



Giornata di studio per docenti

Esercitazione pratica sulla
telefonia mobile

Calcolo della previsione
matematica delle Radiazioni Non
Ionizzanti (RNI)

Canobbio, 12 ottobre 2005

Ing. Mario Della Vecchia, SUPSI, TTHF

1 Previsione matematica

Si tratta della procedura ordinaria utilizzata dalle compagnie di telefonia mobile al momento della richiesta di costruzione di nuove stazione radio base o della modifica di esse (per esempio delle direzioni d'emissione, della disposizione delle antenne o dei diagrammi d'antenna).

La previsione matematica tiene conto delle propagazioni d'onda in campo libero e delle attenuazioni dei materiali utilizzati nella costruzione.

Tale previsione matematica deve essere calcolata in tutti i luoghi in prossimità dell'antenna appartenenti al perimetro d'impianto e sottoposti a elevata esposizione.

Numero progressivo n	1	2
N. dell'antenna	A01	A02
Servizio radio	GSM1800	UMTS
Banda di frequenza (in MHz)	1800	2100
Gestore di rete	-	-
ERP _n : potenza d'emissione (in W)	700	600
Distanza orizzontale tra antenna e LAUS (in m)	18.4	18.4
Differenza d'altezza tra antenna e LAUS (in m)	-5.3	-5.3
d _n : distanza diretta tra l'antenna e LAUS (in m)	19.1	19.1
Azimut del LAUS rispetto all'antenna (in gradi da N)	150.6	150.6
Elevazione del LAUS rispetto all'antenna (in gradi rispetto al piano orizzontale)	-163.9	-163.9
Direzione d'emissione orizzontale critica dell'antenna (in gradi da N)	350	350
Direzione d'emissione verticale critica dell'antenna (in gradi rispetto al piano orizzontale)	20	9
Angolo del LAUS rispetto alla direzione d'emissione critica, in orizzontale (in gradi)	160.6	160.6
Angolo del LAUS rispetto alla direzione d'emissione critica, in verticale (in gradi)	176.1	-172.9
Attenuazione direzionale orizzontale (in dB)	15.0	15.0
Attenuazione direzionale verticale (in dB)	15.0	15.0
Attenuazione direzionale totale (in dB)	15	15
γ _n attenuazione direzionale totale (come fattore)	31.62	31.62
Mura perimetrali dell'edificio	Vetro	Vetro
Effetto schermante dell'edificio (in dB)	0	0
δ effetto schermante dell'edificio (come fattore)	1.00	1.00
Contributo di intensità di campo (in V/m)	1.72	1.59

Intensità del campo elettrico dell'impianto

$$E_{\text{impianto}} = \sqrt{\sum_n E_n^2}$$

2.34 V/m

1.1 Intensità del campo elettrico

L'intensità del campo elettrico prodotta dall'antenna n nello spazio e locale di soggiorno considerato viene così calcolata:

$$E_n = \frac{7}{d_n} \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n \cdot \delta_n}} \quad (1)$$

dove:

E_n : intensità del campo elettrico dell'antenna n , in V/m;

d_n : distanza diretta tra il luogo e l'antenna n , in m;

ERP_n : potenza d'emissione richiesta per l'antenna n , in W;

γ_n : attenuazione direzionale (fattore di attenuazione);

δ_n : effetto schermante dell'edificio (fattore di attenuazione).

L'intensità del campo elettrico E_{impianto} che ci si deve attendere per l'intero impianto nello spazio e locale di soggiorno considerato risulta dalla somma di tutti i singoli contributi:

$$E_{\text{impianto}} = \sqrt{\sum_n E_n^2} \quad (2)$$

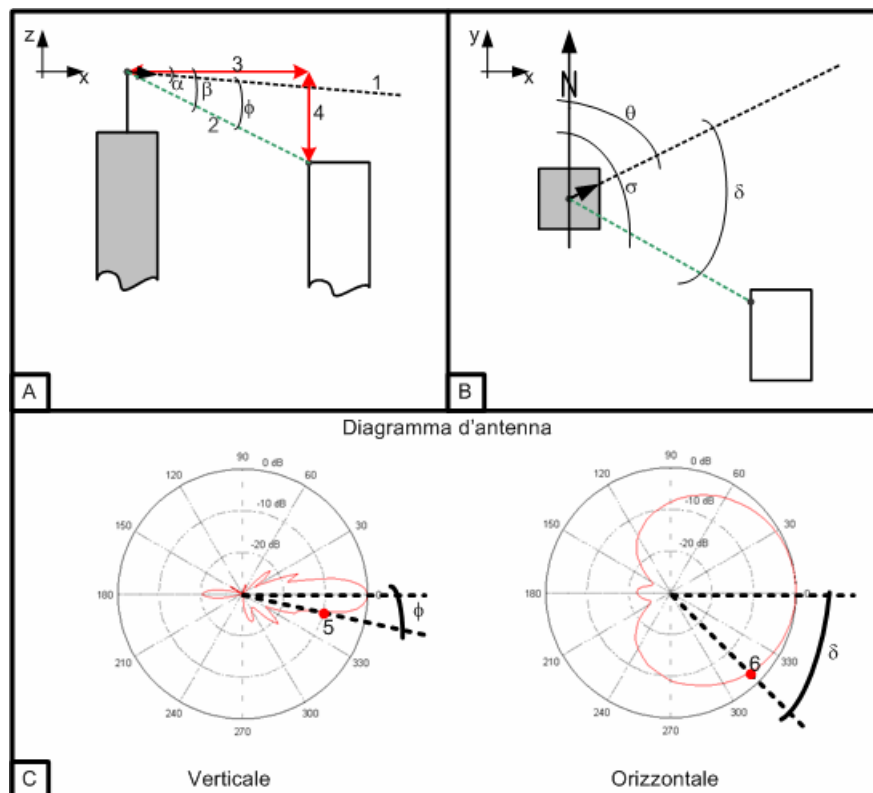
1.2 γ_n : attenuazione direzionale (fattore di attenuazione)

$$\gamma_n = 10^{\frac{dB}{10}} \quad (3)$$

1.3 δ_n : effetto schermante dell'edificio (fattore di attenuazione)

Materiale	Effetto schermante dell'edificio in dB	Fattore di attenuazione δ_n
cemento armato	15	32
facciata metallica	15	32
laterizio	5	3.2
legno	0	1
tegole (tetto)	0	1
vetro (ad es. finestra)	0	1

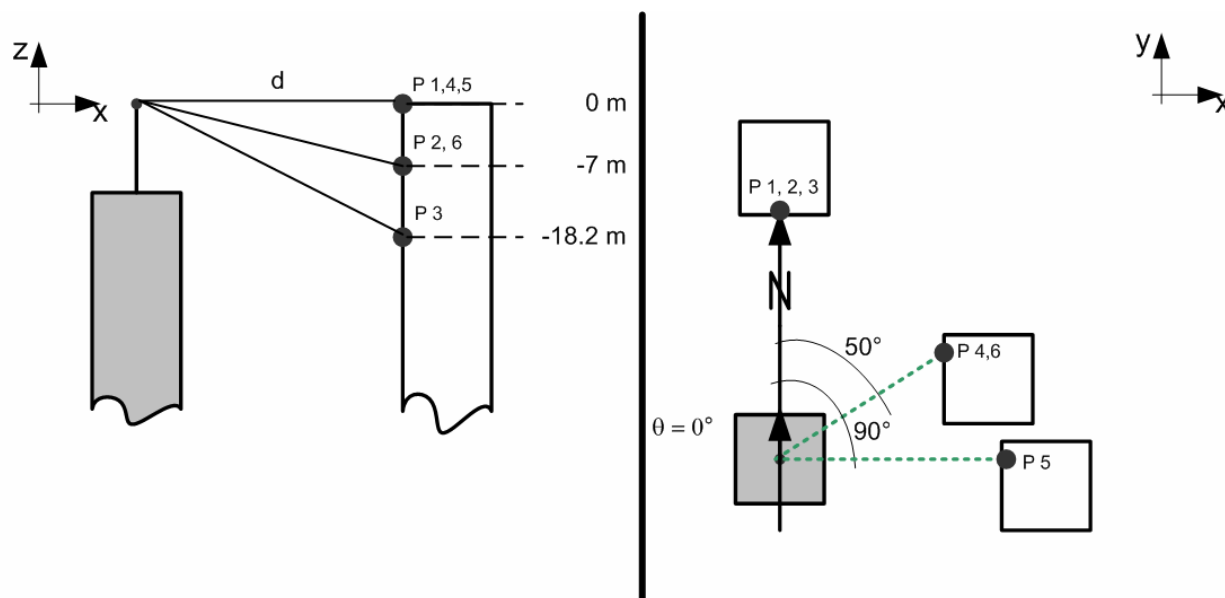
1.4 Distanze e angoli



- A**
- 1: direzione d'emissione verticale critica dell'antenna;
 - 2: distanza diretta tra l'antenna e LAUS;
 - 3: distanza orizzontale tra antenna e LAUS;
 - 4: differenza d'altezza tra antenna e LAUS;
 - α : direzione d'emissione verticale critica dell'antenna (in $^{\circ}$ rispetto al piano orizzontale);
 - β : elevazione del LAUS rispetto all'antenna (in $^{\circ}$ rispetto al piano orizzontale);
 - ϕ : angolo del LAUS rispetto alla direzione d'emissione critica, in verticale (in $^{\circ}$);
- B**
- θ : direzione d'emissione orizzontale critica dell'antenna (in $^{\circ}$ da N);
 - σ : azimut del LAUS rispetto all'antenna (in $^{\circ}$ da N);
 - δ : angolo del LAUS rispetto alla direzione d'emissione critica, in orizzontale (in $^{\circ}$);
- C**
- 5: attenuazione direzionale verticale (in dB);
 - 6: attenuazione direzionale orizzontale (in dB).

2 Esercizio

Data la seguente situazione:



Direzione d'emissione orizzontale critica dell'antenna (in gradi da N) = 0°

Direzione d'emissione verticale critica dell'antenna (in gradi rispetto al piano orizzontale) = 0°

- 1) Analizzare la previsione matematica dell'intensità del valore di campo elettrico nei punti P2, P3, P4 e P5 ($d = 50$ m) riportata nella tabella a pagina 8.
- 2) Eseguire la previsione matematica dell'intensità del valore di campo elettrico nei punti P1, P6 ($d=50$ m) e riportarla nella tabella a pagina 8.
- 3) Confrontare e analizzare i differenti valori nei punti P1-P6.
- 4) Ripetere la previsione matematica nel punto P1 con una distanza $d = 100$ m.

Nota: l'attenuazione direzionale orizzontale e verticale è da estrapolare dai grafici d'antenna rappresentati nelle pagine 6 e 7.

Diagramma d'antenna orizzontale

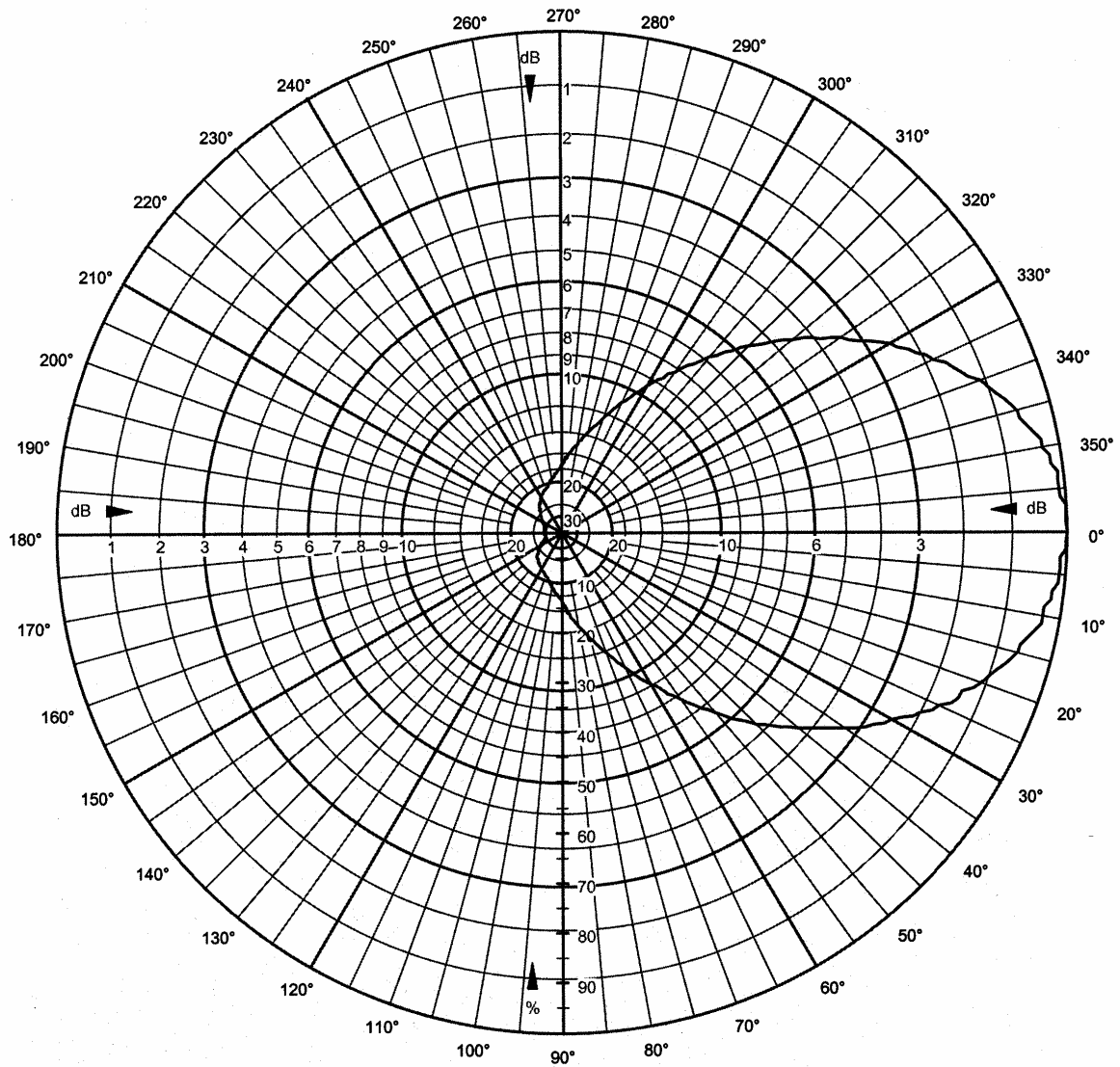


Diagramma d'antenna verticale

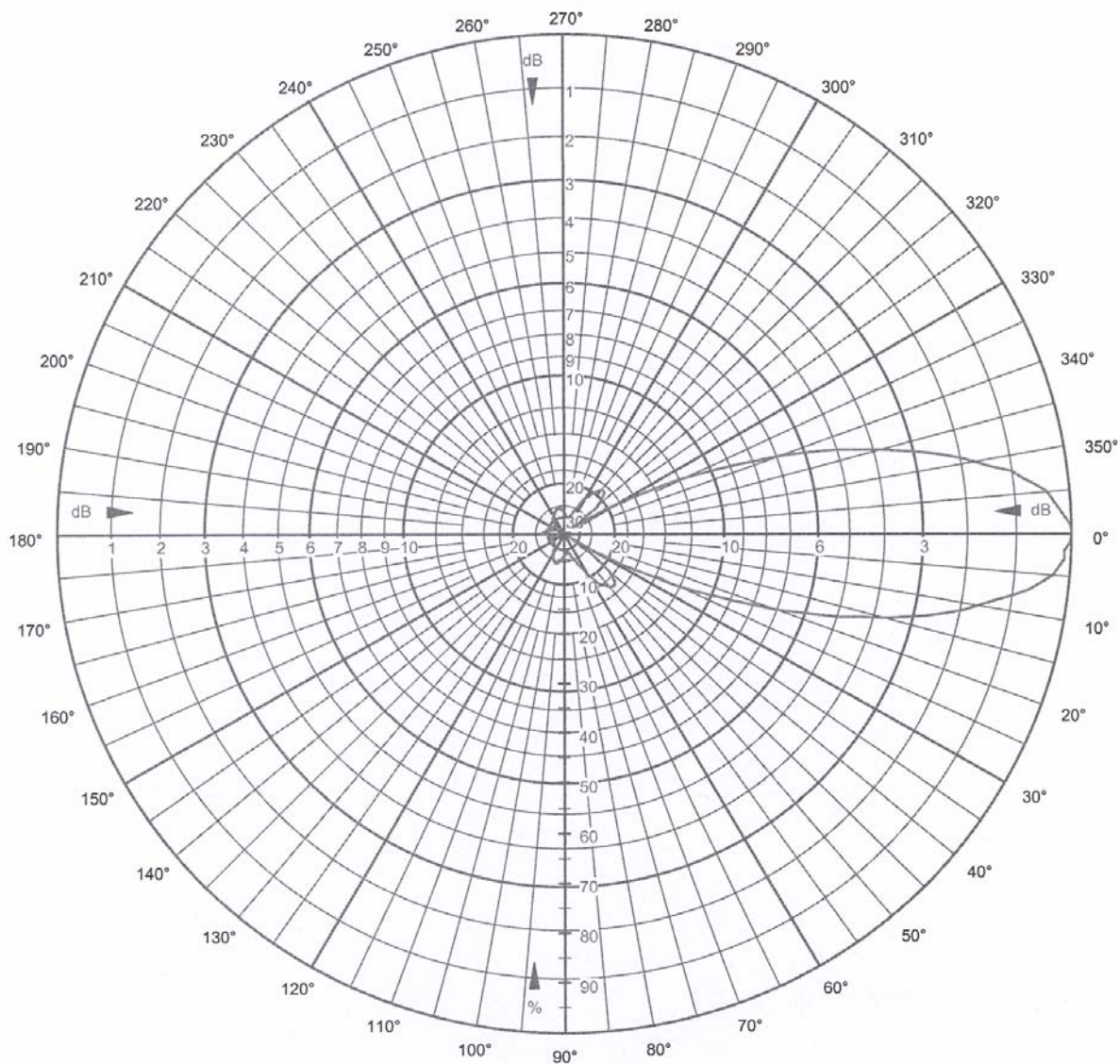


Tabella delle previsioni matematiche:

Luoghi	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1*
N. dell'antenna	A01	A01	A01	A01	A01	A01	A01
Servizio radio	GSM900	GSM900	GSM900	GSM900	GSM900	GSM900	GSM900
Banda di frequenza (in MHz)	900	900	900	900	900	900	900
ERP _n : potenza d'emissione (in W)	900	900	900	900	900	900	900
Distanza orizzontale tra antenna e LAUS (in m)		50	50	50	50		
Differenza d'altezza tra antenna e LAUS (in m)		-7	-18.2	0	0		
d _n : distanza diretta tra l'antenna e LAUS (in m)		50.5	53.2	50.0	50.0		
Azimut del LAUS rispetto all'antenna (in gradi da N)		0.0	0.0	50.0	90.0		
Elevazione del LAUS rispetto all'antenna (in gradi rispetto al piano orizzontale)		-8.0	-20.0	0.0	0.0		
Direzione d'emissione orizzontale critica dell'antenna (in gradi da N)		0	0	0	0		
Direzione d'emissione verticale critica dell'antenna (in gradi rispetto al piano orizzontale)		0	0	0	0		
Angolo del LAUS rispetto alla direzione d'emissione critica, in orizzontale (in gradi)		0.0	0.0	50.0	90.0		
Angolo del LAUS rispetto alla direzione d'emissione critica, in verticale (in gradi)		-8.0	-20.0	0.0	0.0		
Attenuazione direzionale orizzontale (in dB)		0.0	0.0	6.5	15.0		
Attenuazione direzionale verticale (in dB)		1.0	7.0	0.0	0.0		
Attenuazione direzionale totale (in dB)		1	7	6.5	15		
γ _n attenuazione direzionale totale (come fattore lineare)		1.26	5.01	4.47	31.62		
Mura perimetrali dell'edificio		Vetro	Vetro	Vetro	Vetro		
Effetto schermante dell'edificio (in dB)		0	0	0	0		
δ effetto schermante dell'edificio (come fattore)		1.00	1.00	1.00	1.00		
Intensità di campo (in V/m)		3.71	1.76	1.99	0.75		

Contatti

L'Area Telecom, Telematica e Alta Frequenza della SUPSI è a disposizione per l'organizzazione di giornate studio per allievi e docenti nel campo delle telefonia mobile e dell'elettrosmog.

Gli interessati possono contattare:

Prof. Andrea Salvade'

Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana

Dipartimento Tecnologie Innovative

Area Telecom, Telematica e Alta Frequenza

Galleria 2 - via Cantonale - 6928 Manno (Svizzera)

tel: +41 58 666 6537

fax: +41 58 666 6517

email: asalvade@supsi.ch

www.dti.supsi.ch/tthf



BIBLIOGRAFIA

"**Ordinanza sulla protezione delle radiazioni non ionizzanti (ORNI)**", 23 dicembre 1999, Confederazione Svizzera

"**Stazione di base di telefonia mobile e WLL, Raccomandazione sull'esecuzione dell'ORNI**", 2002, UFAFP

"**Scheda dei dati sul sito per le stazioni di base di telefonia mobile e WLL**", Allegato 1, rif[2]

NORMATIVE

Ufficio Federale per la Protezione dell'Ambiente, delle Foreste e del Paesaggio (UFAFP)

Dipartimento Radiazioni Non Ionizzanti

Worblentalstrasse 68, CH - 3063 Ittigen

nis@buwal.admin.ch

www.buwal.ch