



1Q5PJ

Stasera parliamo di

Low Band e Progetto «BB - Tamerici »

09/06/2023 © ARI Sezione di Pisa - i5WHC

Premessa

L'esperienza maturata con l'attività svolta presso la postazione delle «Tamerici» ci ha portato a ritenere che la postazione abbia delle ottime caratteristiche in particolare per il traffico sulle Bande Basse.

Questo aspetto unito ad una disponibilità di spazi di cui difficilmente è possibile disporre in area urbana ci ha spinto, come consiglio, a lanciare una iniziativa orientata a valutare la disponibilità dei soci a costituire un «Team» per lo sviluppo, la realizzazione e la sperimentazione di sistemi di antenna (e non solo) da testare in occasione della partecipazione a contest e/o in altre occasioni.

A sostegno di questa iniziativa abbiamo deciso di organizzare alcune «serate a tema» in cui saranno affrontate tutta una serie di argomentazioni tecniche propedeutiche allo sviluppo del «Progetto Tamerici»



1Q5PJ

Programma delle serate:

Attività sulla bande basse – i Fondamentali

Antenne per TX

Analisi degli attuali sistemi di antenna

Antenne per RX

Proposta per la realizzazione di antenne per RX e TX



1Q5PJ

Questa sera cominciamo da:

Attività sulle bande basse i Fondamentali

Antenne per TX e RX

Analisi degli attuali sistemi di antenna presso le «Tamerici»



Fare attività sulle «Low Band» ad un buon livello rappresenta per molti motivi una sfida impegnativa.

Allo stesso tempo però può costituire una ottima «palestra» per chi vuole ampliare le proprie conoscenze e confrontarsi con le difficoltà che questo tipo di attività comporta.

Proviamo a capire insieme le ragioni e per fare questo partiamo dai «fondamentali»

1Q5PJ



Per comprendere meglio quali sono le complesse dinamiche che intervengono a rendere così difficoltosa l'attività DX sulle «Bande Basse» è opportuno fare un breve ripasso sulla teoria e sui meccanismi che regolano il comportamento dei sistemi radianti in relazione alla propagazione ionosferica e con un focus particolare sugli aspetti specifici che interessano l'argomento di cui stiamo trattando.

1Q5PJ



Vediamo quali sono gli aspetti che rendono lavorare sulle «Bande Basse» così difficoltoso:

- **Elevata attenuazione di tratta via riflessione ionosferica**
- **Elevati livelli di rumore (atmosferico/man made noise)**
- **Lobo di radiazione delle antenne non ottimale e relazione con l'angolo di radiazione**

Vediamo adesso nel dettaglio i singoli argomenti



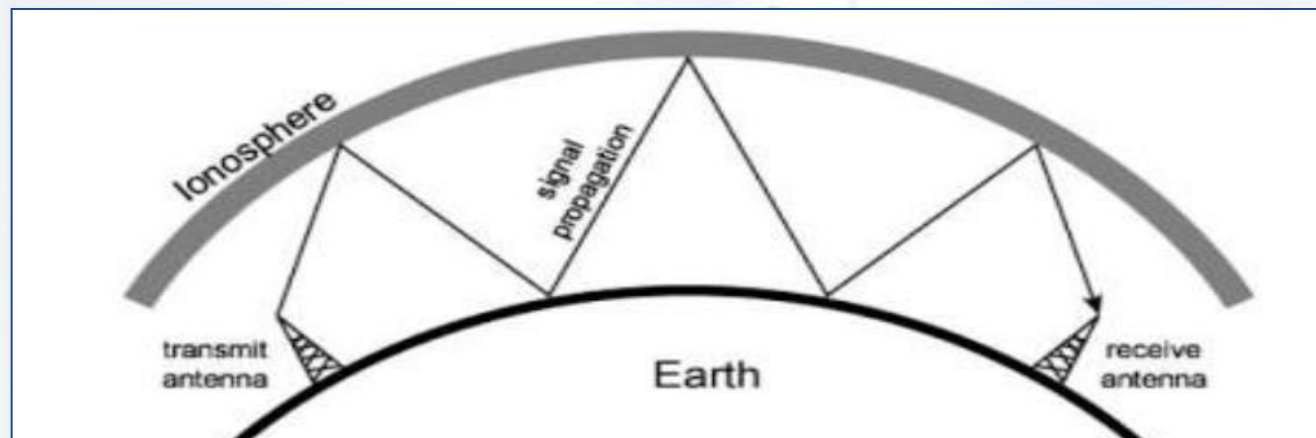
1Q5PJ

Elevata attenuazione di tratta via riflessione ionosferica





1Q5PJ



Nel percorso via riflessione ionosferica (skywave) il segnale subisce un'attenuazione complessiva dovuta a molteplici fattori, L'attenuazione totale di tratta è data dalla somma dei valori di attenuazione delle singole componenti Vediamole nel dettaglio:

Attenuazione Totale di Tratta

Perdita o Guadagno dell'antenna

Attenuazione dovuta alla lunghezza del percorso

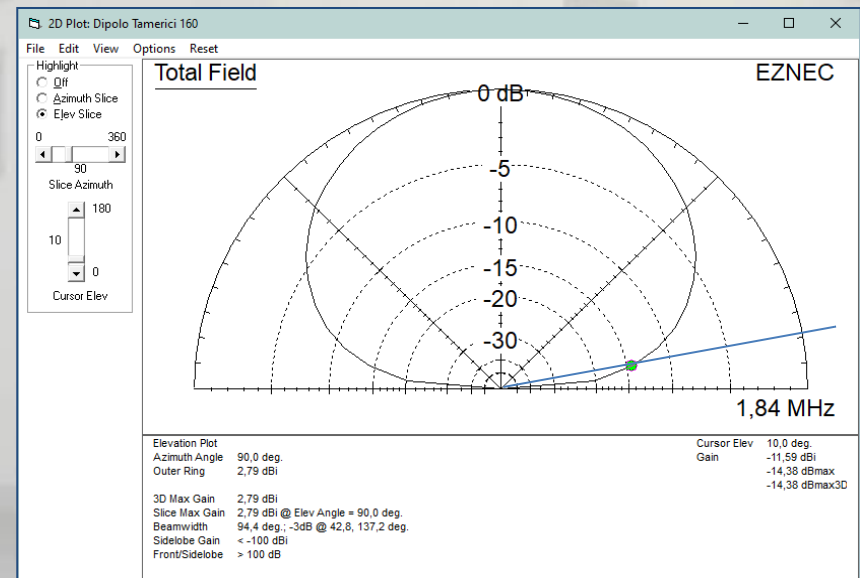
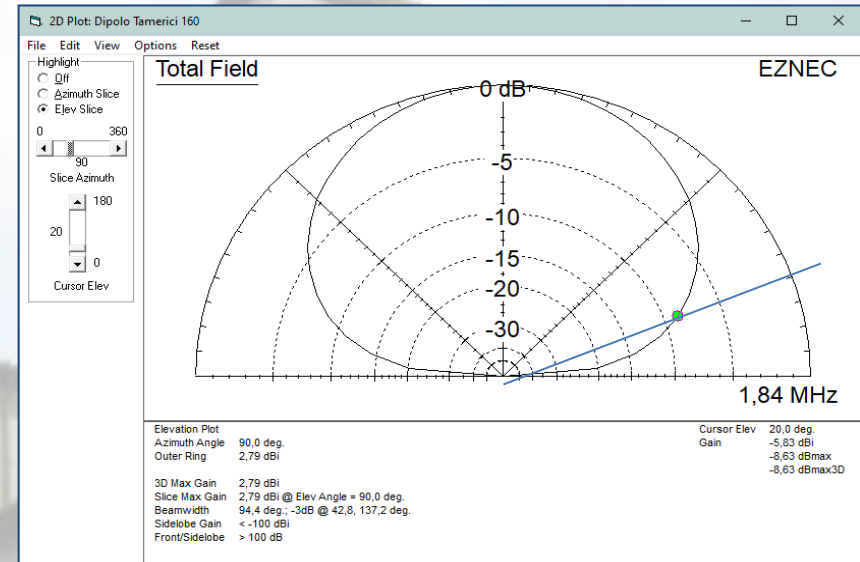
Attenuazione da assorbimento ionosferico

Attenuazione da riflessioni a terra

Attenuazione da differenza di polarizzazione

Perdita o Guadagno dell'antenna

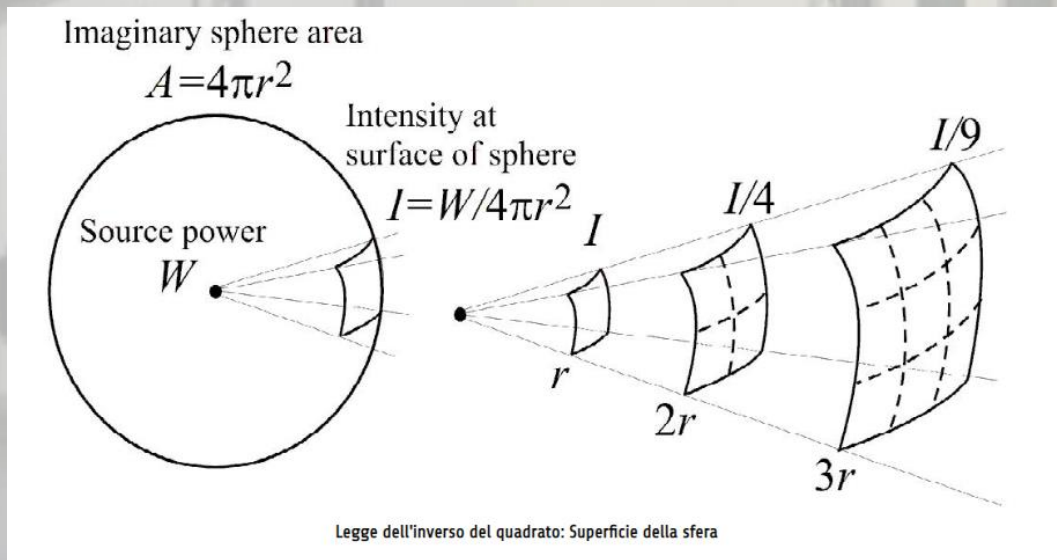
Come vedremo in dettaglio più avanti dobbiamo sempre considerare che il valore di guadagno (o perdita) dell'antenna da utilizzare per il calcolo dell'attenuazione di tratta non è quello massimo dell'antenna ma si deve sempre considerare il valore riferito allo specifico angolo di radiazione, nel caso di traffico DX via riflessione ionosferica i valori di riferimento sono compresi tra 10° e 20°:



Attenuazione dovuta alla distanza:

Un'onda elettromagnetica, a partire dalla sorgente, si propaga in tutte le direzioni in linea retta nello spazio libero (ovvero in assenza di elementi che ne possano modificare il percorso).

La propagazione avviene quindi in modo sferico e l'intensità del campo si riduce con il quadrato della distanza questo perché l'energia irradiata si distribuisce su una superficie sferica sempre più grande all'aumentare della distanza.



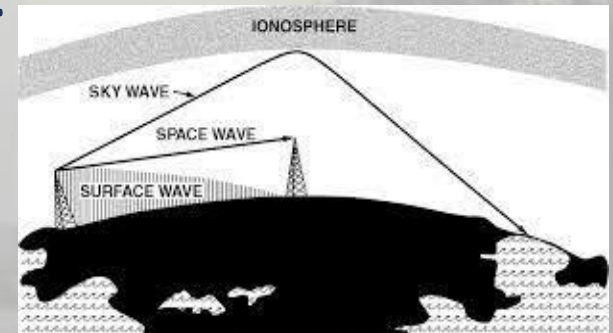
Attenuazione dovuta alla distanza:

Nello spazio «libero» l'attenuazione del segnale è proporzionale solo alla frequenza e alla distanza secondo la seguente relazione:

$$A_{(dB)} = 32,4 + 20 \log_{10} D_{(Km)} + 20 \log_{10} f_{(MHz)}$$

Es:	F= 3,6 MHz	D= 10.000Km	A= 123,5 dB
	F= 14 MHz	D= 10.000Km	A= 135,3 dB
	F= 28 MHz	D= 10.000Km	A= 141,3 dB

Se ci limitassimo a considerare solo questo aspetto anche trasmettendo con solo 1 W (+30dBm) avremmo a 10.000Km di distanza un margine sulla soglia di rumore di un normale ricevitore (-135dBm) di circa 20-30 dB.





Attenuazione da assorbimento ionosferico:

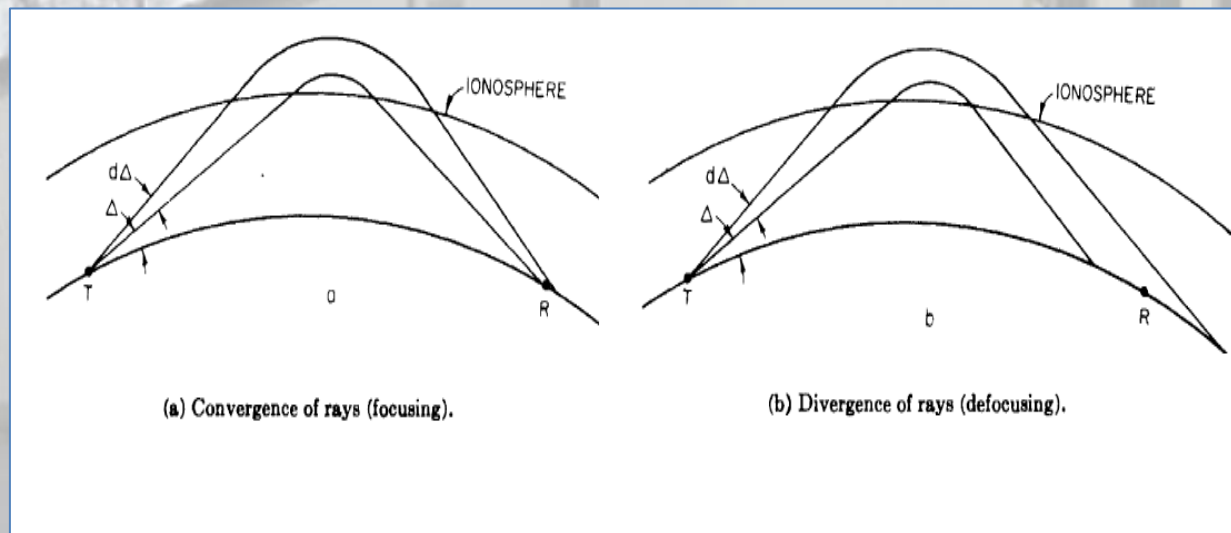
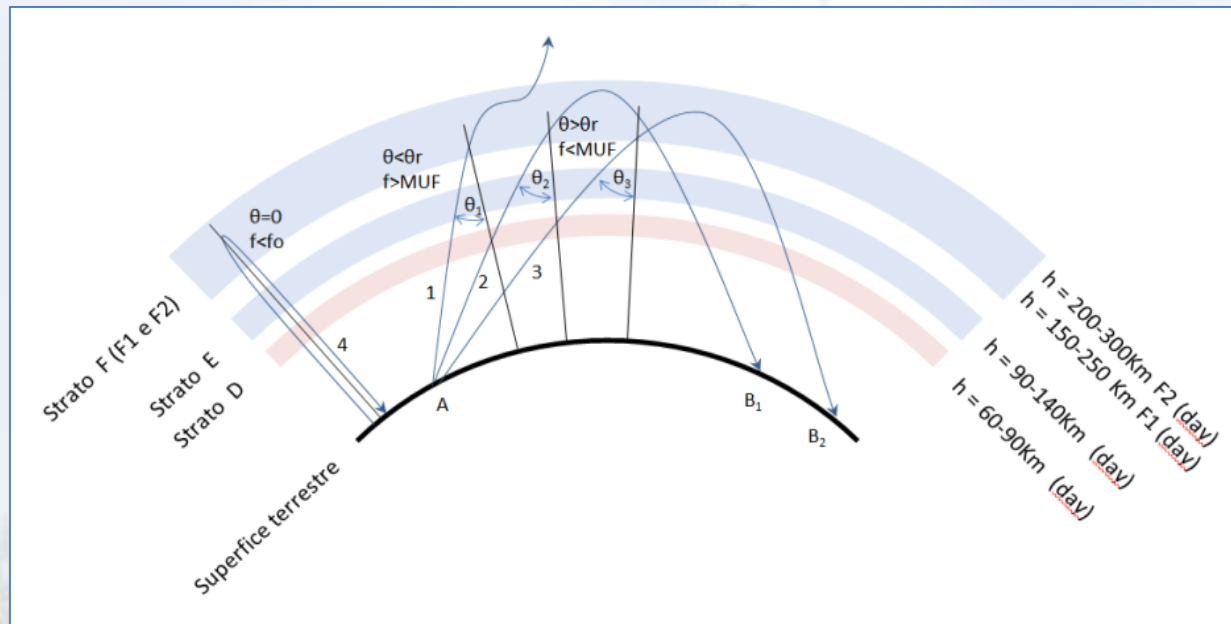
Un fascio di onde elettromagnetiche che attraversa i vari strati della ionosfera subisce, oltre alla deviazione, una attenuazione incrementale dovuta a molteplici fattori, tra questi i principali sono:

- Attenuazione per collisione (strato D e E e Gyrofrequency)
- Livello di ionizzazione
- Angolo di incidenza del fascio
- Effetto di focusing o defocusing del fascio

Il valore di attenuazione da assorbimento non è di facile determinazione e può variare, per singolo salto, significativamente in funzione della frequenza e dei livelli di ionizzazione, si può andare da pochi dB (10m con elevata ionizzazione) fino a ben oltre 30dB (attenuazione diurna in 160m)



1Q5PJ





1Q5PJ

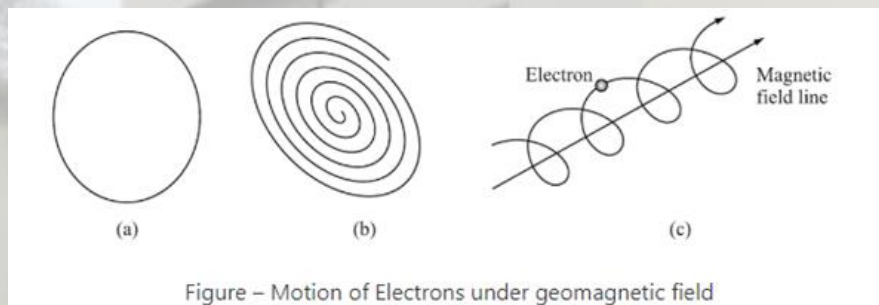
Attenuazione da riflessione a terra:

Come vedremo meglio più avanti, via riflessione ionosferica (sky-wave) con un singolo salto (Hop) è possibile coprire una distanza massima di poco più di 3000Km quindi per raggiungere distanze maggiori sono necessarie riflessioni multiple, in questo caso dobbiamo tenere conto che ogni riflessione a terra causa una attenuazione aggiuntiva che dipende dalla natura del suolo e, come vedremo, dall'angolo di incidenza del fascio:

Tipo di suolo	Attenuazione dB (angolo 0 -20°)	Attenuazione dB (angolo 20 -40°)
Mare	0,2	0,5
Terra	3	5
Neve - Ghiaccio	6	8

Attenuazione da differenza di polarizzazione:

Senza entrare nella complessa descrizione dei meccanismi che determinano la riflessione ionosferica è opportuno ricordare che un fascio di onde elettromagnetiche che attraversa gli strati ionizzati, a causa dell'influenza del campo magnetico terrestre sul moto delle cariche (*Gyrofrequency* $\approx 1,4\text{MHz}$) ed in funzione dell'angolo di incidenza tra il fascio e le linee di forza del campo magnetico terrestre, subisce una modifica del piano di polarizzazione che da «lineare» si trasforma in «ellittico», (rotazione di Faraday) questo determina che il fascio che giunge a terra può presentarsi con una polarizzazione diversa da quella con cui era stato irradiato.



Questo effetto, così come l'attenuazione per assorbimento, affligge maggiormente le bande basse man mano che ci avviciniamo alla «Gyrofrequency» e varia in funzione anche della posizione geografica mentre è quasi nullo sulle bande alte.

Attenuazione Totale di Tratta :

Tutti questi aspetti fanno sì che l'attenuazione totale della tratta via riflessione ionosferica sia molto variabile e mediamente maggiore di quella riscontrabile nello spazio libero.

Sebbene l'attenuazione nello spazio libero sia direttamente proporzionale alla frequenza, contrariamente a quanto ci si potrebbe attendere, le bande basse (80 ma soprattutto 160) presentano livelli medi di attenuazione totale superiori a quelli mediamente riscontrabili sulle bande alte.

Questo a causa del contributo dovuto al maggior effetto di assorbimento nell'attraversamento degli strati della ionosfera e del contributo dato dalla variazione del piano di polarizzazione

Ma c'è anche un altro importante aspetto da considerare:



1Q5PJ

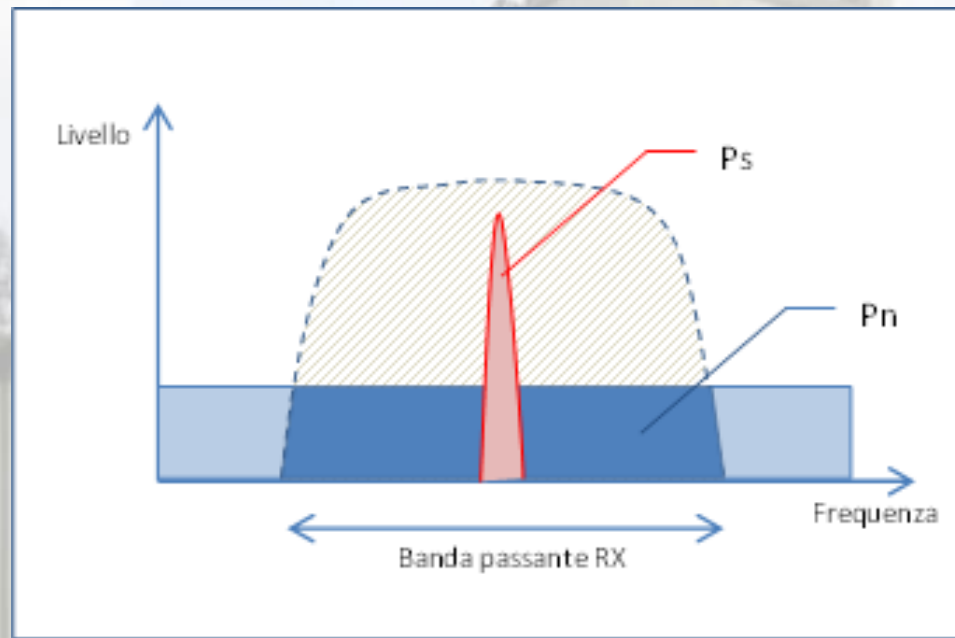


IQ5PJ

**Elevati livelli di rumore
(atmosferico/man made noise)**



Sappiamo tutti bene come il livello di rumore sia determinante nella possibilità di stabilire o meno una comunicazione



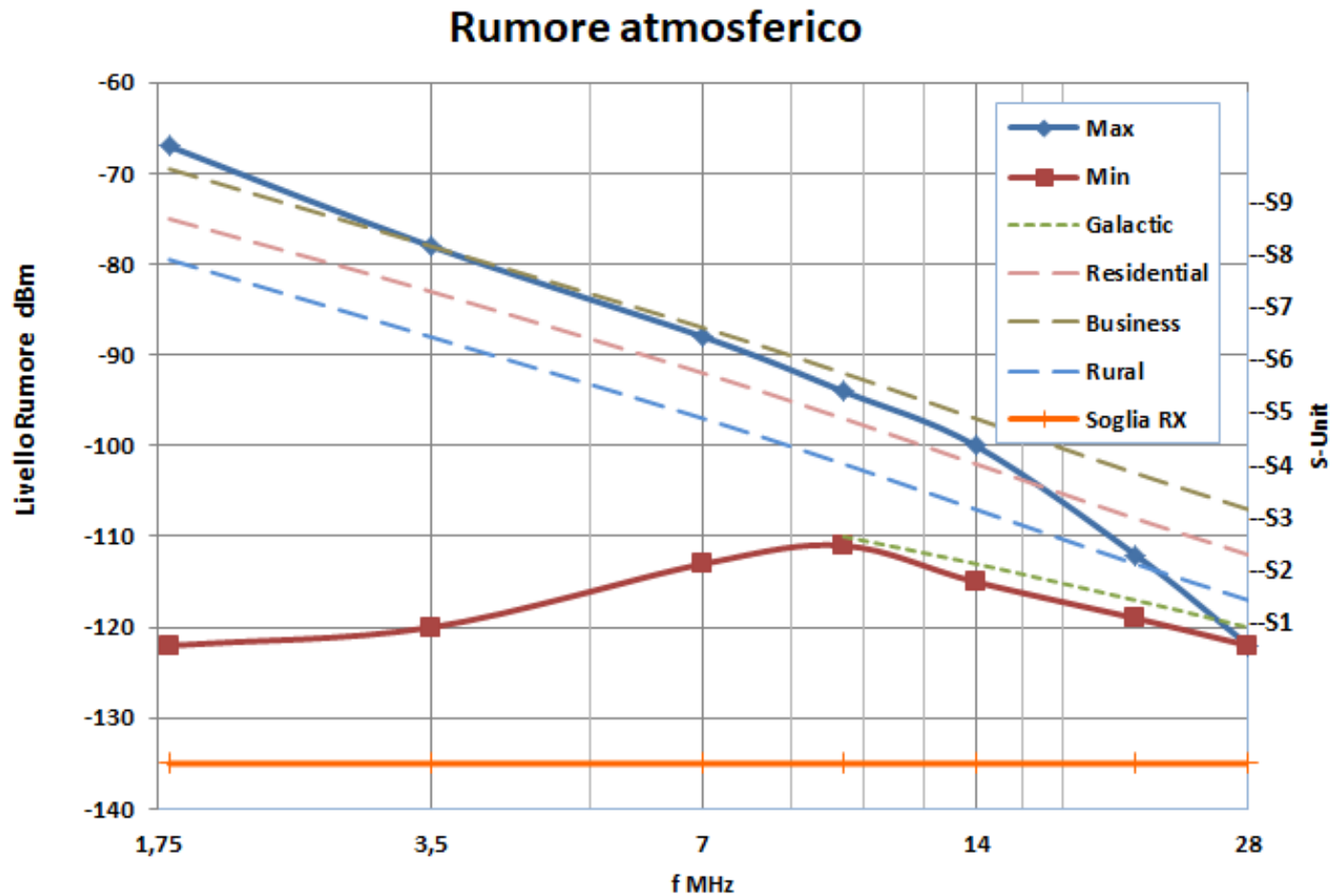
$$SNR_{(dB)} = 10 \log_{10} \frac{P_s}{P_n}$$

Il Rumore:

Sappiamo tutti bene anche come il livello di rumore non sia uguale su tutte le bande e nelle diverse ore del giorno, così come è noto che le due principali fonti di rumore in HF sono il rumore atmosferico e il rumore generato dalle attività umane (man made noise).

E' utile ricordare anche come in HF il livello del rumore esterno sia sempre molto superiore alla soglia di sensibilità del ricevitore così da rendere in HF la sensibilità del ricevitore un fattore pressochè influente.

Il Rumore:



Il Rumore Atmosferico:

La distribuzione spettrale del rumore atmosferico copre quasi totalmente lo spettro elettromagnetico compreso tra le VLF e le VHF (10Khz – 300Mhz) ma la densità spettrale non è costante ed è massima alle frequenze più basse e decresce rapidamente all'aumentare della frequenza.

I fulmini sono la principale fonte di energia che contribuisce a generare il rumore atmosferico; si stima che ogni giorno si abbattano sulla terra diversi milioni di fulmini con una media di 100 scariche al secondo. Si stima anche che l'energia totale rilasciata sia enorme, nell'ordine di $3 \cdot 10^{12}$ KW/h, un'enormità se si considera che la produzione mondiale di energia elettrica nel 2022 è stata di circa $180 \cdot 10^{12}$ KW/h.

Circa un decimo dell'energia rilasciata dai fulmini viene irradiata come energia elettromagnetica che si propaga all'interno della cavità ionosferica raggiungendo ogni parte del globo secondo le leggi della propagazione ionosferica

Il Rumore:

Possiamo quindi facilmente osservare che in area urbana i livelli di rumore sulle bande basse siano mediamente di 50-70 dB sopra la soglia di sensibilità del ricevitore e che il livello medio di rumore in 160m sia superiore di ben 35-40 dB al livello medio che si riscontra in 10m.

Questo si traduce nel fatto che, ad esempio, un segnale ricevuto con un livello di -80dBm in 10m sarà ricevuto con un margine di oltre 30dB sul rumore mentre lo stesso segnale di -80dBm in 160m non sarà ricevibile in quanto al di sotto della soglia di rumore.

La differenza del livello di rumore è tale da compensare ampiamente la maggiore attenuazione di tratta (circa 20 dB) che si ha in 10m a parità di distanza rispetto ai 160m.

Torneremo comunque più avanti su questo argomento



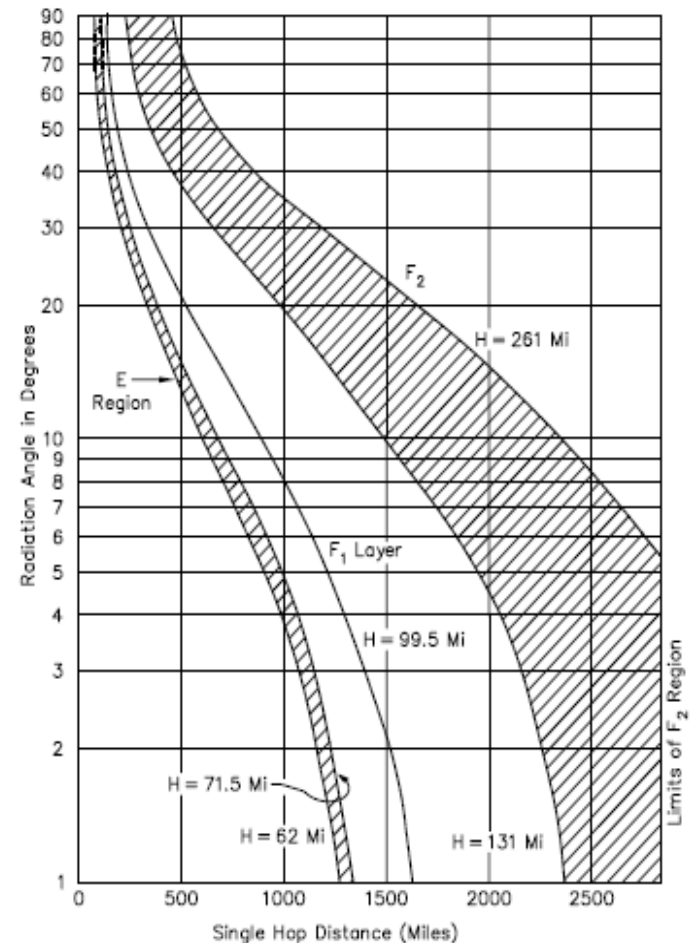
1Q5PJ

Dimensioni delle antenne e angolo di radiazione



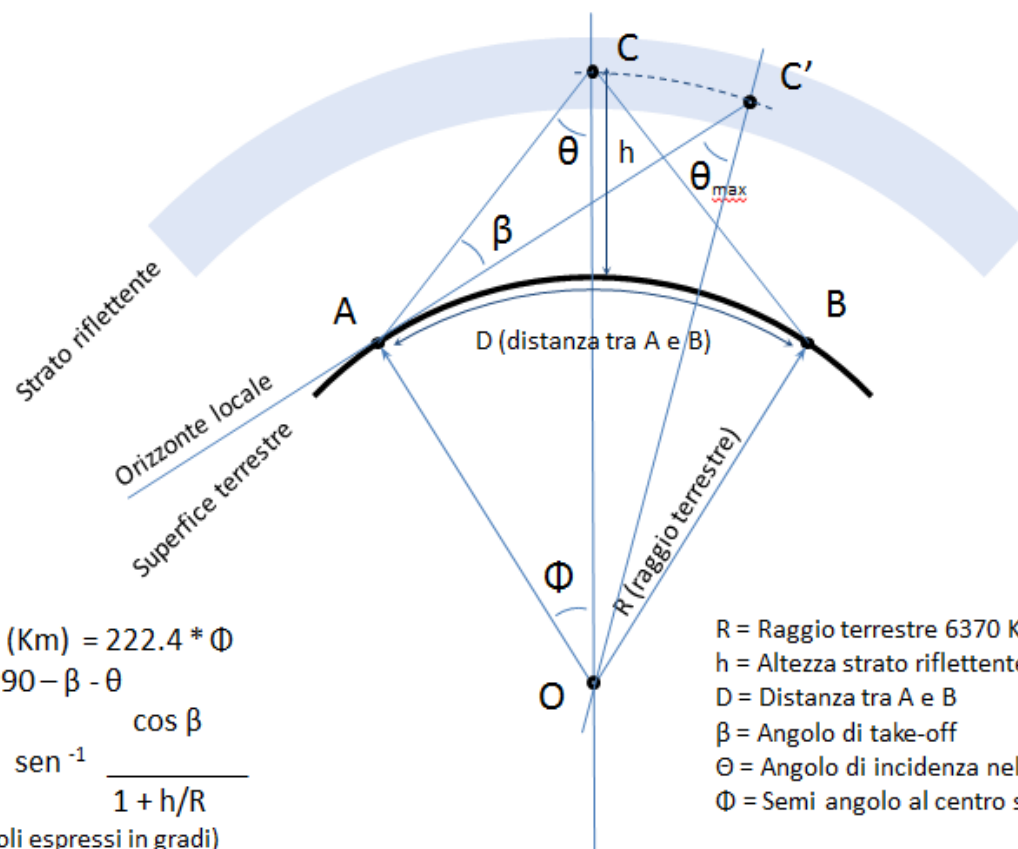
Come è noto in HF, per raggiungere la massima distanza via riflessione ionosferica con il minor numero di salti (hop), e quindi con la minore attenuazione, è necessario che il segnale in TX (vedremo come in RX la cosa sia un pò diversa) sia irradiato con il più basso angolo di radiazione possibile (angolo di take-off)

Tutti i testi, così come l'esperienza diretta, sono concordi nell'identificare nel range compreso tra 0° e 20° l'angolo di take-off che determina le migliori condizioni per il traffico DX



Fonte ARRL Antenna Book Capitolo 23

Altezza strato h	330		
Angolo di Radiazione β (gradi)		Distanza Max r (Km)	
0		4015	
2		3594	
4		3219	
6		2889	
8		2600	
10		2347	
12		2127	
14		1935	
16		1766	
18		1618	
20		1488	
22		1372	
24		1268	
26		1176	
28		1092	
30		1016	
32		947	
34		884	
36		826	
38		772	
40		723	
42		676	
44		632	
46		592	
48		553	
50		517	
52		482	
54		449	
56		417	
58		387	
60		358	
62		330	
64		303	
66		277	
68		251	
70		226	
72		202	
74		178	
76		155	
78		132	
80		109	
82		87	
84		65	
86		42	
88		21	
90		0	



$$D_{A-B} \text{ (Km)} = 222.4 * \Phi$$

$$\Phi = 90 - \beta - \theta$$

$$\theta = \sin^{-1} \frac{\cos \beta}{1 + h/R}$$

(angoli espressi in gradi)

R = Raggio terrestre 6370 Km

h = Altezza strato riflettente

D = Distanza tra A e B

β = Angolo di take-off

θ = Angolo di incidenza nello strato riflettente

Φ = Semi angolo al centro sotteso tra A e B



Quanta energia viene irradiata da un'antenna trasmittente e soprattutto in quale direzione e con quale angolo dipende, come è noto, dalle caratteristiche del «lobo di radiazione» dell'antenna stessa

Una cosa che però viene spesso sottovalutata è quanto il lobo di radiazione di un'antenna possa essere influenzato significativamente dalle condizioni al contorno, prime tra tutte le caratteristiche dielettriche del suolo (conducibilità e costante dielettrica) ma soprattutto dalla distanza dal suolo a cui l'antenna stessa viene installata, questo in particolare nel caso di un'antenna con polarizzazione orizzontale

Vediamo di capire meglio il perchè

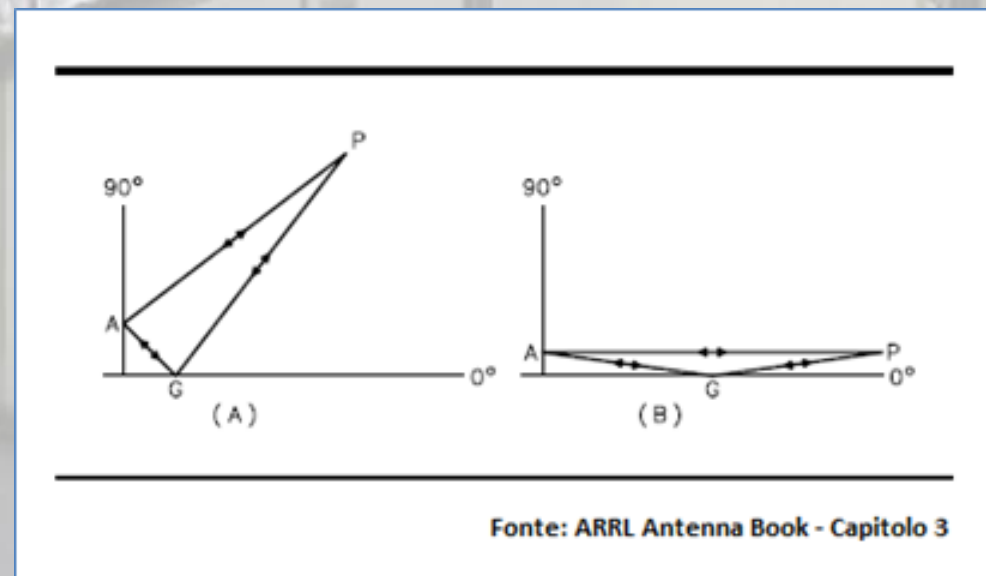
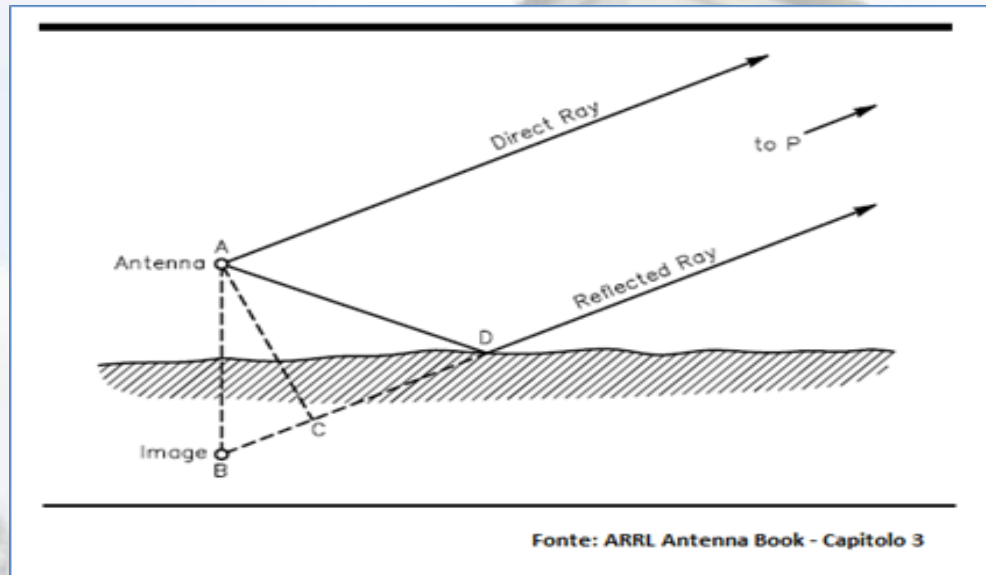
Come si forma il lobo di radiazione ?

Conductivities and Dielectric Constants for Common Types of Earth

<i>Surface Type</i>	<i>Dielectric Constant</i>	<i>Conductivity (S/m)</i>	<i>Relative Quality</i>
Fresh water	80	0.001	
Salt water	81	5.0	
Pastoral, low hills, rich soil, typ Dallas, TX, to Lincoln, NE areas	20	0.0303	Very good
Pastoral, low hills, rich soil, typ OH and IL	14	0.01	
Flat country, marshy, densely wooded, typ LA near Mississippi River	12	0.0075	
Pastoral, medium hills and forestation, typ MD, PA, NY (exclusive of mountains and coastline)	13	0.006	
Pastoral, medium hills and forestation, heavy clay soil, typ central VA	13	0.005	Average
Rocky soil, steep hills, typ mountainous	12-14	0.002	Poor
Sandy, dry, flat, coastal	10	0.002	
Cities, industrial areas	5	0.001	Very Poor
Cities, heavy industrial areas, high buildings	3	0.001	Extremely poor

Fonte: ARRL Antenna Book - Cap. 3

Come si forma il lobo di radiazione ?

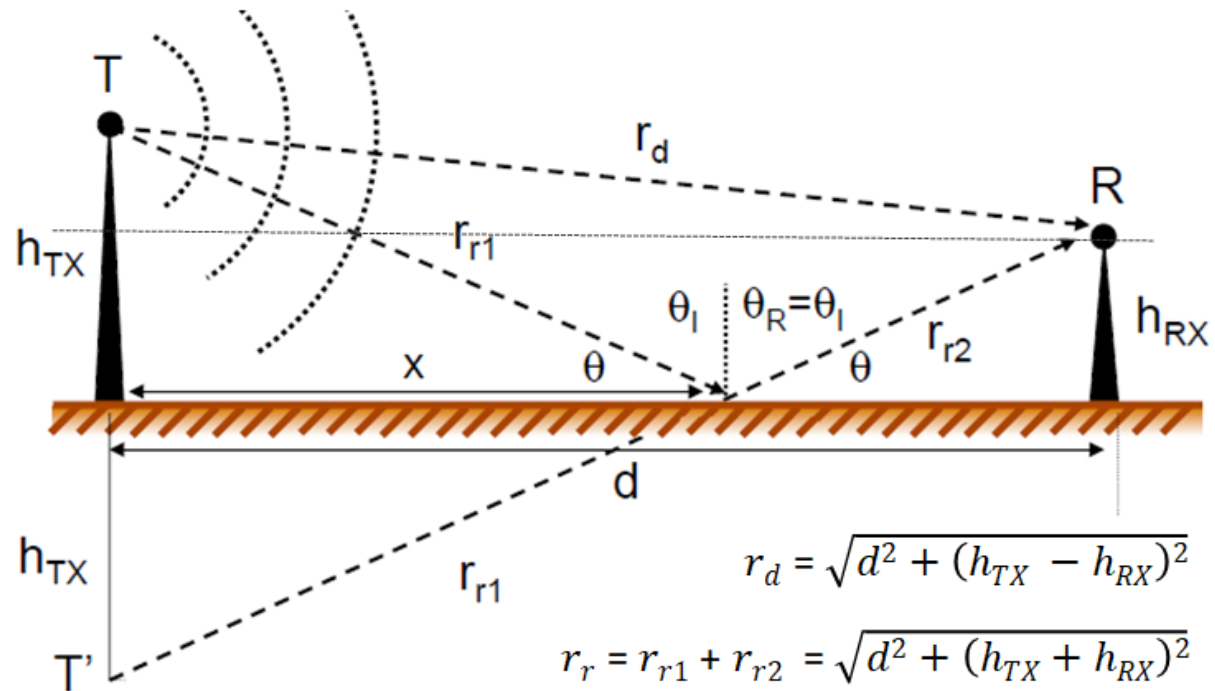


Come si forma il lobo di radiazione ?

Facendo riferimento alla slide precedente possiamo notare che dal punto di vista di un osservatore “lontano”, posto in un punto P a grande distanza ($d \gg \lambda$), il campo emesso dall'antenna posizionata nel punto A ha una componente “diretta” ed una componente “riflessa” dal terreno, che possiamo immaginare come se fosse emessa da una seconda antenna posta in una posizione speculare B.

Ora poiché entrambe le componenti in realtà originano in A ma raggiungono P attraverso due percorsi di diversa lunghezza, l'intensità del campo ricevuto in P, risultante dalla somma delle due componenti, dipende dalla fase con cui le diverse componenti arrivano in P, di conseguenza, l'intensità del campo nel punto P dipende dalla lunghezza d'onda e dall'altezza di A rispetto al suolo, oltre che dalle caratteristiche dielettriche del suolo stesso.

Come si forma il lobo di radiazione ?



$$\Delta = r_r - r_d$$

Se $\Delta = \lambda/2$ le due componenti si annullano

Se $\Delta = \lambda$ le due componenti si sommano

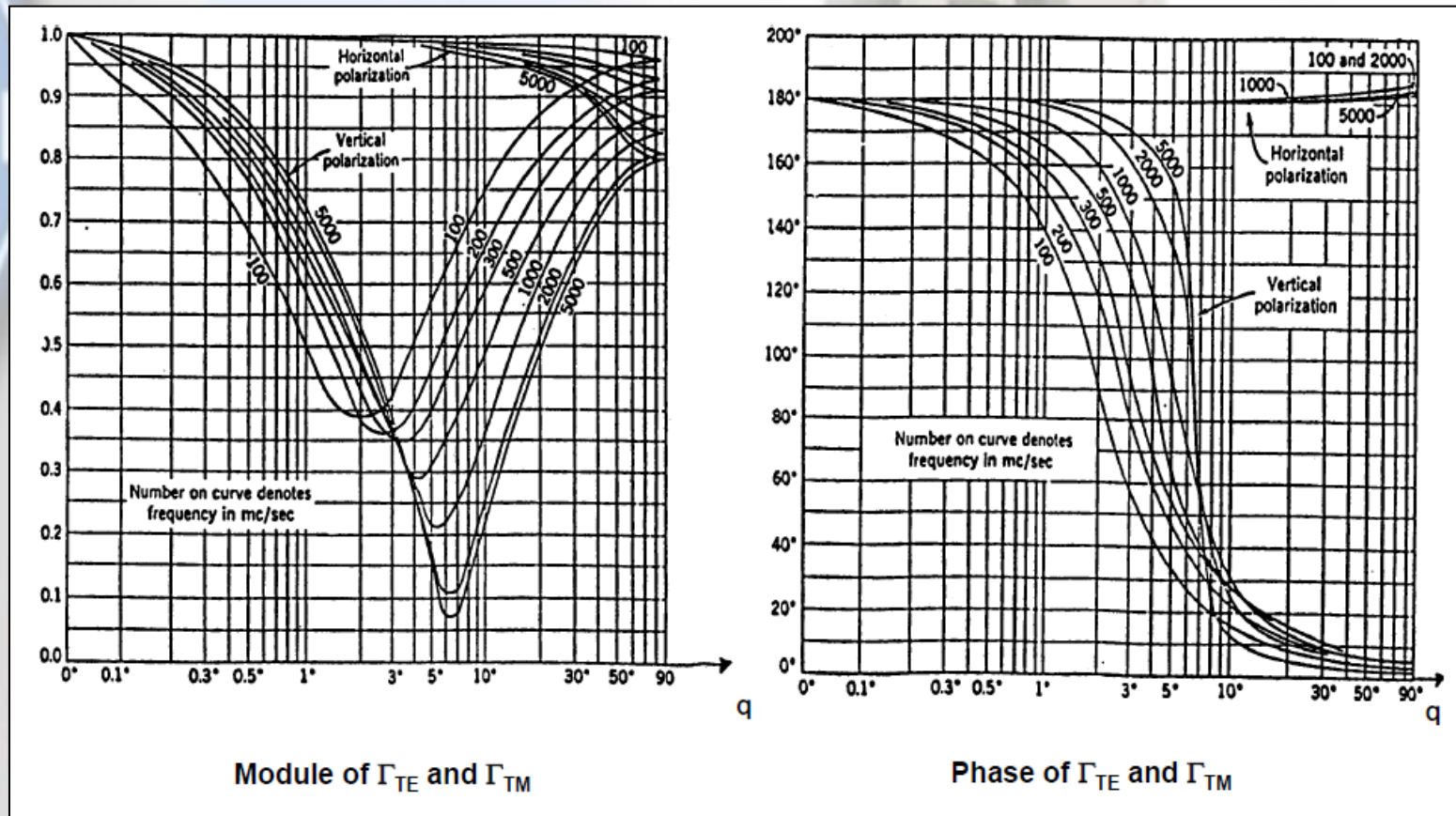
Come si forma il lobo di radiazione ?

E' infatti intuitivo comprendere che in funzione dell'altezza da terra a cui è posta l'antenna, nonché della frequenza e quindi della lunghezza d'onda, le componenti dei campi ricevuti in P possono sommarsi o sottrarsi dando luogo a variazioni significative del campo complessivo.

In fatti in funzione dell'ampiezza e della fase con cui le componenti sono ricevute in P, il campo totale può incrementarsi fino a quasi 6dB (interferenza «costruttiva») quando le componenti sono perfettamente in fase, o attenuarsi anche fino ad oltre 20dB (interferenza «distruttiva») quando le componenti hanno fase opposta.

E' questo sostanzialmente il modo in cui si determina il lobo reale di radiazione dell'antenna in funzione dell'altezza da terra nonché delle caratteristiche del terreno

Come si forma il lobo di radiazione ?



Come si forma il lobo di radiazione ?

Come risulta dal diagramma riportato nella slide precedente, l'intensità e la fase del segnale riflesso dal terreno non è costante ma varia in funzione dell'angolo di incidenza nonché della polarizzazione del segnale stesso

La slide precedente evidenzia quindi un aspetto molto importante:

Il coefficiente di riflessione sul terreno Ψ , a parità di angolo di incidenza, è significativamente diverso, sia in termini di ampiezza sia in termini di fase, tra polarizzazione orizzontale e polarizzazione verticale.

Come si forma il lobo di radiazione ?

Oltre a quanto appena evidenziato si deve inoltre tenere conto di un altro aspetto molto importante che riguarda la diversa modalità con cui un campo elettromagnetico viene riflesso da una superficie perfettamente conduttrice:

- Se il campo ha polarizzazione «orizzontale» (Modo TE) la componente di campo elettrico riflesso subisce una inversione di fase
- Se il campo ha polarizzazione «verticale» (Modo TM)
- la componente di campo elettrico riflesso mantiene la stessa fase di quella del campo incidente.

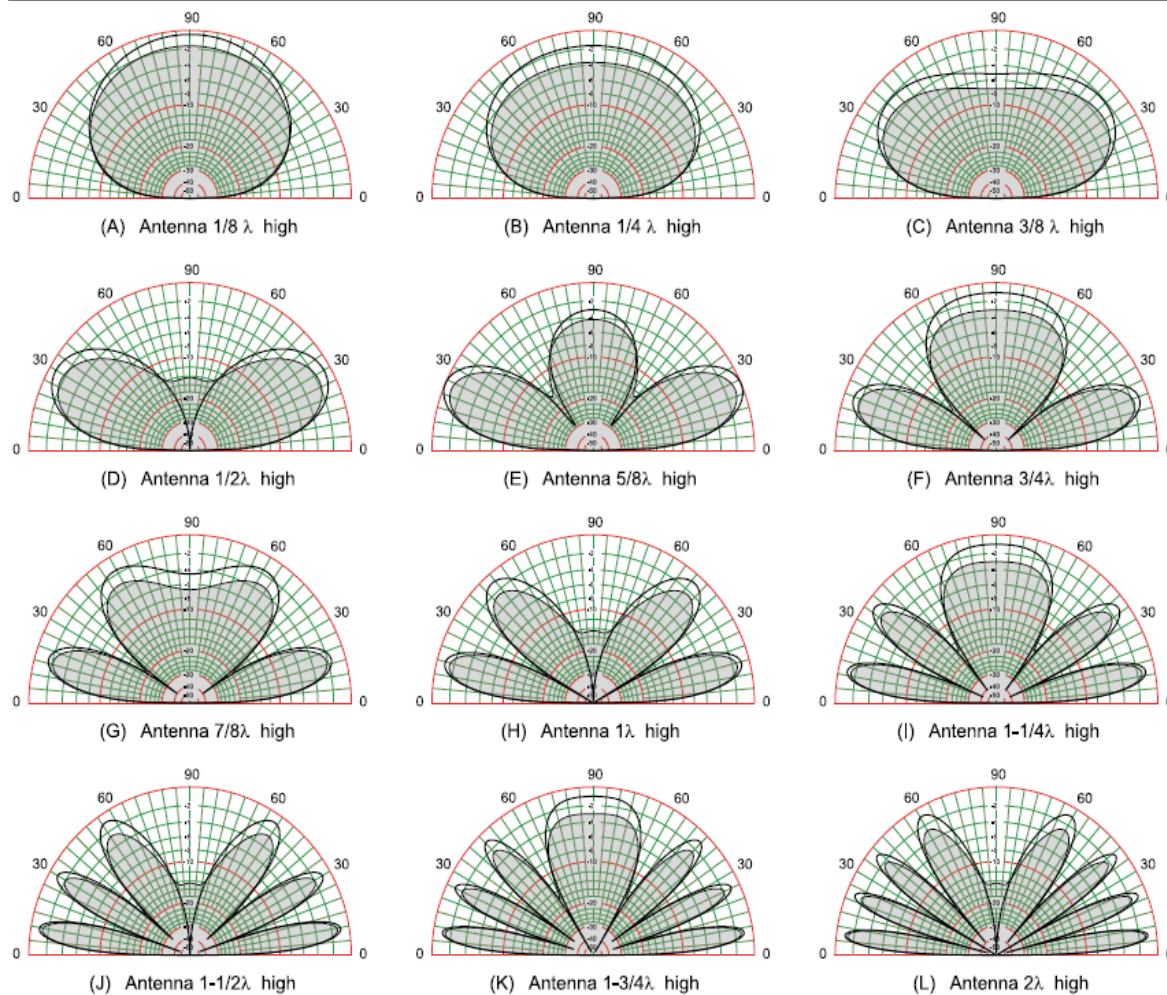
Come si forma il lobo di radiazione ?

La combinazione di tutti questi fattori determina la condizione per la quale un'antenna con polarizzazione orizzontale presenta generalmente un guadagno massimo più elevato di un'antenna a polarizzazione verticale, perché come abbiamo visto nel diagramma precedente il modulo (A) del coefficiente di riflessione è maggiore nel caso di polarizzazione orizzontale.

Per contro un'antenna con polarizzazione orizzontale, a causa dell'inversione di fase della componente riflessa, presenterà un angolo di radiazione che varia sensibilmente in funzione dell'altezza dal suolo ed in particolare per altezze inferiori a $\lambda/2$

bassi valori dell'angolo di radiazione possano essere ottenuti con un'antenna a polarizzazione orizzontale solo per altezze di installazione maggiori di $\lambda/2$

Lobo di radiazione dipolo orizzontale



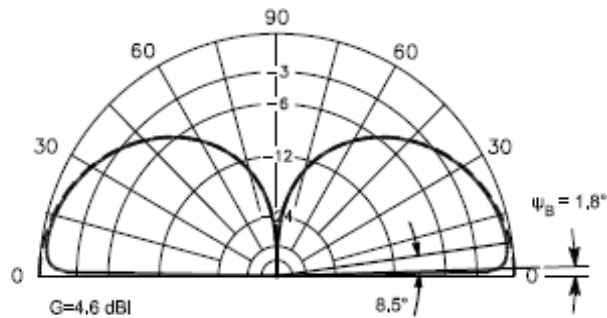
Fonte: ARRL Antenna Book - Capitolo 3

Come si forma il lobo di radiazione ?

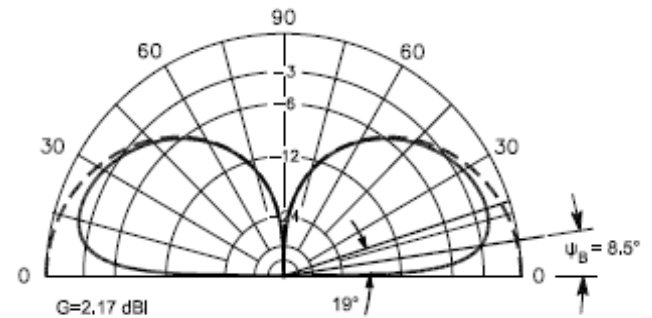
Nel caso invece di un'antenna con polarizzazione verticale, l'angolo di radiazione non risente significativamente dell'altezza dal suolo, in particolare per altezze inferiori di $\lambda/2$, infatti di norma per le B.B. una verticale viene installata «a terra».

Il lobo di una verticale sarà invece maggiormente influenzato dalle caratteristiche dielettriche del terreno (a-Very good, b-Average, c-Poor, d-Very poor) sia in termini di guadagno massimo sia in termini di angolo di radiazione presentando comunque angoli di radiazione sempre abbastanza bassi come visibile nella slide successiva

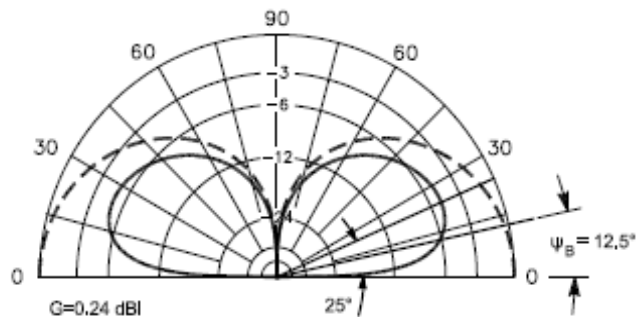
Come si forma il lobo di radiazione ?



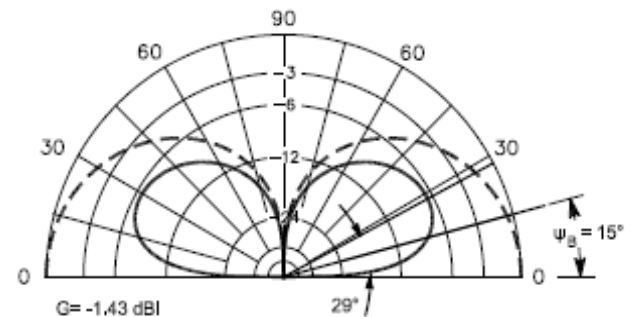
(A)



(B)



(C)

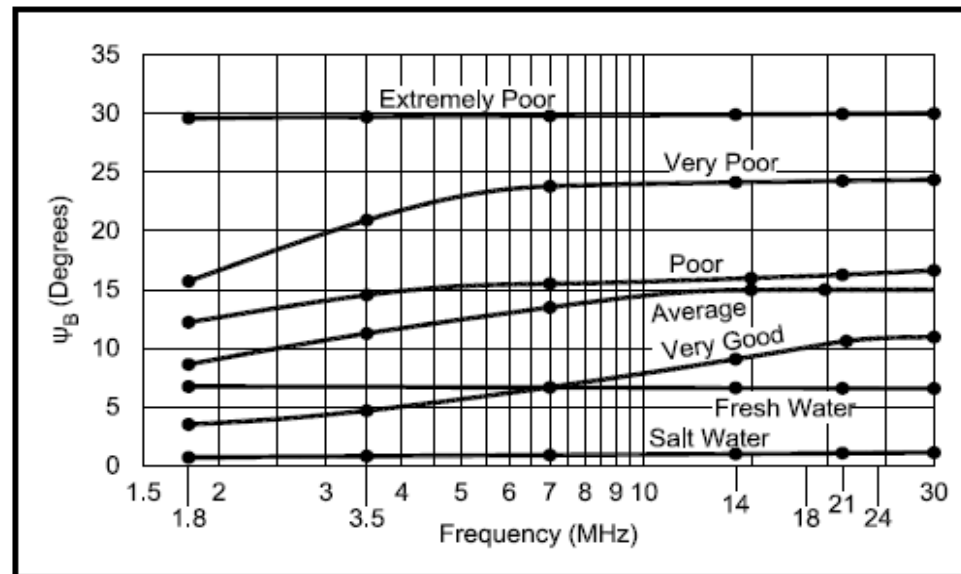


(D)

Fonte: ON4UN Low Band Dxing - Cap. 9

Come si forma il lobo di radiazione ?

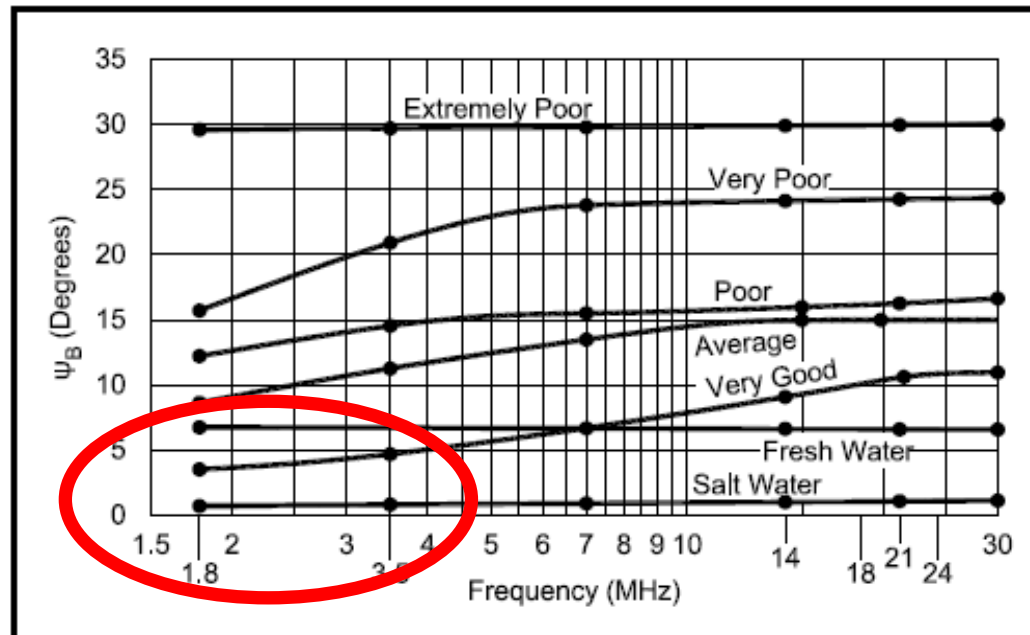
Sempre nel caso di un'antenna con polarizzazione verticale, il limite inferiore del lobo di radiazione verticale è definito dal valore di Ψ_B (Pseudo Brewster Angle) valore per il quale il lobo si riduce di 6dB rispetto al lobo ideale (terra perfetta). Il valore di Ψ_B è determinato quasi esclusivamente dalle caratteristiche dielettriche del suolo e in misura marginale dalla frequenza



Fonte: ON4UN Low Band Dxing - Cap.9

Come si forma il lobo di radiazione ?

E' inoltre particolarmente interessante notare come il valore di ψ_B , nella parte bassa dello spettro HF, diventi particolarmente basso (minore di 5°) nel caso di terreno con buone caratteristiche dielettriche e tenda praticamente a zero nel caso dell'acqua salata



Fonte: ON4UN Low Band Dxing - Cap.9



In HF ed in particolare per il DX sulle bande basse vi è una sostanziale differenza tra quelle che sono le caratteristiche ottimali di un sistema radiante in TX rispetto ad un sistema radiante ottimale in RX, vediamo di capire meglio quali siano le differenze

In TX la condizione ottimale è quella che permette di concentrare la maggiore quantità di energia nella fascia ottimale dell'angolo di take-off (0°-20°)

In RX l'esigenza è invece quella di ottenere il migliore rapporto segnale/rumore

**Non sempre questi due aspetti coincidono
Vediamo come questa differenza si riflette sulle caratteristiche di un sistema radiante ottimale**



1Q5PJ

Soluzioni ottimali per le antenne di Trasmissione sulle B.B.





Abbiamo visto precedentemente come, in TX, per raggiungere al meglio la massima distanza possibile via riflessione ionosferica dobbiamo cercare di irradiare la maggior parte di energia con un angolo di radiazione compreso tra 0° e 20°

Per ottenere questo risultato è quindi necessario che la nostra antenna abbia il maggior guadagno possibile e presenti un lobo di radiazione tale per cui il cui massimo guadagno si presenti all'interno di range sopra indicato.



Quanto abbiamo visto in precedenza ci porterebbe quindi ad affermare che per il DX sulle bande basse la soluzione ottimale possa essere quella di impiegare un'antenna verticale soprattutto laddove si consideri che per ottenere una prestazione simile, in termini di angolo di radiazione, da un'antenna orizzontale, questa dovrebbe essere posta a non meno di 40 mt. da terra nel caso degli 80 e a non meno di 80mt. Da terra per i 160

Purtroppo anche per la verticale c'è un «rovescio della medaglia» in quanto per avere un rendimento ottimale si deve necessariamente ricorre ad un sistema di radiali che ne riducano le perdite per dissipazione nel terreno, perdite che altrimenti sarebbero tali da vanificarne totalmente i vantaggi dovuti al basso angolo di radiazione, problema che invece non affligge se non marginalmente un'antenna a polarizzazione orizzontale

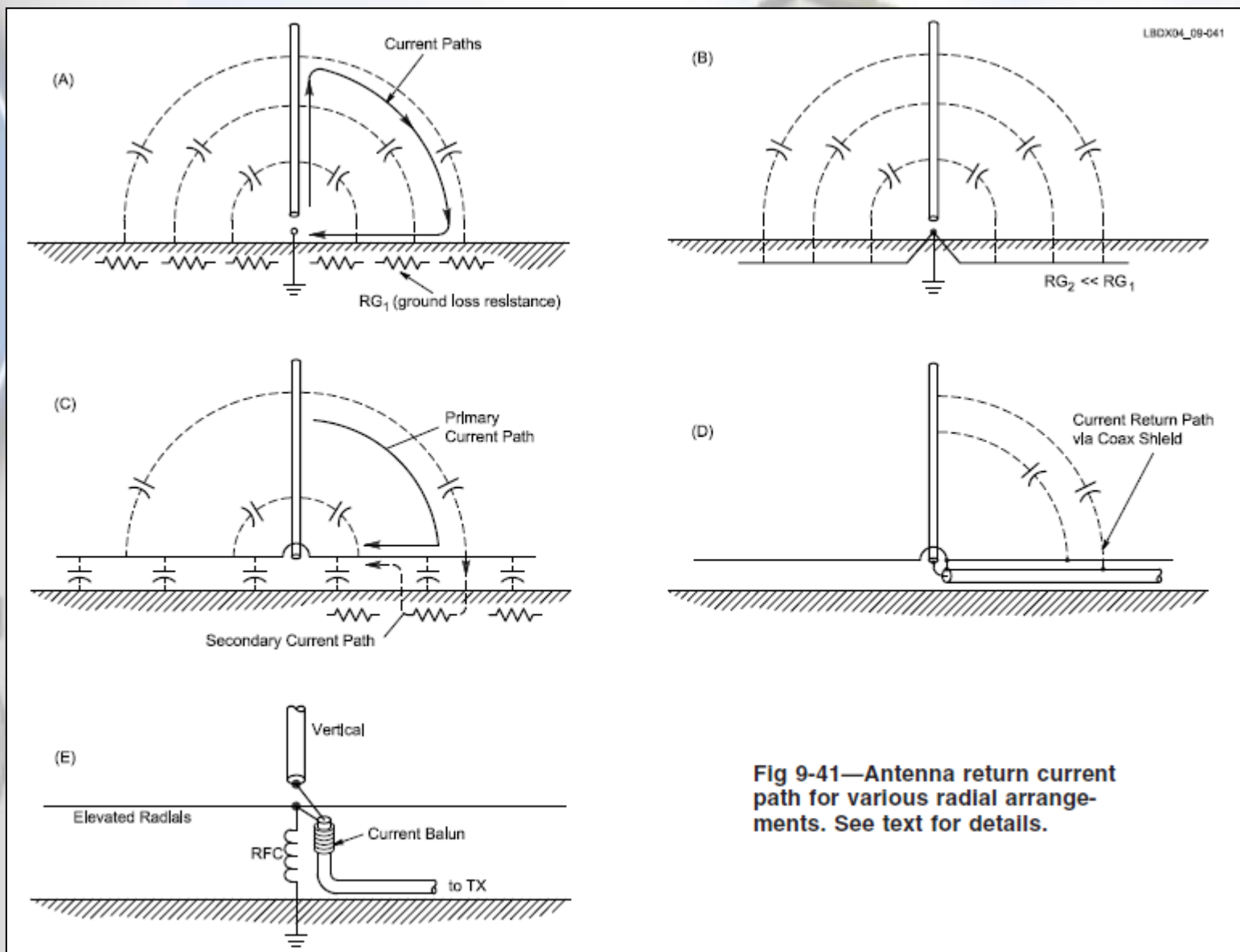
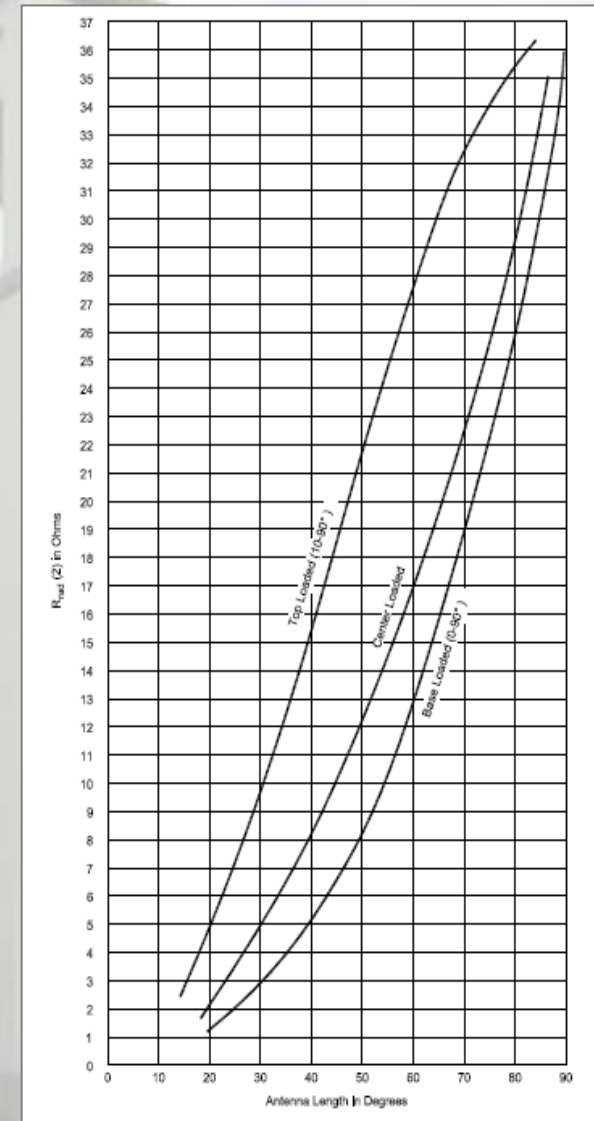


Fig 9-41—Antenna return current path for various radial arrangements. See text for details.

L'efficienza di una verticale $\lambda/4$ dipende direttamente dal valore della resistenza di terra R_g che per la massima efficienza deve essere il più basso possibile.

Come evidenzia la slide precedente, tale valore si trova posto in serie al percorso della corrente e quindi il valore della potenza dissipata nella resistenza di terra è direttamente proporzionale al valore della resistenza stessa.

Tale aspetto diventa particolarmente importante nel caso in cui l'elemento radiante abbia una lunghezza minore di $\lambda/4$ (verticale caricata) in quanto, come è noto, il valore della resistenza di radiazione diminuisce drasticamente nel caso di un'antenna caricata con il conseguente aumento della corrente che rende di fatto maggiori le perdite a parità di valore della resistenza di terra R_g



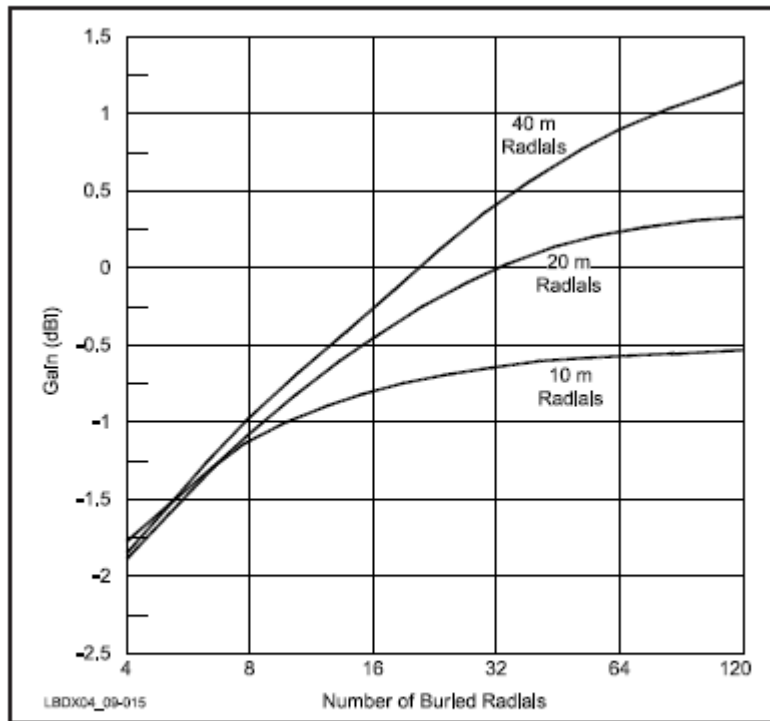


Fig 9-15—Gain of a $\lambda/4$ 80-meter vertical over average ground, as a function of radial length and number of radials.

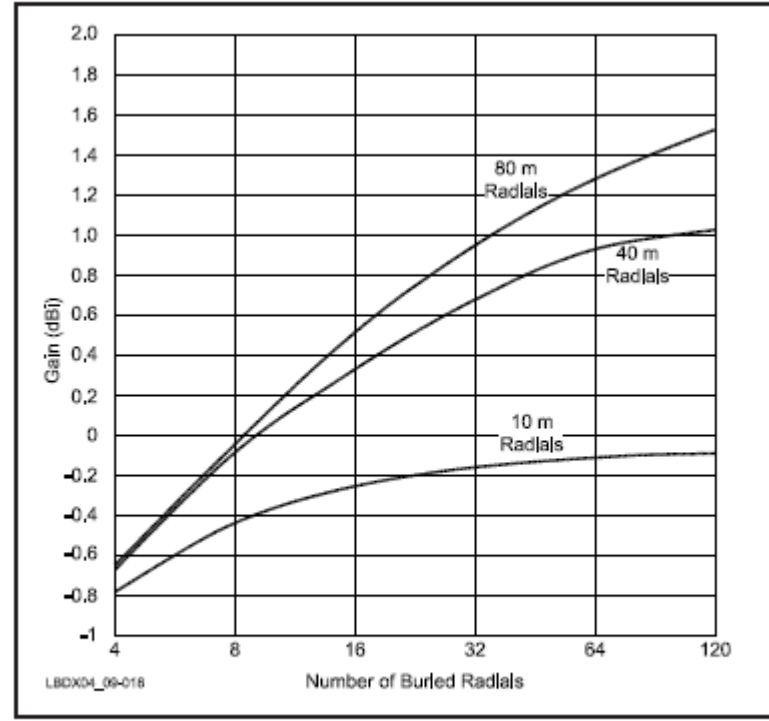


Fig 9-18—Gain of $\lambda/4$ 160-meter vertical over average ground as a function of radial length and number of radials.



Nella slide precedente sono indicati i valori del guadagno massimo di una verticale $\lambda/4$ in funzione del numero e della lunghezza dei radiali.

E' interessante notare come nel caso di radiali posti a terra (non risonanti), la lunghezza dei radiali non sia particolarmente determinante come invece risulta essere il numero dei radiali stessi.

Un buon compromesso tra efficienza e difficoltà di realizzazione può essere quello di utilizzare 16 radiali lunghi $\lambda/8$ in quanto la differenza rispetto ad un sistema ottimale di 120 radiali lunghi $\lambda/4$ è inferiore ad 1dB.

Ovviamente, come è facile intuire, un sistema di radiali «elevati» rispetto a terra e di lunghezza $\lambda/4$ (radiali risonanti) può offrire migliori prestazioni di circa 1-1,5 dB ma è sicuramente più complicato da realizzare.



Proviamo adesso a calare tutti questi ragionamenti nella realtà prendendo in esame un caso pratico:

**La nostra postazione contest delle
«TAMERICI»**

E per far questo andremo ad analizzare il comportamento in termini di lobo di radiazione degli attuali dipoli per gli 80m e per i 160m.

1Q5PJ



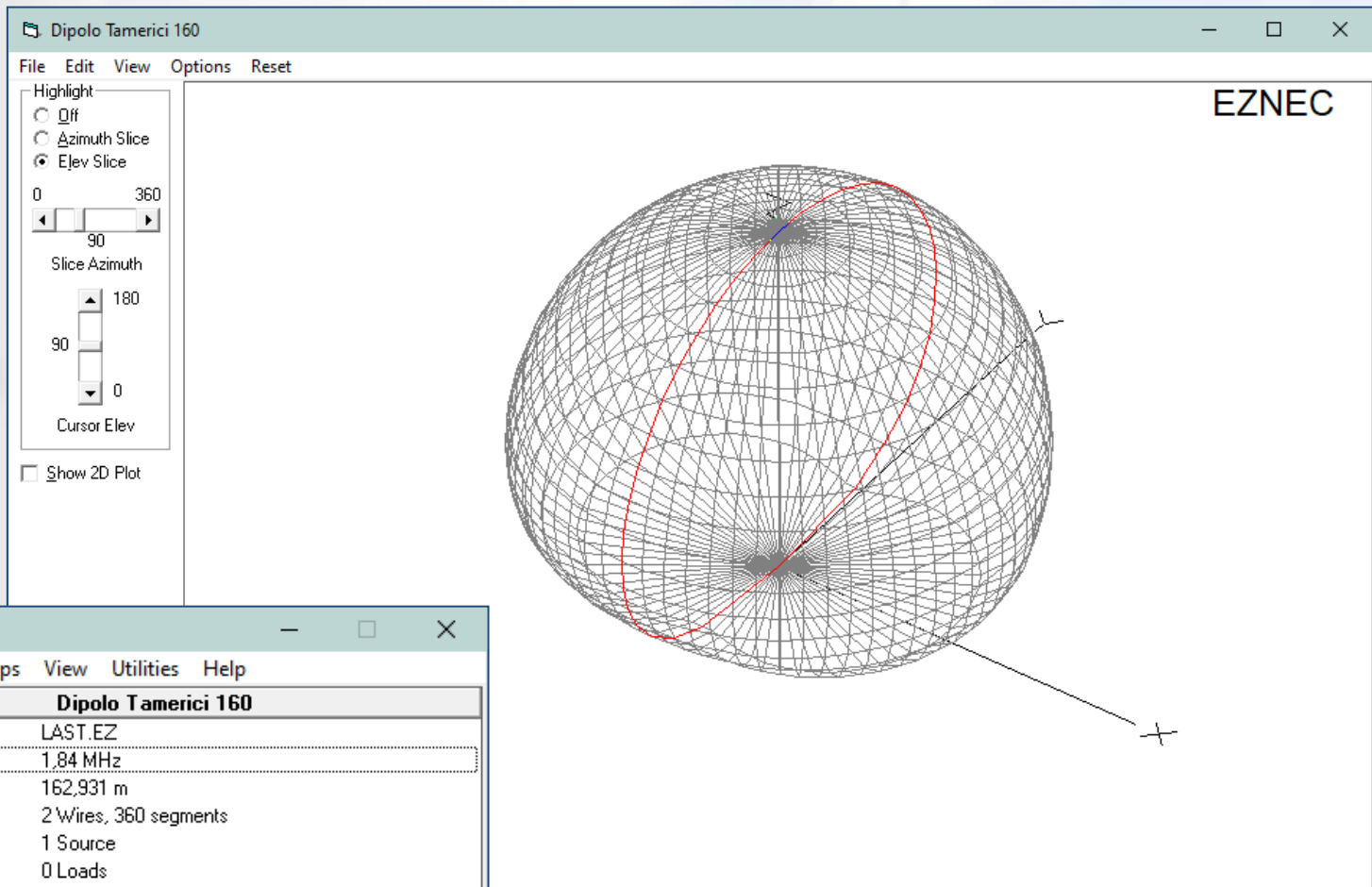
Gli attuali dipoli per gli 80m e per i 160m sono installati in configurazione «Inverted V» con il vertice posto a circa 13 metri da terra mentre gli estremi sono rispettivamente a circa 4mt. e 3mt. da terra.

Le caratteristiche dielettriche del suolo non sono note con esattezza ma è lecito ipotizzare che, vista la natura del terreno, possano rientrare tra quelle di un terreno di «buone caratteristiche» e quindi ai fini della modellizzazione del lobo ipotizziamo i seguenti valori:

Costante dielettrica: 14

Conducibilità: 0,01 S/m

Dipolo 160 m



EZNEC v. 6.0

File Edit Options Outputs Setups View Utilities Help

Open
Save As
Ant Notes
Currents
Src Dat
Load Dat
FF Tab
NF Tab
SWR
View Ant
FF Plot

Dipolo Tamerici 160

File	LAST.EZ
Frequency	1.84 MHz
Wavelength	162,931 m
Wires	2 Wires, 360 segments
Sources	1 Source
Loads	0 Loads
Trans Lines	0 Transmission Lines
Transformers	0 Transformers
L Networks	0 L Networks
Ground Type	Real/High Accuracy
Ground Descrip	1 Medium (0,01, 14)
Wire Loss	Zero
Units	Meters
Plot Type	3D
Step Size	5 Deg.
Ref Level	0 dBi
Alt SWR Z0	38 ohms
Desc Options	

Average Gain = 0,337 = -4,72 dB

Model contains loss

09/06/2023

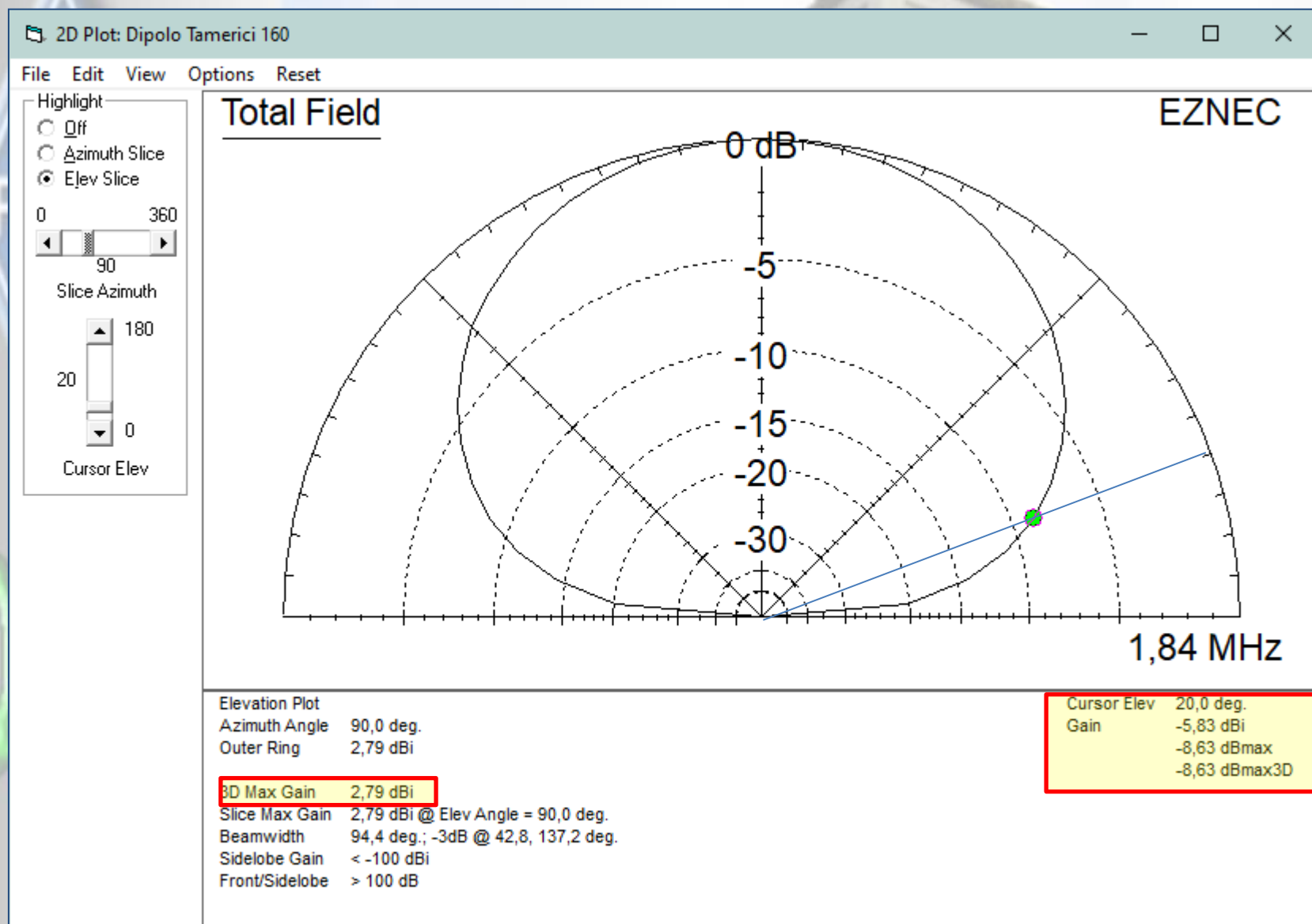
Wires

Wire Create Edit Other

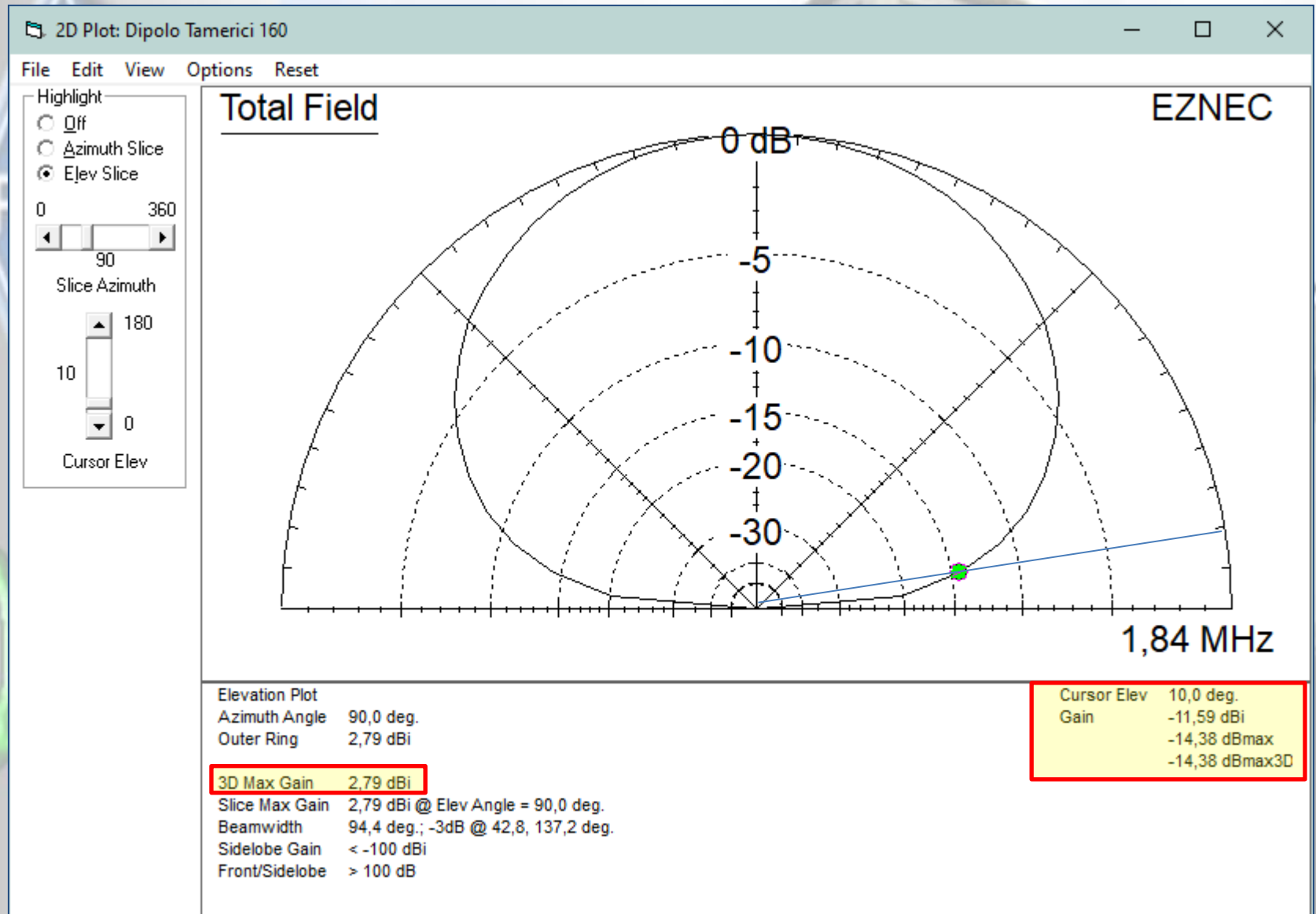
☐ Coord Entry Mode ☐ Preserve Connections ☐ Show Wire Insulation

Wires											
	No.	End 1				End 2				Diameter (mm)	Segs
		X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn		
	1	0	0	13	W2E1	37,5	0	3		#16	180
	2	0	0	13	W1E1	-37,5	0	3		#16	180
*											

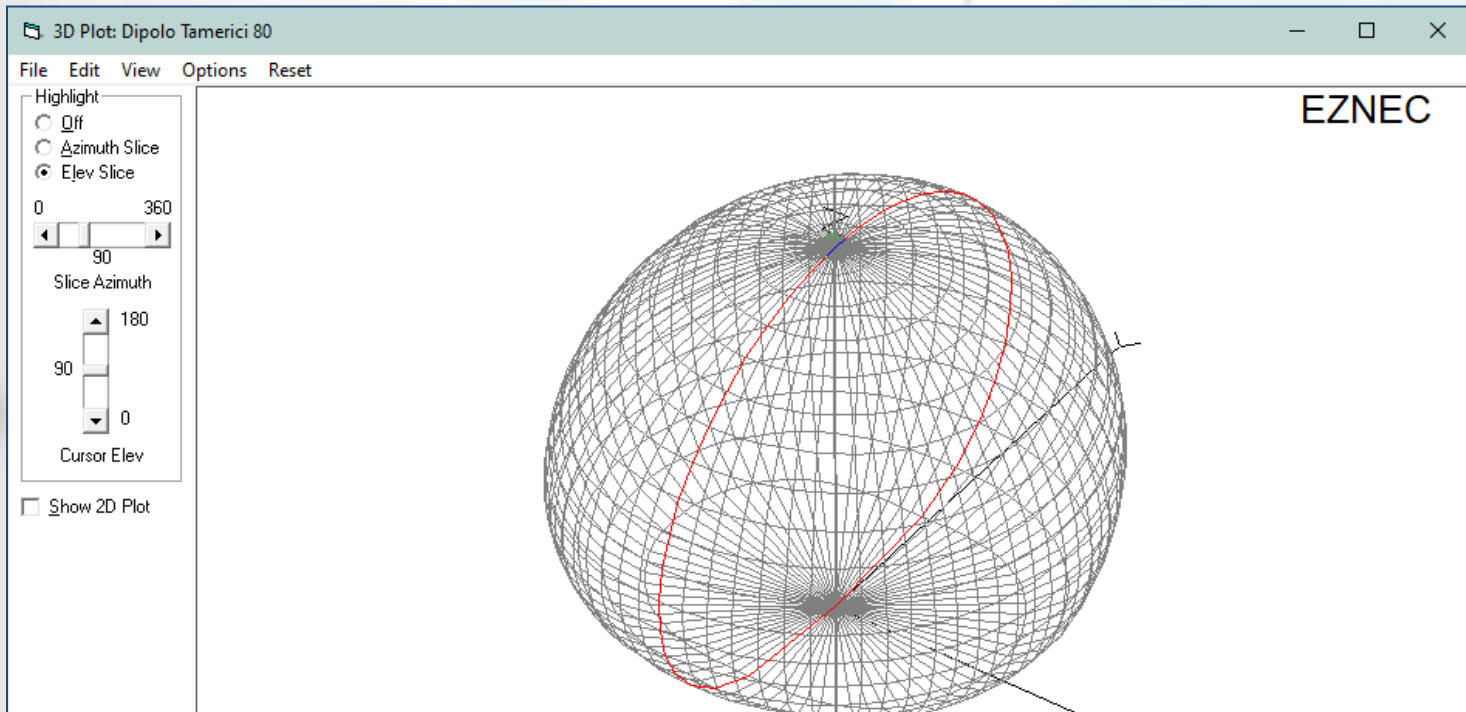
Dipolo 160 m



Dipolo 160 m



Dipolo 80 m



EZNEC v. 6.0

File Edit Options Outputs Setups View Utilities Help

Open
 Save As
 Ant Notes
 Currents
 Src Dat
 Load Dat
 FF Tab
 NF Tab
 SWR
 View Ant
 FF Plot

Dipolo Tamerici 80

File Dipolo Tamerici 160.EZ

Frequency 3.6 MHz

Wavelength 83,2757 m

Wires 2 Wires, 360 segments

Sources 1 Source

Loads 0 Loads

Trans Lines 0 Transmission Lines

Transformers 0 Transformers

L Networks 0 L Networks

Ground Type Real/High Accuracy

Ground Descrip 1 Medium (0,01, 14)

Wire Loss Zero

Units Meters

Plot Type 3D

Step Size 5 Deg.

Ref Level 0 dBi

Alt SWR Z0 38 ohms

Desc Options

Average Gain = 0,573 = -2,42 dB

Model contains loss

Wires

Wire Create Edit Other

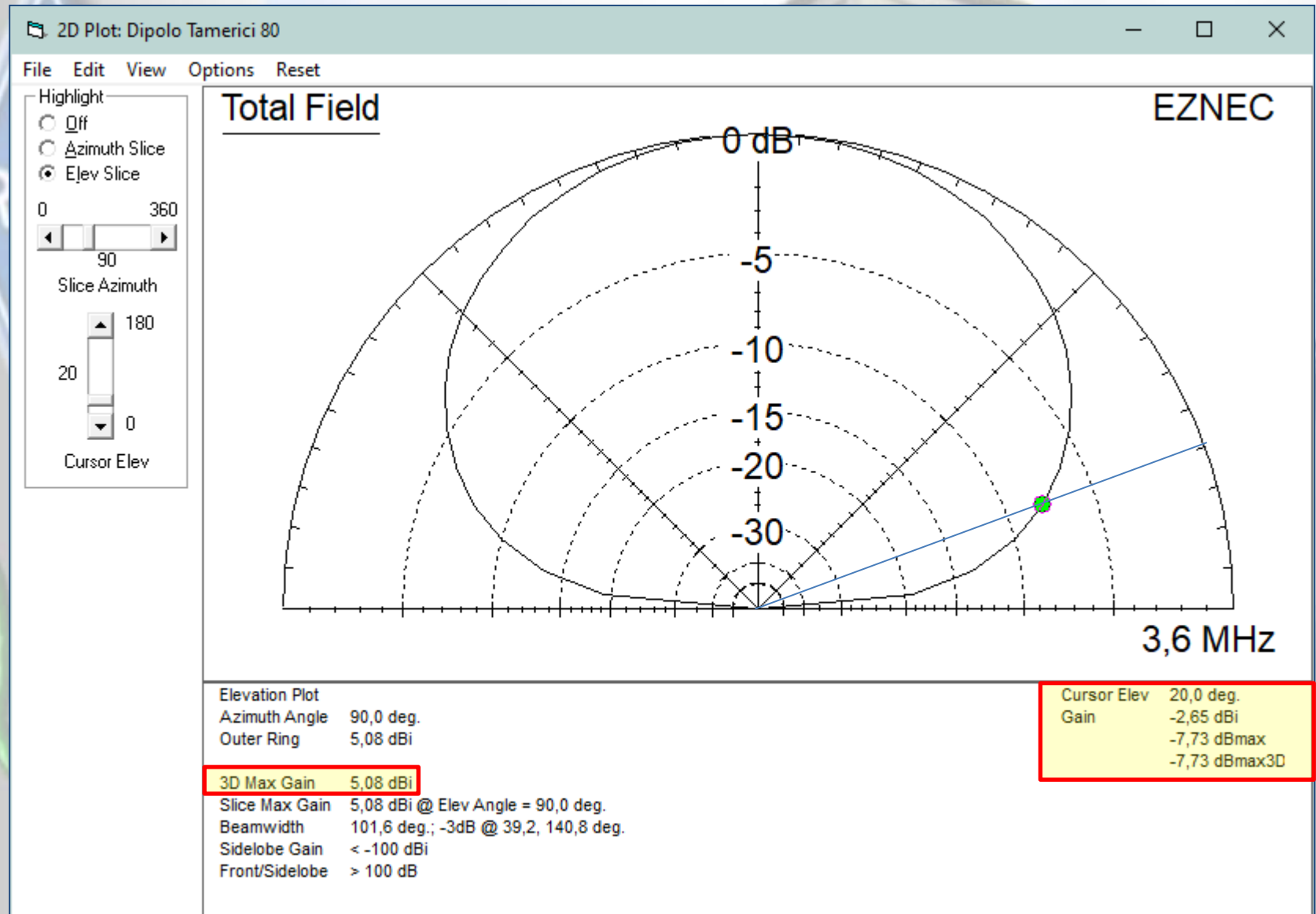
☐ Coord Entry Mode ☐ Preserve Connections ☐ Show Wire Insulation

Wires											
	No.	End 1				End 2				Diameter	Segs
		X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn		
	1	0	0	13	W2E1	17,8	0	4		#16	180
	2	0	0	13	W1E1	-17,8	0	4		#16	180
*											

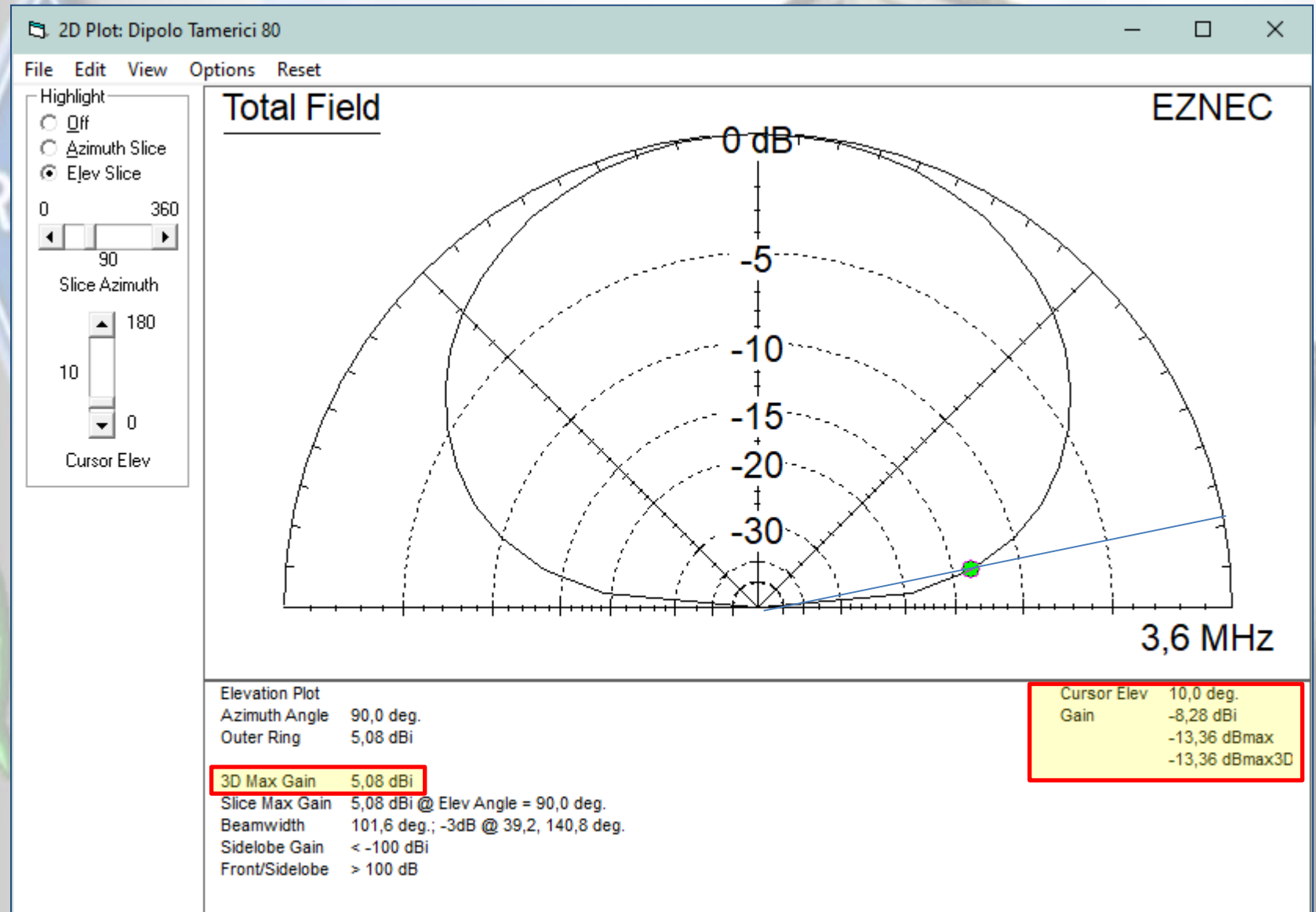
09/06/2023

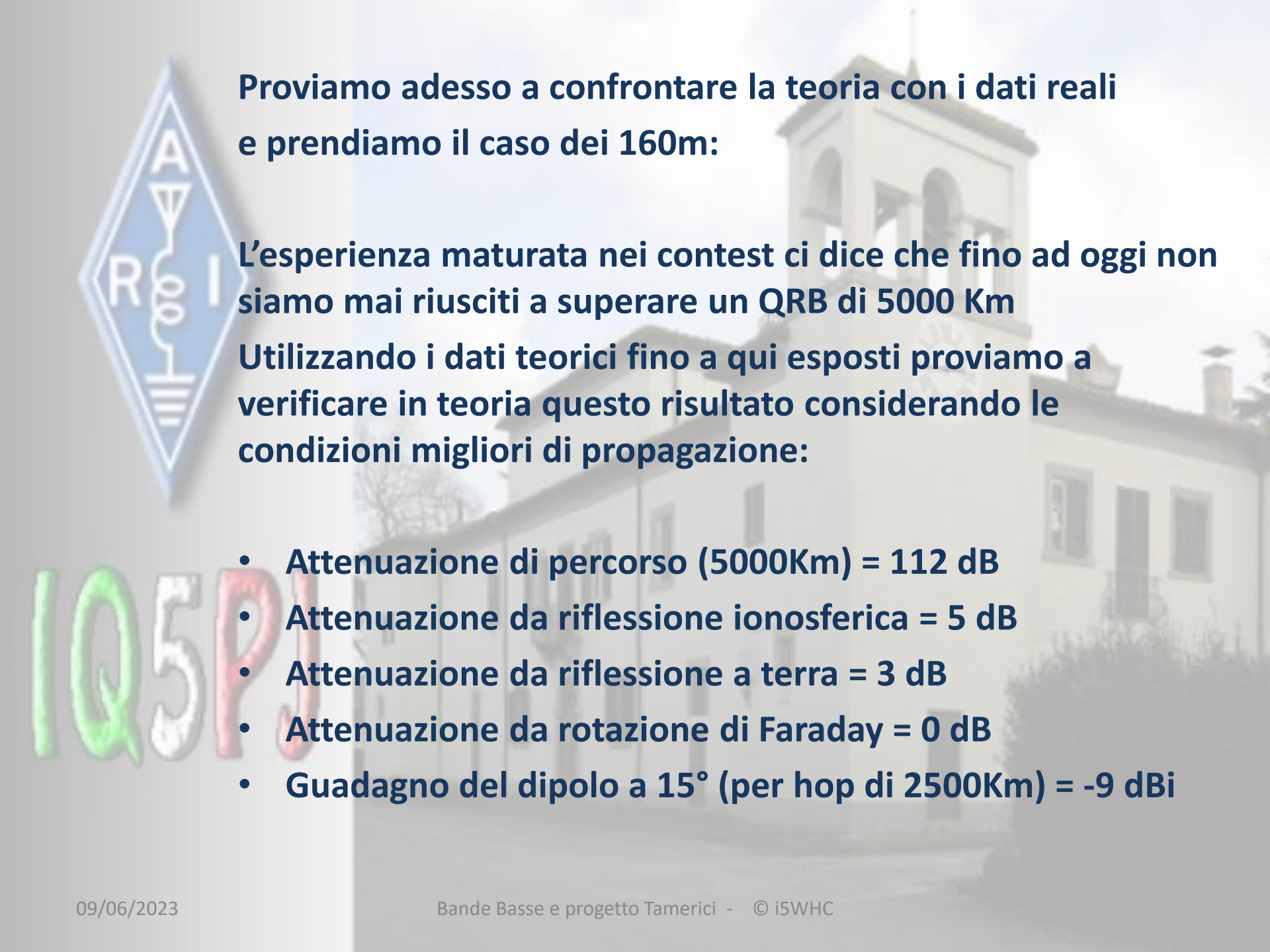
getto Tamerici - © i5WHC

Dipolo 80 m



Dipolo 80 m



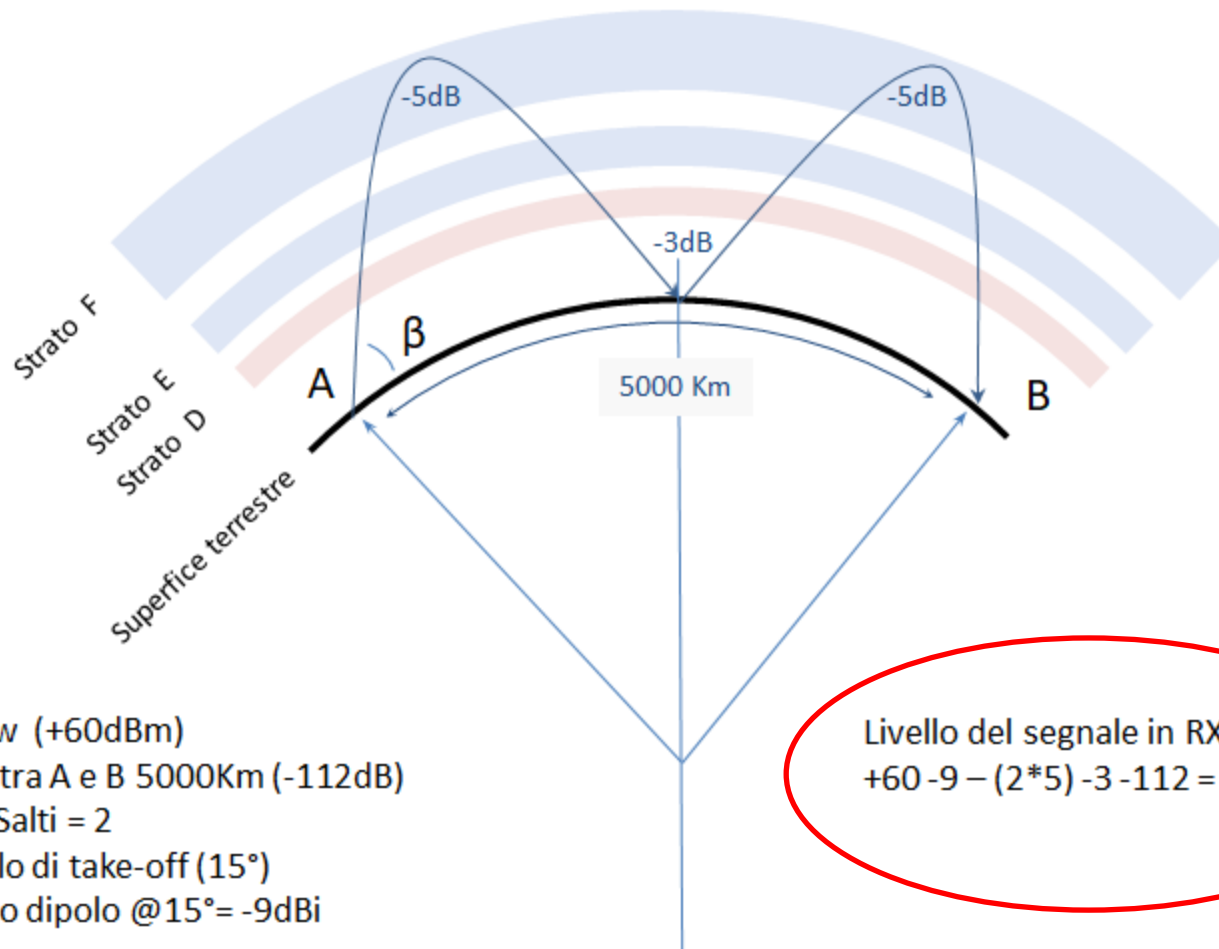


**Proviamo adesso a confrontare la teoria con i dati reali
e prendiamo il caso dei 160m:**

**L'esperienza maturata nei contest ci dice che fino ad oggi non
siamo mai riusciti a superare un QRB di 5000 Km**

**Utilizzando i dati teorici fino a qui esposti proviamo a
verificare in teoria questo risultato considerando le
condizioni migliori di propagazione:**

- 
- **Attenuazione di percorso (5000Km) = 112 dB**
 - **Attenuazione da riflessione ionosferica = 5 dB**
 - **Attenuazione da riflessione a terra = 3 dB**
 - **Attenuazione da rotazione di Faraday = 0 dB**
 - **Guadagno del dipolo a 15° (per hop di 2500Km) = -9 dBi**



$P_{tx} = 1\text{Kw} (+60\text{dBm})$

Distanza tra A e B 5000Km (-112dB)

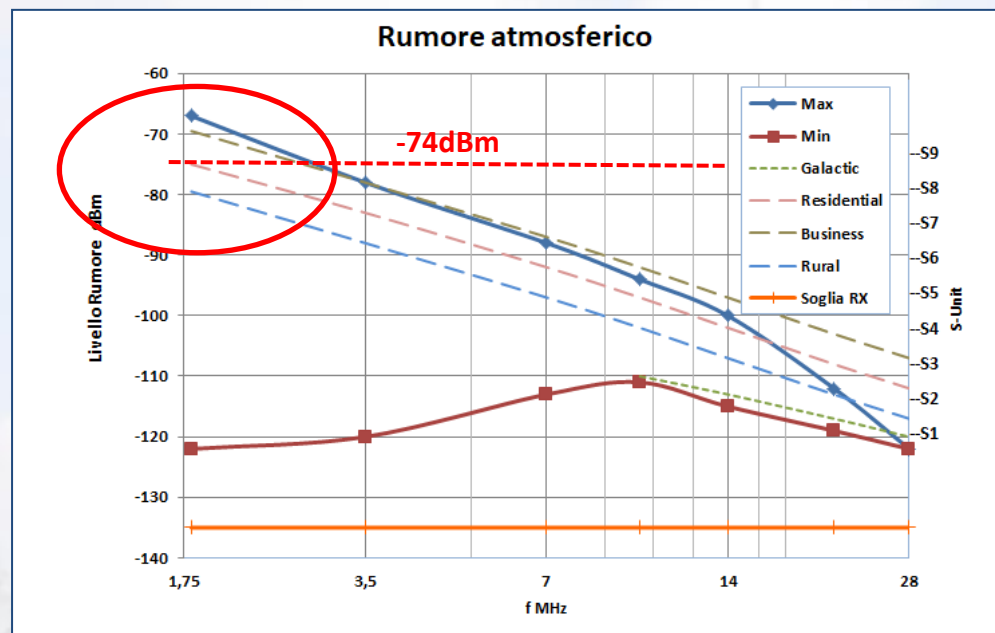
Numero Salti = 2

β = Angolo di take-off (15°)

Guadagno dipolo @ $15^\circ = -9\text{dBi}$

Livello del segnale in RX

$+60 - 9 - (2 \cdot 5) - 3 - 112 = -74\text{dBm}$



Come avevamo già visto, in 160, il livello di rumore può arrivare, a seconda delle posizioni, a livelli che vanno da un minimo di -82dBm (aree rurali) ad un massimo di -68dBm (aree industriali)

Oltre i 5000Km il nostro segnale di **-74dBm** non ha quindi grandi possibilità di essere ascoltato se non in zone con pochissimo rumore e con un S/N di pochi dB, ricordo che nel calcolo avevamo ipotizzato le migliori condizioni di propagazione, il calcolo teorico conferma quindi in pieno ciò che abbiamo riscontrato nella realtà



Proviamo adesso a modellare il lobo di una «verticale» con le seguenti caratteristiche fisiche:

Banda 80m:

Lunghezza elemento radiante: 19,5m ($\lambda/4$ full-size)

Banda 160m:

Lunghezza elemento radiante: 24m ($<\lambda/4$ con carico capacitivo)

In entrambi i casi piano di terra con 8 radiali posti a terra della lunghezza di 20mt. (pari a $\lambda/4$ in 80 e $\lambda/8$ in 160)

Stesse caratteristiche dielettriche del suolo :

Costante dielettrica: 14

Conducibilità: 0,01 S/m

EZNEC v. 6.0

File Edit Options Outputs Setups View Utilities Help

Open
Save As
Ant Notes

Currents
Src Dat
Load Dat
FF Tab
NF Tab
SWR
View Ant

FF Plot

Verticale Tamerici 80m

File Dipolo Tamerici 160.EZ

Frequency 3,6 MHz

Wavelength 83,2757 m

Wires 9 Wires, 450 segments

Sources 1 Source

Loads 0 Loads

Trans Lines 0 Transmission Lines

Transformers 0 Transformers

L Networks 0 L Networks

Ground Type Real/High Accuracy

Ground Descrip 1 Medium (0,01, 14)

Wire Loss Zero

Units Meters

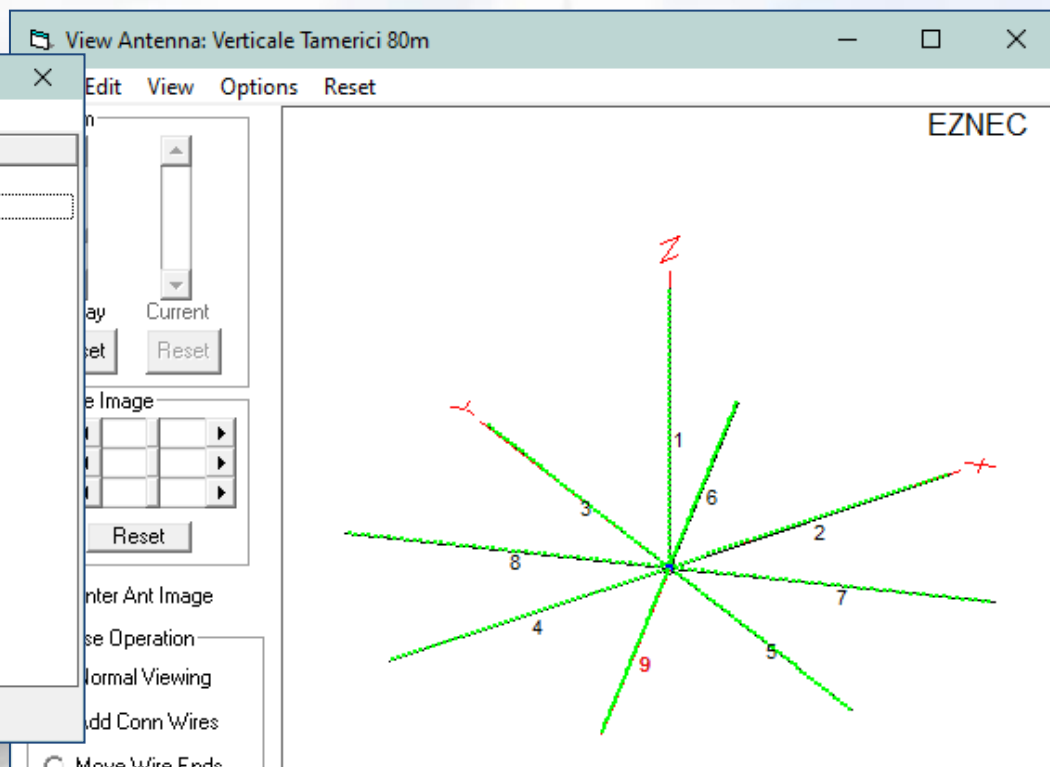
Plot Type 3D

Step Size 5 Deg.

Ref Level 0 dBi

Alt SWR Z0 38 ohms

Desc Options



Wires

Wire Create Edit Other

☐ Coord Entry Mode ☐ Preserve Connections ☐ Show Wire Insulation

Wires										
No.	End 1				End 2				Diameter (mm)	Segs
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn		
1	0	0	0,05	W2E1	0	0	19,5		30	50
2	0	0	0,05	W3E1	20	0	0,05		#16	50
3	0	0	0,05	W4E1	0	20	0,05		#16	50
4	0	0	0,05	W5E1	-20	0	0,05		#16	50
5	0	0	0,05	W6E1	0	-20	0,05		#16	50
6	0	0	0,05	W7E1	14	14	0,05		#16	50
7	0	0	0,05	W8E1	14	-14	0,05		#16	50
8	0	0	0,05	W9E1	-14	14	0,05		#16	50
9	0	0	0,05	W1E1	-14	-14	0,05		#16	50
* 09/06/2023										

Verticale Full size 80 m

EZNEC v.6.0

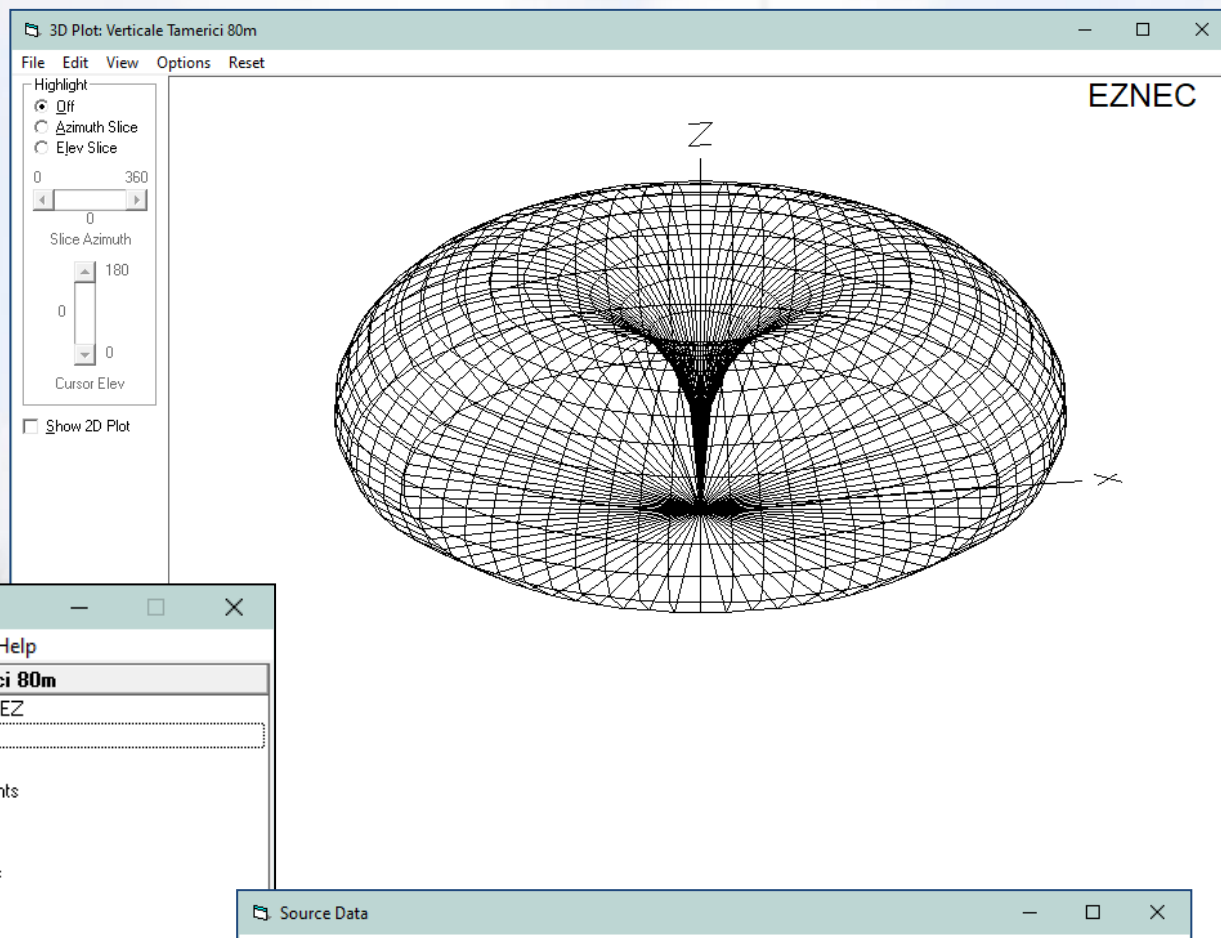
File Edit Options Outputs Setups View Utilities Help

Open
Save As
Ant Notes
Currents
Src Dat
Load Dat
FF Tab
NF Tab
SWR
View Ant
FF Plot

Verticale Tamerici 80m

File	Dipolo Tamerici 160.EZ
Frequency	3,6 MHz
Wavelength	83,2757 m
Wires	9 Wires, 450 segments
Sources	1 Source
Loads	0 Loads
Trans Lines	0 Transmission Lines
Transformers	0 Transformers
L Networks	0 L Networks
Ground Type	Real/High Accuracy
Ground Descrip	1 Medium (0,01, 14)
Wire Loss	Zero
Units	Meters
Plot Type	3D
Step Size	5 Deg.
Ref Level	0 dBi
Alt SWR Z0	38 ohms
Desc Options	

Average Gain = 0,388 = -4,11 dB *Model contains loss*



Source Data

File Edit Search Format Help

EZNEC ver. 6.0

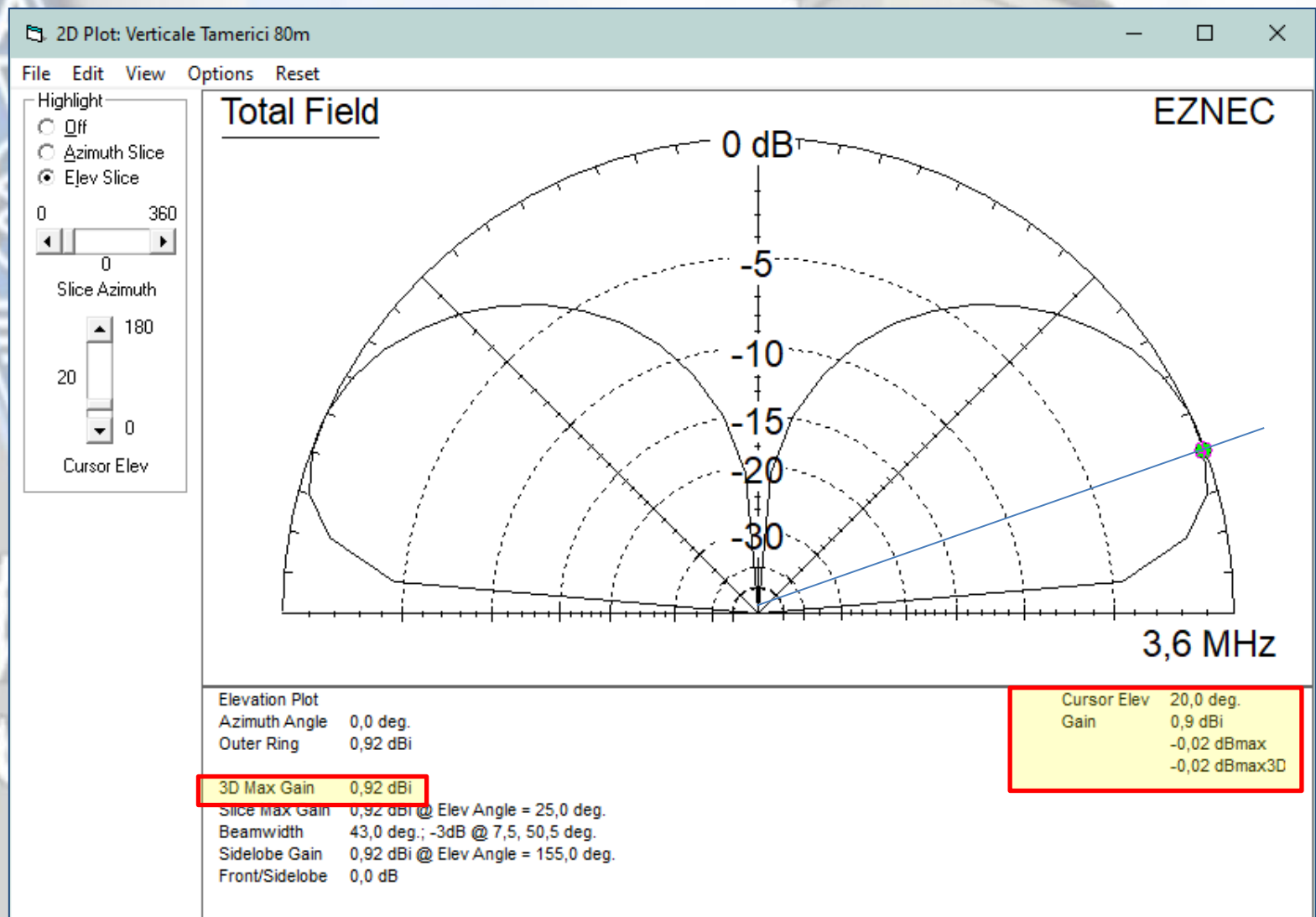
Verticale Tamerici 80m 26/02/2023 16:54:51

----- SOURCE DATA -----

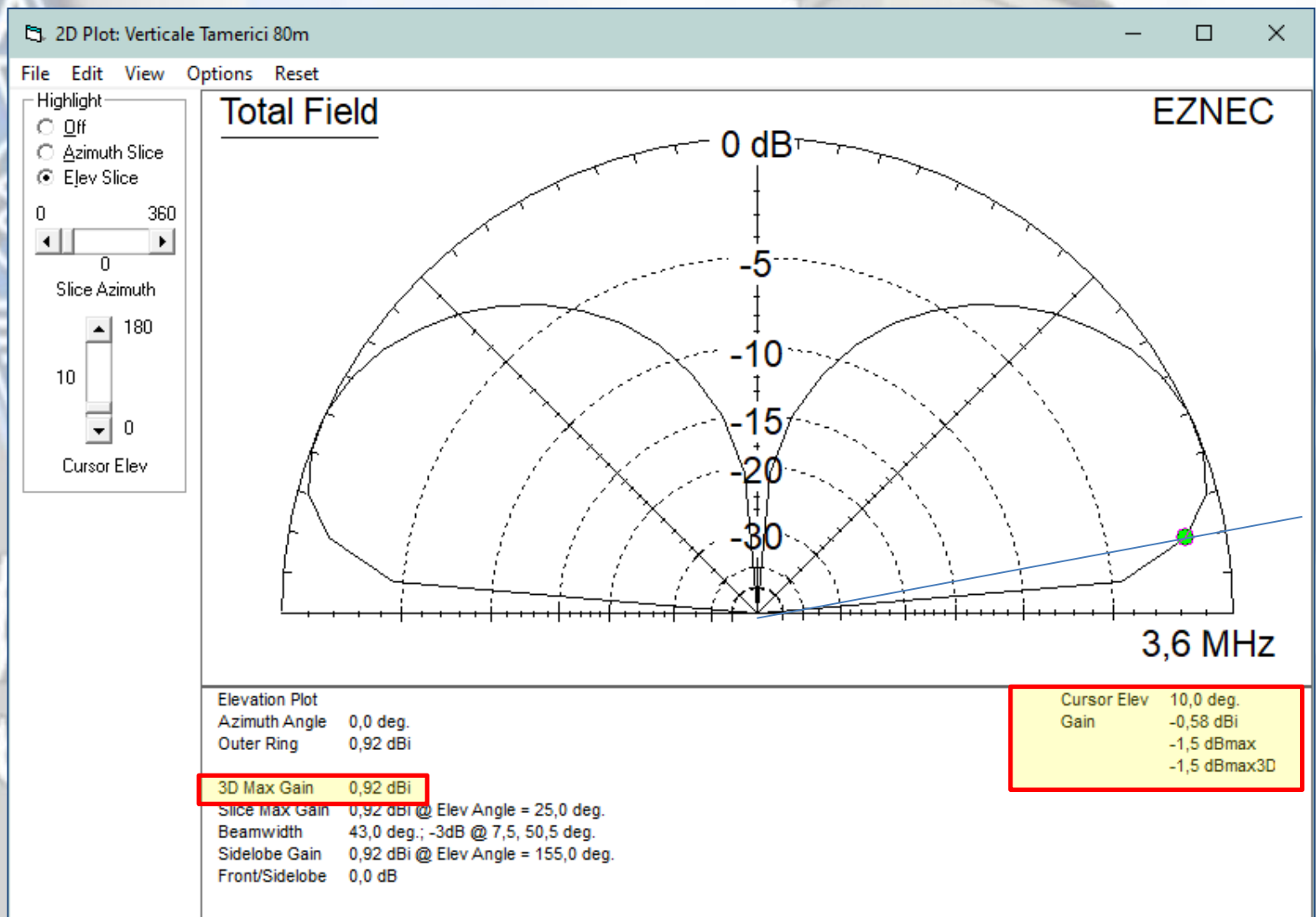
Frequency = 3,6 MHz

Source 1 Voltage = 37,78 V at -23,88 deg.
 Current = 1 A at 0,0 deg.
 Impedance = 34,55 - j 15,29 ohms
 Power = 34,55 watts
 SWR (50 ohm system) = 1,677 (38 ohm system) = 1,536

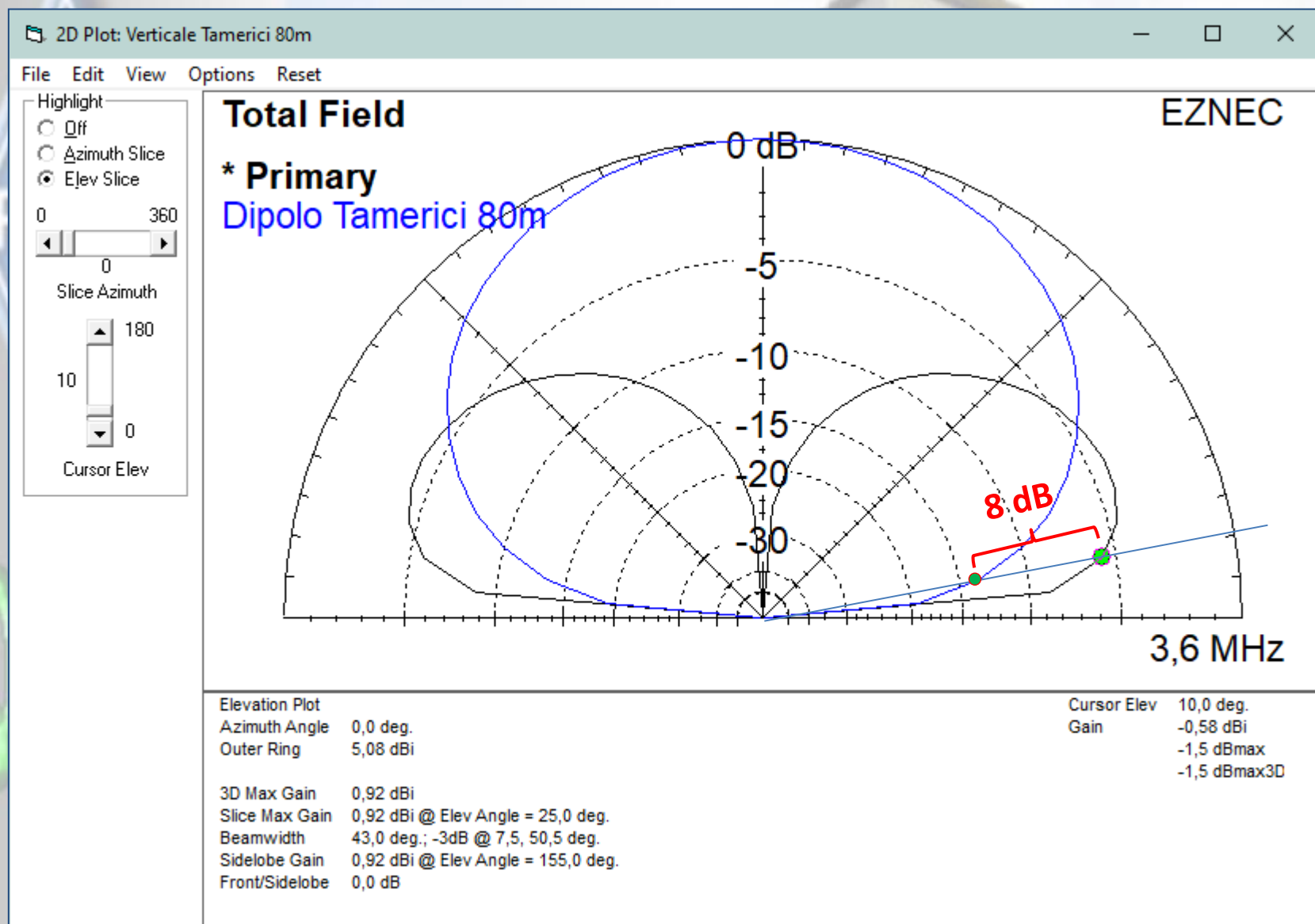
Verticale Full size 80 m

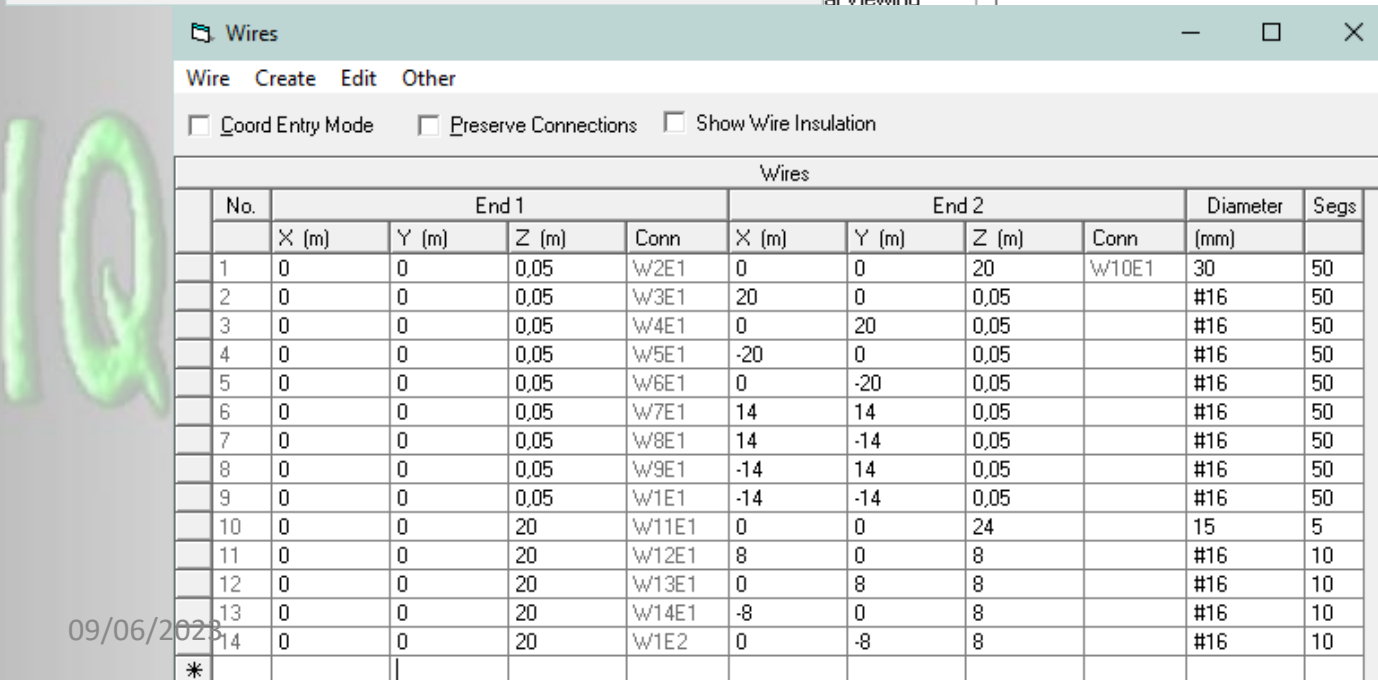


Verticale Full size 80 m



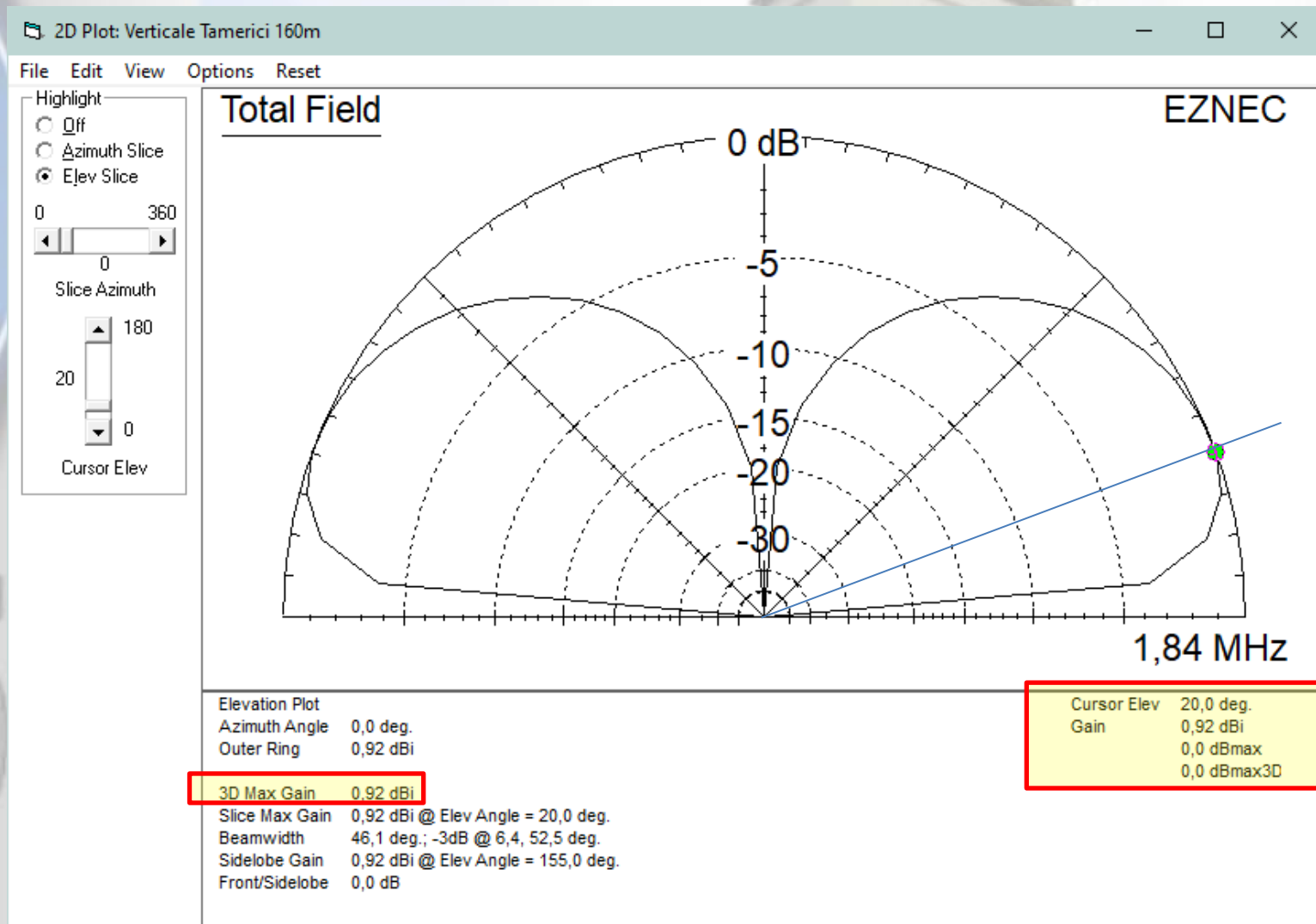
Confronto Verticale Full size – Dipolo 80 m



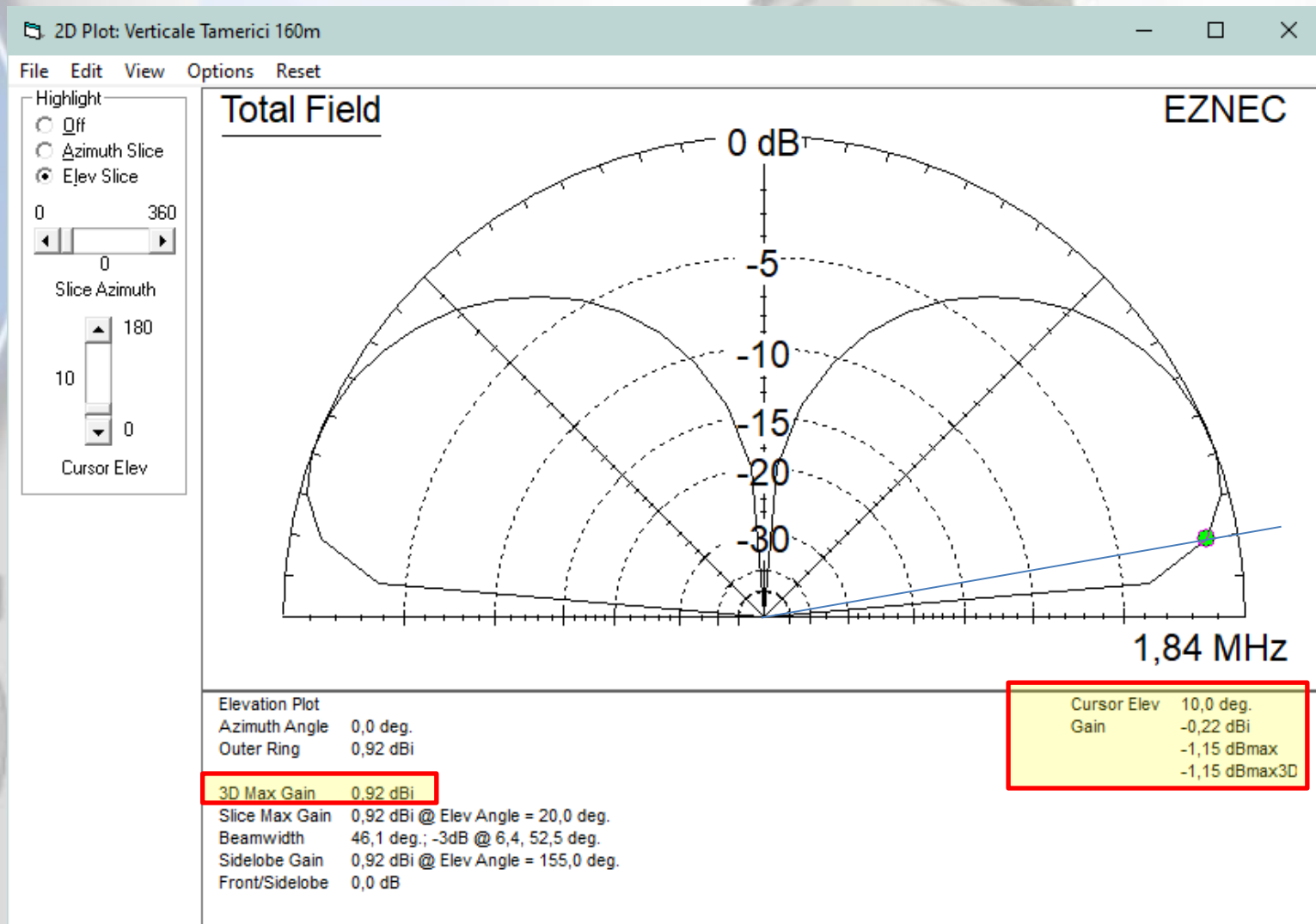


Verticale
Top Loaded
160 m

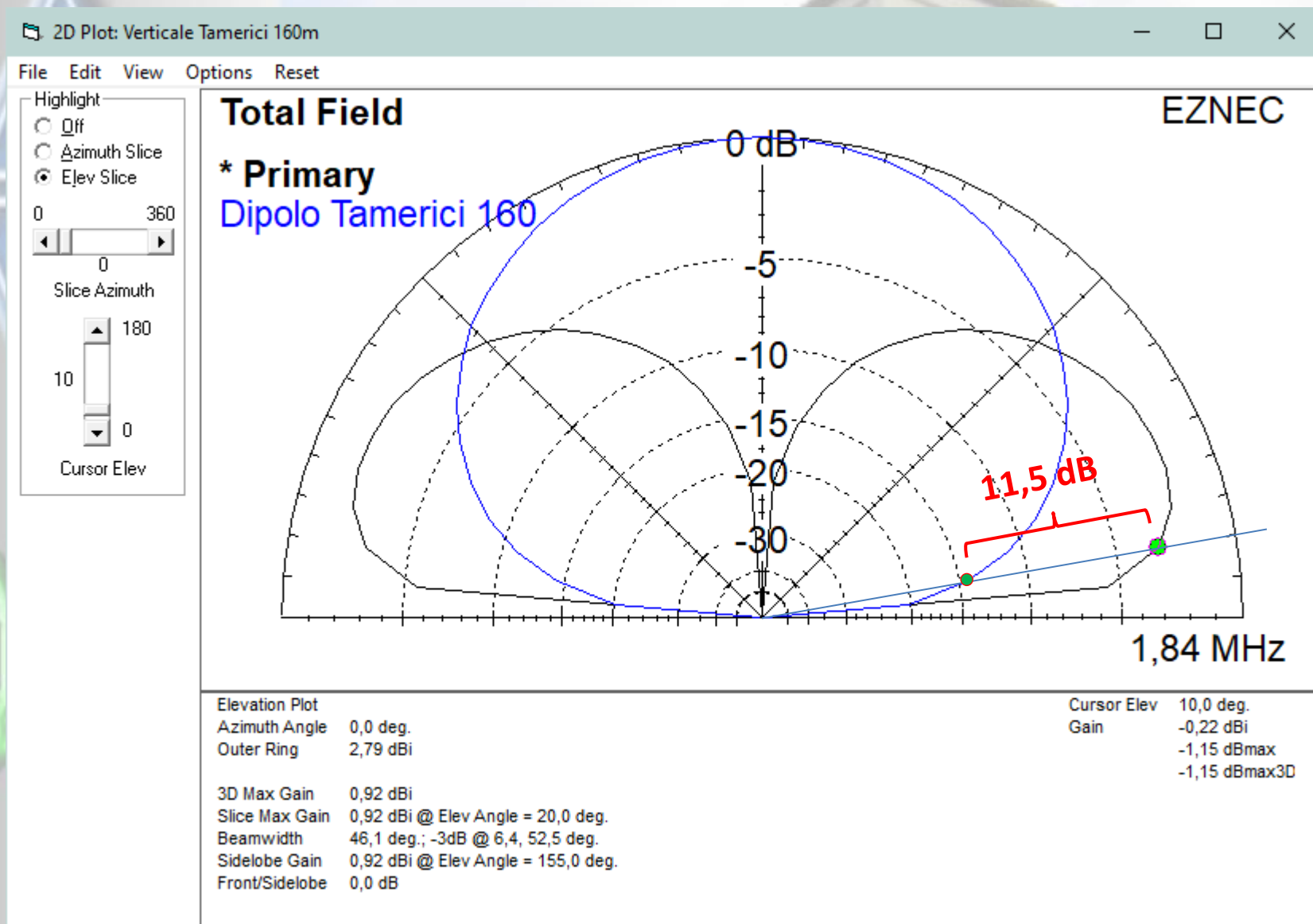
Verticale Top Loaded 160 m

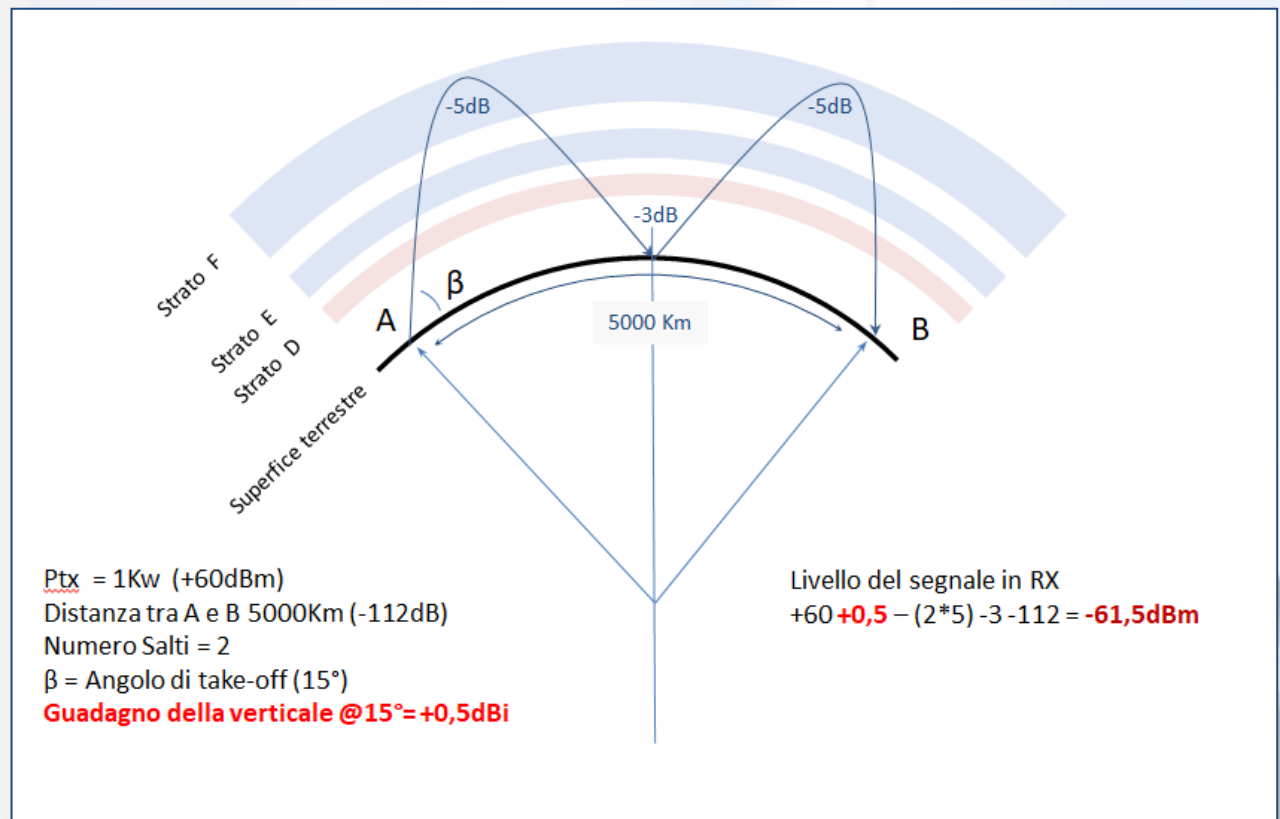


Verticale Top Loaded 160 m



Confronto Verticale Top Loaded – Dipolo 160 m





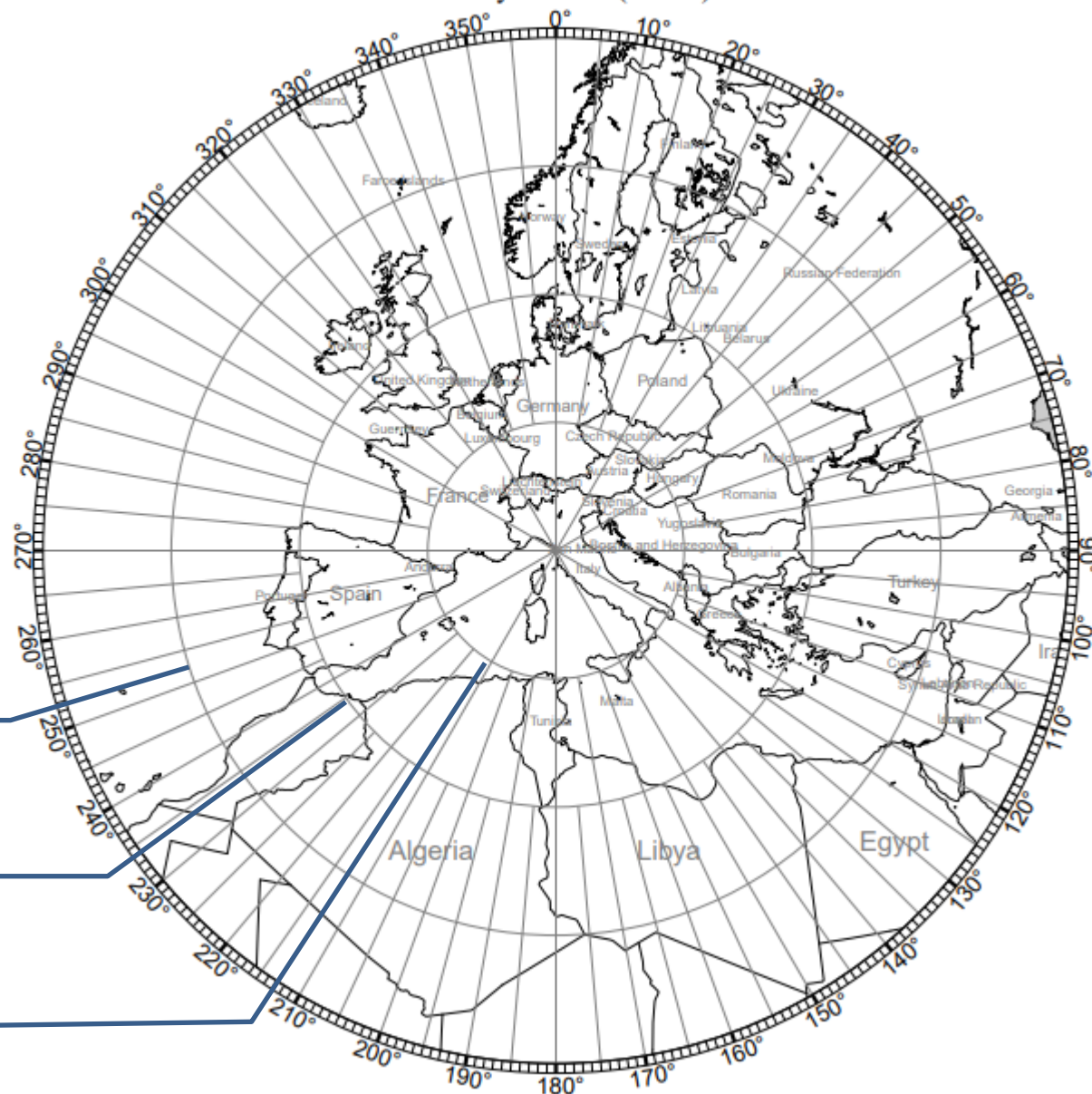
Ricalcolando adesso il livello del segnale ricevuto a 5000Km vediamo che adesso sale a **-61,5dBm** ovvero 8,5 dB superiore al caso precedente, è come se avessimo moltiplicato x 7 la potenza in uscita e siamo sopra di oltre 6 dB al livello massimo del rumore.

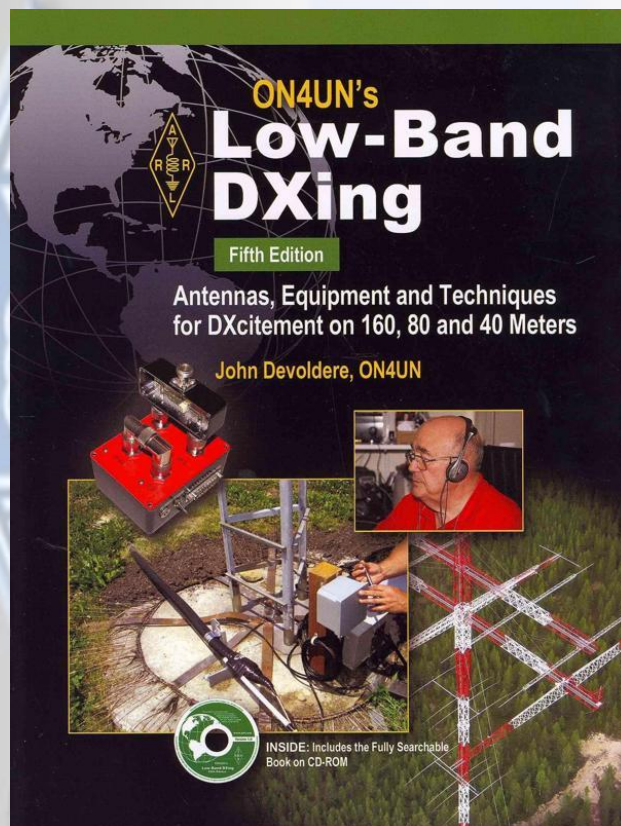
Senza considerare che lo stesso vantaggio (vedremo più avanti che potrebbe essere addirittura maggiore) lo riscontreremmo anche in RX



Center: 43°43'45"N 10°22'30"E Radius: 3000 km

Courtesy of Tom (NS6T)





Elecraft K3	59%	61%
Ten-Tec Orion	22%	18%
Icom IC-7800, IC-7700	8%	6%
Yaesu FT-2000	4%	3%
Yaesu FT-1000 (D-MP)	4%	10%
Icom IC-756	2%	3%

2-32 Chapter 2

with the only differ-
er percentage thought
aller group was using

answer to the question
er for the low bands?"

on Equipment

8, overall the FT-1000
almost 60% (vs 44%
alf of that percentage.
y FT-1000s around. I
modified to avoid the
ese transceivers. It is

160 Meter
Total Group
(166 responses)

20.4.2. On 80 Meters

It is amazing to see that 41% of the top group on 80 meters do not use Beverages, but these are the guys that use quads or Yagis (11%) or vertical transmit arrays (23%) or receive-only arrays (8%). If you add all these percentages, you come to 52%, which means that all of the top group 80-meter DXers do use some kind of directional antennas on receive, even if they don't use Beverages. See Table 2-9.

Table 2-8
160-Meter Antennas

Transmit Antennas	Total Group	Top Group
Verticals	57%	59%
Dipole	21%	17%
Half sloper	10%	6%
Vertical array	7%	18%
TX loops	4%	6%
Sloping dipole	2%	6%
Yagi, quad	1%	0%
Horizontal array	<1%	0%
Other antennas	6%	0%
Receive Antennas	Total Group	Top Group
Beverages	39%	62%
RX loops	29%	21%
RX array	6%	9%
Other RX antenna	5%	15%
None	31%	15%



1Q5PJ

Grazie