

# Osservazioni sperimentali di propagazione anomala in banda X

di G. Tomassetti, R. Ambrosini, M. Caporaloni

**I**l materiale che segue è stato pubblicato come relazione scientifica sull'autorevole rivista "ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI" (edizioni ERI) da Autori che sono anche radioamatori n°1/1979.

Il lavoro svolto allora ha tenuto impegnato chi scrive per oltre un anno e ripensando a quei tempi "pionieristici", all'entusiasmo e alla sete di conoscenza che ci animava, mi ha indotto a rispolverare parte della mia documentazione che vado qui a proporvi.

Voglio innanzitutto ricordare la figura del compianto prof. Gianfranco Sinigaglia I4BBE, sempre prodigo di consigli e suggerimenti. Ricordo Goliardo Tomassetti I4BER, maestro nel rendere semplici le realizzazioni più difficili, Roberto Ambrosini I4AOR e la sua signora, la piacevolezza dei lunghi e proficui scambi di idee per cercare di capire i comportamenti e le possibilità di queste, per noi allora, nuove frequenze. Nel frattempo molte cose sono cambiate, la tecnologia nel campo delle microonde, e non solo, ha fatto passi molto importanti tanto da aver sostanzialmente mutato i nostri usi e costumi, basta pensare al personal computer, ai telefoni cellulari, la TV digitale via satellite, Internet, ecc.

Malgrado siano passati tanti anni, e le conoscenze acquisite si diano ormai per scontate, le ri-

ghe che seguono conservano freschezza e attualità dato che i fenomeni fisici che regolano questi fenomeni non sono (ancora!) cambiati. Possono farne tesoro tutti e mi rivolgo soprattutto ai più giovani sperando di avere attratto l'attenzione almeno di una persona. Se così fosse tutto questo lavoro, di ribattitura dal testo originale, rifacimento dei disegni, le ore rubate al sonno ed alla famiglia, non sarà stato vano.

**Giuseppe (Pino) Steffè IW3QCV**

## Introduzione

Durante l'estate 1978 sono state effettuate le prove preliminari di un ponte radio in banda X per la trasmissione in tempo reale di informazioni radioastronomiche, nell'ambito dello studio di fattibilità di un sistema interferometrico a lunga linea di base (alcune decine di chilometri)

Per valutare il massimo limite affidabile di tale distanza sono state effettuate prove di propagazione anche oltre l'orizzonte ottico geometrico. E' stato così possibile mettere in evidenza alcune peculiarità della propagazione in banda X anche a distanze molto maggiori dell'orizzonte.

Dagli anni '40 è nota la possibilità di avere attenuazioni di tratta prossime a quelle dello spazio libero fra postazioni ben al di fuori

della portata ottica, attraverso condotti radio nella bassa atmosfera per effetto dell'evaporazione del mare (sea evaporation duct). In questo meccanismo di propagazione il gradiente (negativo con la quota) dell'indice di rifrazione atmosferico è tanto elevato da incurvare la traiettoria di un'onda elettromagnetica al punto da obbligarla a seguire la curvatura terrestre.

Questi fenomeni sono stati osservati sperimentalmente con sistematicità all'estero (bibl. 1) determinando anche profili verticali locali dell'indice di rifrazione (radiosonde) per effettuare previsioni di propagazione su tratte entro la portata ottica o di poco superiori ad essa. Non altrettanto, a conoscenza degli autori, è stato fatto in Italia, anche se, da un lato il mare Adriatico e dall'altro la pianura Padana sembrano sedi particolarmente favorevoli al verificarsi di tali fenomeni. Infatti i principali meccanismi (bibl. 2) responsabili della formazione di condotti radio prossimi alla superficie, l'avvezione e l'irraggiamento notturno, si riferiscono soprattutto a mari calmi ed a vaste distese pianeggianti.

L'avvezione si ha quando un flusso di aria calda e secca fluisce sulla superficie fredda del mare. La conseguente diminuzione di umidità e la formazione di un'inversione termica nello strato immediatamente sopra l'acqua provocano entrambi un aumento del gradiente negativo dell'indice di rifrazione con la quota. A causa della elevata capacità termica del mare questo fenomeno non subisce forti variazioni giorno-notte.

L'irraggiamento notturno è caratteristico della superficie terrestre che, riscaldata durante il giorno dalla radiazione solare, di notte irraggia verso l'esterno perdendo calore; ciò provoca il riscaldamento degli strati d'aria più vicini e quindi la formazione di una inversione di temperatura. Tale fenomeno inizia al tramonto e termina all'alba quando i primi raggi del sole distruggono l'inversione.

E' interessante poi notare che

una atmosfera in cui si instauri un'inversione termica è una atmosfera stratificata stabile, ossia la situazione di inversione tende a automantenersi.

Tuttavia moti turbolenti a scala locale, generati da ostacoli o da irregolarità della superficie terrestre, tendono a distruggere i condotti in quanto provocano il rimescolamento delle masse d'aria.

Si comprende quindi come i mari e le pianure siano le sedi più adatte all'instaurarsi e al mantenersi di questi condotti. Pertanto la particolare orografia del Nord-Italia con l'ampia estensione della pianura Padana che sfocia nel mare Adriatico ha destato in noi l'interesse a verificare sperimentalmente sia l'esistenza di tali condizioni di condotto anche sulla pianura, che la possibilità di sfruttare l'accoppiamento con analoghe condizioni sul mare al fine di realizzare collegamenti radio in banda X a grande distanza.

Sono state osservate due tratte distinte: una mista su mare e terra, Trieste-Bologna, e l'altra solo su terra, Milano-Bologna, entrambe ricevute sia da postazioni a bassa quota installate su normali edifici urbani che da quote intermedie ed elevate. E' stato così possibile evidenziare anche la diversa efficienza di questi condotti al variare della quota.

Le osservazioni sono state effettuate sporadicamente a causa della diversa finalità della ricerca iniziale e quindi permettono solo una analisi qualitativa del fenomeno. D'altra parte esse consentono di individuare alcuni aspetti molto interessanti per un eventuale ulteriore studio sistematico.

In questa comunicazione vengono descritte alcune osservazioni sperimentali di tali fenomeni relative ai mesi agosto-settembre e ottobre-novembre del 1978.

I dati sperimentali sono stati ottenuti installando due stazioni beacon trasmettenti una a Trieste città (30 slm) e l'altra a Milano città (40 m sul livello del piano di campagna) e tre stazioni rice-

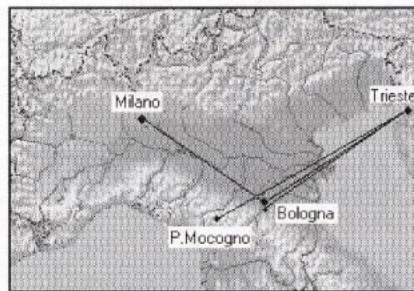


Fig. 1 - Disposizione geografica delle tratte osservate.

venti che erano situate a Bologna città (30 m sul livello del piano di campagna), a Monte Calvo (300 slm) 2 km più a sud della città ed infine a Piane di Mocogno nell'Appennino modenese (1300 slm). Una carta geografica del Nord-Italia con l'indicazione di queste località è riportata in figura 1.

### Descrizione delle prove sperimentali

Nella tabella 1 sono elencate le caratteristiche salienti delle apparecchiature utilizzate. Data la sostanziale equivalenza fra le stazioni riceventi è stato possibile effettuare un confronto diretto dei risultati (eccetto che per la tratta Piane di Mocogno-Milano a causa della direttività dell'antenna trasmittente che era puntata su Bologna).

In figura 2 sono stati riassunti i risultati ottenuti sulle due tratte in esame. Le zone tratteggiate si riferiscono ai periodi in cui non sono state fatte osservazioni; quelle incasellate e vuote ai giorni di assenza del segnale, mentre quelle incasellate e riempite con tratto continuo ai giorni in cui è stato ricevuto il segnale almeno per alcune ore. La classificazione è quindi per eventi favorevoli o sfavorevoli giornalieri in quanto le osservazioni non sono state rigorosamente continuative. Pertanto non si escludono brevi periodi di evanescenza profonda verificatesi durante gli eventi considerati positivi e viceversa brevi periodi di presenza del segnale in quelli considerati negativi.

Un primo risultato significativo consiste nell'aver constatato la

LOCALITA'	Antenna	Potenza trasmessa (mW)	Circa di rumore DSB (dB)	Quota slm (m)
Trieste	Parab. Ø 1m	25	—	30
Milano	Horn 25 dB	40	—	150*
Bologna	Parab. Ø 1m	—	7.5	90*
Monte Calvo	Parab. Ø 1m	—	6	300
Piane Mocogno	Parab. Ø 1m	—	8	1300

\*Somma del piano di campagna più 30 m. dell'edificio

Tab. 1

possibilità di effettuare un collegamento radio a microonde fra Trieste e Piane di Mocogno (285 km) e quindi di aver mostrato sperimentalmente la possibilità di entrare nel condotto sul mare da postazioni che lo vedono in portata ottica sotto un piccolo angolo di incidenza (la costa adriatica cade in prossimità dell'orizzonte delle Piane di Mocogno).

Una verifica di questa osservazione si è avuta dal confronto nella ricezione contemporanea del segnale di Trieste da Bologna città, da Monte Calvo e da Piane di Mocogno.

In condizione di forte "ducting", ovvero quando il segnale confinato a bassa quota era ricevuto in città mediamente molto più forte che ad alta quota, da Monte Calvo, posto a quota intermedia probabilmente immediatamente al di sopra del condotto, non era possibile ricevere praticamente nulla.

Altre prove effettuate da località diversa lungo la costa adriatica hanno sempre confermato un aumento della attenuazione di tratta all'aumentare della quota da bassa ad intermedia.

Durante le condizioni di "ducting" è stata poi osservata una forte anticoincidenza fra il fading ad alta e bassa quota. Quando cioè il campo elettromagnetico era maggiormente confinato a bassa quota, minore era la probabilità che parte dell'energia potesse uscire dal condotto e propagarsi in linea retta verso l'alta montagna.

Un secondo dato significativo è stata la verifica sperimentale dell'esistenza di condotti radio sulla terraferma sia nella tratta

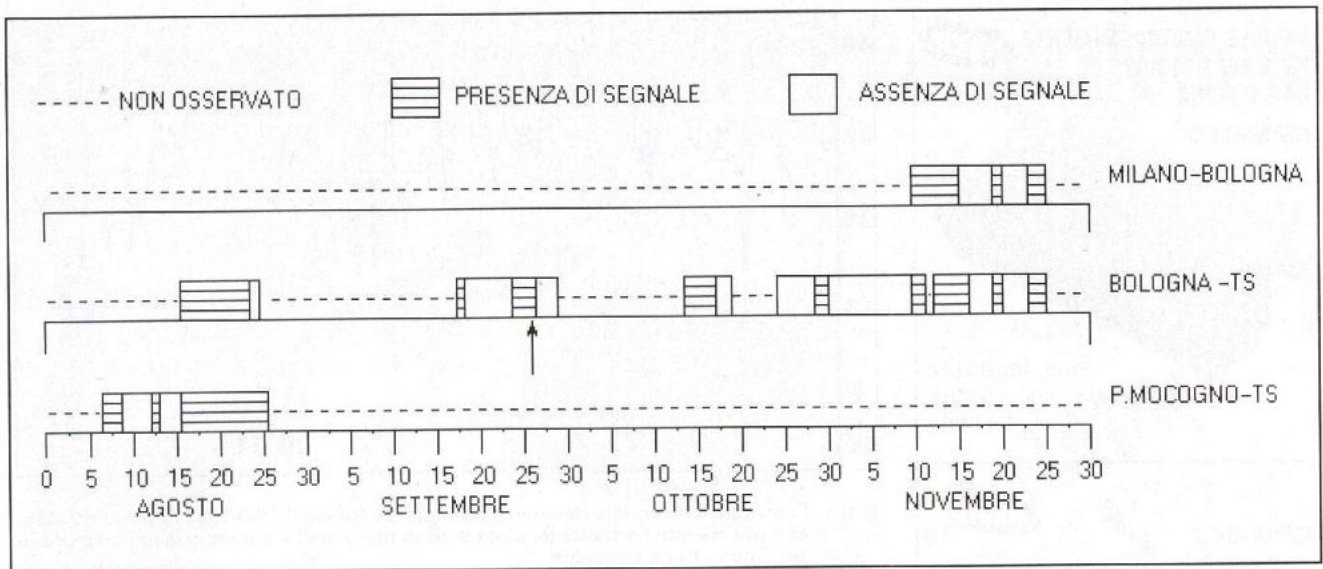


Fig. 2 - Rappresentazione grafica delle osservazioni di radiopropagazione sulle tre tratte considerate. La freccia nella tratta Bologna-Trieste indica il giorno in cui è stata effettuata la registrazione su carta riportata in fig. 3.

Bologna-Milano che in quella Bologna-Trieste. In quest'ultimo caso poi è risultata palese la possibilità di accoppiamento fra condotti sul mare e sulla terra.

Questi risultati ci sono sembrati particolarmente interessanti considerando che le antenne erano poste a quote appena sufficienti a superare gli ostacoli vicini e che le attenuazioni di tratta sono risultate prossime alla attenuazione nello spazio libero (vedi figura 3).

In generale su entrambe le tratte la formazione di questi

condotti si è avuta dopo alcune giornate di alta pressione e calma atmosferica. Il fading, contenuto nei giorni centrali dei periodi favorevoli, era maggiormente pronunciato alla fine del fenomeno: una registrazione su carta relativa a questa situazione nella tratta Trieste-Bologna è riportata in figura 3.

Infine le nostre osservazioni hanno mostrato come le condizioni meteorologiche che caratterizzano i condotti possono realizzarsi non solo su scala locale ma anche su zone tanto estese

come la pianura Padana e il mare Adriatico.

### Conclusioni

Le osservazioni effettuate mostrano la possibilità di avere attenuazione di tratta in banda X dello stesso ordine di grandezza di quelle corrispondenti all'attenuazione nello spazio libero sia su pianura che sul mare ben oltre il normale orizzonte radio.

Questi condotti nella bassa atmosfera possono essere utilizzati

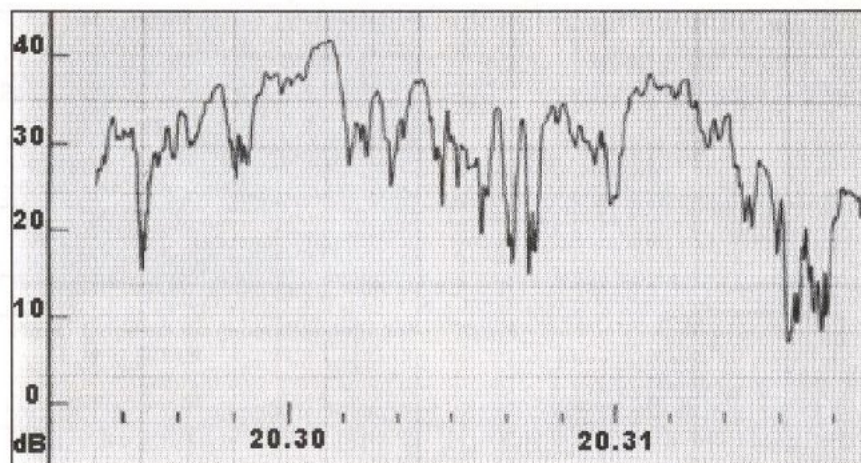


Fig. 3 - Ricezione del segnale ricevuto a Bologna da Trieste il 26-9-1978. Il picco di intensità più elevato corrisponde circa 8 dB in meno dell'attenuazione nello spazio libero nella tratta in esame.

sia da stazioni poste a poche decine di metri sul livello del mare o dal piano di campagna, che da quelle poste ad alta quota che vedono il condotto sotto un piccolo angolo di incidenza.

Queste ultime stazioni risultano sfavorite quando è particolarmente efficiente la propagazione guidata a bassa quota. Si possono quindi avere zone d'ombra a quote intermedie dalle quali non è possibile sfruttare né l'uno né l'altro modo di propagazione.

La durata di queste aperture sembra maggiore per tratte sul mare rispetto a quelle sulla pianura che sembrano di preferenza realizzarsi nelle ore pomeridiane e notturne. Queste osservazioni sono quindi sostanzialmente in accordo con la differente evoluzione temporale delle condizioni meteorologiche tipiche in cui si formano i condotti.

In definitiva pertanto la curvatura terrestre non rappresenta un limite intrinseco alla portata radio nei collegamenti terrestri in banda X in presenza di tali condotti. In questi casi la minima attenuazione di tratta è quella dovuta allo spazio libero ed, in particolari condizioni, è previsto teoricamente (bibl. 1) poter anche essere inferiore ad essa.

La possibilità di accoppiamento fra condotti sul mare e su terra e poi fra questi e la propagazione ottica può permettere collegamenti fra postazioni sia a bas-

sa che ad alta quota distanti fra loro anche molte centinaia di chilometri purché separate da pianure o mare o da entrambi.

Questi fenomeni sembrano particolarmente favoriti alle nostre latitudini e, se da un lato non possono essere utilizzati per sistemi di telecomunicazioni ad alta affidabilità, devono almeno essere considerati al fine di prevedere interferenze fra sistemi esistenti o in progetto posti anche a distanze ben oltre l'orizzonte.

### Ringraziamento

Per le innumerevoli discussioni e consigli va ringraziato il Prof. G. Sinigaglia dell'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna.

Un sentito ringraziamento va altresì ai Signori G. Steffè di Trieste, A. Zagni di Milano e C. Carini di Bologna per la fattiva collaborazione prestata.

### Bibliografia

- ZANCLA A.: *Modern topics in microwave propagation and air-sea interaction*. D. Reidel, Dordrecht, 1973  
 BEAN B. R., DUTTON E. J.: *Radio meteorology*, NBS monograph 92, 1976



# Misure di efficienza ed evoluzione temporale di propagazione anomala in banda X

(segue da rke 5/2001)

di G. Tomassetti, R. Ambrosini, M. Caporaloni, G. Steffè

## Introduzione

L'interesse scientifico e tecnologico nello studio di fenomeni meteorologici, come le inversioni nella bassa atmosfera, ed in quello della propagazione radio a microonde, hanno indotto gli Autori a proseguire alcune osservazioni sperimentali di propagazione anomala oltre l'orizzonte in banda X, (1) nell'intento di trovare una correlazione fra questa e le condizioni meteorologiche ad essa associate.

Infatti, ad esempio, la possibilità di conoscere l'evoluzione temporale di strati di inversione sulla pianura mediante una semplice misura di attenuazione di tratta radio, può essere di grande aiuto nello studio del trasporto degli inquinanti industriali, ovvero nella ricerca della migliore utilizzazione dei meccanismi di autodepurazione (rimescolamento) dell'atmosfera stessa. In questo ambito la misura radio potrebbe costituire un anello di unione fra la misura delle grandezze meteorologiche al suolo e la conoscenza della corrispondente situazione meteorologica in quota (l'interpretazione di questi fenomeni è in genere ricondotta allo studio di gradienti verticali dell'indice di rifrazione nelle prime centinaia di metri di altezza rispetto al suolo).

Inoltre, la possibilità di prevedere l'area di copertura radar, ha importanza fondamentale soprattutto nella navigazione marina.

Inoltre la conoscenza della percentuale di tempo e delle modalità con le quali si verificano tali fenomeni può risultare utile, da un lato per una migliore comprensione della radio propagazione, dall'altro per una corretta pianificazione del riuso spaziale delle frequenze assegnate ai ponti radio terrestri.

Per questi scopi la tratta mista su mare e terra, compresa fra Bologna e Trieste, oggetto delle precedenti osservazioni sperimentali (2), è stata separata in due parti, una solo su terra ed una solo su mare, installando un generatore di microonde di riferimento a Porto Tolle, sul Delta del Po, a qualche chilometro dal mare Adriatico.

L'assetto sperimentale è congegnato in modo tale che, in condizioni di propagazione anomala (superrefrazione) lo stesso segnale di riferimento viene ricevuto e registrato su carta, con una precisa calibrazione oraria, sia a Bologna che a Trieste. Da quest'ultima località viene anche irradiato un altro segnale in banda X che, quando viene ricevuto a Bologna, permette di rivelare coincidenze ed anticoincidenze con aperture di propagazione sulle tratte singole su mare e su terra.

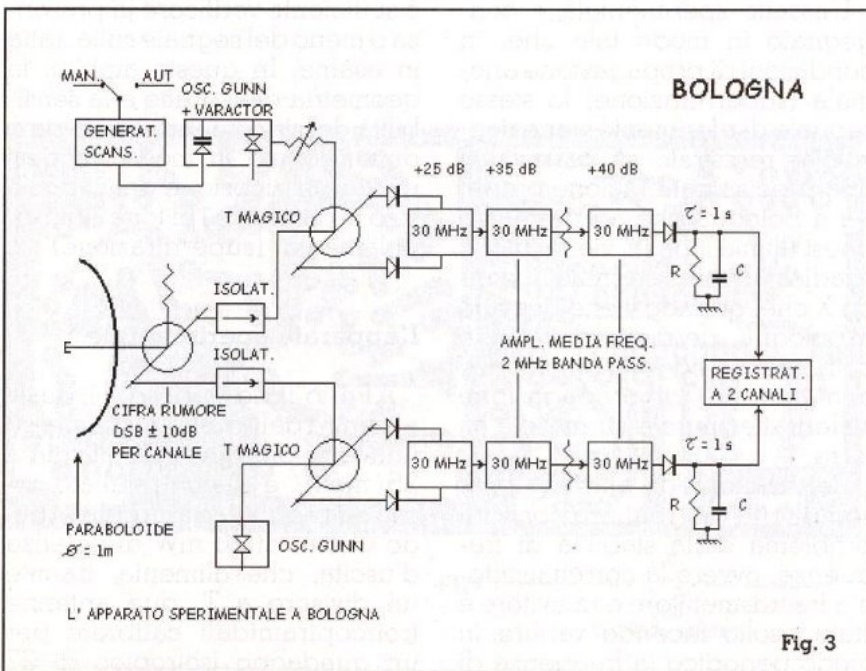
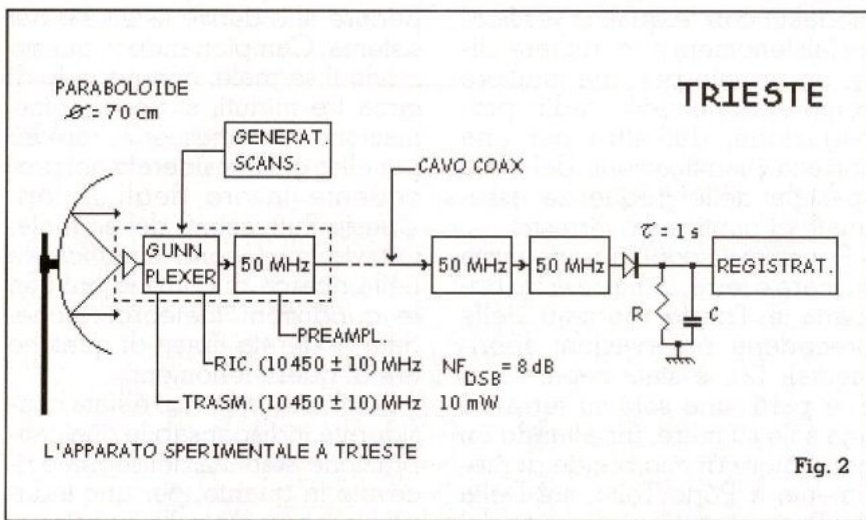
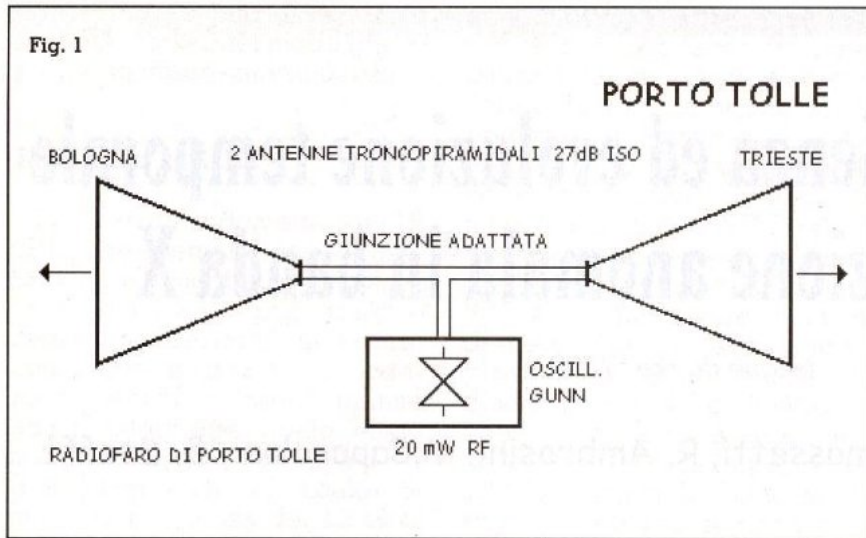
Per ragioni di affidabilità e semplicità di realizzazione, il problema della stabilità di frequenza, ovvero la corretta sintonia fra trasmettitore e ricevitore è stato risolto facendo variare in modo periodico la frequenza di

lavoro di uno dei due dispositivi per un campo di variazione superiore alle derive termiche del sistema. Campionando in questo modo il segnale, con periodo di circa tre minuti, si perde informazione su evanescenze rapide, per altro già considerate nel precedente lavoro degli Autori. Queste fluttuazioni del segnale, tuttavia, non sono significative nella ricerca di correlazioni con le condizioni meteorologiche, data la durata tipica di qualche ora di questi fenomeni.

Per il momento non è stata considerata indispensabile una calibrazione assoluta del segnale ricevuto in quanto, per una indagine preliminare sulla correlazione fra dati radio e meteorologici, è sufficiente verificare la presenza o meno del segnale sulla tratta in esame. In questo ambito, la geometria delle tratte e la sensibilità del sistema radio sono state dimensionate in modo da permettere la ricezione del segnale solo in condizioni di forte "intrapopolamento" (superrefrazione).

## L'apparato sperimentale

A Porto Tolle (vedi fig. 1), quasi al centro della tratta in esame, su una torre piezometrica alta circa 25 metri, è stato installato un oscillatore in guida d'onda a diodo Gunn, di 20 mW di potenza d'uscita, che alimenta, tramite un divisore a T, due antenne troncopiramidali calibrate per un guadagno isotropico di 27



dB, puntate nelle direzioni diametralmente opposte, di Bologna e Trieste.

Per limitare le fluttuazioni termiche dell'oscillatore, il suo contenitore è stato accuratamente coibentato con polistirolo espanso.

A Trieste (fig. 2), ad un'altezza di circa 40 m sul livello del mare, un paraboloide di 70 cm di diametro trova nel suo fuoco un mixer-trasmittitore (Gunnplexer) costituito da un circolatore, da un diodo Schottky e da una cavità contenente un oscillatore a diodo Gunn sintonizzato mediante un varactor per  $\pm 10$  MHz. Il ricevitore ed il trasmettitore, con 8 dB di cifra di rumore (DSB) e 10 mW di potenza di uscita, possono così esplorare contemporaneamente una banda di 20 MHz. Il segnale ricevuto, convertito a media frequenza (50 MHz), amplificato, rivelato ed integrato ( $\tau = 1$  s), pilota un registratore a penna scrivente.

A Bologna sono necessari due ricevitori, uno a sintonia fissa sul segnale "spazzolato" di Trieste, l'altro a sintonia variabile per il segnale di Porto Tolle.

L'apparato sperimentale di Bologna (fig. 3), posto sulla torre dell'Osservatorio Astronomico dell'Università, è composto da un paraboloide di 1 m di diametro con illuminatore "back fire" di tipo Cutler che alimenta, mediante una giunzione a T magico ed un isolatore in ferrite per ramo derivato, due mixer a T magico in guida d'onda.

Gli isolatori sono risultati necessari per il disaccoppiare fra loro i due ricevitori.

I due canali di media frequenza a 30 MHz vengono infine rivelati ed integrati con  $\tau = 1$  s; i relativi segnali sono applicati al registratore avente due penne scriventi che tracciano i grafici relativi.

La disponibilità immediata di amplificatori di media frequenza con banda passante di 2 MHz, ha imposto una scelta oculata sia della costante di tempo che della velocità di scansione.

## Risultati

Fino al momento della stesura del presente articolo sono stati analizzati i dati di propagazione radio relativi a tre mesi consecutivi di osservazione (dalle 00 del 15-9-1979 alle 24 del 15-12-1979), per un totale di 2208 ore, pari a 92 giorni.

Sono stati ricavati per ciascuna delle tre tratte (Porto Tolle-Bologna, Porto Tolle-Trieste e Trieste-Bologna) i diagrammi di frequenza oraria delle aperture di propagazione, ossia il numero effettivo di ore in cui il segnale è stato ricevuto, nei 92 giorni, con continuità, nell'intervallo di un'ora indicato in ascissa.

In figura 4a è riportato il diagramma relativo alla tratta Porto Tolle-Bologna; in figura 4b quello relativo alla tratta Porto Tolle-Trieste; in figura 4c quello relativo alla tratta Trieste-Bologna.

Per quello che riguarda la tratta su terra appare chiarissima una forte dipendenza della propagazione radio dall'ora solare; le ore notturne sono di gran lunga più favorite. Risulta quindi confermata l'ipotesi che, sulla pianura, il meccanismo responsabile della formazione di "condotti radio", e quindi di fenomeni di super rifrazione, sia sostanzialmente l'irraggiamento notturno.

L'efficienza del meccanismo corrisponde al 28% del tempo totale, ma sale al di sopra del 40% se si considerano le sole ore notturne, evidentemente caratteristiche del fenomeno.

Il profilo di questo diagramma presenta poi due diverse penne: una più attenuata nella fase di distruzione delle condizioni di propagazione favorevole (prime ore del mattino) e una molto più ripida in corrispondenza dell'instaurarsi delle stesse condizioni (ore del pomeriggio). Questa osservazione può essere utile per individuare, fra le grandezze meteorologiche, quella che presenta un analogo profilo orario e che quindi, può avere un ruolo determinante nei meccanismi che regolano il fe-

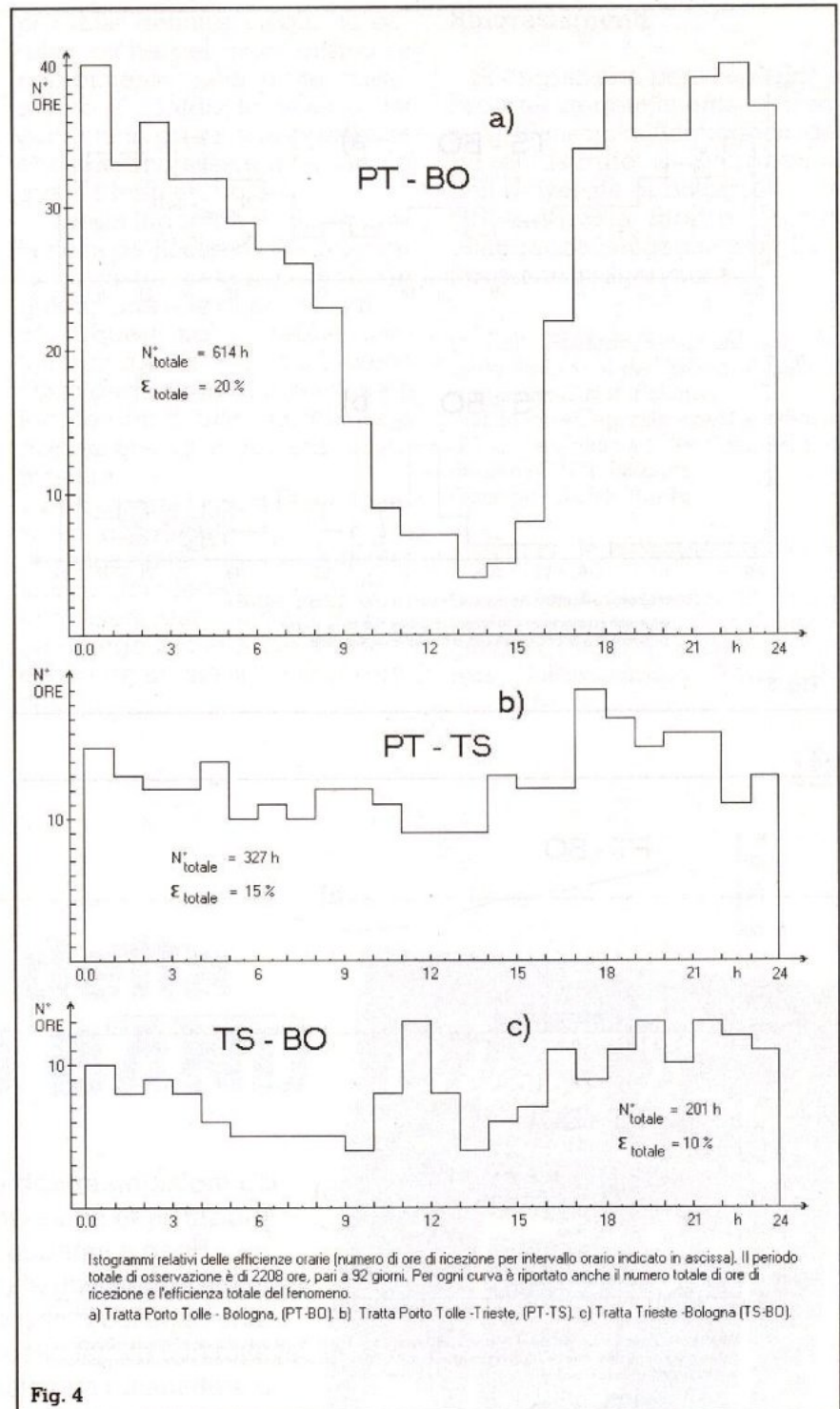


Fig. 4

nomeno.

Nel grafico di figura 4b, relativo alla tratta sul mare, l'effetto giorno-notte è di gran lunga più attenuato, in accordo con il fatto che il mare per la sua elevata capacità termica, tende a livellare le differenze meteorologiche fra il giorno e la notte.

L'efficienza del fenomeno ri-

sulta in questo caso minore rispetto a quello su terra. D'altra parte prove sistematiche precedenti effettuate dagli Autori in mesi estivi (anziché quasi invernali) sulla stessa tratta hanno mostrato efficienze di gran lunga più alte (anche fino all'85%). Risulta quindi evidente, almeno per quanto riguarda il mare, una

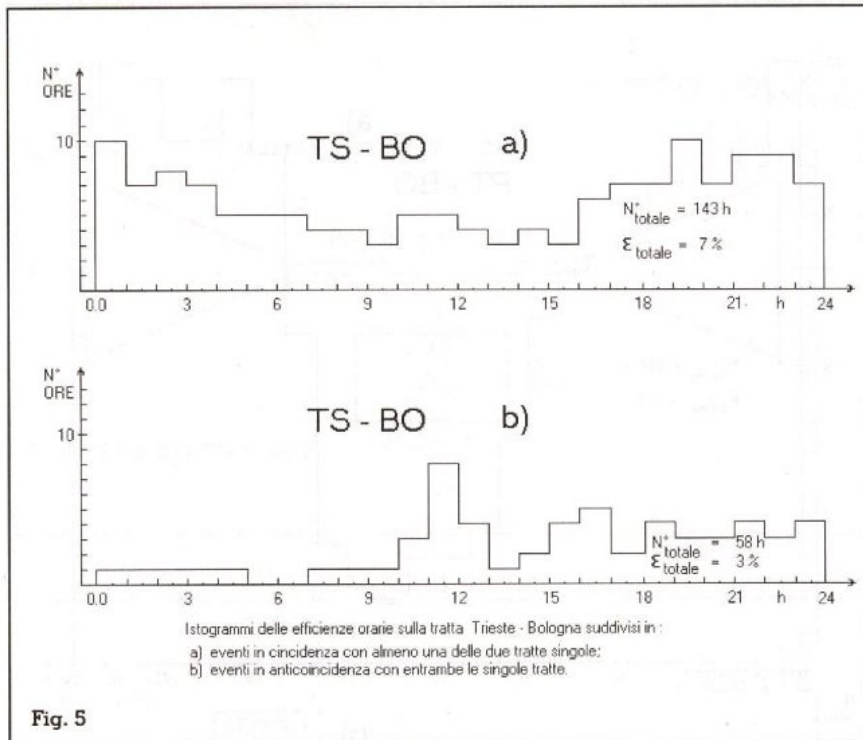


Fig. 5

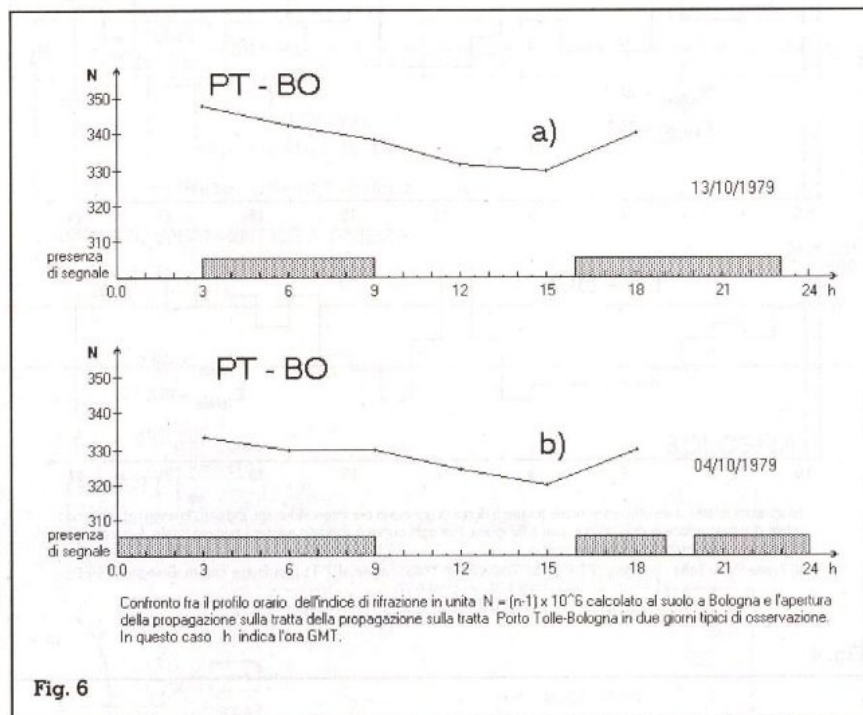


Fig. 6

forte dipendenza stagionale del fenomeno.

Infine l'analisi dell'istogramma per la tratta complessiva Trieste-Bologna (fig. 4c), oltre ad una ulteriore minore efficienza totale (in quanto, in prima approssimazione, collegata con l'apertura di

propagazione contemporanea su singole tratte), mostra anche la presenza di un "meccanismo di riempimento" durante le ore diurne.

Per analizzare meglio questo fenomeno i periodi di ricezione sulla tratta mista sono stati suddivisi

in eventi in coincidenza o anticoincidenza con la presenza di segnale su tratte singole.

Quando il segnale sulla tratta Trieste-Bologna viene ricevuto contemporaneamente a quello sulla tratta Porto Tolle-Trieste e/o Porto Tolle-Bologna, il diagramma di frequenza oraria (fig. 5a) mostra lo stesso profilo di quelli riportati precedentemente in figura 4a, b.

Quando invece il segnale sulla tratta Trieste-Bologna è in anticoincidenza con gli altri due (fig. 5b), ricompare il "riempimento" diurno, che quindi sembra caratteristico della propagazione su tratta mista.

In generale, il funzionamento di quest'ultima tratta, in assenza di quello sulle singole tratte, viene giustificato dalla formazione di condotti radio in quota.

Si deve infine considerare, nel confronto delle efficienze totali sulle tre tratte, il contributo della diversa lunghezza delle stesse. Infatti, se da un lato, l'attenuazione di tratta nelle migliori condizioni è prossima a quello dello spazio libero, indipendentemente dalla loro lunghezza, tuttavia su percorsi più lunghi, l'efficienza del fenomeno risulta inferiore perché minore è la probabilità che una situazione meteorologica favorevole si estenda su una distanza maggiore.

Un primo confronto fra dati di propagazione radio e parametri meteorologici rilevati al suolo (fig. 6a e 6b) mette in evidenza una correlazione fra un minimo dell'indice di rifrazione e l'assenza di ricezione del segnale. La tratta in esame è Porto Tolle-Bologna ed  $N$  (coindice di rifrazione) è quello di Bologna.

Sarebbero stati più rappresentativi dei dati relativi alla zona intermedia del percorso, ma non erano a disposizione degli Autori.

Analoghe correlazioni si sono verificate durante tutto il periodo di osservazione tanto da giustificare la possibilità di invertire il metodo ed ottenere quindi informazioni meteorologiche da misure di propagazione radio in banda X.



## Conclusioni

Le prove sperimentali descritte mostrano che il fenomeno della super rifrazione ha una efficienza assolutamente non trascurabile, dal punto di vista delle telecomunicazioni, sia su terra che su mare, a tal punto da ipotizzare un sistema di telecomunicazioni per la trasmissione, a basso costo anche se non in tempo reale, di informazioni precedentemente accumulate.

Inoltre la diversa dipendenza oraria dell'apertura di propagazione per la tratta su mare e quella su terra conferma sostanzialmente l'interpretazione classica dei meccanismi meteorologici che formano i condotti radio.

Lo stesso tipo di analisi, effettuata per un intero anno (come è nostra intenzione), oltre a diminuire l'errore statistico, consentirebbe un confronto fra le variazioni stagionali dell'efficienza del fenomeno. Inoltre sarebbe

possibile definire meglio le caratteristiche del meccanismo di riempimento sulla tratta mista, ovvero il contributo relativo dei condotti in quota e la possibilità che possano essere alternativi a quelli riferiti al suolo.

Questa indagine risulta importante in particolar modo dal punto di vista meteorologico, in quanto una rete di postazioni radio di questo tipo potrebbe costituire un mezzo di studio a basso costo degli strati di inversione e fornire quindi informazioni sulla dispersione di inquinanti in atmosfera.

D'altra parte la possibilità di stabilire correlazioni precise fra propagazione radio e dati meteorologici è legata alla possibilità di avere stazioni meteorologiche lungo la tratta che possano effettuare anche sondaggi verticali.

## Ringraziamenti

Si ringraziano per l'ospitalità e l'assistenza gentilmente concessa il Consorzio Acquadotto del Po e l'Istituto di Astronomia dell'Università di Bologna.

Si ringrazia inoltre il prof. Gianfranco Sinigaglia per gli interessanti suggerimenti.

(\*) Dott. Goliardo Tomassetti, dott. Roberto Ambrosini dell'Istituto di Radioastronomia, C.N.R. Bologna; dott. Marina Caporaloni del Laboratorio di Fisica e Chimica della bassa e alta atmosfera, C.N.R. Bologna; Giuseppe Steffè, Trieste.

(1) Com'è noto, la banda X si estende da 8,2 a 12,4 GHz

(2) Tomassetti, Ambrosini, Caporaloni: Osservazioni sperimentali di propagazione anomala in banda X. "Elettronica e Telecomunicazioni" XXVIII, 1979, n. 1, p.19



# i segreti della CITIZEN BAND

## Il come, dove e quando delle ricetrasmissioni CB

Come si organizza e come si opera da una stazione CB iniziando dalla scelta degli apparati e degli accessori, come e dove si installa un'antenna e come si entra in ruota per effettuare il primo collegamento. Ampio spazio è dedicato all'aspetto legale con tutte le modalità per ottenere la concessione a trasmettere e come essere in regola con le leggi vigenti.

Non manca un pratico dizionarietto dei termini più usati e dei codici di trasmissione.

144 pag. L. 22.000

**Edizioni C&C** S.r.l.

Via Naviglio 37/2 - 48018 Faenza (RA) - Tel. 0546/22112 - Fax 0546/662046  
<http://www.edizionicc.it> - E-mail: [cec@edizionicc.it](mailto:cec@edizionicc.it)

