di cavi per il tratto da Cabina di Raccolta 1 (Lotto 1-2-3-4) a Cabina di Raccolta 2 (Lotto 6-7),
- due terne di cavi MT da Cabina di Raccolta 2 a Cabina di Raccolta Generale (Lotto 8),
- due terne di cavi MT da Cabina di Raccolta Generale a Sottostazione di Elevazione.

Si riportano di seguito le sezioni tipo.



Le modalità di scavo adottate per la posa interrata dei cavidotti saranno i seguenti:

- a) scavo in trincea aperta;
- b) scavo in trivellazione orizzontale controllata (TOC);

Si fa presente che i collegamenti da trafo a cabina di raccolta sarà realizzato con cavo elicordato del tipo ARG7HIEX 3x1x185mmq.

Per i nuovi elettrodotti si applicano le prescrizioni di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 08/07/03 che fissa per il valore dell'induzione magnetica l'obiettivo di qualità di 3 μ T in corrispondenza di aree con permanenza non inferiore a quattro ore giornaliere.

L'utilizzo di cavi ad elica visibile fa sì che detta tipologia di linea è esclusa dalla valutazione, in base a quanto prescritto dal D.M. 29/05/2008 al punto 3.2 ed a quanto indicato nella norma CEI 106-11 ai punti 7.1.1 e 7.1.2 in quanto il rispetto della normativa tecnica in vigore, DM 16.01.1991 e DM 21.3.1988 n. 449 e s.m.i., garantisce anche il conseguimento dell'obiettivo di qualità prescritto dal DPCM 08/07/2003.

Nel caso della posa all'interno del campo fotovoltaico il cavidotto si trova interrato in corrispondenza di aree dove non è prevista la permanenza di persone.

Nel caso del passaggio del cavidotto interrato sotto la strada esterna, dove è necessario garantire valori di induzione magnetica inferiori a 3 μ T, è rispettato quanto prescritto dalla norma CEI 106-11 al paragrafo 7.1.1 - Fasce di rispetto per linee MT e BT in cavo cordato ad elica sotterraneo:

"Le linee in cavo sotterraneo sono posate ad una profondità di circa 80 cm (anche 120 nel nostro caso) per cui, ..., già a livello del suolo sulla verticale del cavo e nelle condizioni limite di portata si determina una induzione magnetica inferiore a 3 μ T. Ciò significa che per questa tipologia di impianti non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque."

7.2.3 POTENZIALI IMPATTI DELLE CABINE A SERVIZIO DEL CAMPO

Come descritto a servizio del campo verranno realizzate 13 Cabine di Campo per trasformatore, 2 cabine di raccolta, 1 cabina di Raccolta Generale.

Le cabine elettriche di trasformazione secondaria (cabine MT/BT) possono generare campi significativi nei potenziali edifici vicini soltanto se si tratta di cabine in elevazione e allacciate a linee aeree, ma solo nel caso in cui i conduttori passino vicino agli edifici. Se le cabine esterne sono allacciate in cavo, il campo elettrico e soprattutto quello magnetico che si trovano attorno a tale

impianto sono trascurabili già a pochi metri di distanza dalla parete della cabina stessa (circa 2-3 m), qualunque sia la posizione interna del trasformatore.

Le nuove cabine in esame presentano condizioni favorevoli, poiché distanti da altri edifici ed alimentate in cavo interrato realizzato nel pieno rispetto della normativa vigente e quindi senza impatti significati.

All'interno delle cabine le principali sorgenti di emissione sono i trasformatori.

La presenza del trasformatore BT/MT viene usualmente presa in considerazione limitatamente alla generazione di un campo magnetico nei locali vicini a quelli di cabina.

Il DM 29 maggio 2008 introduce le seguenti definizioni:

- Distanza di Prima Approssimazione (DPA): 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 dal suolo disti dalla proiezione della linea più della DPA, si trovi all'esterno della fascia di rispetto. Per le cabine di trasformazione è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisca i requisiti di cui sopra;
- fascia di rispetto: spazio circostante un elettrodotto 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 all'obiettivo di qualità.

L'ampiezza delle DPA si determina in base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, per i casi in cui la potenza del singolo trasformatore è inferiore ai 630 kVA.

Tale determinazione si basa sulla corrente di bassa tensione del trasformatore e considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Per determinare le DPA si applica quanto esposto nel cap.5.2.1 e cioè:

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

dove:

DPA= distanza di prima approssimazione (m)

I= corrente nominale (A)

x= diametro dei cavi (m) (diametro reale dei cavi, ovvero conduttore + isolante)

Ad esempio, volendo applicare questo metodo al caso di un trasformatore come quello per i Servizi Ausiliari delle cabine di raccolta (da 100 kVA) considerando le grandezze standard si ottiene una DPA pari a 1,5 m, ovvero con impatto molto contenuto.

Per quanto riguarda il nostro campo abbiamo anche la presenza di 13 cabine di trasformazione nei vari sottocampi.

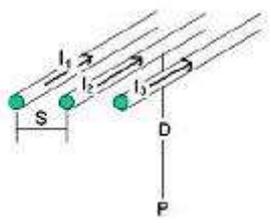
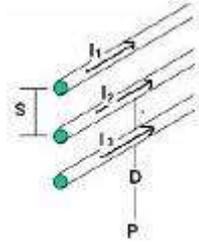
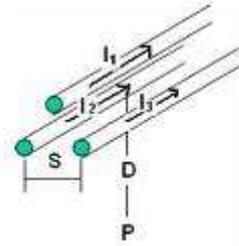
In particolare, abbiamo 13 cabine con trasformatore da 2000 kVA o da 3150 kVA.

Per i casi di trasformatori superiori ai 630 kVA, come detto, non è possibile utilizzare la formula base contenuta nel DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1.

Abbiamo visto che le principali fonti di campo magnetico sono i cavi percorsi da corrente: maggiore sarà la corrente che percorre il cavo, maggiore sarà il campo magnetico generato.

Pertanto, se supponiamo ipoteticamente che lungo il perimetro della cabina transitino tutti i cavi in uscita dal trasformatore MT/BT lato bassa tensione e che questi cavi siano percorsi dalla corrente nominale del trasformatore stesso possiamo individuare una distanza dal perimetro della cabina oltre la quale è ragionevolmente prevedibile un valore di induzione magnetica inferiore ai 3 μ T.

Per la determinazione del campo magnetico generato da cavi percorsi da corrente possiamo fare riferimento alla norma CEI 106-12 "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT" che ci fornisce la seguente formula:

a) Terna trifase di conduttori in piano	b) Terna trifase di conduttori in verticale	c) Terna trifase di conduttori a triangolo
		
$B(\mu T) = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I S}{D D}$		$B(\mu T) = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{I S}{D D}$

dove:

B = induzione magnetica [mT]

I = corrente che percorre i conduttori [A]

S = distanza fra le fasi [m]

D = distanza dalla terna di conduttori del punto "P" dove si vuole calcolare il valore di induzione magnetica[m]

Utilizzando la formula inversa avremo che la distanza D per cui B=3 μT sarà

$$D = \text{radq}[(0,2 * 1,73 * I * S) / 3]$$

In analogia a quanto previsto dal DM 29/05/08 si può considerare la distanza fra le fasi "S" pari al diametro reale dei cavi (conduttore + isolante); in caso di cavi in parallelo per ciascuna fase si può cautelativamente considerare "S" pari alla somma di tutti i diametri dei cavi costituenti la formazione di una singola fase.

Allo stesso modo sembra ragionevole approssimare il valore D al mezzo metro superiore.

Se applichiamo questo metodo al caso delle cabine con trasformatore da 2500 e 3150 kVA considerando le caratteristiche dichiarate (cavi FG7R ovvero RG7R 3x8x240mmq con Ø esterno max per singolo conduttore pari a 29.2 mm da inverter a trafo e cavi ARG7HIEX 3x1x185mmq con Ø esterno max per singolo conduttore 44 mm da trafo a cabina raccolta, correnti con valori tra I=1700 A e I=2200 A, e considerando per i calcoli i valori più cautelativi, si ottiene una DPA massima pari a 7 m.

Considerate le localizzazioni delle varie cabine si osserva che le DPA non investono aree con permanenza di persone superiore alle 4 ore e sono contenute nei confini del campo.

Per concludere le considerazioni riguardo l'impatto delle varie cabine si evidenzia che con riferimento all'art. 3 "Limiti di esposizione e valori di attenzione" del DPCM 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", la progettazione degli impianti, nelle successive fasi di progetto, in cui sarà possibile un maggior dettaglio, terrà conto del rispetto del limite di esposizione dei 100 microTesla valutato al 100% delle correnti nominali circolanti sui lati BT dei trasformatori.

8 FASE DI DISMISSIONE

Le attività previste in fase di dismissione, alla luce delle informazioni disponibili in questa fase della progettazione, non genereranno impatti riguardo le radiazioni non ionizzanti.

In ogni modo la scelta degli eventuali macchinari necessari alla dismissione dell'opera, potenzialmente fonti di campi, sarà sempre fatta nel pieno rispetto della normativa vigente. I macchinari saranno utilizzati e posizionati in modo da evitare vicinanza a luoghi con stazionamento superiore alle quattro ore.



9 CONCLUSIONI

In conclusione dello studio dell'impatto da campi elettromagnetici si può affermare che gli impianti al servizio del campo fotovoltaico in progetto non producono effetti legati a fenomeni elettromagnetici particolarmente significativi.

Le nuove cabine previste nel progetto in esame presentano condizioni favorevoli, poiché distanti da altri edifici ed alimentate in cavo interrato realizzato nel pieno rispetto della normativa vigente e quindi senza impatti significativi. Le DPA, calcolate nella condizione più critica, sono contenute al massimo in 6 metri ed investono aree dove non c'è presenza continuativa di persone.

I livelli di campo elettrico e magnetico si attestano su valori inferiori ai limiti massimi imposti dal D.P.C.M. 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" (G.U. n. 200 del 29 agosto 2003).

I campi elettrici e magnetici legati agli impianti al servizio del campo fotovoltaico non inducono quindi sulla popolazione criticità di tipo elettromagnetico.

Il progetto oggetto di studio è compatibile con le leggi in materia di prevenzione dai campi elettrici e magnetici.