




Progetto PPPN-S IMPIANTO PEAKER PER BILANCIAMENTO RETE ELETTRICA	
Sito NAVE (BS)	
Committente 	DUFERCO SVILUPPO SPA Via Paolo Imperiale 4 16126 Genova (GE) Tel.: +39 030 21691 +39 010 27570 e-mail: info@dufercosviluppo.com Rappresentante società: D. Campanella
Responsabile del progetto  Dufenco GROUP	DUFERCO ENGINEERING S.p.A. Via Paolo Imperiale 4 16126 Genova (GE) Tel.: +39 010 8930843 e-mail: info@dufercoeng.com Rappresentante società: Ing. E. Palmisani
Autore documento  Dufenco GROUP	DUFERCO ENGINEERING S.p.A. Via Paolo Imperiale 4 16126 Genova (GE) Tel.: +39 010 8930843 e-mail: info@dufercoeng.com Rappresentante società: Ing. E. Palmisani
	Pinceti Consulting Srl Via Roma, 11/2 16145 – Genova Email: pincosrl@gmail.com

PROGETTO DELL'OPERA
Elettrodotto 132 kV - Campi Elettrico e Magnetico

Solo per uso esterno			
Autorizzato per:	Autorizzato da:	Ufficio:	Data
Richiesta d'Offerta			
Ordine			
Costruzione			
Approvazione Cliente			
Autorizzazioni			
Informazioni			

0	24/08/19	Prima emissione	F. Marsano	A. Barocci	E. Castelli
Rev.	Data	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato

Codici gestionali				Identificazione documento				Pag.	di	
G.1.8.0	PP	000	GR	PPPN	G03	DENG	S	0014	1	20
Sistema	Fase	Area	Tipologia	Progetto	Lotto	Società	D/S	Numero		

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
<small>Duferco GROUP</small>											
Management codes				Document identification							
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	Page	of
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.	2	20

Sommario

1	SCOPO	3
2	RIFERIMENTI LEGALI E NORMATIVI	4
	2.1 Leggi e Direttive	4
	2.2 Norme e Documenti Tecnici	4
3	DESCRIZIONE DEI LUOGHI E DELL'ELETTRODOTTO	6
	3.1 Caratteristiche tecniche elettrodotto	6
	3.2 Caratteristiche dei luoghi attraversati	8
4	RISCHIO DA CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	13
5	CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO	14
	5.1 Corrente di carico	14
	5.2 Portata termica delle linee aeree	16
	5.3 Campo magnetico	17
6	CONCLUSIONI	20

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
<small>Duferco GROUP</small>											
Management codes				Document identification					Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	3	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

1 Scopo

Il presente documento quantifica i campi elettrici e magnetici generati dall'elettrodotto aereo a 132 kV che connette la Centrale di Nave (BS) alla Sottostazione Terna sempre a Nave. La centrale è costituita da due gruppi turbogas, ciascuno da 65 MW elettrici, installati all'interno dell'Acciaieria Duferco, e collegati alla rete a 132 kV attraverso un trasformatore elevatore a doppio secondario da 170 MVA (2x85 MVA). L'impianto ha lo scopo di generare potenza in condizioni di saturazione della rete di trasmissione nazionale, con un limite massimo di 800 ore/anno, per partecipare al futuro "Mercato della Capacità".

La connessione della Centrale con la rete Terna avviene mediante una linea aerea a 132 kV esistente. Il presente documento valuta i campi elettromagnetici prodotti dalla linea e verifica il rispetto dei requisiti di legge per tali impianti.

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
Duferco GROUP											
Management codes				Document identification					Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	4	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

2 Riferimenti legali e normativi

2.1 Leggi e Direttive

- [L1] D.Lgs. 9 aprile 2008, Nr. 81
- [L2] Legge 22 febbraio 2001, Nr.36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- [L3] Ministero ambiente, Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"
- [L4] 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 (50 Hz) generati dagli elettrodotti"
- [L5] Directive 2013/35/EU on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields)
- [L6] European Parliament, DG per l'Occupazione, "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici", ISBN 978-92-79-45901-6
- [L7] European Regulation 2016 No. 588, "The Control of Electromagnetic Fields at Work Regulations 2016"
- [L8] D.Lgs. 1 agosto 2016, n.159, "Attuazione della Direttiva 2013/35/UE"

2.2 Norme e Documenti Tecnici

- [T1] 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", 2006-02
- [T2] CEI 106-12, "Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT" 2006-05
- [T3] CEI 106-20 (EN 50413), "Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz)", 2010-07
- [T4] CEI 106-23 (EN 50499), "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici", 2009-11
- [T5] CEI 106-27 (EN 62110), "Livelli di campo magnetico generati da sistemi di potenza in c.a. - Procedure di misura con riferimento all'esposizione umana", 2011-04 (EC 2015-06)

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
<small>Duferco GROUP</small>											
Management codes				Document identification					Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	5	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

- [T6] CEI 106-36 (EN 50647), "Norma base per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettrici e magnetici generati da apparecchiature ed installazioni per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica", 2018-01
- [T7] CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche", 2008-09
- [T8] Enel Distribuzione, "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche"
- [T9] Terna EU0584QSWBER00089, "Componenti elettrodotti aerei a 150 kV ST – Caratteristiche componenti", 15/05/2010
- [T10] APAT, "Metodologie, tecniche e procedure per la riduzione delle emissioni dei campi elettromagnetici nell'ambiente", Rapporto 73/2006
- [T11] CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV", 2002-06

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
Duferco GROUP											
Management codes					Document identification				Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	6	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

3 Descrizione dei luoghi e dell'elettrodotto

3.1 Caratteristiche tecniche elettrodotto

La linea ha numero 123, ed è costituita da una tratta in servizio composta da 18 sostegni (numerazione da palo 1 in Stazione Nave a palo 18 presso l'Acciaieria Duferco) con conduttore in alluminio-acciaio \varnothing 21 mm e da una seconda tratta, oggi fuori servizio, composta da 10 sostegni, che va dal sostegno N° 22 in Stazione di Nave al palo 31, per poi richiudersi sul sostegno 15 della tratta in servizio, sul quale è installato un sezionatore. Il sostegno 22, posto all'interno della stazione elettrica di Nave, non è oggi collegato ad alcun montante dell'impianto. Questa seconda tratta è equipaggiata con un conduttore alluminio-acciaio \varnothing 31,5 mm. Il percorso dell'elettrodotto è indicato in Figura 1. E' prevista la sostituzione del conduttore da 21 mm con conduttore da 31.5 mm nella tratta dal palo 15 allo stabilimento, così come il collegamento del palo 22 al montante in uscita della sottostazione. In sintesi, la linea è doppia dalla stazione di Nave fino al palo 15, e diventa quindi singola dal palo 15 fino allo stabilimento.

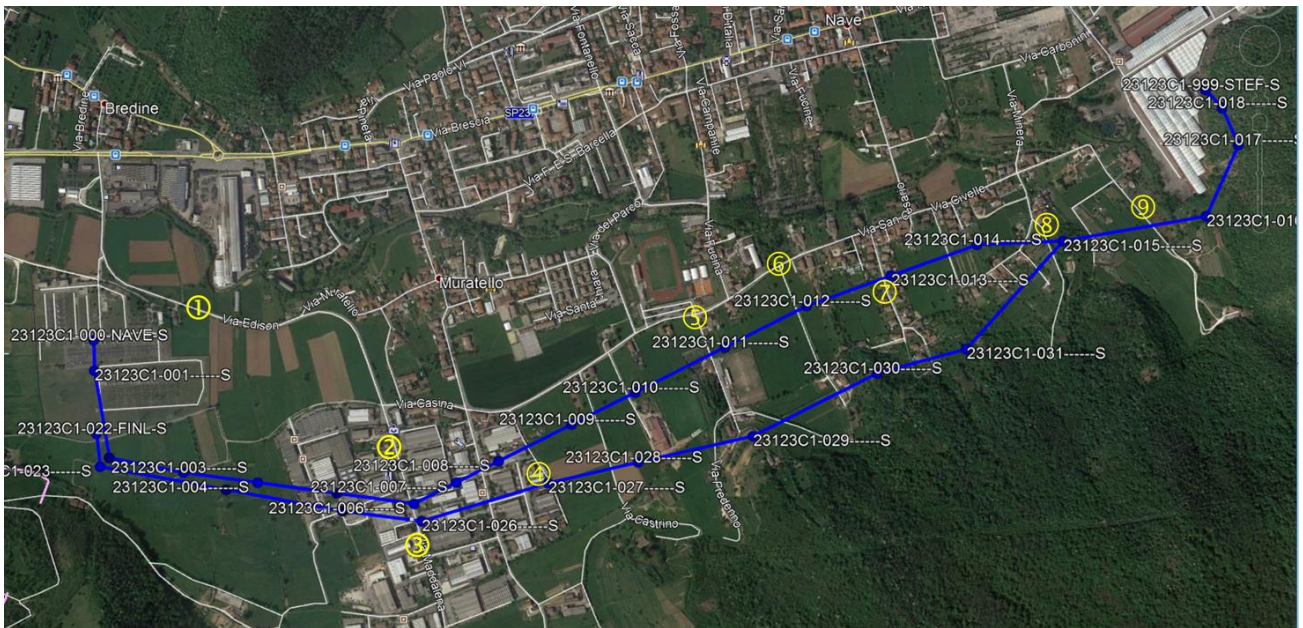


Fig. 1. Percorso dell'elettrodotto

I sostegni che compongono la linea sono prevalentemente di tipo troncopiramidale, con due mensole da un lato (bassa e alta) e una dall'altro (media). Nella tratta in servizio vi è installata una fune di guardia AW \varnothing 11,5 mm mentre nella tratta fuori servizio una fune di guardia in acciaio \varnothing 10,5 mm. Il collegamento è privo di fibra ottica.

L'altezza da terra dei conduttori è pari o maggiore a m 10, tranne in un punto della tratta fuori servizio dove è pari a 8 m. Non vi sono comunque punti nei quali non è rispettato il franco minimo di legge dal terreno o da qualunque altra opera.

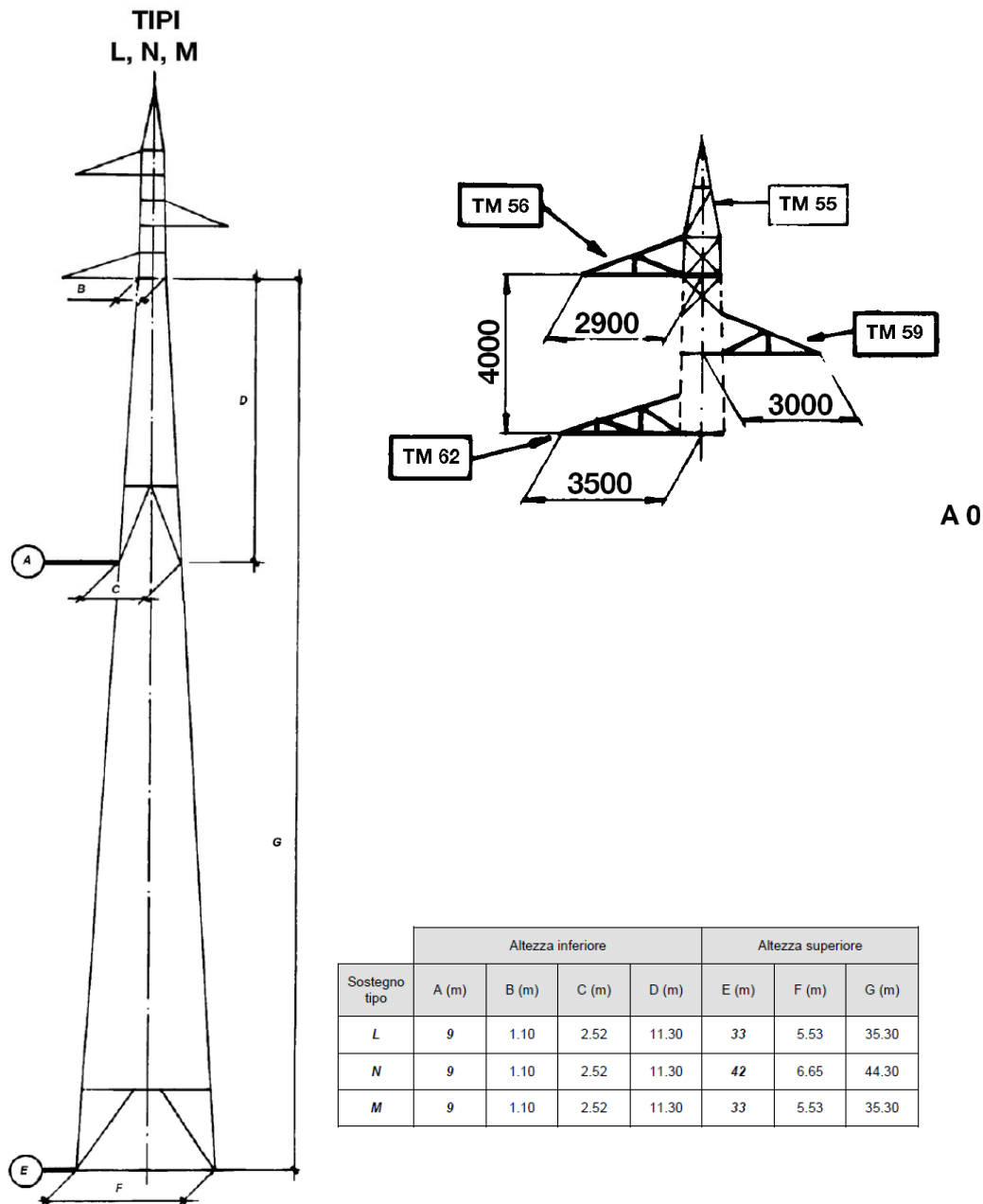


Fig. 2. Caratteristiche meccaniche dei tralicci (da [T9])

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
Duferco GROUP											
Management codes				Document identification						Page	of
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	8	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

3.2 Caratteristiche dei luoghi attraversati

In uscita dalla Stazione Terna di Nave la linea 123 attraversa un'area agricola per circa 750 m, quindi gira verso est ed attraversa un'area industriale di circa 700 m. Uscita da questa, la linea raggiunge l'Acciaieria Duferco passando in un'area boschiva con un percorso di circa 2400 m.

Sono di seguito riportate alcune viste dell'elettrodotto riprese dai punti numerati da 1 a 9 in Figura 1.



Fig. 3. Sottostazione Terna di Nave (BS)



Fig. 4. Elettrodotto 123 su area industriale

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
Duferco GROUP											
Management codes				Document identification						Page	of
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	9	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		



Fig. 5. Elettrodotto 123 su area industriale



Fig. 6. Elettrodotto 123 su area industriale

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
Duferco GROUP											
Management codes				Document identification							
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	Page	of
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.	10	20



Fig. 7. Elettrodotto 123 su area agricolo-boschiva



Fig. 8. Elettrodotto 123 su area agricolo-boschiva

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
<small>Duferco GROUP</small>											
Management codes				Document identification					Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPP	G03	DENG	S	0014	0	11	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		



Fig. 9. Elettrodotta 123 su area agricola

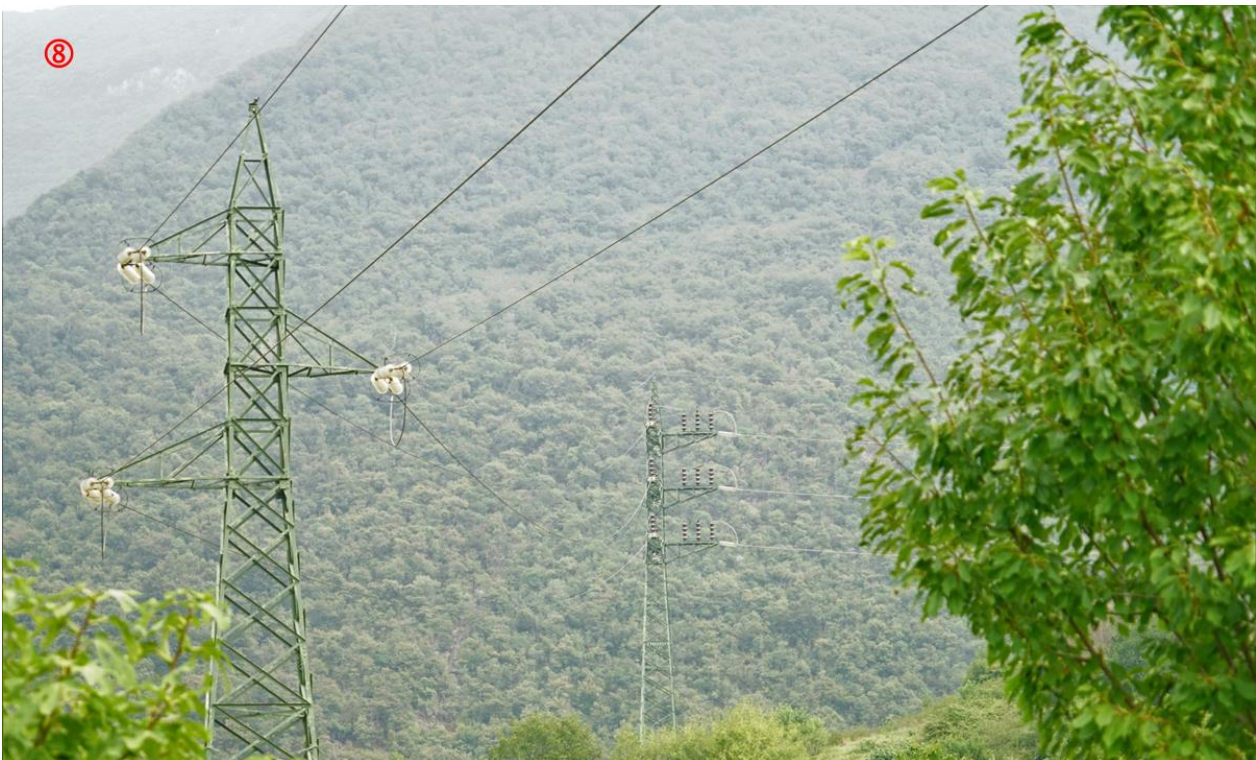


Fig. 10. Palo di congiungimento linee

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
<small>Duferco GROUP</small>											
Management codes				Document identification					Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	12	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		



Fig. 11. Linea verso stabilimento

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
Duferco GROUP											
Management codes				Document identification					Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	13	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

4 Rischio da campi elettrici e magnetici

Il DPCM 8 luglio 2003 ^[L4] facendo riferimento alla Legge 36/2001 ^[L2] indica i seguenti valori massimi di esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici a 50 Hz generati dagli elettrodotti:

- limite di esposizione	5 kV/m	100 μ T
- valore di attenzione	--	10 μ T
- obiettivo di qualità	--	3 μ T

L'obiettivo di qualità si applica ai nuovi elettrodotti prossimi ad aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, ed in generale ambienti ove siano previste permanenze superiori alle 4 ore giornaliere. Lo stesso obiettivo si applica alla progettazione di nuovi ambienti prossimi ad elettrodotti esistenti. L'obiettivo di qualità di 3 μ T deve intendersi come "mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". Lo stesso DPCM, al Art.1.2, indica che questi limiti non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali. Ai lavoratori fa esplicito riferimento il D.Lgs. 159/2016 ^[L8] che recepisce la Direttiva Europea ^[L5] che indica in 10 kV/m il valore di attenzione del campo elettrico e in 20/6000 μ T il valore di attenzione del campo magnetico da non superare sui luoghi di lavoro (Tabella B2). Il primo valore (20 μ T) garantisce l'assenza di effetti sensoriali, mentre il secondo valore (6 mT) garantisce l'assenza di effetti sulla salute.

Il limite di esposizione di 5 kV/m (che diventa 10 kV/m per i lavoratori esposti professionalmente) è il valore che non deve essere superato in nessuna condizione di esposizione per la popolazione ed i lavoratori. Il valore del campo elettrico dipende dal valore della tensione della linea, ed è quindi praticamente costante. Il campo elettrico è schermato o deformato dalla presenza di oggetti, strutture, o persone, e non può che essere quindi calcolato puntualmente. In generale, in prossimità degli elettrodotti a 132 kV il campo elettrico è raramente superiore a 1 kV/m. La Figura 12, tratta da [T12], mostra che una linea con palo asimmetrico a 220 kV genera a terra un campo elettrico inferiore a 2 kV.

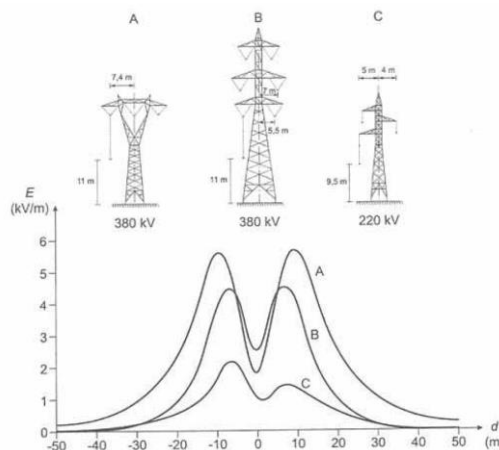


Fig. 12. Campo elettrico linee AT

Duferco Engineering Duferco GROUP				Quadro progettuale					Page of	
G.1.8.0 System	Management codes PP Phase	000 Area	TS Typology	PPPN Project	G03 Lot	DENG Company	S D/S	0014 Number	0 Rev.	14 of 20

5 Calcolo del campo magnetico

5.1 Corrente di carico

La Centrale di Nave ha funzionamento “peak”, e funziona pertanto solo nelle ore di massimo carico per alleggerire i transiti di potenza sulle linee dell’area bresciana su richiesta del gestore della rete nazionale (Terna). A livello nazionale i picchi di carico si manifestano per lo più nel periodo 10-12 e 15-18 dei giorni feriali, essendo il carico dei giorni festivi e prefestivi nettamente inferiore a quello dei giorni lavorativi. Analoghe considerazioni portano ad escludere il mese di agosto, caratterizzato da carichi elettrici nettamente inferiori a quelli degli altri mesi.

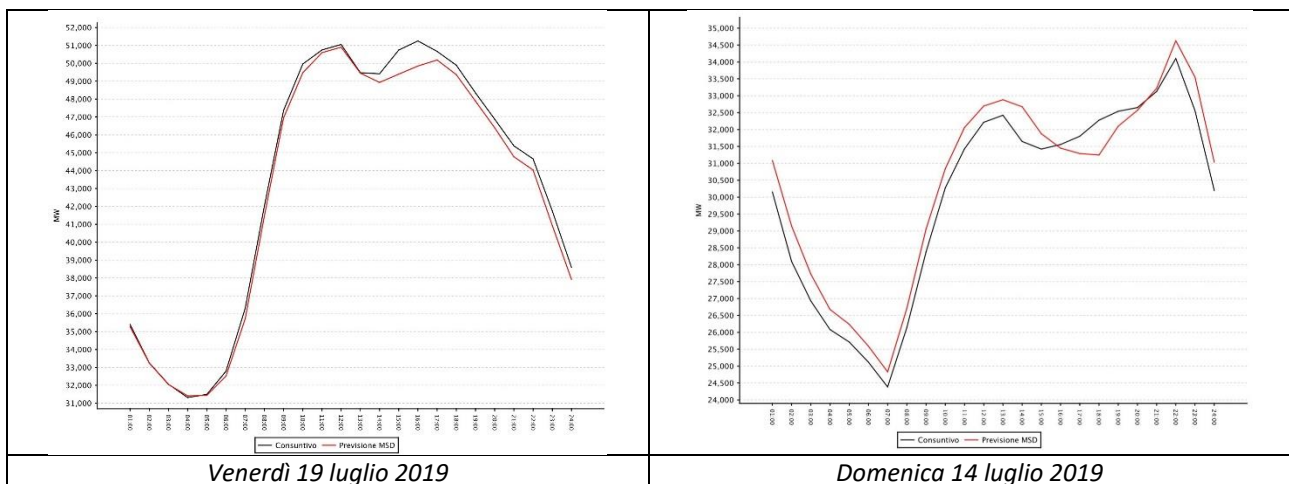


Fig. 13. Profilo di carico nazionale del 19 luglio 2019 (fonte Terna)

E’ ragionevole ipotizzare che una centrale peaker operi quindi circa 200 giorni all’anno, con una media di 4 ore/giorno, essendo il totale di ore annue di funzionamento non superiore a 800. Ipotizzando in modo conservativo che nelle ore di funzionamento la centrale operi a pieno carico (170 MVA), la corrente sulla linea sarebbe di circa 750 Ampere. Nelle ore in cui la centrale è in stand-by il carico è limitato ai soli ausiliari essenziali, ipotizzabile conservativamente in circa 500 kW, cui corrisponde una corrente di linea intorno a 2 Ampere. Un profilo di carico atteso della linea è riportato in Figura 14: il carico di linea è intorno a 2 A per l’intera giornata, tranne le 4 ore in cui la centrale è chiamata ad operare, quando passa a 570 A.

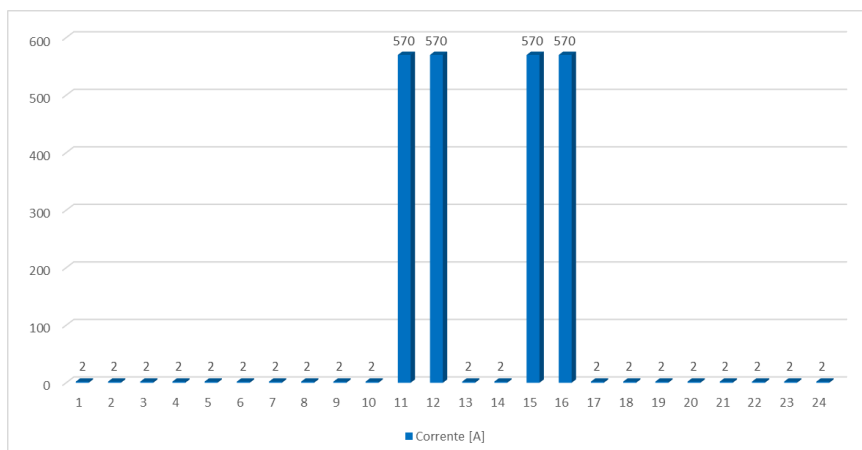


Fig. 14. Profilo di corrente giornaliero (tipico)

Duferco Engineering Duferco GROUP				Quadro progettuale							
Management codes				Document identification					Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	15	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

Riportando la distribuzione della corrente di linea sulle 24 ore, è immediato osservare che la mediana delle correnti, sulla quale va calcolato l'obiettivo di qualità del campo magnetico, è di 2 A.

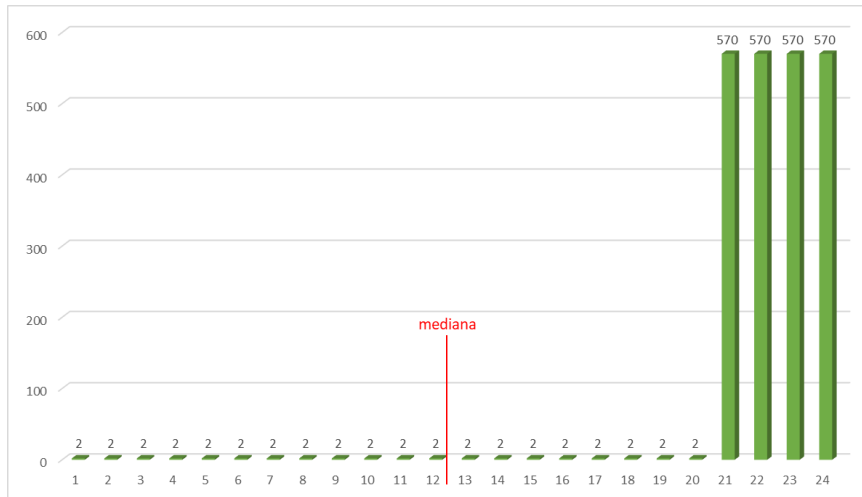


Fig. 15. Mediana delle correnti di linea (tipica)

Volendo eseguire uno studio più ampio, vengono considerati i seguenti tre valori della corrente di linea:

- mediana 2 A
- media 98 A
- massima 570 A

La linea 123 che collega la Centrale alla Stazione di Nave è costituita quasi interamente da due elettrodotti in parallelo, entrambi con conduttori alluminio-acciaio, uno con diametro 21 mm, l'altro con diametro 31,5 mm (valore unificato da Terna). Considerato che i conduttori Φ 31,5 hanno $(54 \times 3,5) = 190 \text{ mm}^2$ di alluminio e che i conduttori Φ 21 hanno $(30 \times 3) = 90 \text{ mm}^2$ di alluminio, si può ritenere che la ripartizione della corrente sia al 68% sul conduttore di sezione maggiore ed al 32% su quello di sezione minore.

Queste considerazioni portano quindi ai seguenti valori di corrente:

	conduttore Φ 31,5	conduttore Φ 20	
- mediana	1,5	0,5	A
- media	70	28	A
- massima	410	160	A

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
Duferco GROUP				Document identification							
Management codes				Document identification				Page of			
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	16	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

5.2 Portata termica delle linee aeree

Il calcolo della portata delle linee aeree è riportato nella norma CEI 11-60^[T11]. I criteri del calcolo considerano:

- a) la zona climatica Zona B per il Nord Italia
- b) il periodo dell'anno C (caldo) da maggio a settembre / F (freddo) da ottobre a aprile
- c) il conduttore di riferimento Φ 31,5 mm di diametro

La Tab.1 della CEI 11-60, di cui sotto è riportato un estratto, indica una portata tra i 575 A nel periodo caldo ed i 675 A nel periodo freddo.

Tensione nominale della linea (kV)	Portate in corrente del conduttore di riferimento I_0 (A)			
	Zona A		Zona B	
	Periodo C	Periodo F	Periodo C	Periodo F
132÷150	620	870	575	675

La portata di un conduttore con diametro diverso si può calcolare con la formula di pos. 3.1.2 della CEI 11-60:

$$I_R = (0,14 \cdot \Phi^2 + 30,8 \cdot \Phi - 110) \cdot I_0 \cdot 10^{-3}$$

dove I_R portata del conduttore di diametro Φ
 Φ diametro del conduttore [mm]
 I_0 portata del conduttore da 31,5 mm

Un conduttore da 21 mm² a Nave ha portata tra 345 A (periodo C) e 405 A (periodo F). La Tabella sotto riassume le portate delle linee aeree che collegano la centrale alla stazione di Nave.

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
Duferco GROUP											
Management codes				Document identification					Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	17	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

5.3 Campo magnetico

Per il calcolo del campo magnetico generato dalla linea è stato implementato il modello di calcolo indicato dalle norme CEI 106-11 [T1] e CEI 211-4 [T7] basato sulla Legge di Biot-Savart. La geometria dei conduttori, mostrata in Figura 16, è coerente con la struttura del traliccio di Figura 2. Le coordinate del punto P sono variabili e consentono di calcolare il campo magnetico nei diversi punti dello spazio.

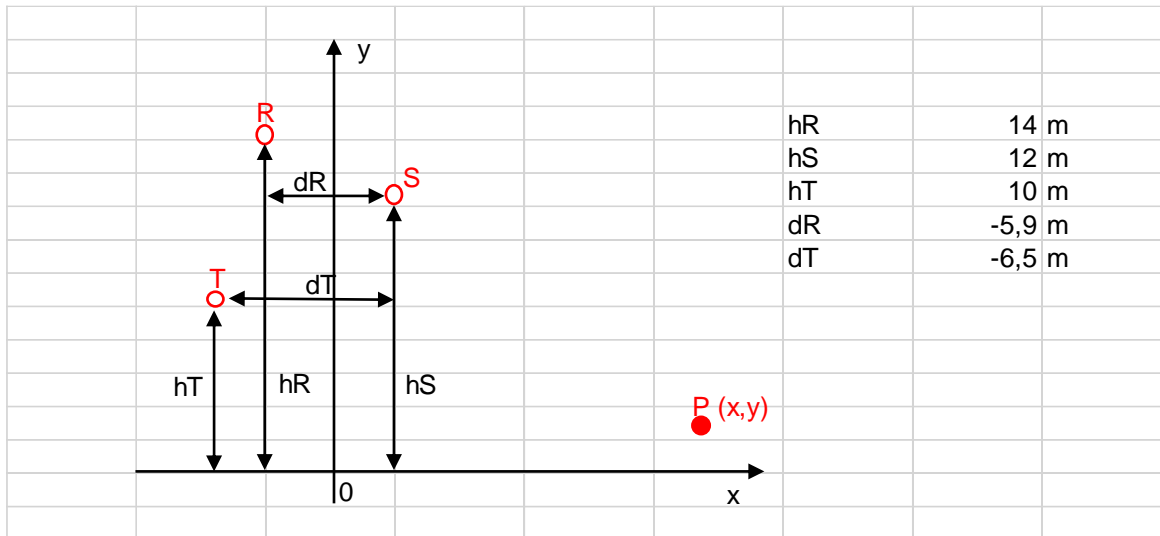


Fig. 16. Geometria dei conduttori dell'elettrodotto

La Figura 17 mostra l'andamento del campo magnetico considerando le tre correnti di carico della linea (mediana, media, massima) calcolato a 1 metro da terra per il tratto a singola terna. E' immediato osservare che:

- l'andamento del campo magnetico è leggermente asimmetrico rispetto alla linea aerea, essendo superiore dal lato dove si ha un solo conduttore;
- la mediana del campo magnetico giornaliero è trascurabile** (il calcolo indica un valore di 0,02 μT , al di sotto della soglia di misurabilità e ben sotto l'accuratezza di misura);
- il campo magnetico medio giornaliero nei giorni lavorativi è inferiore a 1 μT in qualsiasi posizione rispetto all'elettrodotto (nei giorni festivi è praticamente nullo);
- il campo magnetico alle condizioni di massimo carico della Centrale è di circa 6,5 μT in asse col centro dei tralicci, e decresce sotto i 3 μT ad una distanza superiore a 15 m;

La Figura 18 è relativa alla linea 31.5 mm nella tratta in cui è in parallelo alla linea 21 mm, mentre la Figura 19 è relativa alla linea 21 mm nella tratta in cui è in parallelo alla linea 31.5. Ovviamente, essendo le correnti inferiori, i campi magnetici a terra risultano ancora inferiori a quelli della tratta singola.

Duferco Engineering				Quadro progettuale					Page of		
Duferco GROUP				Document identification							
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	18	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

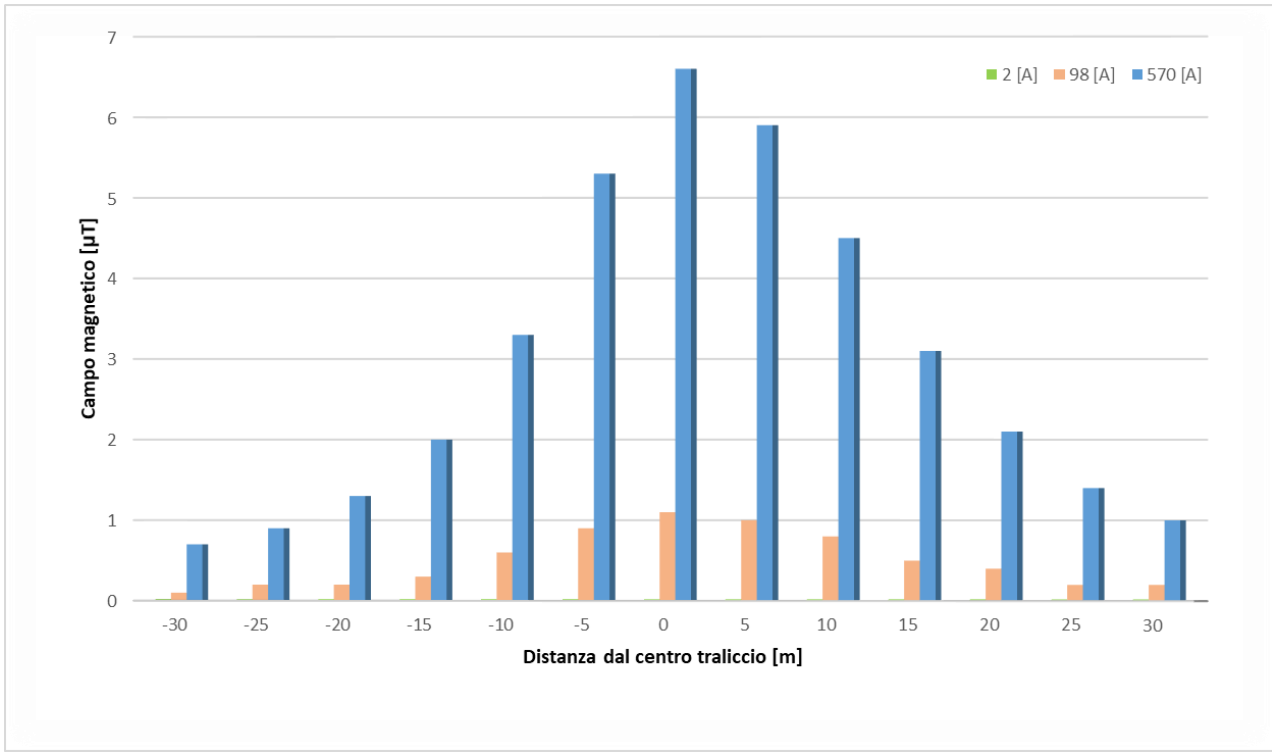


Fig. 17. Profilo del campo magnetico rispetto al centro dei tralicci (da palo 15 a stabilimento)

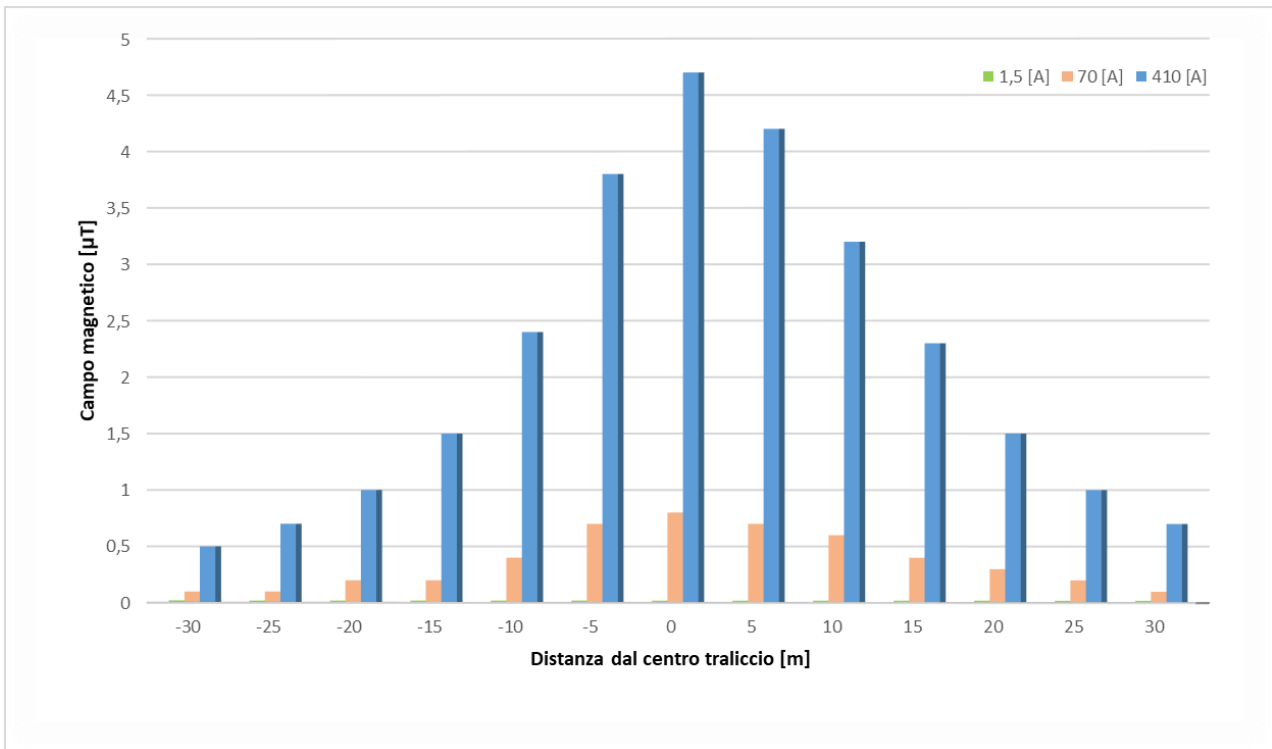


Fig. 18. Profilo del campo magnetico rispetto al centro dei tralicci (linea 31.5 mm)

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
Duferco GROUP				Document identification					Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	19	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

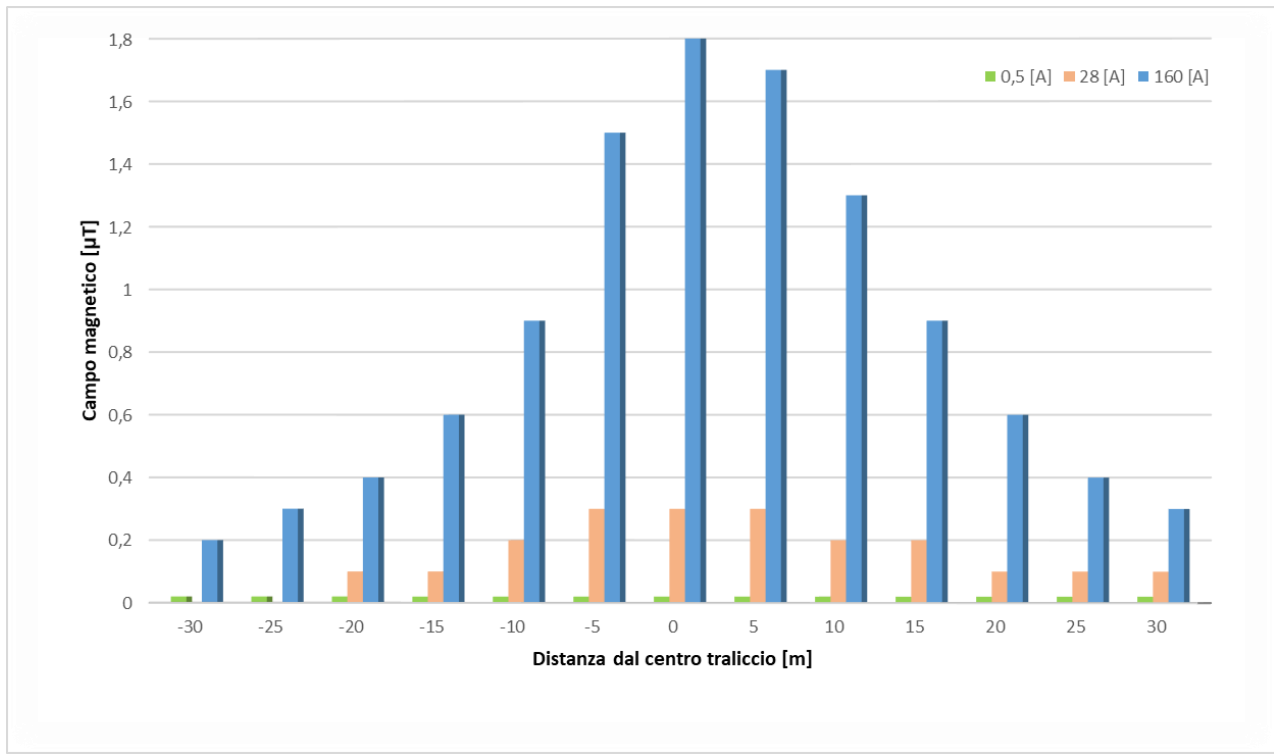


Fig. 19. Profilo del campo magnetico rispetto al centro dei tralicci (linea 21 mm)

Duferco Engineering				Quadro progettuale							
<small>Duferco GROUP</small>											
Management codes				Document identification					Page	of	
G.1.8.0	PP	000	TS	PPPN	G03	DENG	S	0014	0	20	20
System	Phase	Area	Typology	Project	Lot	Company	D/S	Number	Rev.		

6 Conclusioni

L'elettrodotto a 132 kV che collega la Centrale con la Stazione di Nave sarà interessato a flussi di corrente significativi per periodi di tempo molto limitati, stimabili in circa 4 ore nelle sole giornate feriali. La breve durata dei periodi di carico, insieme ad una struttura dei tralicci che garantisce altezze da terra sempre superiori a 10 m, fanno sì che **venga raggiunto l'obiettivo di qualità del DPCM 8 luglio 2003 ovunque**, non essendovi alcuna zona in cui il campo magnetico sia superiore a 3 μT (a meno di zone molto prossime ai conduttori). La mediana nelle 24 ore del campo magnetico a terra è inferiore a 0,02 μT .

Anche considerando solamente i brevi periodi in cui le linee operano a pieno carico, il valore massimo del campo magnetico a terra è sempre **largamente inferiore al valore di attenzione del DPCM 8 luglio 2003** (10 μT nelle aree gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate). A seconda delle tratte, il massimo campo magnetico a terra generato dall'elettrodotto è inferiore a 2, 5, o 7 μT .