

XXI° Meeting EME

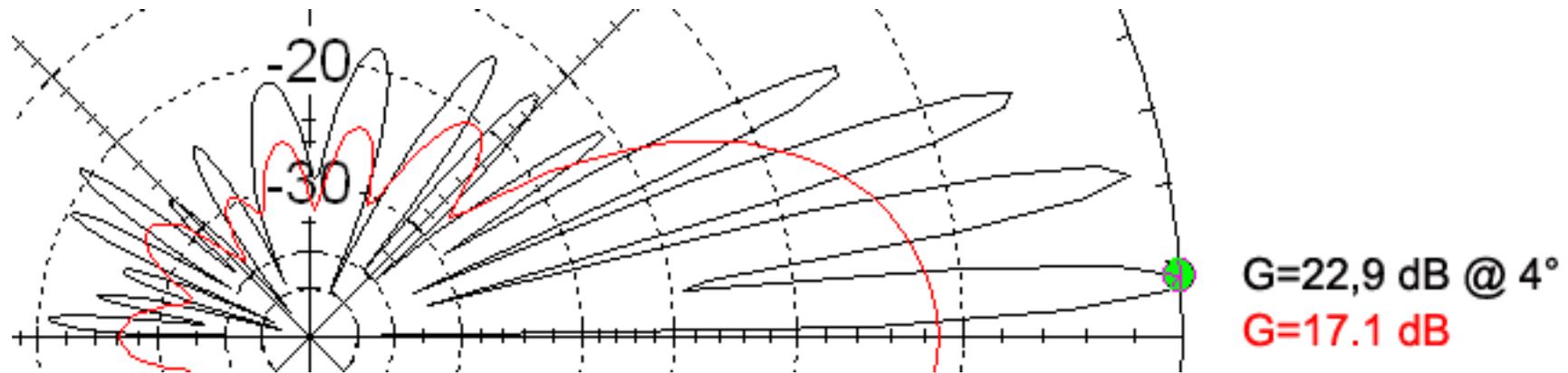
**Considerazioni
sull'effetto suolo**

(Ground Gain)

Di Giorgio Marchi IK1UWL



Come nasce questa indagine



Le spedizioni EME su isole scelgono postazioni molto vicine al mare per usufruire di Ground Gain.

Mostro un esempio, calcolato con EZNEC, di un array di 2x8JXX2 montato ad altezza 8m sul livello del mare.

Si vedono i 5,8 dB di guadagno del primo lobo, ed almeno altre tre lobi, utili se l'array non venisse elevato.

Anch'io ho il mare attorno a declinazioni medie e basse della luna. Ma ad elevazioni $<2^\circ$ constato invece dei buchi nel guadagno, e molto QSB a basse elevazioni. Mi è sorto il dubbio che la causa fosse legata ad effetto suolo.

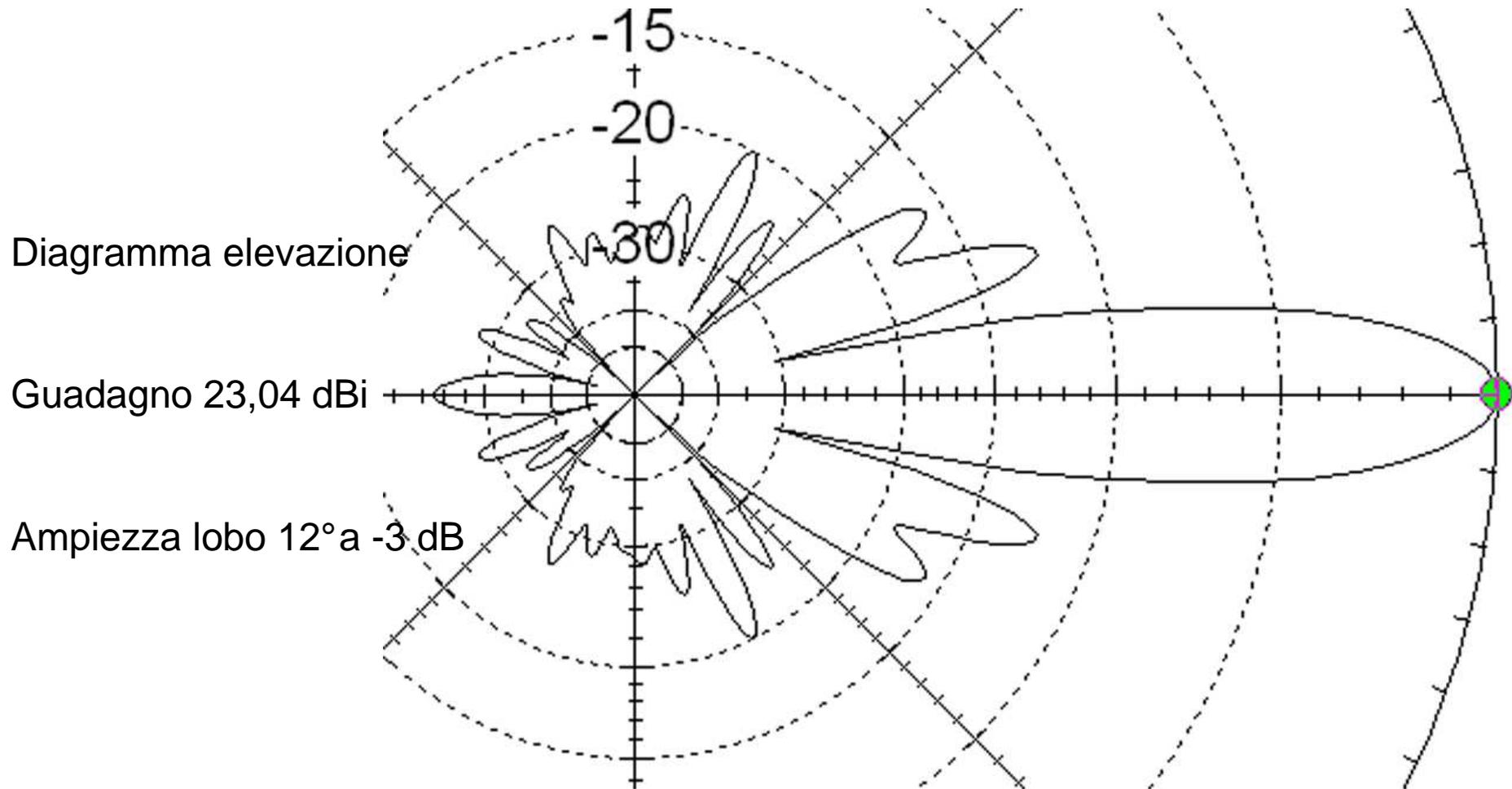
La mia posizione



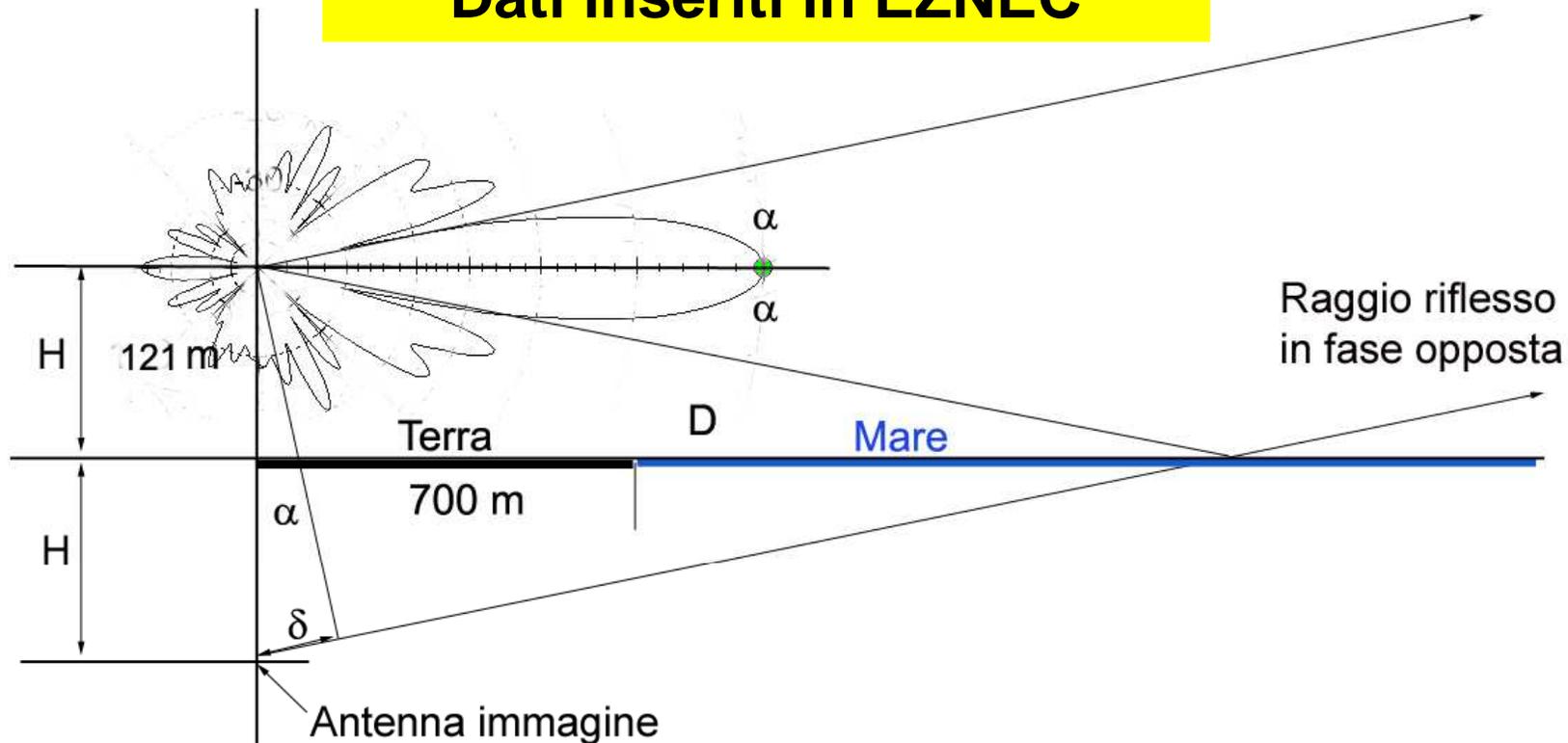
**La mia antenna è a quota 121 m a.s.l.
ed il mare dista da 500 a 900 m**



La mia antenna (4x14 el.) in spazio libero



Dati inseriti in EZNEC



Cond. 0,005 S/m
Diel. Const. 13

Cond. 5 S/m
Diel. Const. 81

Raggio diretto e riflesso si sommeranno quando la differenza di lunghezza del percorso sarà un numero semi-intero di lunghezze d'onda

Formule:

$$\delta = n\lambda = 2H\text{sen}\alpha$$

$$D = H/\text{tg}\alpha$$

Cosa mi aspetto

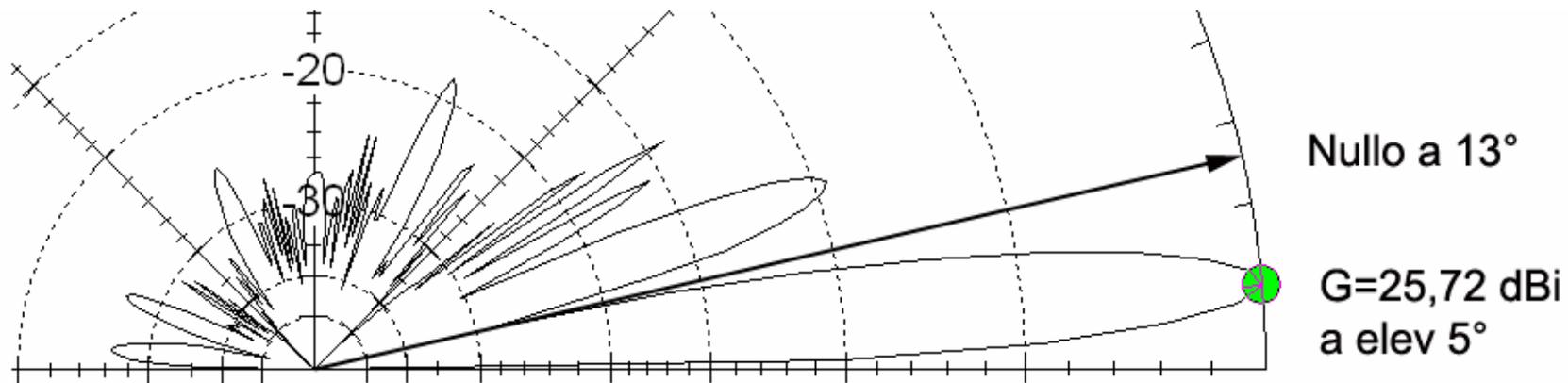
- Il mio orizzonte ottico è a $-0^{\circ},35$, quindi il fascio centrale largo $0^{\circ},7$ non ha riflessioni e deve mantenere il guadagno di spazio libero.
- Accanto a questo lobo ad elevazione 0° dovrebbero esserci una serie di lobi con picco agli angoli con differenza di fase semi-intera:

α	0,25	0,74	1,23	1,72	2,22	2,71	3,20	3,70	4,19	4,68	5,18	5,67	6,17	6,66	7,16
n	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5

e con nullo agli angoli con differenza di fase intera:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
α	0,49	0,98	1,48	1,97	2,46	2,96	3,45	3,94	4,44	4,93	5,43	5,92	6,42	6,91	7,41

L'effetto suolo secondo EZNEC



Applicando le formule $n\lambda=2H\text{sen}\alpha$ e $D=H/\text{tg}\alpha$ si ottiene che il picco a 5° avviene con differenza di percorso tra raggio diretto e riflesso di $10,5 \lambda$ a distanza 1337 m. Per il nullo si ha riflessione a 533 m e differenza 26λ .

Manca il picco ad elevazione 0°, inoltre:

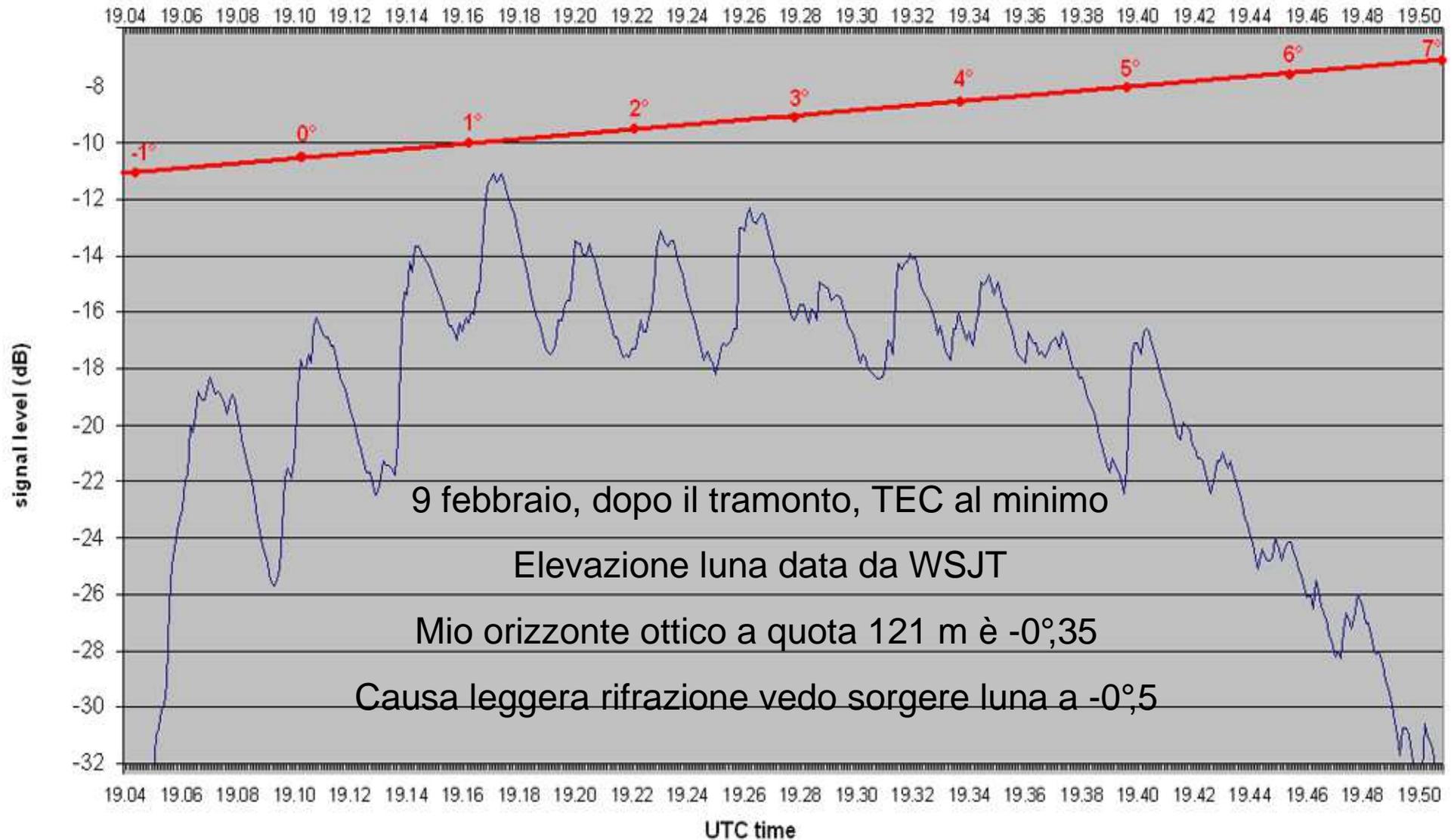
i raggi diretto e riflesso si sommano a tutti i valori semi-interi di n e si sottraggono a tutti i valori interi di n.

Perché non vedo tanti picchi e tanti nulli, a tutti questi valori?

Il Ground Gain risulta solo $25,72 - 23,04 = 2,68$ dB, altra anomalia.

Verifica sperimentale con "Echo mode" di WSJT9.02

Antenna fissa ad elevazione 0°, inseguimento luna solo in Az



Luna, elevazione al sorgere

Da "Propagation Factors In Space Communications" dell'Advisory Group for Aerospace research, NATO

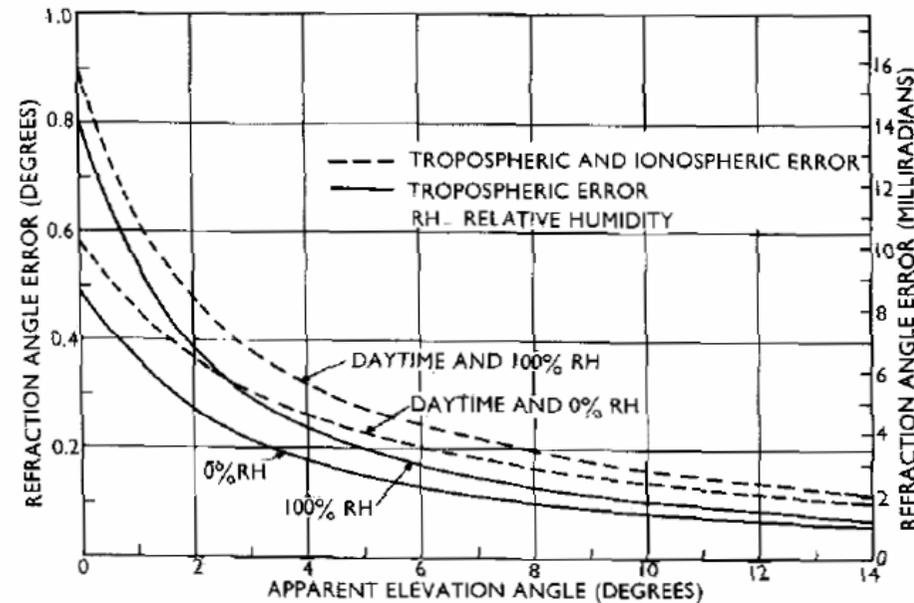
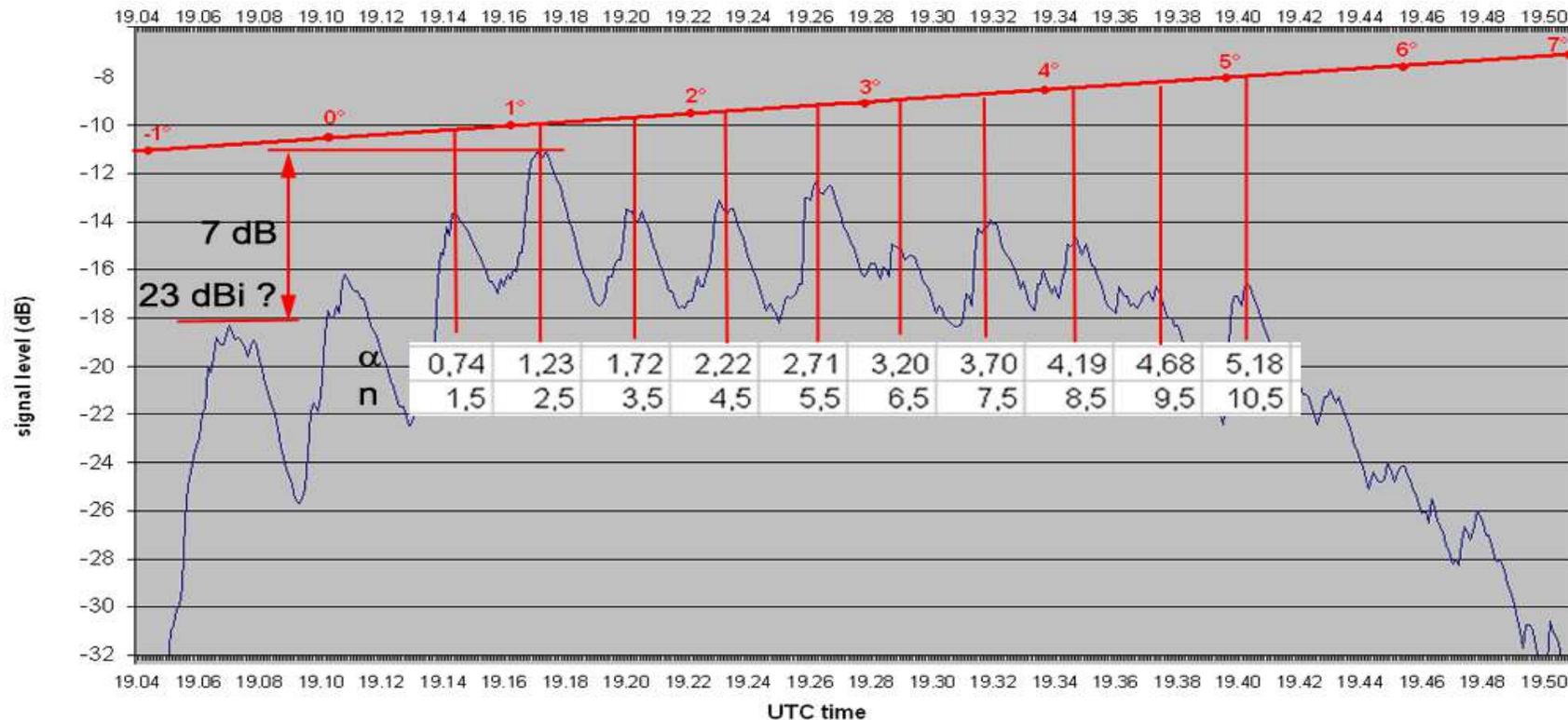


Fig. 9 Limit of tropospheric and ionospheric refraction errors at 200 Mc/s

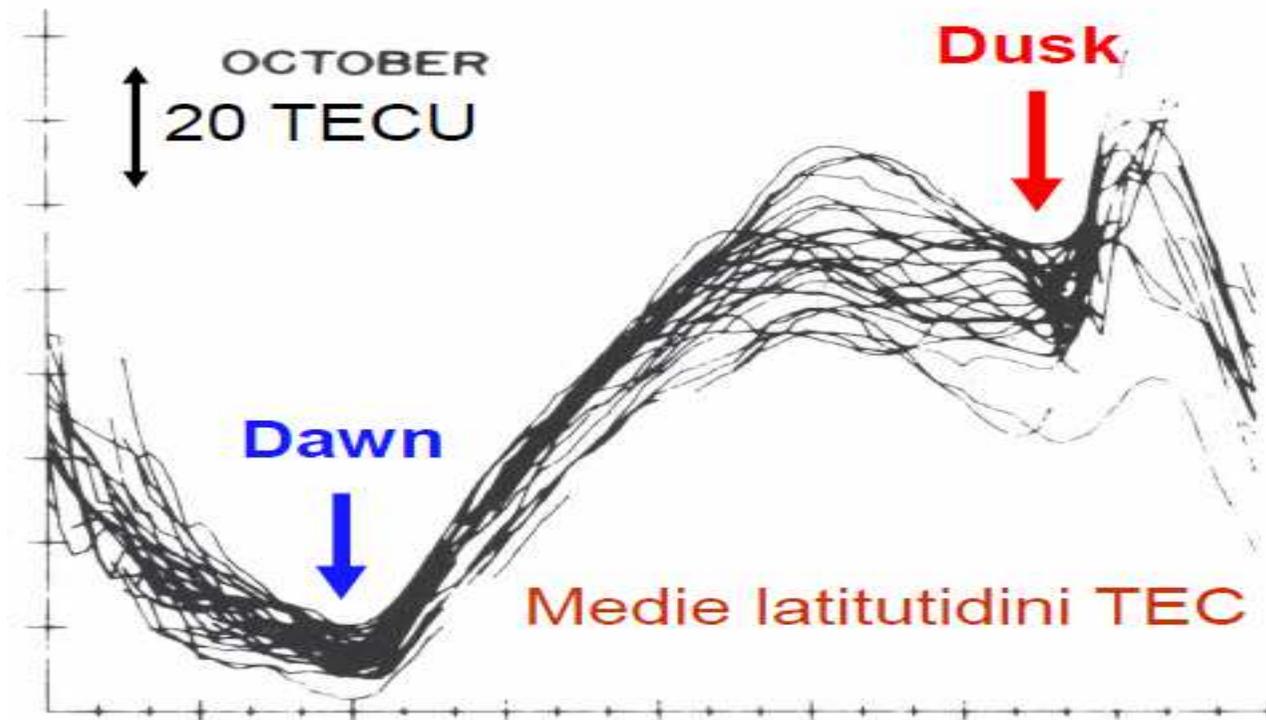
La luna mi è comparsa a $-0^{\circ},51$ La tabella qui sopra è valida a 200 MHz, ed indica un errore per rifrazione in aria secca di $-0^{\circ},49$ ad elevazione 0°

I picchi corrispondono davvero ai valori della formula



- Ottima corrispondenza dei picchi ai valori calcolati dalla formula.
- A differenze semi-interi corrispondono angoli frazionari, che Eznec non può calcolare perché va di grado in grado.
- Se picco al sorgere ha $G=23$ dBi, si ha $GG=7/2=3,5$ dB
- L'aumento temporaneo del TEC dopo il tramonto ha depresso gli echi nei 20 minuti centrali, in cui dovrei avere maggior effetto suolo.

Massimo GG a soli 2°, probabile effetto dell'andamento del TEC dopo il tramonto



- Massimi e minimi del TEC sono sfalsati rispetto all'alba e tramonto, causa fortissimi venti da E verso W.

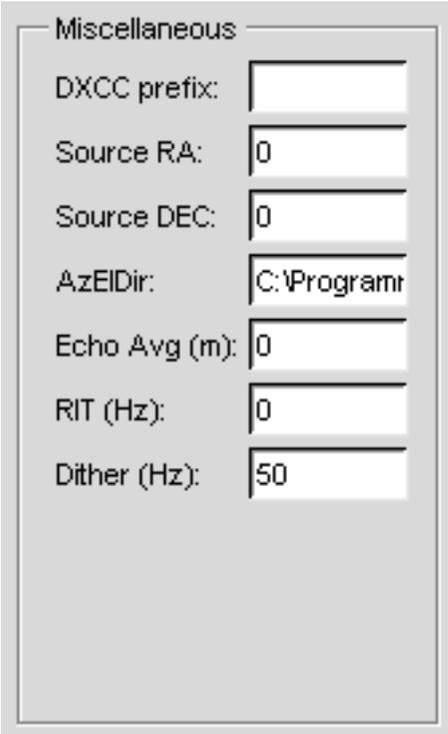
Discrepanze con risultato EZNEC

- C'è il picco ad elevazione nulla.
- L'andamento non è continuo, oscilla sinusoidalmente.
- Trovo insoddisfacente che i picchi positivi e negativi siano poco pronunciati.
Inizio ad avere sospetti anche su “Echo mode”, che sembra fare medie pur avendo impostato $Avg(m)=0$.
Indago con Joe K1JT.

WSJT9, modo Echo, media

- Nel setup è previsto stabilire il numero di minuti su cui fare media.
- Ritenevo che mettendo 0 minuti NON venisse fatta media.
- Avendo però notato che in generale non compaiono picchi positivi o negativi pronunciati, ho avuto un dubbio ed ho scritto a Joe K1JT:
- **“In order to have a measure of each echo, not averaged, I have put Echo avg. (m)=0. Please let me know if this is the correct procedure for avoiding averaging.”**

Setup > Options



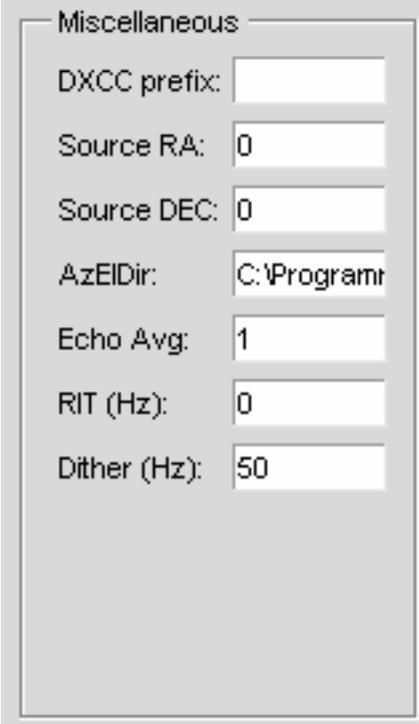
Miscellaneous

DXCC prefix:	<input type="text"/>
Source RA:	<input type="text" value="0"/>
Source DEC:	<input type="text" value="0"/>
AzEIDir:	<input type="text" value="C:\Program"/>
Echo Avg (m):	<input type="text" value="0"/>
RIT (Hz):	<input type="text" value="0"/>
Dither (Hz):	<input type="text" value="50"/>

WSJT9, versione "no avg"

- Joe mi ha risposto:
For the "Echo Avg" parameter, WSJT9 treats any user entry less than 1 as if 1 had been entered. If you enter "0", the program sets the averaging time constant to 1 minute. I could compile a special version for you.
- Ho ringraziato chiedendogli la versione speciale, che mi ha inviato con queste caratteristiche:
- **I have changed the definition of the "Echo Avg" parameter. The unit of measurement is now "Tx intervals", rather than minutes. Enter 1 for no averaging, 10 for one minute (10 Tx), etc.**
- Ho installato la versione speciale e tutte le prove successive di questa presentazione sono "senza averaging", se non specificato.

Setup > Options

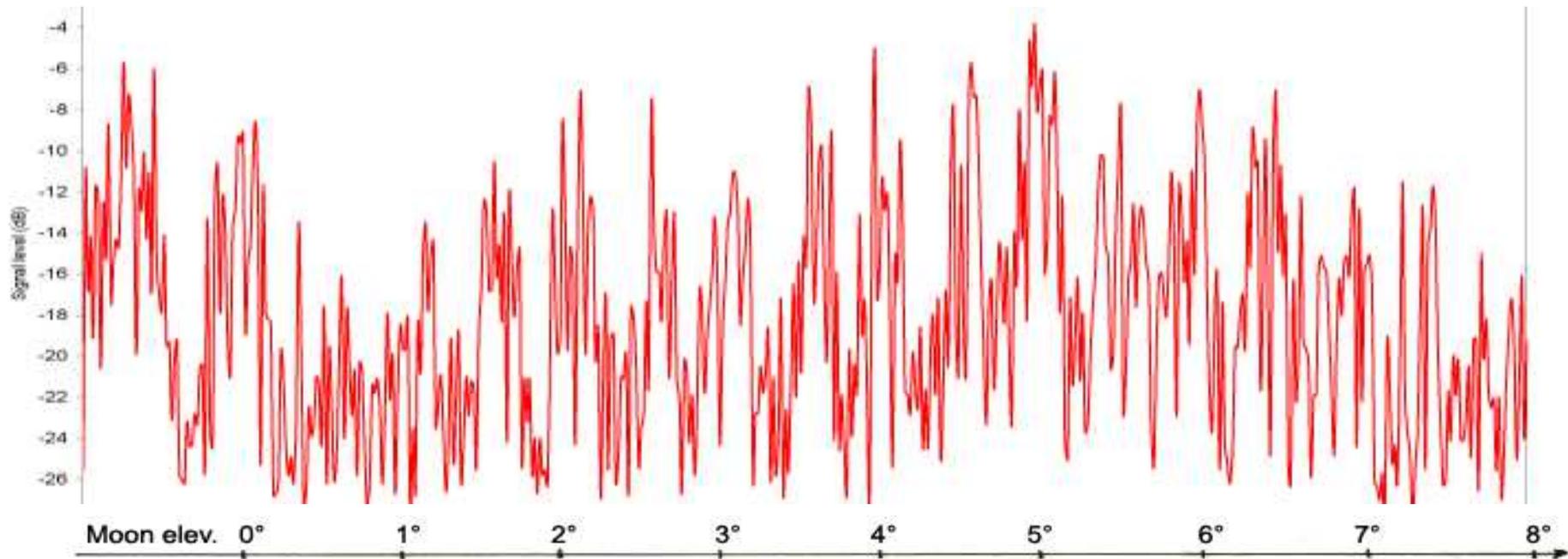


Miscellaneous

DXCC prefix:	<input type="text"/>
Source RA:	<input type="text" value="0"/>
Source DEC:	<input type="text" value="0"/>
AzEIDir:	<input type="text" value="C:\Programr"/>
Echo Avg:	<input type="text" value="1"/>
RIT (Hz):	<input type="text" value="0"/>
Dither (Hz):	<input type="text" value="50"/>

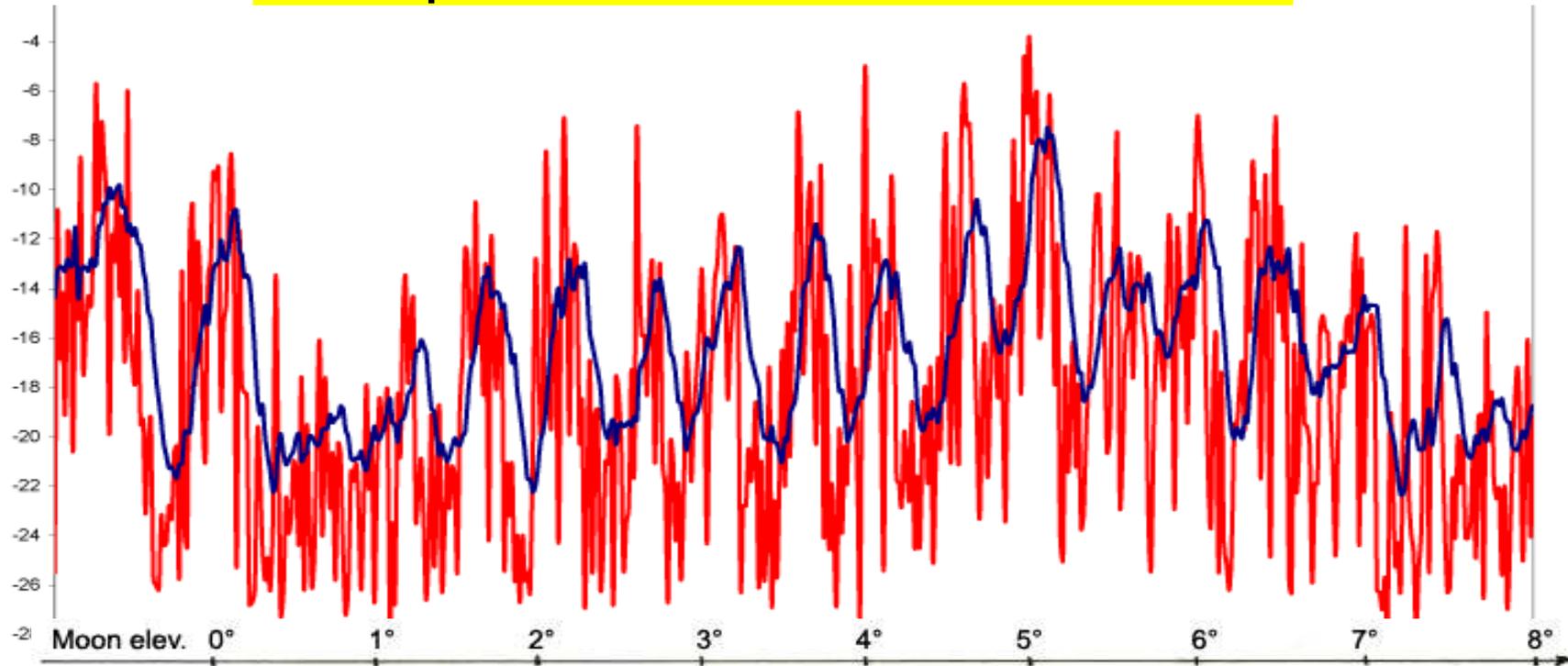
Prova “no average”

Elevaz. Antenna fissa a 0°, luna inseguita solo in azimut



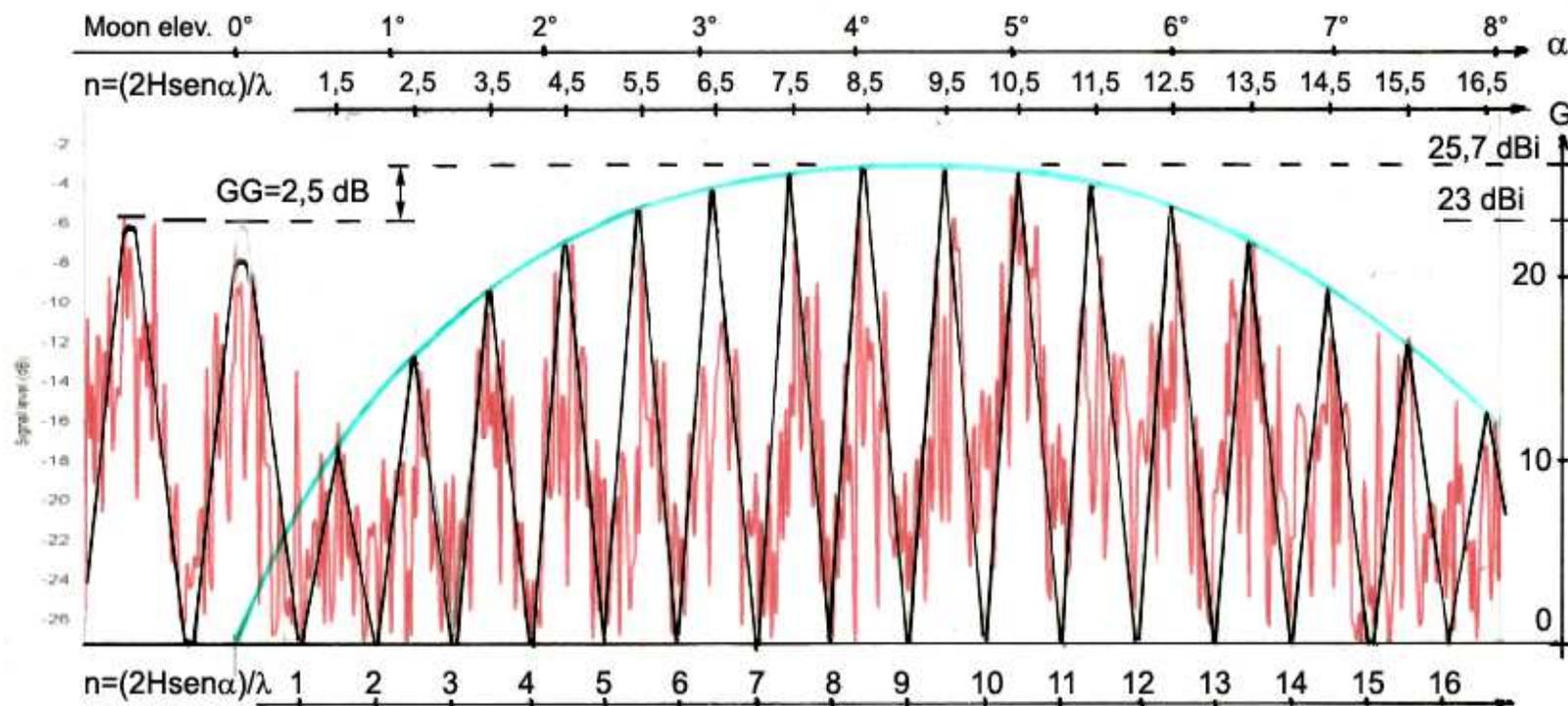
- Prova svolta tra le 21.30 e le 22.30 locali, dopo l'aumento del TEC al tramonto. Scintillazione forte, ma si vede l'andamento ondulante degli echi.
- I picchi negativi sono a livello -26,-27 dB (nessun segnale per WSJT).
- Grande somiglianza a prova precedente: picco al sorgere e andamento altalenante.
- C'è un massimo intorno a 5°.
- Sembra il lobo di EZNEC, suddiviso in tanti picchi.
- Faccio una comparazione con un grafico mediato.

Confronto tra prova “no avg” e prova con media 10 Tx



- Con Excel ho calcolato (a posteriori) una tabella che da, per ogni istante, la **media degli ultimi 10 echi**.
- Si intuisce facilmente che la media NON rappresenta l'interpolazione degli echi.
- Eseguo ora una “regressione (curve fitting)” a mano libera, sia dell'andamento sinusoidale, che dei picchi positivi.

Regressione (curve fitting) degli echi



- Assunto $G=0$ a livello echi -27 dB e $G=23$ dBi per il picco a $-0,7$, ho costruito la scala dei guadagni (a destra).
- Ho riportato il **lobo (unico) di EZNEC**, considerandolo involuppo dei picchi.
- Ho costruito le scale delle differenze semi-intero ed intero, e tracciato a mano gli involuppi dei picchi. Risultano un'ottima "regressione".
- Risulta confermato un buco dei guadagni sotto i 2° , prima di elevare, ed il QSB a basse elevazioni.

Discrepanze e limiti di EZNEC

- **Non mostra il lobo esistente a 0°.**
- **Effettivamente esiste una fase di basso guadagno a basse elevazioni.**
- **Fa inviluppo della serie picchi-valli.**
- **I picchi si succedono con periodo 3 minuti, cioè 3 periodi JT65. Questo spiega il mio QSB a basse elevazioni, che non è causato dalla ionosfera.**
- **Il Ground Gain risulta sempre basso, in teoria ed in pratica.**

Verifico se quanto applicabile ad una singola antenna vale anche per un array.

GG di singola yagi vs. array

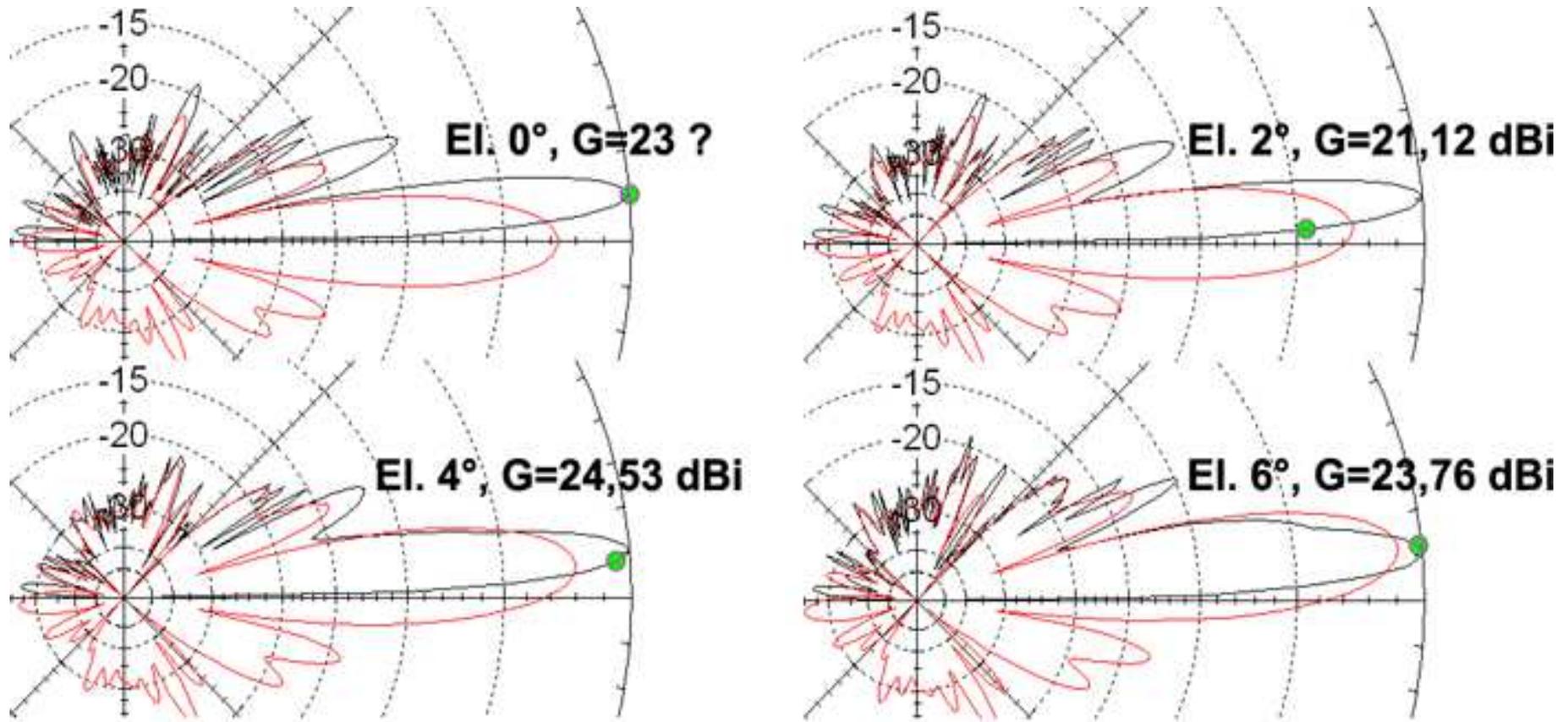
- In effetti le yagi superiori non sono alla stessa altezza sul mare delle inferiori (ΔH 4,5m), quindi le loro riflessioni non sono in fase tra loro.
- Le yagi superiori sono ad $H=123,25$ m. Quando $n=10,5$ (raggio riflesso in fase) si ha $\alpha=5^{\circ},083$
- Le yagi inferiori sono ad $H=118,75$ m.
Per $\alpha=5^{\circ},083$ si ha $n=10,12$, vicino a 10, cioè a condizione di controfase del raggio riflesso.
- Quindi nel mio caso solo una coppia di yagi alla volta contribuisce GG, da cui $GG=3$ dB circa.

2^a parte: Effetto suolo con elevazione

- EZNEC consente anche di ruotare l'array, così ho condotto simulazioni di 2° in 2°.
- Segue verifica pratica con prova echi (media 10).
- Vorrei verificare, in teoria ed in pratica, :
 - il comportamento a bassissime elevazioni
 - fin dove l'effetto suolo influenza il guadagno

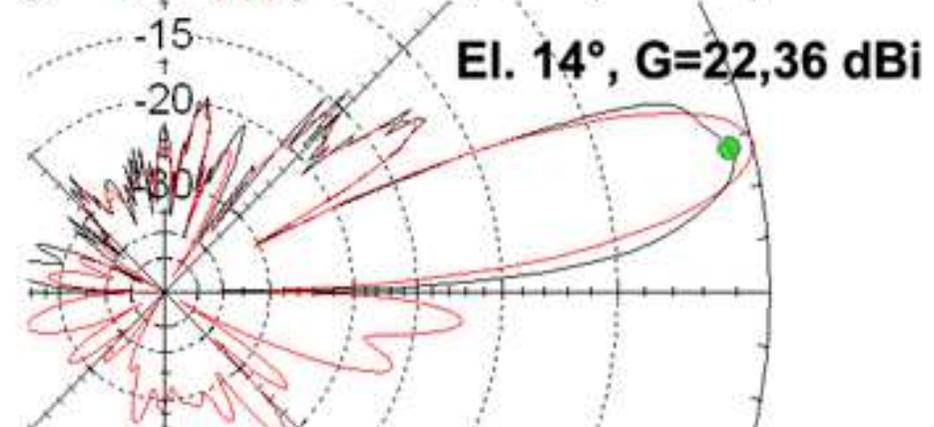
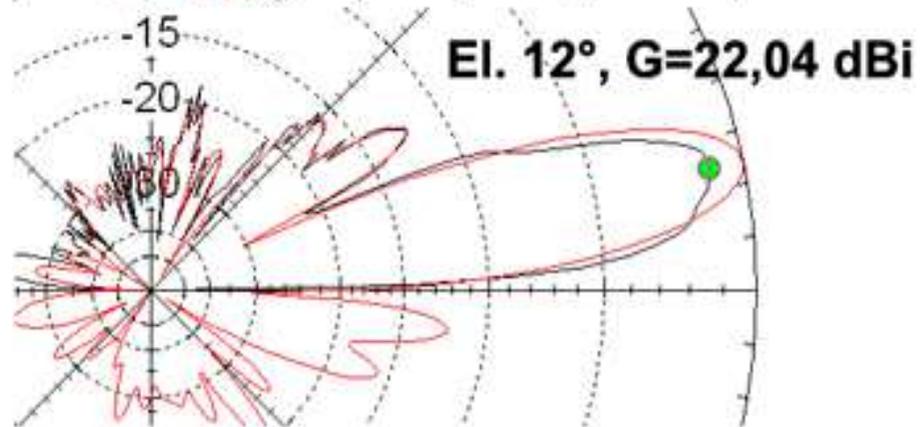
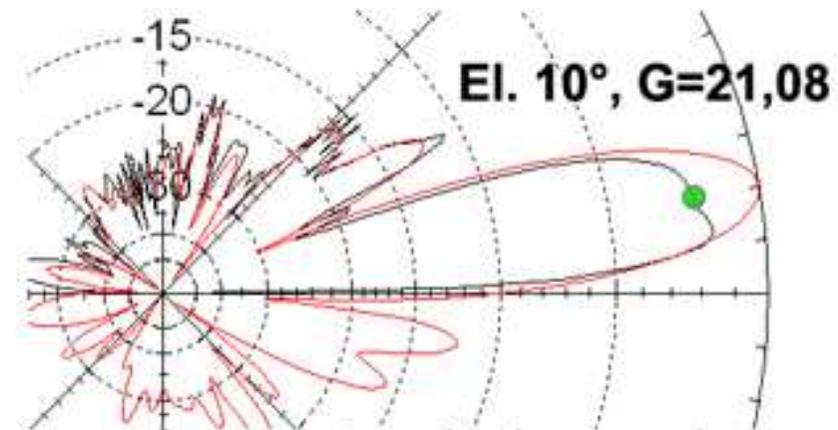
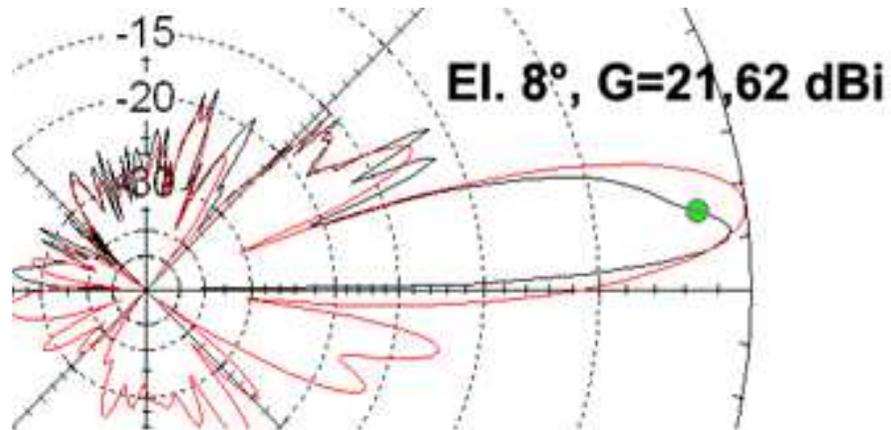
Secondo EZNEC, elevando fino a 6°

In rosso il lobo di spazio libero



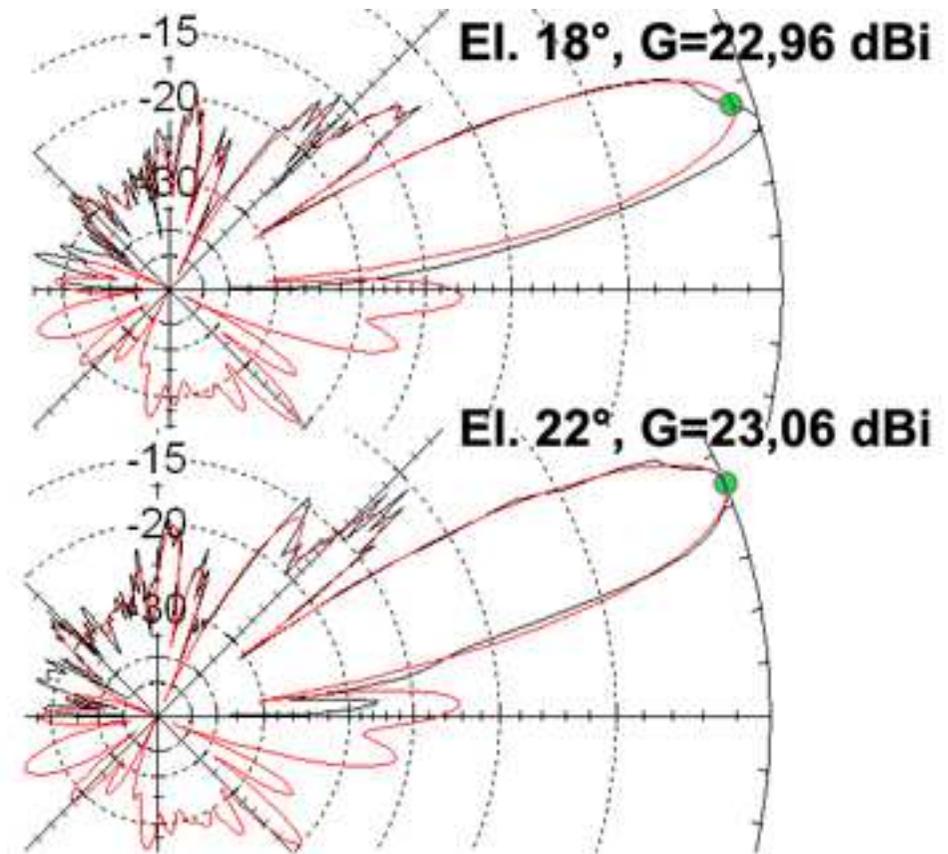
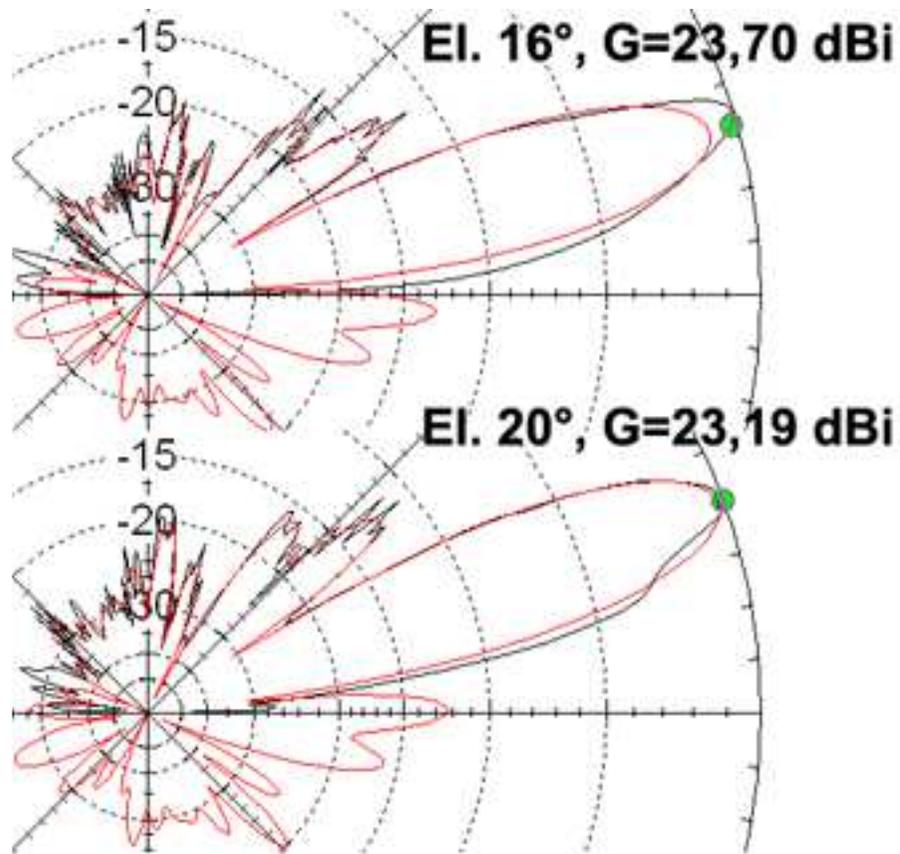
- Picco GG tende a restare a fisso a 5°
- Il primo lobo laterale superiore aumenta
- A 2° G più basso, tra 4° e 6° c'è GG

Secondo EZNEC, elevando da 8° a 14°



- L'illuminazione del suolo si riduce, fino ad annullarsi
- Pertanto il picco principale inizia ad elevarsi
- Guadagno leggermente ridotto, in normalizzazione

Secondo EZNEC, elevando da 16° a 22°



-Effetto suolo ormai trascurabile

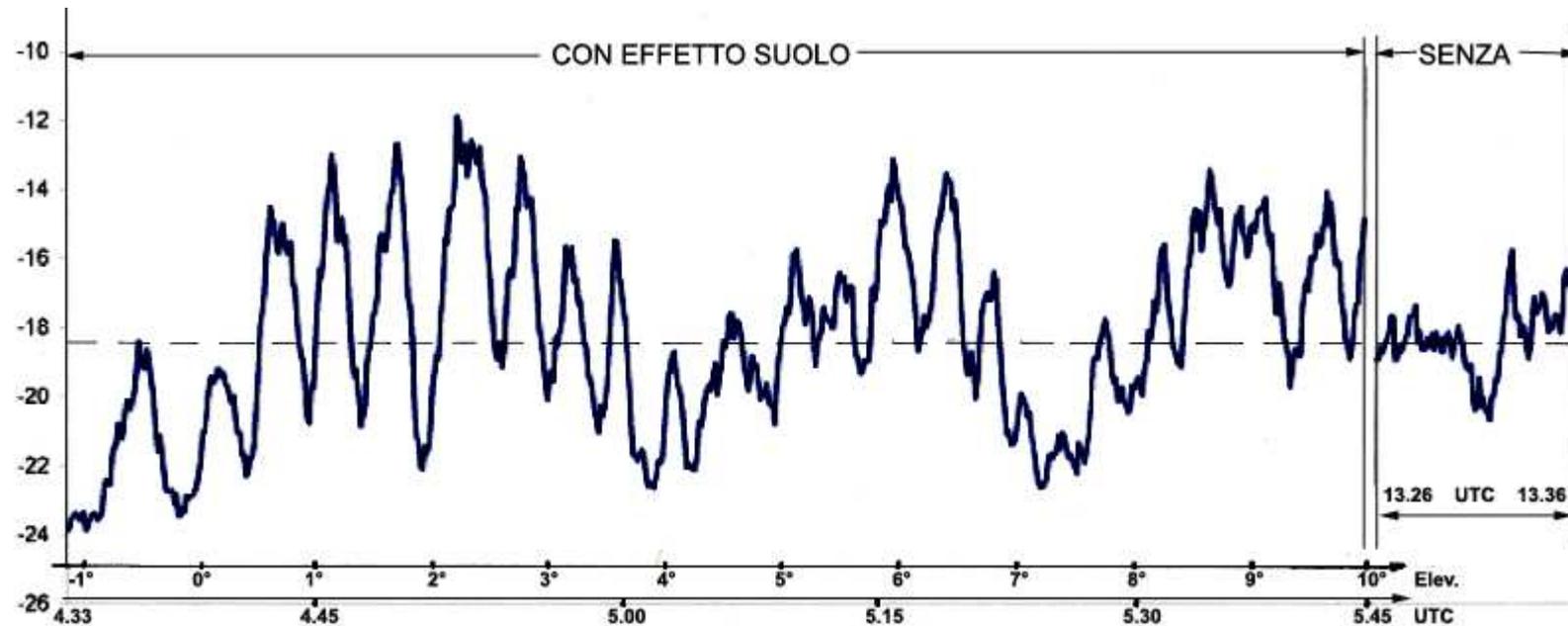
- Il picco segue l'elevazione

Andamento guadagno con elevazione secondo EZNEC



- Regressione (a mano libera) dei guadagni
- Partendo da 0, ha il massimo intorno ai 5°, poi segue una fase leggermente depressa che si stabilizza intorno al nominale a partire dai 12° (ampiezza tot. lobo).

Echi con elevazione antenna, media 10



- 21 marzo, prima dell'alba, ma ionosfera con fading lento da marea.
- La luna sorge a $-0^{\circ},5$, segue una fase depressa, poi iniziano i picchi da effetto suolo, più evidenti fino a circa 7° .
- Per avere un riferimento, ho fatto una successiva prova con elevazione $>30^{\circ}$
- La scintillazione è sempre stata forte (attenuata dalla media).

Conclusioni

- Per casi come il mio, EZNEC non è in grado di simulare correttamente l'effetto suolo, essendoci picchi multipli ad elevazioni frazionarie.
- L'entità del GG corrisponde abbastanza bene a quanto rilevato: intorno a 3 dB.
- L'effetto suolo, nel mio caso, ha più aspetti negativi che positivi, perché mi causa un forte qsb.
- Sarei interessato a ricevere dati di prove consimili da stazioni con antenna bassa circondati da superfici piane.
- Ringrazio l'amico Flavio IK3XTV per l'aiuto con i grafici ed i suoi commenti, e Joe K1JT per la versione speciale.

Arrivederci nel 2013



Hello from IK1UWL