

COMUNE DI RAVENNA

PROVINCIA DI RAVENNA

COMMITTENTE : **CM SOLAR SRL**

PROGETTISTA : **ING. MINORCHIO MASSIMILIANO**

OGGETTO : **PTO SAVIO**



**INGEGNERIA
INTEGRATA**

INGEGNERIA INTEGRATA Srl StP

Ing. Minorchio Massimiliano

Cell: 347/9126620

e-mail: minorchio.massimiliano@gmail.com

Sede: Via Ugo la Malfa, 10 - 40026 Imola (BO)

Ufficio Tecnico tel. 0542/644055

N° ELABORATO

E0131013919DT

ELABORATO

**Relazione DPA ai sensi del D.M.
29/05/2008**

SCALA

1:100

PRATICA N°

0124-2019-FV

REVISIONE0 nov - 2020

DISEGNATORE

MM

SENZA NOSTRA ESPlicita AUTORIZZAZIONE QUESTO ELABORATO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO, DIGITALIZZATO, DIVULGATO O TRASMESSO A TERZI

STAZIONE ELETTRICA RTN 132 kV di SAVIO

PIANO TECNICO DELLE OPERE

RELAZIONE TECNICA

***CAMPI ELETTROMAGNETICI DISTANZA
DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA)***

Indice

1) PREMESSA	3
2) INDIVIDUAZIONE DELLE AREE	3
2.A) GENERALITA'	3
2.B) DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI.....	4
2.B.I) STAZIONE ELETTRICA RTN A 132 KV.....	4
2.B.II) STAZIONE ELETTRICA UTENTE DI TRASFORMAZIONE 20/132 KV	4
2.C) AREE IMPEGNATE.....	4
2.D) STAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONNESSIONE CMSOLAR	5
2.E) STAZIONE ELETTRICA RTN	5
2.E.I) CARATTERISTICHE GENERALI.....	5
2.E.II) CARATTERISTICHE APPARECCHIATURE AT	6
2.E.III) SOSTEGNI, ISOLATORI, MORSETTI, CONNESSIONI	7
2.R.IV) IMPIANTO DI TERRA.....	8
2.E.V) OPERE CIVILI E IMPIANTI TECNOLOGICI.....	8
3) CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	10
3.A.I) OBIETTIVO ED AMBITO DI APPLICAZIONE	10
3.B) RIFERIMENTI.....	12
3.C) DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI.....	13
3.D) METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO/DPA	15
3.E) DPA DI LINEE E CABINE.....	18

1) PREMESSA

La presente relazione tecnica, che fa parte del progetto preliminare di connessione di parco fotovoltaico galleggiante da realizzare nel comune di RAVENNA loc. SAVIO, ha lo scopo di descrivere le opere di massima, riguardanti l'allacciamento degli stessi alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). Si precisa che il suddetto progetto preliminare potrà essere soggetto a variazioni di carattere non sostanziale, cioè che non cambiano la tipologia di opere elettromeccaniche e civili. La soluzione tecnica minima generale rilasciata da E-distribuzione il giorno 10/04/2020 prevede che le centrali fotovoltaiche vengano allacciate alla rete elettrica nazionale, tramite la realizzazione di un nuovo stallo AT in cabina primaria denominata SAVIO

- Nuova stazione RTN a 132 kV;
- Nuova stazione utente di trasformazione e connessione 20/1312 kV;

La stazione utente di trasformazione e connessione CMSOLAR e la SE RTN ricadranno rispettivamente nel Foglio di mappa catastale n°63 particella 59, nel Foglio di mappa catastale n°63 particella 48 del Comune di RAVENNA.

2) INDIVIDUAZIONE DELLE AREE

2.A) GENERALITA'

L'area sulla quale posizionare l'impianto di connessione alla rete AT, ed il conseguente collegamento di linea, è stata individuata tenendo conto dell'ubicazione delle Centrali FV interessate e dell'attuale tracciato delle linee RTN a 132 kV.

È stato effettuato un sopralluogo per la valutazione dei luoghi, verificando la fattibilità di massima della realizzazione del suddetto impianto. Per la scelta del sito di ubicazione e l'individuazione del layout dei nuovi impianti sono stati considerati i seguenti obiettivi:

- Ottimizzazione impiantistica in funzione della disponibilità del terreno;
- Ottimizzazione dei costi e riduzione dell'impatto ambientale dei raccordi alla linea AT esistente;
- Ottimizzazione dell'area in funzione dell'uso (facilità di accesso, presenza di infrastrutture di servizio, minimizzazione delle opere di predisposizione, ecc.).

2.B) DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Le opere oggetto della presente relazione come già detto, riguardano la realizzazione della stazione utente di trasformazione e connessione 20/132 kV con il relativo collegamento in sbarra alla stazione RTN.

2.B.I) STAZIONE ELETTRICA RTN A 132 KV

La stazione attualmente esistente non presenta stalli di altri produttori. Con i raccordi AT svolge la funzione di smistamento e interfacciamento, tra la Rete di Trasmissione AT ed il Punto di Consegna, dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico di CMSOLAR.

Nella SE esistente verrà realizzato un prolungamento della sbarra principale destinata a ospitare uno stallo arrivo macchina 132 kV per il collegamento con la stazione utente di trasformazione;

2.B.II) STAZIONE ELETTRICA UTENTE DI TRASFORMAZIONE 20/132 KV

Ha il compito di prelevare l'energia prodotta dalla centrale FV, trasmessa alla stazione di trasformazione mediante cavi interrati a 20 kV, di trasformarla alla tensione di 132 kV e di consegnarla in rete nella SE RTN, contabilizzando nel punto di misura AT l'energia in transito. La Stazione Elettrica RTN e quella utente, anche se eserciteranno le proprie funzioni in parallelo, saranno due entità completamente separate (come rappresentato nelle tavole allegate).

La stazione di trasformazione CMSOLAR occuperà una superficie non inferiore a 1330 m.

2.C) AREE IMPEGNATE

L'area impegnata per la realizzazione dell'ampliamento della SE RTN è nella disponibilità di E-Distribuzione Spa all'interno della particella catastale identificata al Foglio 63 particella 48 del Comune di RAVENNA.

L'area impegnata per la realizzazione della stazione Utente è nella disponibilità della Società CMSOLAR (Contratto Preliminare di Diritto di superficie del 08/10/2019 registrato al n. 8949 Serie IT, vedi allegato A), all'interno della particella catastale identificata al Foglio 63 particella 59 del Comune di RAVENNA.

2.D) STAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONNESSIONE CMSOLAR

È composta da:

- Uno stallo trasformatore 132/20 kV (con Punto di Misura AT) per il collegamento tra la SE RTN e la centrale FV;
- un edificio, con annesso locale F (contenente apparecchiature per la contabilizzazione dell'energia in transito), destinato a: Servizi Ausiliari, celle MT per l'uscita delle linee 20 kV di collegamento con la centrale FV.

La stazione di trasformazione CMSOLAR occuperà una superficie non inferiore a 1330 m.

2.E) STAZIONE ELETTRICA RTN

2.E.I) CARATTERISTICHE GENERALI

Le caratteristiche tecnico-funzionali delle apparecchiature e dei componenti della SE RTN saranno conformi alle prescrizioni tecniche di ENEL per le stazioni a 132 kV isolate in aria. I collegamenti di potenza AT saranno in tubo di alluminio. In relazione alla tipologia dei montanti AT, saranno installate apparecchiature elettriche in Alta Tensione quali: Interruttori, Sezionatori, Trasformatori di Tensione (TV), Trasformatori di Corrente (TA), etc. La Stazione di Smistamento RTN sarà costituita dalle seguenti unità funzionali:

Già esistenti:

- Montante linea 132 kV CERVIA 823;
- Montante linea 132 kV RA ALAGGIO 747;

Da Realizzare:

- Montante arrivo macchina 132 kV da stazione di trasformazione CMSOLAR

Le apparecchiature elettriche AT a 132 kV che costituiscono un modulo generale di sezione sono le seguenti:

- N. 3 Trasformatori di Tensione Capacitivi per le misure di sbarra
- N. 2 Sezionatori di Terra Sbarra

Si elencano nel seguito le principali caratteristiche meccaniche ed elettriche della Sezione 132 kV:

Disposizione elettromeccanica

- distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature ed i conduttori: m 2,20
- distanza tra le fasi per l'amarro linee: 3 m

[INGEGNERIA INTEGRATA SRL Società Tra Professionisti](#)

- larghezza degli stalli: 11 m
- altezza dei conduttori di stallo: 4,50 m
- quota asse sbarre: 7,50 m
- quota amarro linee: 15 m

Grandezze Nominali

- Tensione Nominale: 132 Kv
- Tensione massima: 185 kV
- Livello di isolamento a i.a.: 650 kV (verso massa)
- Tensione di tenuta a f.i. 275 kV (verso massa)
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale modulo linea e macchina: 1250 A
- Corrente nominale modulo sbarre: 2000 A
- Tensione nominale circuiti voltmetrici: 100V
- Corrente nominale circuiti amperometrici: 5 A
- Tensione di alimentazione ausiliaria in c.c.: 110 V
- Tensione di alimentazione ausiliaria in c.a.: 230/400 V

2.E.II) CARATTERISTICHE APPARECCHIATURE AT

Le caratteristiche principali delle apparecchiature AT sono indicate nel seguito del presente paragrafo. Gli interruttori sono del tipo in esafluoruro di zolfo (SF₆), per installazione all'esterno, conformi alla Norma CEI 17-1 (anno 1998) e alla Variante V1 (anno 1999). Essi sono comandabili sia localmente (prova), sia a distanza (servizio). L'armadio di comando è dotato di un commutatore di scelta servizio a chiave, a due posizioni (servizio/prova) e di pulsanti di comando chiusura/apertura. I sezionatori, del tipo per installazione all'esterno, sono provvisti di meccanismi di manovra a motore e manuali e sono conformi alla Norma CEI EN 60129. Essi sono previsti con comando tripolare ed armadio di comando unico. Oltre all'armadio di comando, è previsto un armadio di interfaccia con il sistema di protezione, controllo e SA della stazione (comandi, segnali e alimentazioni) che contiene un commutatore di scelta servizio. In caso di sezionatori combinati con sezionatori di terra, sono previsti armadi separati per ciascun apparecchio. Il commutatore di scelta servizio può assumere le tre posizioni Servizio/Prova/Manuale che abilitano rispettivamente i comandi remoti, quelli a mezzo di pulsanti locali e le operazioni manuali tramite manovella. Tutti i comandi sono condizionati da un consenso elettrico di "liceità manovra" proveniente dall'esterno. I sezionatori combinati con sezionatori di terra sono dotati di un dispositivo di interblocco meccanico diretto che consente la manovra del sezionatore di terra solo con sezionatore aperto e di eseguire le manovre del sezionatore solo con sezionatore di terra aperto. I trasformatori di corrente, del tipo per installazione all'esterno, sono conformi alla Norma CEI EN 60044-1 (Classificazione 38-1 - Edizione quarta - anno 2000 - fascicolo 5706), alla sua variante CEI EN 60044-1/A1 (anno 2001 - fascicolo 6089) e alla sua variante CEI EN 60044-1/A2 (anno 2003 - fascicolo 6978). Essi possono essere del tipo con isolamento in carta-olio o del tipo con isolamento in SF₆. I TA in SF₆ soddisfano le disposizioni vigenti

in termini di disciplina dei contenitori a pressione di gas con membrane miste di materiale isolante e materiale metallico e contenenti parti attive di apparecchiature elettriche; è prevista una valvola di sicurezza per le sovrappressioni interne ed un manodensostato per il controllo della pressione.

2.E.III) SOSTEGNI, ISOLATORI, MORSETTI, CONNESSIONI

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature di stazione sono di tipo tubolare e di tipo tralicciato. Il tipo tubolare viene utilizzato per la realizzazione dei sostegni delle apparecchiature AT, delle sbarre e degli isolatori per i collegamenti ad alta tensione, mentre il tipo tralicciato viene utilizzato per gli amari delle linee AT. Tutti i sostegni sono rispondenti alle seguenti Norme e Decreti:

- Norme CEI 7-6 e 11-4
- Norme UNI 3740 e 7091
- Norme UNI EN 10025 e 10045/1
- Norma CNR UNI 10011
- DM 1086 del 05/11/71

Tutti i materiali utilizzabili per la costruzione dei sostegni sono, di norma, scelti tra quelli indicati dalle Norme UNI EN 10025, con l'esclusione degli acciai Fe 490, Fe 590 e Fe 690. I collegamenti filettati per tutti i tipi di sostegno sono conformi alle Norme UNI 3740. Tutto il materiale ferroso è zincato a caldo secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 7-6. Tutti i sostegni sono completi degli accessori necessari e sono predisposti per la messa a terra, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-4. Gli isolatori utilizzati per le sbarre, per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per le colonne portanti sono realizzati in porcellana e sono conformi alle Norme CEI 36-12 (anno 1998) e CEI EN 60168. Gli isolatori di linea sono del tipo cappa e perno in vetro temperato e sono conformi alla Norma CEI EN 60383-1 (classificazione CEI 36-20 del 1998) e alla sua variante CEI EN 60383-1/A11 (anno 2000). La morsetteria AT di stazione è conforme alle Norme CEI EN 61284 (Edizione seconda – anno 1999) e comprende tutti i pezzi adottati per le connessioni delle sbarre, per le connessioni tra le apparecchiature e per quelle tra le apparecchiature e le sbarre. La morsetteria è dimensionata per le correnti di breve durata definite. Il sistema di sbarre è realizzato mediante conduttori in tubo in lega di alluminio con le seguenti caratteristiche:

- diametro: 100/86 mm
- larghezza moduli: 11 m
- sbalzo alle estremità: 2 m

Il sistema di sbarre è ad una trave continua vincolata ai sostegni, con appoggio fisso al centro e rimanenti appoggi scorrevoli. Per i collegamenti tra le apparecchiature vengono impiegati conduttori in corda di alluminio crudo di diametro 36 mm conformi alla norma CEI 7-2 e tubi in lega di alluminio 100/86 mm conformi alla norma CEI 7-4.

2.R.IV) IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame ed è dimensionato termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 s. Il lato di maglia è scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-1 (anno 1999 – fascicolo 5025). Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale (portali, TA, TVC), le dimensioni delle maglie sono opportunamente ridotte. In particolare, l'impianto è costituito da maglie aventi lato di 5-10 m nella zona delle apparecchiature e di circa 15-20 m in periferia. Le apparecchiature sono connesse alla rete mediante due o quattro conduttori di terra. Le funi di guardia delle linee afferenti alla stazione vengono normalmente collegate alla rete di terra della stazione medesima. Va precisato in ogni caso che, ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto vengono rilevate sperimentalmente e, nel caso eccedano i limiti, vengono effettuate le necessarie modifiche dell'impianto (dispersori profondi, asfaltature, ecc.). La rete di terra è costituita da conduttori in corda di rame nudo di sezione 63 mm² interrati ad una profondità di 0,70 m. Tale materiale ha le seguenti caratteristiche:

- buona resistenza alla corrosione ad una grande varietà di terreni
- comportamento meccanico adeguato
- bassa resistività, anche a frequenze elevate
- bassa resistenza di contatto nei collegamenti.

I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche sono in rame di sezione 125 mm² collegati a due lati di maglia. I TA, TVC sono collegati alla rete di terra mediante quattro conduttori di rame sempre di sezione 125 mm², allo scopo di ridurre i disturbi elettromagnetici nelle apparecchiature di protezione e controllo, specialmente in presenza di correnti ad alta frequenza.

2.E.V) OPERE CIVILI E IMPIANTI TECNOLOGICI

Stazione Utente:

L'edificio della Stazione Utente è formato da un corpo di dimensioni in pianta 12 x 9 m e con altezza fuori terra di 3,5m ed è destinato a contenere UPS, il gruppo elettrogeno, i quadri BT in c.a. per le alimentazioni dei servizi ausiliari, i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione ed i vettori, i locali per i quadri MT, Locale contatori e Locale SCADA. La costruzione è di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile; la copertura del tetto è opportunamente coibentata ed impermeabilizzata, gli infissi realizzati in alluminio anodizzato del tipo antisfondamento. Nei locali apparati sarà posto in opera un pavimento modulare flottante per consentire il passaggio dei cavi sottopavimento. Particolare cura viene osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori dei coefficienti volumetrici globali di dispersione termica, nel rispetto delle Norme di cui alla legge n. 373 del 4.4.75 e successivi aggiornamenti nonché alla legge n. 10 del 9.1.91. Le fondazioni sono realizzate in calcestruzzo

armato gettato in opera contro cassero; le coperture dei pozzetti facenti parte delle fondazioni sono in PRFV. La fondazione dei trasformatori MT/BT sarà in cls come da immagine seguente.

Le fondazioni per l'ancoraggio degli apparati di sezionamento in AT saranno realizzate in c.a. secondo le Normative Vigenti e le caratteristiche Geotecniche del Terreno.

I cunicoli per cavetteria sono realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera oppure prefabbricati; le coperture sono metalliche o in PRFV, comunque carrabili per 2000 kg. Le tubazioni per cavi MT o BT sono in PVC serie pesante e rinfiancate con calcestruzzo. Lungo le tubazioni ed in corrispondenza delle deviazioni di percorso, saranno inseriti pozzetti ispezionabili di opportune dimensioni; i pozzetti, realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, avranno coperture metalliche o in PRFV. Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, viene realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglia la totalità delle acque raccolte in un corpo ricettore compatibile con la normativa in materia di tutela delle acque. Le acque di scarico dei servizi igienici provenienti dall'edificio quadri sono raccolte in un apposito serbatoio a svuotamento periodico di adeguate caratteristiche. Per l'ingresso alla stazione viene previsto un cancello carrabile di tipo scorrevole ed un cancello pedonale, ambedue inseriti tra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato. La recinzione perimetrale alta m 2,35 è realizzata in pannelli di lunghezza 2,90 m costituiti da paletti in calcestruzzo prefabbricato con alla base una lastra prefabbricata in calcestruzzo. La viabilità interna viene realizzata in modo da consentire un agevole esercizio e manutenzione dell'impianto. L'illuminazione esterna di emergenza verrà realizzata con paline di altezza 1.2 m, mentre l'illuminazione di stazione verrà realizzata tramite l'utilizzo di proiettori su pali di altezza 9 m, opportunamente distribuiti sul layout. Negli edifici di stazione vengono realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- illuminazione e prese FM
- riscaldamento, condizionamento e ventilazione
- rivelazione incendi
- controllo accessi e antintrusione
- telefonico.

Gli impianti tecnologici verranno realizzati conformemente a quanto prescritto dalle Norme UNI, CEI e CEI EN di riferimento. Vengono impiegati, inoltre, apparecchiature e materiali provvisti di certificazione IMQ o di marchio Europeo ed internazionale equivalente. Gli impianti elettrici sono tutti "a vista"; fanno eccezione solo alcuni locali (uffici, sala comandi, corridoi) ove sono di tipo "incassato". L'alimentazione elettrica degli impianti tecnologici è derivata da interruttori automatici magnetotermici differenziali (secondo Norme CEI 23-18); il sistema di distribuzione BT 400 V / 230 V c.a. adottato è di tipo TN-S previsto dalle Norme CEI 64-8/3. Tutti gli impianti elettrici sono completi di adeguato impianto di protezione.

3) CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

A livello nazionale la protezione della popolazione dai campi elettrici e magnetici è regolata dal disposto combinato del D.Lgs. 36/2001 e del D.P.C.M. 08/07/2003 che individua i seguenti limiti:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti, pari a 5 kV/m per il campo elettrico e 100 uT per il campo magnetico;
- valore di attenzione, come quel valore del campo magnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine (valido per esposizioni giornaliere non inferiori alle 4 ore) pari a 10 uT;

Obiettivo di qualità, valore del campo magnetico che rappresenta l'obiettivo da perseguire per tutte le nuove realizzazioni, per esposizioni giornaliere non inferiori alle 4 ore, pari a 3 uT. In particolare la realizzazione di nuove linee dovrà rispettare i 5 kV/m per il campo elettrico e i 3 Ut per il campo magnetico. Per quanto riguarda il campo elettrico, lo stesso viene rispettato per distanze del conduttore dal terreno superiori a 7 m, di conseguenza viene sempre rispettato nel caso in oggetto essendo i franchi sempre superiori a tali valori. In accordo a quanto disposto dal DM 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", il doc. "Relazione CEM" mostra l'estensione delle Distanze ed Aree di Prima Approssimazione. La Distanza di Prima Approssimazione (DPA) che rappresenta la distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione a terra dell'isolinea a 3 µT dalla proiezione a terra dell'asse della linea, ovvero la proiezione a terra della fascia di rispetto della linea. Ai sensi del DM 29/05/2008, la DPA viene calcolata con la portata in servizio normale della linea definita dalla norma CEI 11-60 pari, nel caso di elettrodotto 132 kV fascio singolo Zona A a 870 A o zona B a 675 A.

l'approccio al calcolo della Distanza di Prima Approssimazione (procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto) dei propri impianti, fruibile sia da parte di privati in sede di realizzazione di nuovi insediamenti, che da parte degli organi di controllo in sede di verifica.

Si allega una sintesi della presente Linea Guida è nelle schede sintetiche riferite alla visualizzazione grafica e numerica delle DPA (calcolata in conformità alla norma CEI 211-4) per le tipologie standard di linee e cabine elettriche AT ed MT di proprietà Enel Distribuzione S.p.A.

3.A.I) OBIETTIVO ED AMBITO DI APPLICAZIONE

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

INGEGNERIA INTEGRATA SRL Società Tra Professionisti

i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;

il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

“La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti” prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), oggetto della presente Linea Guida. Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;

progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti. In particolare, al fine di agevolare/semplificare:

l'iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche);

le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali;

sono state elaborate le schede sintetiche con le DPA per le tipologie ricorrenti di linee e cabine elettriche di proprietà Enel Distribuzione di nuova realizzazione e che possono essere prese a riferimento anche per gli elettrodotti in esercizio. Dette distanze sono state calcolate in conformità al procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008).

Nelle schede sintetiche sopra citate, allegate alla presente Linea Guida, sono tabellate le DPA, in relazione alla geometria dei conduttori e alla portata di corrente in servizio normale, delle:

linee AT e Cabine Primarie (CP);

linee MT e Cabine Secondarie (CS).

[INGEGNERIA INTEGRATA SRL Società Tra Professionisti](#)

Anche per casi complessi, individuati dal suddetto § 5.1.3 (parallelismi, incroci tra linee, derivazioni o cambi di direzioni) è previsto un procedimento semplificato che permette di individuare aree di prima approssimazione (secondo quanto previsto nel successivo § 5.1.4), che hanno la medesima valenza delle DPA.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici.

Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);

linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);

linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);

linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree - Figura 1);

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

3.B) RIFERIMENTI

Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i..

CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV".

CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".

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".

CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche".

Rapporto CESI-ISMES A7034603 "Linee Guida per l'uso della piattaforma di calcolo - EMF Tools v. 3.0".

Rapporto CESI-ISMES A8021317 "Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie".

3.C) DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

Valgono le definizioni di seguito riportate, per la maggior parte contenute nella Legge 36/2001, nel DPCM 8 luglio 2003 e nel Decreto 29 maggio 2008.

Autorità competenti ai fini dei controlli: sono le autorità di cui all'art. 14 della Legge 36/2001 (le amministrazioni provinciali e comunali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale, utilizzano le strutture delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente).

Autorità competenti ai fini delle autorizzazioni: sono le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione e/o l'esercizio di elettrodotti e/o insediamenti e/o aree di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore).

Campata: elemento minimo di una linea elettrica sotteso tra due sostegni.

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 al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto (Figura 2). Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra (Scheda B10).

Elettrodotto: è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Fascia di rispetto: è lo 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 ($3 \mu\text{T}$). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore (Figura 2).

Impianto: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica

[INGENGERIA INTEGRATA SRL Società Tra Professionisti](#)

transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di Primarie e Secondarie e Cabine Utente.

Limiti di esposizione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1): nel caso di esposizione, della popolazione, a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

Linea: collegamento con conduttori elettrici, delimitato da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti.

Luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h): aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

Obiettivo di qualità (DPCM 8 luglio 2003 art. 4): 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 giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Portata in corrente in servizio normale: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 § 2.6.

La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":

per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;

per gli elettrodotti aerei con tensione <100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;

per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come portata in regime permanente (massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato) .

Sostegno: elemento di supporto meccanico della linea aerea.

Tratta: porzione di tronco (campate contigue) avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori sui tralicci, ecc.) e relative alla proprietà.

Tronco: collegamento metallico che permette di unire fra loro due impianti

(corrisponde alla linea a due estremi).

Valore di attenzione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2): a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

3.D) METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO/DPA

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, prevede che il proprietario/gestore dell'elettrodotto comunichi alle autorità competenti l'ampiezza delle fasce di rispetto ed i dati utilizzati per il calcolo dell'induzione magnetica, che va eseguito, ai sensi del § 5.1.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (G.U. n. 156 del 5 luglio 2008), sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti. Detto calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli:

bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I;

tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi.

Le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con una approssimazione non superiore a 1 m.

Al fine di agevolare la gestione territoriale ed il calcolo delle fasce di rispetto il Decreto introduce una procedura semplificata (§ 5.1.3), per il calcolo della DPA ai sensi della CEI 106-11 che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli, secondo il quale il proprietario /gestore deve:

calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco di linea (la configurazione ottenuta potrebbe non corrispondere ad alcuna campata reale);

proiettare al suolo verticalmente tale fascia;

[INGEGNERIA INTEGRATA SRL Società Tra Professionisti](#)

comunicare l'estensione rispetto alla proiezione al centro linea: tale distanza (DPA) sarà adottata in modo costante lungo il tronco.

Nei casi complessi, quali parallelismi, incroci tra linee o derivazioni e cambi di direzione, il Decreto sopraccitato introduce, al § 5.1.4, la possibilità per il proprietario/gestore di individuare l'Area di Prima Approssimazione (che ha la stessa valenza della DPA - § 5.1.3), da fornire alle autorità competenti:

in fase di progettazione di nuovi elettrodotti;

su richiesta puntuale delle medesime autorità competenti per il rilascio di autorizzazioni alla realizzazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

In fase di progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati, allorquando risulti che la DPA relativa all'impianto da realizzare includa, se pur parzialmente, tali luoghi, per una corretta valutazione si dovrà procedere al calcolo esatto della fascia di rispetto lungo le necessarie sezioni, tenendo conto della portata in corrente in servizio normale dichiarata nel procedimento autorizzativo.

In fase di progettazione di nuovi luoghi tutelati, allorquando dette realizzazioni si dovessero trovare, se pur parzialmente, all'interno della DPA, le autorità competenti potranno chiedere al proprietario/gestore il calcolo esatto della fascia di rispetto lungo le necessarie sezioni, al fine di consentire una corretta valutazione.

In entrambi i casi, qualora la fascia di rispetto, ottenuta con calcolo esatto, includa, se pur parzialmente, il luogo tutelato si dovrà prevedere una variante al progetto, in quella specifica sezione, che non presenti luoghi tutelati all'interno della fascia di rispetto.

Il calcolo sarà effettuato con modello bidimensionale (2D), se rispettate le condizioni di cui alla CEI 106-11, o con modello tridimensionale (3D) in caso contrario. La determinazione della fascia di rispetto è finalizzata alla definizione del volume, attorno ai conduttori, al cui interno si potrebbe avere una induzione magnetica superiore a $3 \mu\text{T}$ e non all'individuazione della proiezione verticale al suolo di detto volume, come invece definito in maniera semplificata dalla procedura di calcolo della DPA. Pertanto il calcolo richiesto dalle autorità competenti va effettuato soltanto in corrispondenza della sezione di interesse, ovvero interferente con un luogo tutelato di cui all'art. 4 c. 1 lettera h) della Legge 36/2001.

Nei casi complessi (§ 5.1.4 del Decreto 29 maggio 2008) quali:

parallelismi AT (§ 5.1.4.1);

incroci AT/AT (§ 5.1.4.4), AT/MT e MT/MT (§ 5.1.4.5);

cambi di direzione linee AT (§ 5.1.4.2), MT (§ 5.1.4.3);

il calcolo della fascia può essere effettuato, su richiesta puntuale delle autorità competenti, con i seguenti approcci:

[INGEGNERIA INTEGRATA SRL Società Tra Professionisti](#)

Metodo semplificato, che permette di individuare l'Area di Prima Approssimazione, determinata sulla base di specifici incrementi parametrizzati per una prima verifica da parte delle autorità competenti, in sede di autorizzazione alla realizzazione di nuovi luoghi tutelati o nuovi elettrodotti;

Modello 3D in caso di luoghi tutelati in progettazione interni all'Area di Prima Approssimazione, al fine di fornire la reale fascia di rispetto al richiedente l'autorizzazione. Nel caso di incroci di linee di proprietari/gestori diversi, questi devono eseguire il calcolo con approccio congiunto.

Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), la fascia di rispetto deve essere calcolata come segue:

Cabine Primarie, generalmente la DPA rientra nel perimetro dell'impianto (§ 5.2.2) in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.

Cabine Secondarie, nel caso di cabine di tipo box (con dimensioni mediamente di 4 m x 2.4 m, altezze di 2.4 m e 2.7 m ed unico trasformatore) o similari, la DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

Per Cabine Secondarie differenti dallo standard "box" o similare sarà previsto il calcolo puntuale, da applicarsi caso per caso.

Per Cabine Secondarie di sola consegna MT la Dpa da considerare è quella della linea MT entrante/uscente; qualora sia presente anche un trasformatore e la cabina sia assimilabile ad una "box", la Dpa va calcolata con la formula di cui sopra (§ 5.2.1. del DM 29.05.08).

Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

Come prescritto all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 i proprietari/gestori provvedono a comunicare non solo l'ampiezza delle fasce di rispetto, ma anche i dati per il calcolo delle stesse ai fini delle verifiche delle autorità competenti, trasmessi mediante relazione contenente i dati caratteristici delle linee o cabine e le relative DPA, come riportati negli allegati A e B della presente Linea Guida, rispettivamente per linee AT/Cabine Primarie e per linee MT/Cabine Secondarie.

3.E) DPA DI LINEE E CABINE

In sede di verifica preliminare del rispetto dell'obiettivo di qualità, ai fini della richiesta di autorizzazione all'edificazione, è possibile effettuare una rapida valutazione in sito della DPA nella campata di linea in esame. Il procedimento di valutazione prevede di riconoscere la tipologia delle teste dei due sostegni, che delimitano la campata, e successivamente, dalle schede allegate, di individuare la relativa DPA. La campata in oggetto sarà caratterizzata dalla DPA più grande tra le due, cioè quella della testa del sostegno con geometria più cautelativa (DPA maggiore) e sul quale è presente il conduttore di sezione più grande. Se il luogo tutelato risulta esterno a tale DPA si prosegue nella progettazione, altrimenti si rende necessario chiedere informazioni di dettaglio sulla linea per un calcolo puntuale della fascia di rispetto nella sezione di interesse.

In sede di progettazione di nuove linee e cabine elettriche, nel rispetto dell'obiettivo di qualità, sarà dichiarata la DPA e i dati di calcolo corrispondenti (come predisposto nelle schede allegate).

Detta DPA, analogamente al caso di verifica preliminare, va individuata tra le schede allegate, combinando la configurazione dei conduttori, la geometria di fase e la portata in servizio normale che forniscano la situazione più cautelativa. Le DPA, di cui agli allegati A e B della presente Linea Guida, sono state simulate ed elaborate con il software EMF Tools v. 3.0 del CESI, che raccoglie, in unica piattaforma diversi moduli di calcolo dei campi elettrici e magnetici, associabili alle varie tipologie di sorgenti esistenti (EMF v. 4.06, CEMCabine v. 1.0, Fasce v. 1.0, ecc.). La modellizzazione delle sorgenti fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed è bidimensionale per le linee elettriche e tridimensionale per le cabine

elettriche. Per la determinazione delle DPA si è fatto riferimento alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto.

Cabine Primarie: la DPA è sicuramente interna alla cabina se sono rispettate le seguenti distanze dal perimetro esterno, non interessato dalle fasce di rispetto delle linee in ingresso/uscita:

14 m dall'asse delle sbarre di AT in aria;

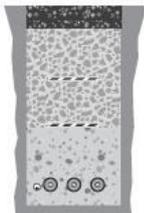
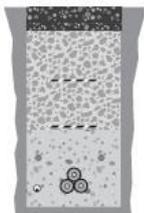
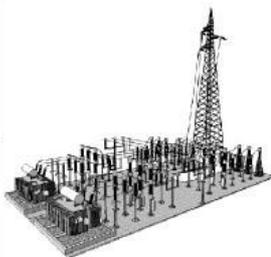
7 m dall'asse delle sbarre di MT in aria.

ALLEGATO A

“DPA per Linee AT e Cabine Primarie”

Le DPA sono state simulate ed elaborate con il software EMF Tools v.3.0 del CESI, la cui modellizzazione delle sorgenti è bidimensionale e fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla normativa applicabile.

Per quanto riguarda le Cabine Primarie, si rimanda al rapporto CESI-ISMES A8021317 “Valutazione teorica e sperimentale della fascia di rispetto per cabine primarie”.

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
Tubolare Doppia Terna con mensole isolanti (serie 132/150 kV) Scheda A13	22.8 mm 307.75 mm²		576	22	A13a
			444	19	A13b
	31.5 mm 585.35 mm²		870	27	A13c
			675	23	A13d
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti in piano (serie 132/150 kV) Scheda A14	108 mm 1600 mm²		1110	5.10	A14
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV) Scheda A15	108 mm 1600 mm²		1110	3.10	A15
CABINA PRIMARIA ISOLATA IN ARIA (132/150kV - 15/20kV) Trasformatori 63MVA Scheda A16	Distanza tra le fasi AT = 2.20 m		870	14	A16
	Distanza tra le fasi MT = 0.37 m		2332	7	

ALLEGATO B

“DPA per Linee MT e Cabine Secondarie”

Le DPA sono state simulate ed elaborate con il software EMF Tools v.3.0 del CESI, la cui modellizzazione delle sorgenti è bidimensionale e fa riferimento alla normativa tecnica CEI 211-4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita alla normativa applicabile.

