

PROGETTO DEFINITIVO **COLD IRONING**

PORTOFERRAIO

Titolo Elaborato:

RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI E ACUSTICA

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO:
02		Verifica	
01	Mar. 2023	Seconda emissione	
00	Dic. 2022	Prima emissione	
<u>Progettista:</u> Ing. Davide Sciutto		<u>Gruppo di progettazione:</u> Ing. Giorgio Mainardi Ing. Barbara Bottoni Ing. David Zanobetti Geol. Dario D'Avino Progetec s.n.c.	
Coordinatore della progettazione:		Organismo di verifica	IL RUP
Ing. Davide Sciutto		Malvezzi & Partners	Ing. Sandra Muccetti
			IL DIRIGENTE
			Ing. Sandra Muccetti



Sommario

1	Oggetto e campo di applicazione MT	3
	SEZIONE COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA	3
2	Normativa di riferimento	3
3	MT elettrodotti interrati.....	6
4	MT/BT cabine di trasformazione	7
5	MT elettrodotti in canalina aerea.....	7
6	MT Strutture di Connessione mobili crociere e traghetti	9
	SEZIONE IMPATTO ACUSTICO	9
7	Relazione acustica cabine conversione	9



1 Oggetto e campo di applicazione MT

Lo scopo del documento è valutare la compatibilità dell'intervento con la normativa relativa ai campi elettromagnetica e con la normativa acustica.

SEZIONE COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

2 Normativa di riferimento

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi per le linee elettriche aeree in AT.

Tra i principali riferimenti normativi in materia di protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati da linee elettriche aeree in corrente alternata è utile ricordare le Linee Guida dell'ICNIRP, in particolare:

- Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (1Hz – 100 KHz) (2010), che hanno sostituito le precedenti Linee Guida del 1998 introducendo nuovi limiti basati sul campo elettrico indotto e non più sulla corrente elettrica indotta.

Con riferimento all'esposizione della popolazione, è utile menzionare a livello europeo la

- Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici fino a 300 GHz (n. 1999/519/CE)

che ha recepito le Linee Guida dell'ICNIRP fino a quel momento emesse, oggi sostituite dalle più recenti, (Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo del 1998) chiedendo agli Stati membri che le disposizioni nazionali relative alla protezione dall'esposizione ai campi elettromagnetici si uniformassero alle stesse.

Come precisa la stessa Raccomandazione, i limiti derivati sulla base degli effetti a breve termine provati, adottano fattori di sicurezza pari a 50 che implicitamente tutelano anche da possibili effetti a lungo termine, ad oggi non provati.

A livello nazionale il quadro normativo è rappresentato da:

- Legge quadro 22 febbraio 2001 n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" [si applica a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz];
- 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 alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti";



- Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" [si applica alle linee esercite alla frequenza di rete (50Hz)].

I principali riferimenti tecnici per il calcolo dei valori di campo elettrico e magnetico sono rappresentati dalle norme tecniche CEI, in particolare:

- 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 1: Linee elettriche aeree e in cavo" Prima edizione, 2006;
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche" Seconda edizione, 2008.

Nonché relativamente alla corrente da utilizzare per il calcolo:

- Norma CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV" Seconda edizione, 2002;

Limiti di riferimento

I livelli di riferimento raccomandati dall'ICNIRP4 per la popolazione, oggetto di recente revisione, sono, per le linee elettriche esercite alla frequenza di rete (50 Hz):

- campo elettrico: 5 kV/m (valori efficaci);
- campo magnetico: 200 microT (valori efficaci)

A livello europeo la Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 ha invece recepito i valori indicati dalle precedenti Linee Guida dell'ICNIRP (Linee Guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo del 1998); tali valori sono quindi per le linee elettriche esercite alla frequenza di rete (50 Hz):

- campo elettrico: 5 kV/m (valori efficaci)
- campo magnetico: 100 microT (valori efficaci)

In ambito nazionale, ai fini della protezione della popolazione, la legge n. 36 del 22 febbraio 2001 e il successivo D.P.C.M. 8 luglio 2003 hanno introdotto, relativamente alla frequenza di rete di 50 Hz, i seguenti limiti:

1. Limite di esposizione⁵:

- 5 kV/m per il campo elettrico
100 microT per l'induzione magnetica
(da intendersi come valori efficaci) (RMS values)

2. Valore di attenzione⁶:

- 10 microT per l'induzione magnetica,

(da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

3. Obiettivo di qualità:

- 3 microT per il valore dell'induzione magnetica

(da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

Mentre i limiti di esposizione si applicano in ogni condizione di esposizione, i valori di attenzione si applicano nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere nel caso di linee esistenti nei confronti di edificato esistente.

Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz si applicano invece gli obiettivi di qualità.

Di seguito un prospetto dei limiti attualmente vigenti:

f (Hz)	ICNIRP (2010)		Racc.Cons.Europeo 12/07/99		D.Lgs 36/01 + DPCM 8/07/2003	
	E (kV/m)	B (μT)	E (kV/m)	B (μT)	E (kV/m)	B (μT)
50	5	200	5	100	5	100 ⁽¹⁾ 10 ⁽²⁾ 3 ⁽³⁾

(1) limite di esposizione (2) valore di attenzione (3) obiettivo di qualità

Obiettivo di qualità, Fascia di rispetto e Dpa

Come già chiarito, l'obiettivo di qualità si applica nel caso di progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di insediamenti esistenti, o nel caso di progettazione di nuovi insediamenti in prossimità di elettrodotti esistenti.

Con riferimento agli elettrodotti eserciti alla frequenza di rete, 50 Hz, e con specifico riferimento all'obiettivo di qualità, sono introdotti i concetti di Fascia di rispetto e di Distanza di prima approssimazione (Dpa).



Come definita dalla norma CEI 106-11, Fascia di rispetto “ *E’ lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, 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 ad un valore prefissato, in particolare all’obiettivo di qualità.*”

Come meglio specifica il DPCM 8 luglio 2003 [art.6], “*per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all’obiettivo di qualità ... ed alla portata in corrente in servizio normale dell’elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60*”

Come previsto dallo stesso art.6 del DPCM 8 luglio 2003, la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è stata definita dall'APAT, sentite le ARPA, ed approvata dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio con Decreto 29 Maggio 2008 - "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

Come specificato al par.3.2, tale metodologia, *...ai sensi dell’art. 6 comma 2 del DPCM 08.07.03, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto.*

I riferimenti contenuti nell’art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l’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 già presenti nel territorio.*” (art. 4 del DM 8 luglio 2003)

Il concetto di Distanza di prima approssimazione (Dpa) è stato per la prima volta introdotto dal Decreto 29 Maggio 2008 che ne riporta anche la definizione: “*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 di Dpa si trovi all’esterno delle fasce di rispetto...*”

Tale concetto è stato introdotto al fine di semplificare la gestione territoriale e procedere in prima approssimazione al calcolo delle fasce di rispetto senza dover ricorrere a complessi modelli di calcolo bidimensionale o tridimensionale, il Decreto prevede infatti anche dei metodi semplificati da poter applicare nel caso di parallelismo o incrocio di linee elettriche aeree.

3 MT elettrodotti interrati

Tutti gli elettrodotti di MT utilizzati nell'impianto in oggetto sono di tipo cordato ad elica e risultano essere esclusi dal campo di applicazione della normativa. La norma tiene pertanto in considerazione della particolare geometria di posa dei conduttori che determina campi elettrici inferiori a 3 micro Tesla a distanze dai cavi inferiori alla tipica profondità di posa in linea e pertanto con l'obiettivo di raggiungere gli obiettivi di qualità prefissati dalla norma.



4 MT/BT cabine di trasformazione

La fascia di rispetto delle cabine di trasformazione è stata calcolata applicando le indicazioni del punto 5.2.1 Decreto direttivo ministero dell'ambiente del 29/05/08 " approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" in quanto le cabine sono assimilabili per tipologia di costruzione a quelle definite dalla normativa così come confermato a pag. 11 delle linee guida per l'applicazione del paragrafo 5.1.3 dell'allegato del DM 29/5/08 " distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

Considerando:

- cautelativamente la trasformazione più gravosa MT/BT prevista dalla norma dal punto di vista della corrente in cabina (2000 kVA a cui corrispondono 3000 A). Nel nostro caso reale avremo al massimo 1250 A che è la portata degli interruttori MT scelti per le cabine;
- i conduttori di BT di maggiore diametro (240 mm²) con diametro esterno pari a 0,036 m. (come previsto dalla norma si considera il diametro del cavo maggiore nel caso di più cavi in parallelo);

ed applicando la formula riportata al punto 5.2.1 del DM 29/5/08 " approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" si ha una distanza di prima approssimazione della fascia di rispetto di 3,9 m da approssimarsi a 4 m come indicato dalla normativa.

Nel nostro caso si scelgono distanze di rispetto di 4 m per tutte le cabine. Un caso particolare sarà per la cabina MT Sgarallino dove si riporta quanto indicato nei capitoli successivi.

All'interno della fascia di rispetto individuata intorno alle cabine oggetto dell'appalto non sono presenti luoghi adibiti a permanenze superiori a 4 ore.

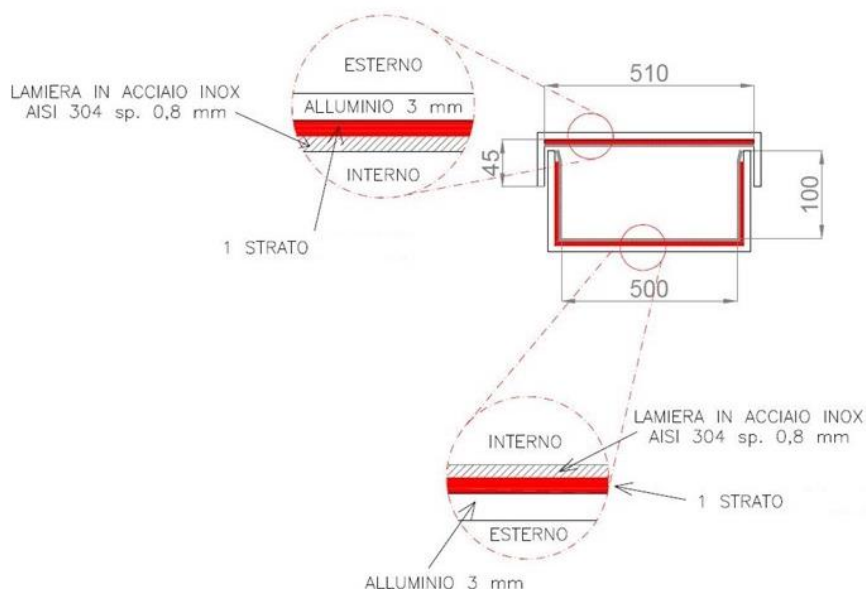
5 MT elettrodotti in canalina aerea

Non sono previsti cavi staffati in canalina alle passerelle di imbarco od agli edifici.

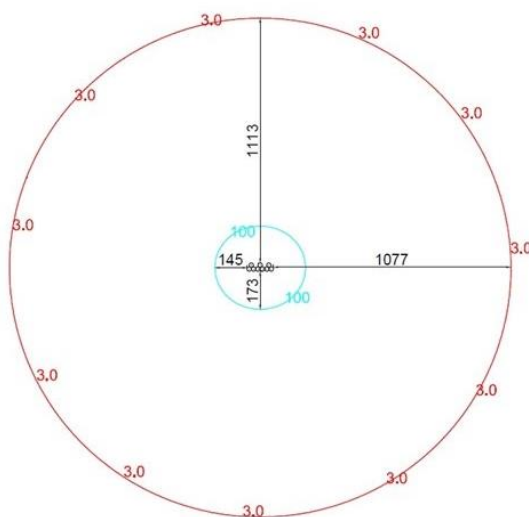
Nel caso in cui fosse necessario utilizzare canaline aeree per la posa dei cavi dovranno essere utilizzate adeguate schermature per mantenere l'obiettivo di qualità di 3 microtesla anche se la passerella di imbarco non è luogo di stazionamento delle persone ma è luogo di passaggio dei passeggeri che procedono all'imbarco e quindi con permanenza dell'ordine di grandezza del minuto ben al di sotto delle 4 ore previste dalla normativa di riferimento.

Al fine di limitare i campi elettromagnetici con l'obiettivo sopra indicato si provvederà alla posa in opera di una adeguata schermatura (tipo SOLEMI o equivalente) posata in opera sulla canalina come rappresentato nel disegno sotto riportato. La canalina schermante (fondo e coperchio) dovrà avere dimensione adeguata per ospitare le terne di alimentazione

(dimensione interna minima 500x100 mm) e dovrà essere rivestita internamente in acciaio inox AISI 304 sp. 0,8 mm per evitare l'effetto corrosivo dell'aria salmastra.



Le simulazioni standard con DpA 3 μ T di cavi a trifoglio con $I = 800$ A caso peggiore nave da crociera (nelle simulazioni sono prese in considerazione nr. 3 terne di cavi di media ma non cambia il risultato con 4 terne) sono di seguito riportate.



Valori di induzione in μ T

PROGETTO
Simulazione DPA tema trifase $I_n=800$ A; 9x240 mmq; interasse=20 mm; cavi disposti a trifoglio
TITOLO
OGGETTO
DPA per cavi disposti a trifoglio percorsi dalla corrente di 800 A



6 MT Strutture di Connessione mobili crociere e traghetti

Si prevede l'installazione di una recinzione mobile a 4 metri di distanza dalle strutture mobili in analogia alle indicazioni fornite dalla normativa relativamente alle cabine di trasformazione in analogia ad altre applicazioni a livello mondiale e stante l'impossibilità di provvedere ad una schermatura di tipo fisso essendo il collegamento di tipo mobile.

SEZIONE IMPATTO ACUSTICO

7 Relazione acustica cabine conversione

Lo scopo del progetto del cold ironing è la eliminazione delle emissioni e l'abbattimento del rumore.

La presente relazione viene emessa ai sensi della Legge 447/1995, del DPR 227/2011 e del Dlgs 42/2017.

Per quanto in oggetto si precisa che le specifiche dei trasformatori MT/MT e MT/BT indicano per essi un impatto acustico inferiore ad 80 dB(A) ad 1 mt e lo stesso vale per il convertitore di frequenza. Si tenga in conto che i trafo ed il convertitore, così come anche i quadri e tutte le altre apparecchiature di progetto saranno destinate ad essere alloggiate all'interno di una cabina prefabbricata, il cui contenimento acustico (causa effetto schermante delle pareti) può essere preliminarmente stimato entro i 15/20 dB(A).

Secondo quanto sopra, ci si attende che all'esterno dell'edificio, si abbia un valore di pressione sonora inferiore ai 65 dB(A) ad 1 mt.

Si sottolinea che tale situazione emissiva può avvenire in particolare in presenza nave, per cui innanzi tutto è bene tenere conto del fatto che la pressione sonora della nave stessa (maggiore di quanto può emettere la cabina di conversione) viene azzerata proprio grazie all'impiego dell'impianto di "cold ironing" e, nel caso di nave attraccata, essa stessa si comporta da fronte di abbattimento acustico. Altresì le vibrazioni dovute ai motori endotermici di bordo vengono completamente eliminate grazie al loro spegnimento.

Si tenga conto, inoltre, che le cabine di conversione vengono poste in un luogo isolato per l'applicazione di Portoferraio.

Infine, si porta all'attenzione l'esperienza del "cold ironing", già in funzione da tempo, presso altre applicazioni, la cui cabina di conversione non rileva emissioni sonore di rilievo all'esterno.



Pertanto, si ritiene che l'opera in oggetto abbia a migliorare in maniera consistente l'impatto acustico delle aree portuali apportando ulteriore sollievo alla popolazione oltre a quello dell'abbattimento delle emissioni gassose e delle vibrazioni.



Estratto datasheet convertitore

1. Dati elettrici

INVERTER TYPE : SVTN 14K4 W33 24P				
	Descrizione	Unità	Caratteristiche	Note
DATI PRINCIPALI	Tipo		Dry type	
	Potenza nominale	MW	5 (cosφ =0,85) 6 (cosφ =1)	
	Servizio		S1	
	Tensione nominale in ingresso	kV	4 x 1.8kV	Dal trasformatore di ingresso esterno
	Frequenza nominale	Hz	60	
	Tensione nominale di uscita	kV	3kV	
	Tipo di convertitore		Convertitore statico di media tensione a IGBT multi-livello	
INPUT	Fattore di potenza lato linea		> 0,95	
	Convertitore AC/DC		Raddrizzatore a diodi	
	Numero di impulsi		24 pulse	
OUTPUT	Tensione nominale di uscita sistema	kV	6.6kV	In uscita dal trasformatore di uscita esterno
	Potenza nominale	MW	5 (cosφ 0,85)	
	Frequenza	Hz	60Hz	
RAFFREDDAMENTO	Metodo di raffreddamento		Acqua	

2. Caratteristiche generali

QUADRO				
	Descrizione	Unità	Caratteristiche	Note
CONDIZIONI AMBIENTALI	Temperatura di stoccaggio	°C	-20 + +70	
	Temperatura di lavoro	°C	+5 + +40	
	Umidità relativa	%	< 95 % (non condensante)	
	Altezza sul livello del mare	mt	< 1000	
DATI GENERALI DI QUADRO	Installazione		Indoor	Area sicura – Stanza ventilata (Aria pulita libera da salsedine)
	Rumore a 1m	DB(A)	< 80 dB (A)	
	Protezione a porte chiuse	IP	42	Esclusa ventilazione sul tetto
	Protezione a porte aperte	IP	20	Scomparto di controllo
	Verniciatura	RAL	6011	200 micron
	Compartimenti dei componenti interni		Zinc coated and/or Sendzinir	
	Accessibilità		Fronte e retro	
	Entrata cavi		Dal basso	
	Uscita cavi		Dall'alto	
	Entrata/Uscita cavi interfaccia con l'esterno		Dal basso	
	Connessione DC-BUS		Dal basso	
	Sistema di raffreddamento		AFWF	
	Mezzo di raffreddamento		Acqua e aria forzataa (ventilatori ausiliari a portella)	
	Dalle centraline agli scambiatori esterni		Dall'alto (acqua di raffreddamento)	
	Dalle centraline alle sezioni convertitore		Dal basso (acqua deionizzata)	
	Resistori di frenatura		Installati sul tetto del VFD	



Estratto datasheet trasformatore

TRASFORMATORI TRIFASE IN RESINA			
7500TRPN7/2,8kV	T304 - T305	Qta	2
Ciclo di carico 150% per 30 sec./ 185% per 0,5 sec			
Potenza nominale		7500 kVA (AN)	
Tipo		TR-PN (IEC 60076-11)	
Impiego		Convertitore+Elevatore	
Frequenza		60 Hz	
Temperatura ambiente / Altitudine		40°C / 1000m slm	
LATO PRIMARIO			
Tensione primaria		Alluminio-Inglobato	
Collegamento primario		7000±2x2,5%	
Caratteristiche isolamento		Stella+N	
Morsetti primario n°		12/28/75 kV	
		3+1	
Classe di isolamento termico (sovratemp.)		F (80K)	
LATO SECONDARIO			
Tensione secondaria (a vuoto)		Alluminio-impregnato	
Collegamento secondario		2800 V	
Caratteristiche isolamento		Triangolo	
Morsetti secondario n°		7,2/20/60 kV	
		3	
Classe di isolamento termico (sovratemp.)		F (80K)	
Corrente magnetizzante a vuoto a Vn		<0,5%	
Perdite a vuoto a 100% Vn		9700 W	
Perdite a vuoto a 1,1 Vn		12000 W	
Perdite a carico a 120°C		42900 W	
Tensione di c.c.		8%	
Gruppo		DYN11	
Classi		E2-C2-F1	
Livello di pressione acustica in tutte le condizioni di carico		<80 dB(A) a 1 m	