

*INSTALLAZIONE DI UN CAVO OTTICO MULTIFIBRA
ALLA STAZIONE DI MEDICINA.*

A. Orfei

*Istituto di Radioastronomia C.N.R.-Bologna
IRA 166/92*

FILE FIBROT.TXT

INDICE

1- INTRODUZIONE.....	pag.3
2- GENERALITA'.....	pag.4
3- CARATTERISTICHE DEL CAVO E INSTALLAZIONE.....	pag.6
4- MISURE.....	pag.8

1. INTRODUZIONE

Nel luglio 1991 e' stato installato alla stazione di Medicina il primo cavo a fibre ottiche.

Il suo impiego e' destinato essenzialmente a comunicazione di segnali tra la stazione di controllo della Parabola e la stazione principale, ove ha sede il centro di calcolo e la sala di controllo della Croce del Nord.

L'occasione di utilizzare questa nuova tecnologia, in sostituzione dei cavi metallici, si e' presentata con l'acquisto di un microvax, ubicato appunto nel centro di calcolo. Oltre ai molteplici usi per il calcolo esso supporta la connessione in rete con il vax residente in Istituto a Bologna e quindi consente il collegamento diretto dalla Parabola con le varie reti internazionali di comunicazione dati (per E-mail, scambio di schedule tra osservatori della rete VLBI e non, calcolo, ecc.).

In precedenza il collegamento tra Parabola e centro di calcolo era supportato da un doppino facente capo a un multiplexer: questo sistema si rilevo' estremamente vulnerabile ai fulmini e varie volte le porte mux ne sopportarono le conseguenze!

Un discorso analogo si puo' fare per gli altri segnali inviati dalla sala tempo-frequenza alla sala di controllo della Croce del Nord (5 MHz e PPS) che ,pure essi, stanno per essere convertiti in ottico.

L'uso della tecnologia ottica risolve questo problema, visto che il supporto fisico di comunicazione e' interamente dielettrico.

2. GENERALITA'

Una fibra ottica e' un mezzo di trasmissione dielettrico di minuscole dimensioni, costituito, nel tipo piu' in uso per telecomunicazioni a distanza, da un cilindro di silice opportunamente drogato. Il drogaggio differenziato di due zone della guida d'onda, perche' tale e' una fibra, consente di distinguere quella piu' interna, detta nucleo o core, da quella piu' esterna, detta mantello o cladding.

Il drogaggio ha lo scopo di distinguere il valore dell'indice di rifrazione nelle due zone, il nucleo ha valore maggiore del mantello. La relazione indispensabile per poter confinare l'energia luminosa entro la guida e':

$$n_1 > n_2$$

in cui con n_1 si indica l'indice di rifrazione nel core e con n_2 quello nel cladding.

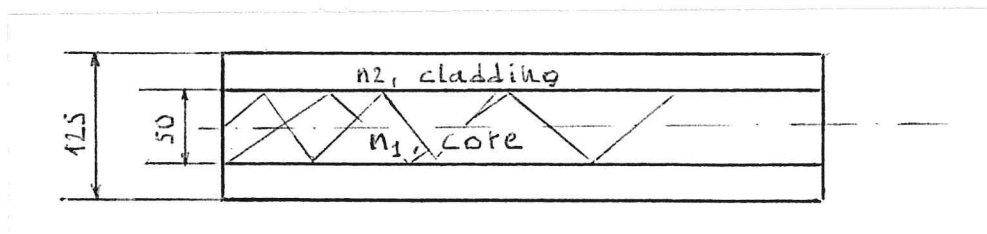
Dal punto di vista pratico comunque i parametri da considerare non sono i valori assoluti degli indici di rifrazione, che comunque per la silice sono intorno a 1.45, bensì la differenza tra loro nel seguente modo :

$$NA = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$$

detta Apertura Numerica.

Altri parametri geometrici importanti sono il diametro del core e quello del cladding, usualmente identificati in sequenza separati da barra e in micron, es. 50/125 intendendosi 50 micron il diametro di core e 125 micron quello di cladding.

Nella figura che segue vengono identificate le grandezze menzionate.



Le fibre che hanno variazione brusca di indice di rifrazione (n_1 costante nel core ed n_2 nel cladding) sono dette step index, tuttavia hanno ben maggior uso quelle in cui l'indice di rifrazione nel core varia secondo un ben preciso andamento e vengono perciò chiamate graded index, cioè a indice graduale. Questo consente un notevole miglioramento nella distorsione del segnale guidato.

Una ulteriore importante distinzione tra le fibre e' tra monomodali e multimodali. Le prime hanno caratteristiche trasmissive migliori delle seconde (in termini di larghezza di banda e attenuazione). Senza inoltrarci oltre bastera' sapere che dal punto di vista pratico le prime si distinguono perche' hanno un diametro di core inferiore alle seconde (circa 10 micron).

Evidentemente le fibre di vetro delle varie dimensioni menzionate, monomodali o multimodali che siano, hanno bisogno di essere protette dal punto di vista meccanico, al fine di poter essere ovunque installate. Ecco allora che il sottile "capello" di vetro viene rivestito di materiali di resistenza meccanica crescente a formare alla fine il cosiddetto cavo a fibre ottiche che puo' essere costituito da una o piu' fibre, ciascuna utilizzabile indipendentemente dalle altre.

Per concludere queste brevissime note, che hanno il solo scopo di introdurre le grandezze che verranno menzionate successivamente e atte a caratterizzare le fibre da noi utilizzate si accenna alle lunghezze d'onda di utilizzo delle fibre ottiche.

L'energia trasportata da questo supporto trasmissivo, affinche' possa essere trasmessa a lunga distanza, deve possedere non una qualunque lunghezza d'onda in quanto la trasmissivita' del mezzo varia enormemente con essa. In particolare esistono tre minimi di attenuazione, nella banda del vicino infrarosso, localizzati a 0.85 micron (prima finestra), 1.3 micron (seconda finestra) e 1.55 micron (terza finestra). Queste sono appunto le lunghezze d'onda che si usano commercialmente e quindi queste saranno le lunghezze d'onda di emissione e di ricezione dei diodi led o laser trasmettitori di luce e dei fotodiodi ricevitori di luce.

I criteri di scelta per cui si utilizza una di queste lunghezze d'onda piuttosto che le altre esula dallo scopo di queste brevi note.

3. CARATTERISTICHE DEL CAVO E INSTALLAZIONE

Il cavo scelto e' costituito da 12 fibre ottiche del tipo monofibra riunite. Due di esse sono del tipo monomodale 10/125, le altre dieci sono multimodali 62.5/125. La ditta costruttrice e' la Fabbrica Milanese Conduttori.

La sezione del cavo, i vari rivestimenti e le specifiche meccaniche sono riportate in fig.1 mentre le caratteristiche trasmissive sono riassunte in fig.2.

Da esse si deduce che l'attenuazione delle multimodali e' inferiore a 4dB/Km se si utilizza la trasmissione a 0.85 micron, inferiore a 1dB/Km se si utilizza quella a 1.3. Il valore relativo a 1.55 micron non e' riportato, ma sarebbe ancora inferiore.

L'attenuazione per le monomodali, che non vengono usate in prima finestra, e' inferiore a 0.45dB/Km a 1.3 micron.

Le caratteristiche di banda trasmissibile sono date in termini di MHz per ogni Km di lunghezza del collegamento per quanto riguarda le multimodali e, piu' propriamente, in termini di dispersione temporale, cioe' di allungamento di un impulso trasmesso (distorsione), per le monomodali.

In tal caso la dispersione non dipende solo dalla lunghezza del collegamento ma anche da quanto non monocromatica e' l'emissione del trasmettitore di luce (i nm indicano appunto la larghezza di banda a meta' ampiezza del diodo emettitore).

Dal punto di vista della sicurezza le varie guaine termoplastiche di rivestimento sono state scelte a zero alogeni, non propaganti la fiamma. Inoltre, visto che il cavo verra' interrato nelle apposite canaline, e' armato da nastri di acciaio a scopo antiroditore.

L'installazione ha utilizzato le canale interrate ove gia' sono allocati tutti i cavi di collegamento tra sala Parabola e stazione centrale (coassiali, doppini, di energia).

Si parte dal centro di calcolo (sottopavimento), dalla scatola di derivazione (con ricchezza di cavo), e si procede a sottopavimento fino alla porta d'uscita lato torre dei disturbi. Qui inizia la canale interrata che procede verso il laghetto per poi deviare verso il ramo est-ovest della Croce. A questo punto la canale procede parallelamente al ramo Nord-Sud per poi dirigersi, in corrispondenza all'ultima botola, verso la sala Parabola a cui si accede nella sala cabina elettrica, ove e' posta la ricchezza di cavo e la seconda scatola di derivazione.

La lunghezza totale del percorso e' circa 500m.

Le due scatole sono organizzate in modo identico e costituiscono l'interfaccia tra le fibre del cavo e le bretelle di connessione agli apparati elettronici di trasmissione e ricezione.

Le "bretelle" altro non sono che singoli cavetti monofibra intestati con connettore che da un lato si connettono meccanicamente al trasmettitore/ricevitore, dall'altro si connettono al passante femmina che permette di affacciare la fibra della "bretella" con quella del cavo. Naturalmente anche le fibre del cavo sono, alle estremita', intestate a connettore.

Il tipo di connettore usato e' il modello ST classico, di acciaio inox per la fibra 62.5/125. Attualmente infatti sono usate solo due fibre (multimodali) delle dodici disponibili, per il collegamento full duplex col microvax. In fig.3 sono mostrate le foto sia del connettore che del passante femmina connettore/connettore (adapter).

In fig. 4 invece si mostra lo schematico del collegamento.

4. MISURE

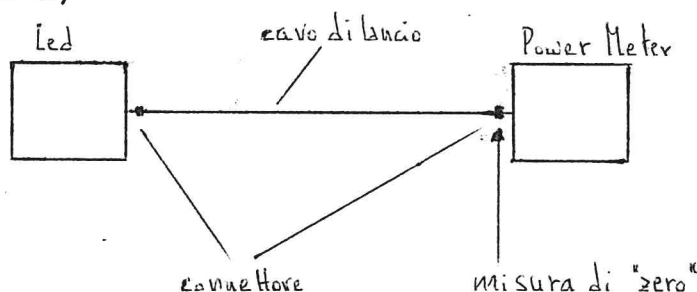
Una volta effettuata l'intestazione dei connettori alle fibre del cavo e alle bretelle, operazione tra l'altro non banale, si deve caratterizzare il collegamento dal punto di vista della attenuazione della tratta. Lo scopo è verificare che la posa del cavo non abbia inciso sulle prestazioni e che la connettorizzazione sia stata fatta appropriatamente.

Mentre si poteva prevedere facilmente che la posa non avrebbe inciso, visto che il tiro è stato effettuato a mano e che il tracciato di posa non presentava particolari problemi di angoli di curvatura, la verifica della buona intestazione dei connettori non è mai da evitare.

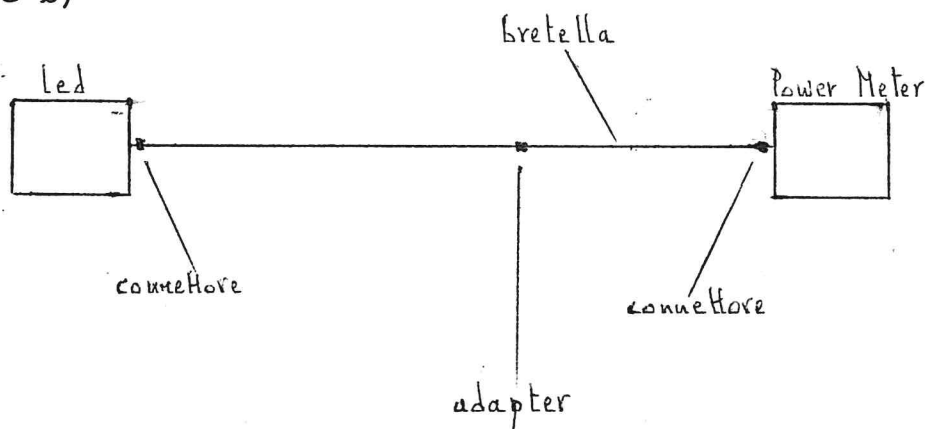
La tecnica di misura usata è quella classica dell'inserzione e ha riguardato sia le bretelle che le fibre utilizzate del cavo che funge da "bus". In entrambi i casi la misura consta di due fasi e come cavo di lancio si è usato il "bus" stesso.

1) qualificazione bretelle

fase a)



fase b)



2) qualificazione cavo principale

fase a) come la precedente

fase b)



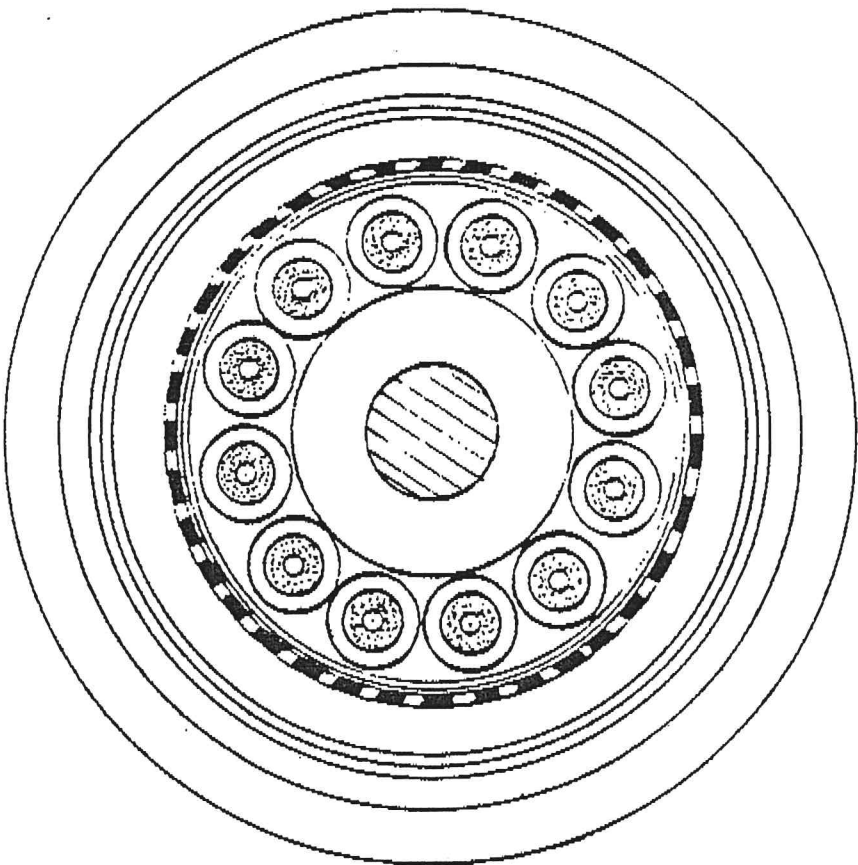
La misura e' stata effettuata a 850 nm. e con due strumenti FOTEC, una sorgente led e un misuratore di potenza ottica.

Di seguito diamo i risultati delle misure:

PERDITE DI INSERZIONE

-Bretella Tx(blu) sala HP1000-cabina el. (con 1 connessione)	1.1dB
-Bretella Rx(gialla) sala HP1000-cabina el. (con 1 connessione)	0.3dB
-Bus fibra no.3 cabina el.-centro calcolo (con 1 connessione)	2.4dB
-Bus fibra no.6 cabina el.-centro calcolo (con 1 connessione)	2.3dB
-Bretella Tx(gialla) centro calcolo-centro calcolo (con 1 connessione)	0.5dB
-Bretella Rx(blu) centro calcolo-centro calcolo (con 1 connessione)	0.7dB

I valori trovati sono del tutto congruenti con le specifiche sia dei connettori che delle fibre. Per completezza sono allegate anche le misure effettuate in fabbrica (FMC) della attenuazione delle nostre fibre con la tecnica della retrodiffusione: nella fig.5 e' riportata la misura sulle monomodali (a due valori di lunghezza d'onda), dalla 6 e seguenti sulle multimodali.



Potenzialità

n. 10 f.o. tipo MM (v. allegato)
 n. 2 f.o. tipo SM (v. allegato)
 Rivestimento secondario
 Dimens. nominali : nylon
 : \emptyset 0.9 mm

Descrizione

- n. 12 monofibra
- Elemento di rinforzo materiale : filato aramidico
- Guainetta materiale : termoplastico zero alogeni
 dimens. nominali : \emptyset 2.50 mm
- Elemento centrale materiale : vetroresina
 dimens. nominali : \emptyset 2.55 mm
- Rivest. elem. centrale materiale: termoplastico zero alogeni
 dimens. nominali : \emptyset 7.20 mm
- Cordatura dei 12 monofibra
- Nastatura con nastri sintetici
- Guaina interna materiale : termoplastico zero alogeni
 spessore : 1 mm
- Armatura tessile : doppia spirale contrapposta di filati aramidici
- Protezione antiruditore : n. 2 nastri di acciaio avvolti ad elica
 a coprigiunto - spessore : 1 mm
- Guaina esterna materiale : termoplastico zero alogeni
 dimens. nominali : \emptyset 18 mm

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Peso : 300 kg/km
 Sforzo di trazione max : 1800 N
 Raggio min di curvatura : 300 mm
 Temperatura di esercizio : -20/+60°C



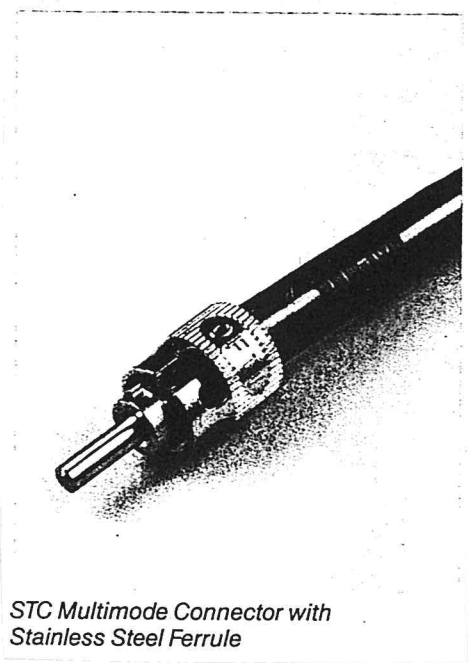
DIREZIONE RICERCA E SVILUPPO

TIPO DI FIBRA	1	2	3	4	5	6	7	
	GI 50/125	SI 192 GI 50/125	GI 62.5/125	GI 100/140	MONOMODALE	SI 190 MONOMODALE	PCS 200/380	
Diametro del nucleo	50	50 ± 1	62.5	100+0/-4	10	10.5 ± 1	200	
Diametro del mantello	125	125 ± 1	125	143+0/-6	125	125.5 ± 1	380	
Apertura numerica	0.20	0.2 ± 0.02	0.29	0.29	==	==	0.40	
Rivestimento primario	silicone 400	doppio acril. 250	acrilato 250	acrilato 250	silicone 400	doppio acril. 250	tefzel 600	
Rivestimento secondario	nylon 900	silic/nylon 800	PVC 900	==	nylon 900	silic/nylon 800	==	
<u>CARATTERISTICHE OTTICHE</u>								
Attenuazione	850 nm 1300 nm	DB/km DB/km	< 3 < 0.8	< 3 < 1	< 4 < 1	< 5 < 4	< 0.45 ==	< 6 ==
Larghezza di banda	850 nm 1300 nm	MHz.km MHz.km	> 300 > 500	> 300 > 600	> 160 > 500	> 100 > 100	== ==	> 10 ==
Coefficiente di dispersione		ps/nm.km	==	==	==	3.5	3.5	==

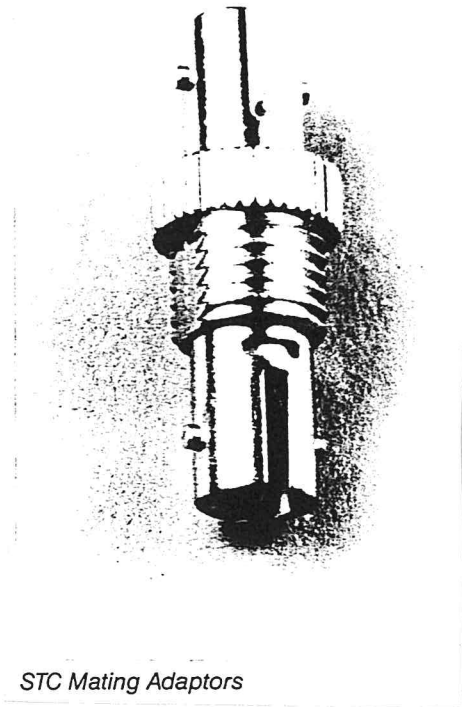
NOTE : A. - I valori indicati di attenuazione e larghezza di banda sono tipici; su richiesta sono disponibili fibre con caratteristiche ottiche diverse.

B. - Fibre G.I. 50/125 in colonna 1) a spec. CCITT 6651.
C. - Fibre SM in colonna 5) a spec. CCITT 3652.

Fig. 2



STC Multimode Connector with
Stainless Steel Ferrule



STC Mating Adaptors

Fig. 3

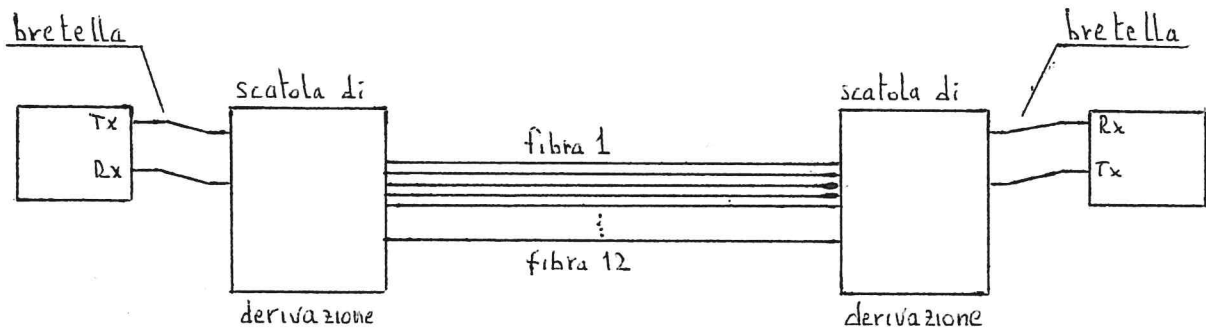


Fig. 4



DIREZIONE RICERCA E SVILUPPO
Sezione Misure e Progettazione

ordine n. 90/2438

cod. 608 500

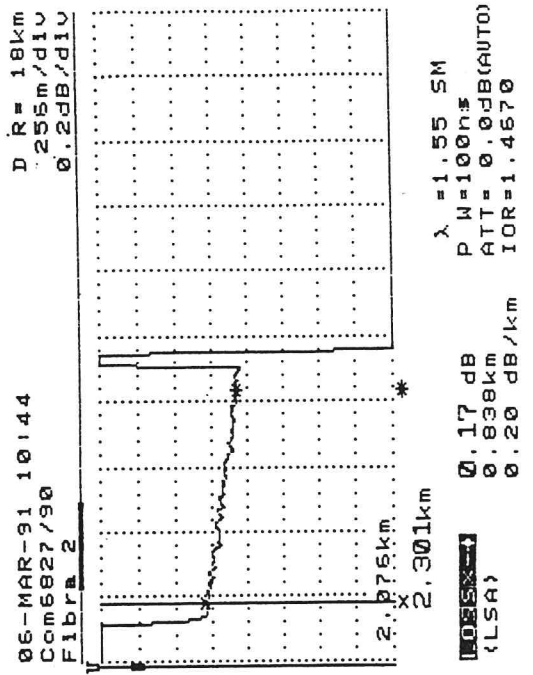
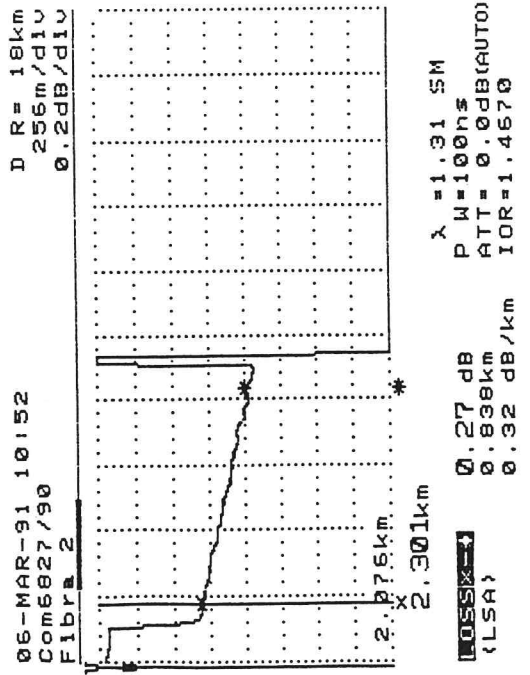
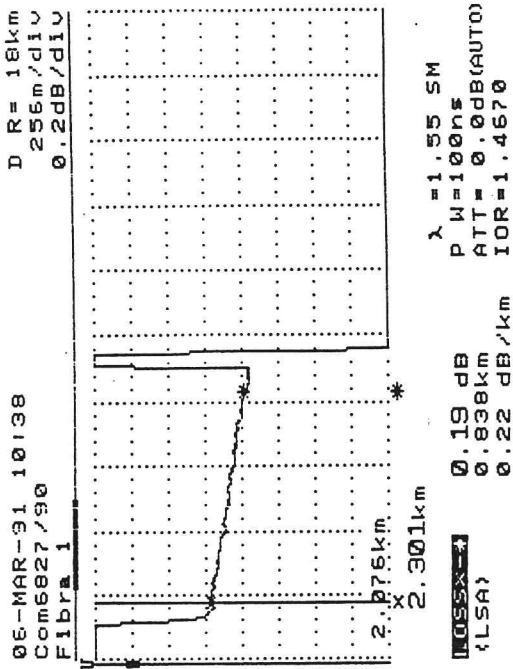
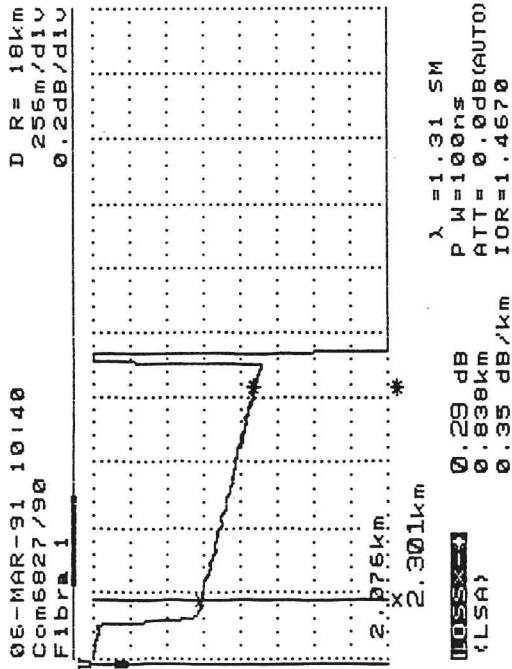


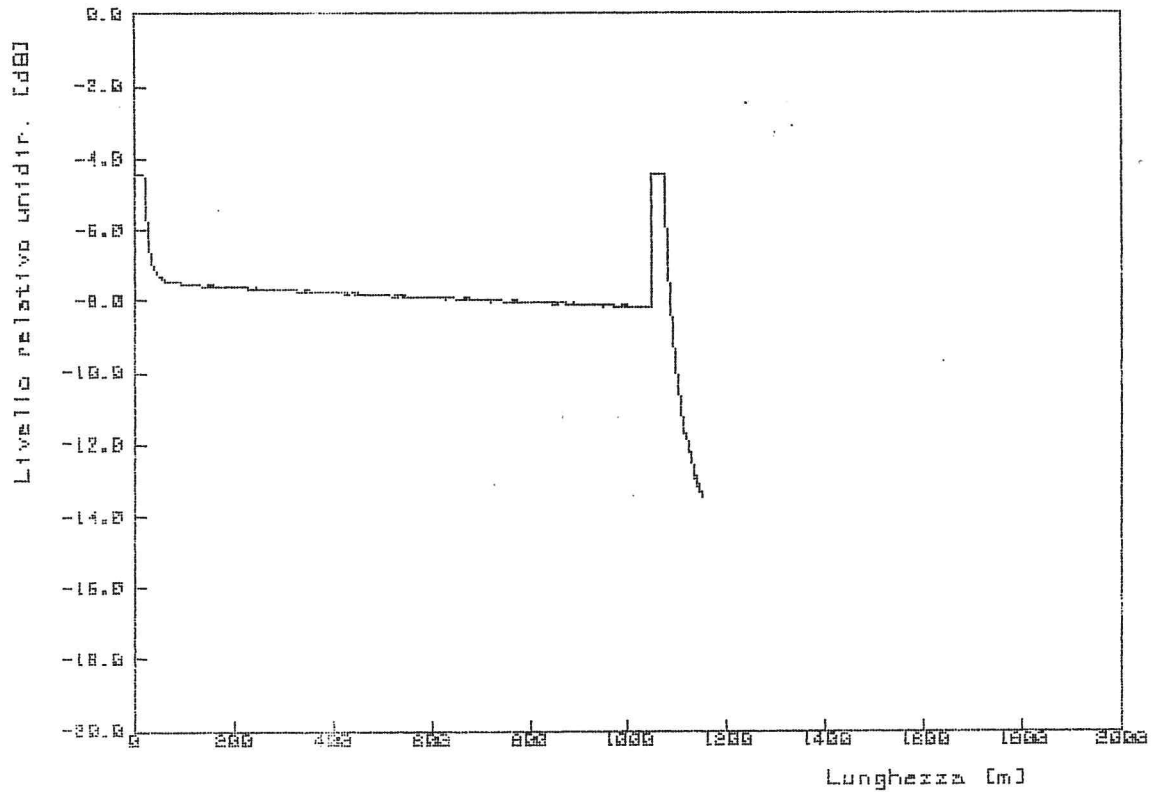
Fig. 5



DIREZIONE RICERCA E SVILUPPO

Sezione Misure e Progettazione

MISURA DI RETRODIFFUSIONE



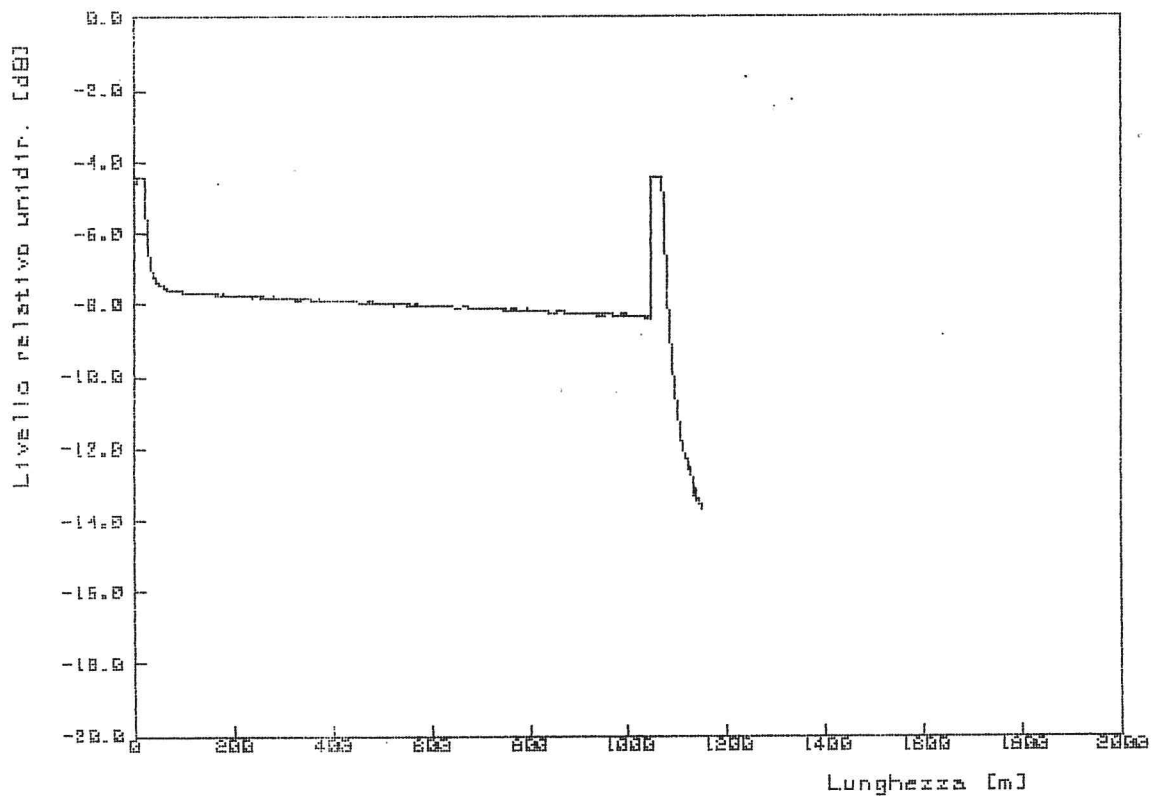
Cliente:	IST. DI RADIOASTR.
Ordine:	
del :	
Codice cavo:	608500
Commessa:	6827/90
Fibra n.:	3 MM
Lunghezza d'onda:	1.3 [um]
Attenuazione:	0.70 [dB/Km]
Lunghezza :	1030 [m]

Data: 6 03 1991

Fig. 6



MISURA DI RETRODIFFUSIONE

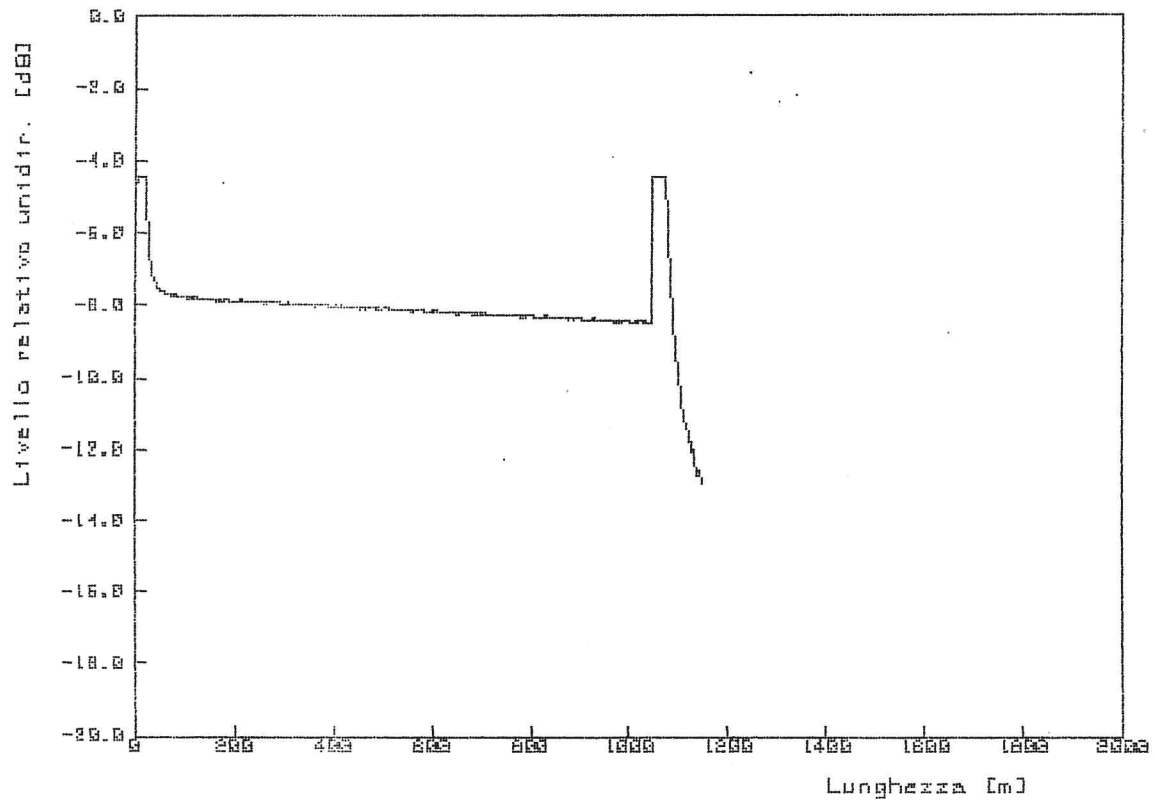


Cliente:	IST. DI RADIOASTR.
Ordine:	
del :	
Codice cavo:	608500
Commessa:	6827/90
Fibra n.:	4 MM
Lunghezza d'onda:	1.3 [um]
Attenuazione:	0.74 [dB/Km]
Lunghezza :	1030 [m]

Data: 6 03 1991



MISURA DI RETRODIFFUSIONE



Cliente:	IST. DI RADIOASTR.
Ordine:	
del :	
Codice cavo:	608500
Commessa:	6827/90
Fibra n.:	5 MM
Lunghezza d'onda:	1.3 [um]
Attenuazione:	0.71 [dB/Km]
Lunghezza :	1030 [m]

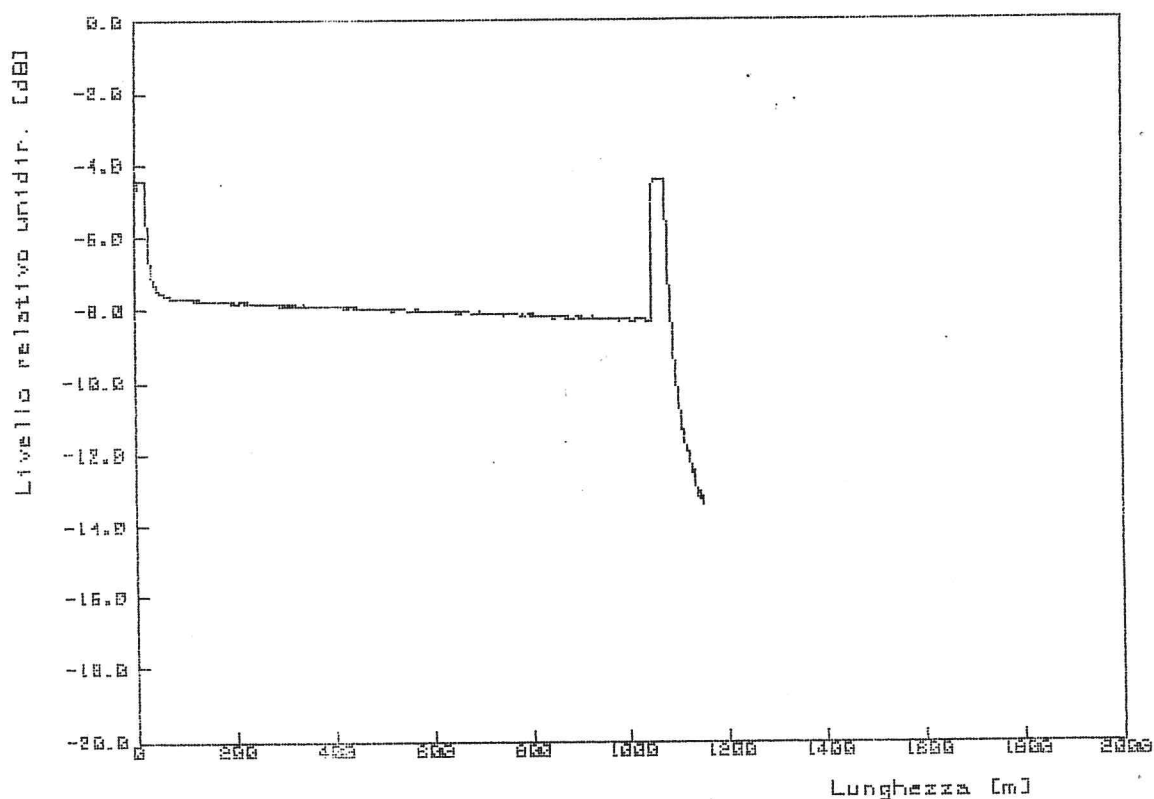
Data: 6 03 1991



DIREZIONE RICERCA E SVILUPPO

Sezione Misure e Progettazione

MISURA DI RETRODIFFUSIONE



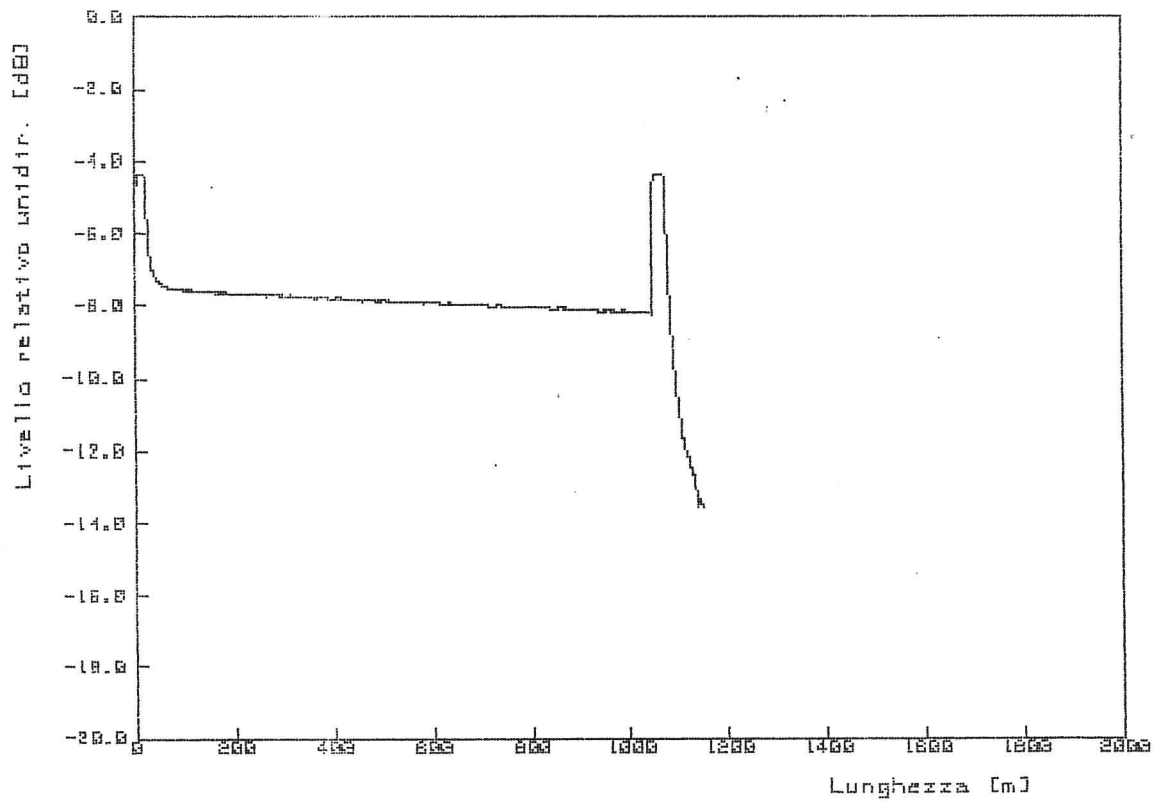
Cliente:	IST. DI RADIOASTR.
Ordine:	
del :	
Codice cavo:	608500
Commessa:	6827/90
Fibra n.:	6 MM
Lunghezza d'onda:	1.3 [um]
Attenuazione:	0.64 [dB/Km]
Lunghezza :	1030 [m]

Data: 6 03 1991

Fig. 9



MISURA DI RETRODIFFUSIONE



Cliente:	IST. DI RADIOASTR.
Ordine:	
del :	
Codice cavo:	608500
Commessa:	6827/90
Fibra n.:	7 MM
Lunghezza d'onda:	1.3 [um]
Attenuazione:	0.66 [dB/Km]
Lunghezza :	1030 [m]

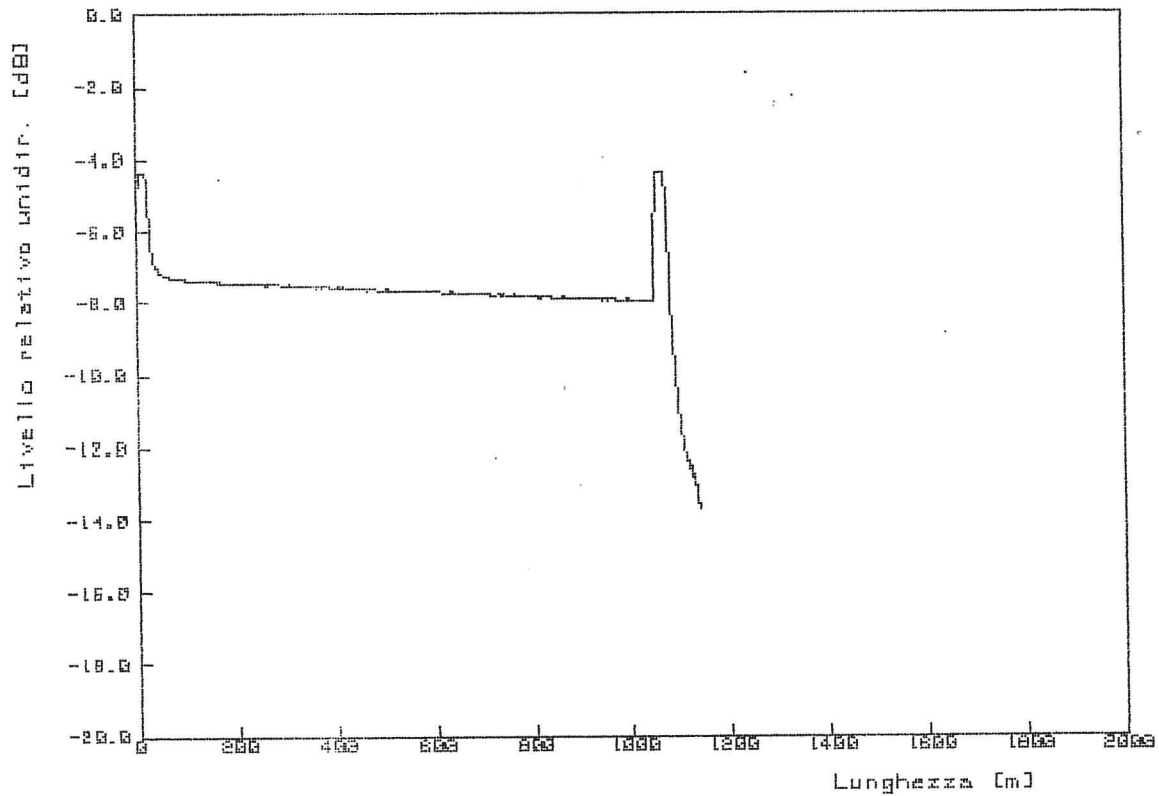
Data: 6 03 1991



DIREZIONE RICERCA E SVILUPPO

Sezione Misure e Progettazione

MISURA DI RETRODIFFUSIONE



Cliente:	IST. DI RADIOASTR.
Ordine:	
del :	
Codice cavo:	608500
Commessa:	6827/90
Fibra n.:	8 MM
Lunghezza d'onda:	1.3 [um]
Attenuazione:	0.65 [dB/Km]
Lunghezza :	1030 [m]

Data: 6 03 1991

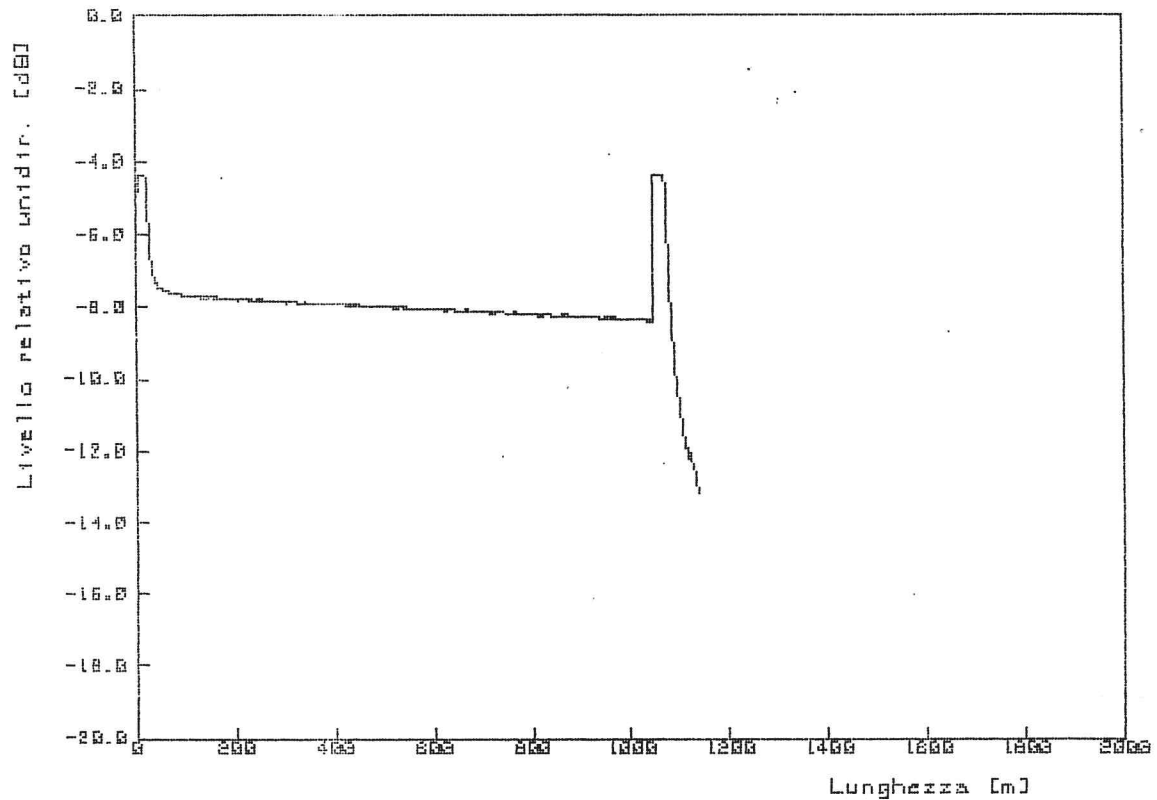
Fig. 11



DIREZIONE RICERCA E SVILUPPO

Sezione Misure e Progettazione

MISURA DI RETRODIFFUSIONE

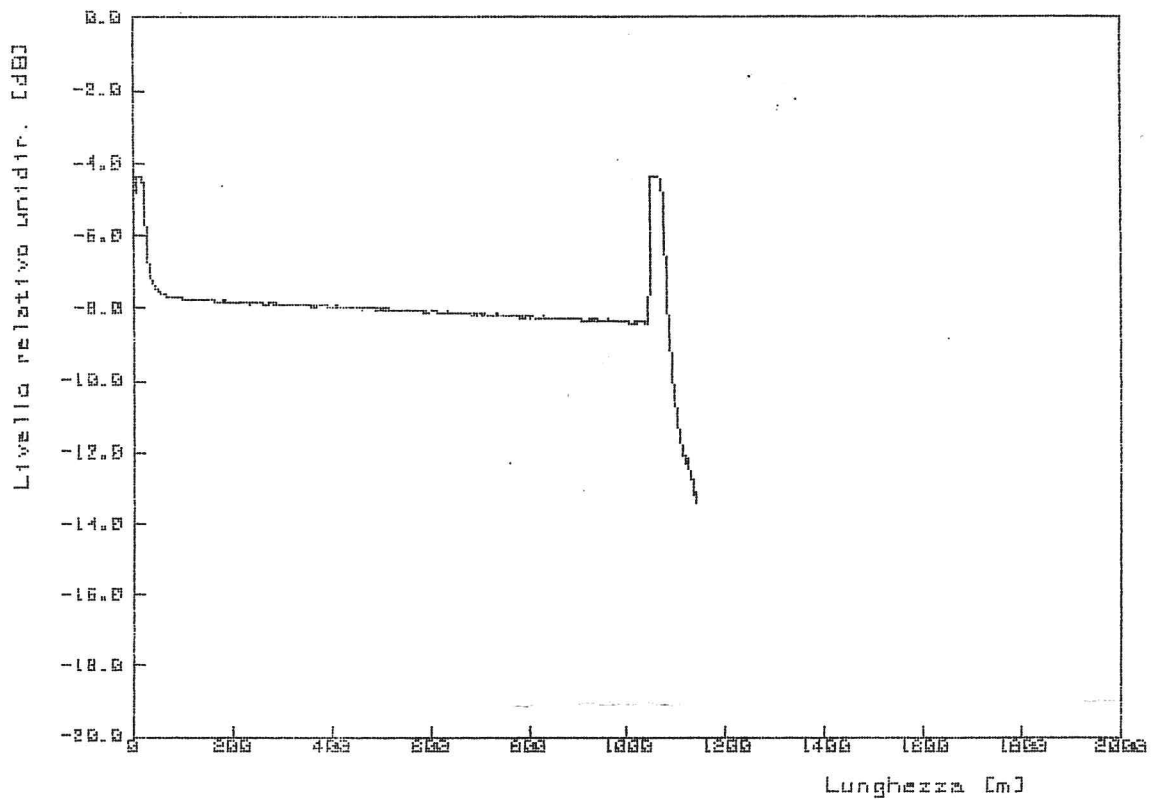


Cliente:	IST. DI RADIOASTR.
Ordine:	
del :	
Codice cavo:	608500
Commessa:	6827/90
Fibra n.:	9 MM
Lunghezza d'onda:	1.3 [um]
Attenuazione:	0.72 [dB/Km]
Lunghezza :	1030 [m]

Data: 6 03 1991



MISURA DI RETRODIFFUSIONE

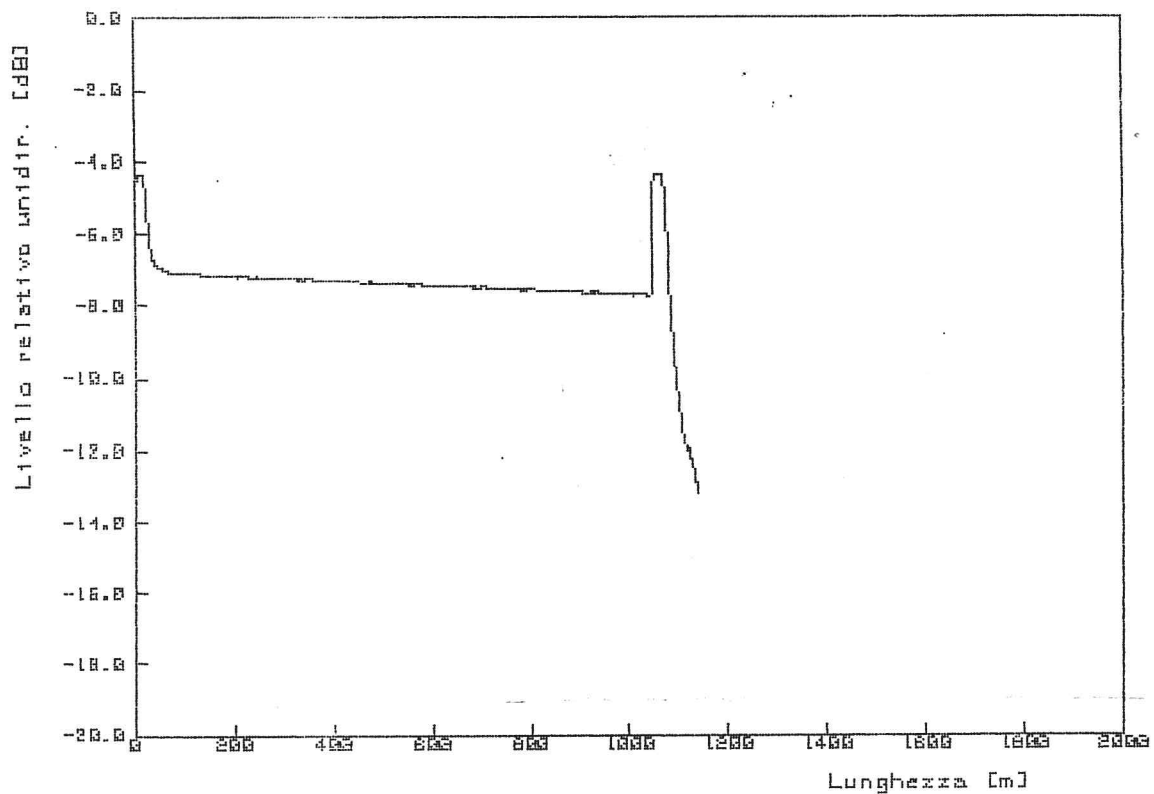


Cliente:	IST. DI RADIOASTR.
Ordine:	
del :	
Codice cavo:	608500
Commessa:	6827/90
Fibra n.:	10 MM
Lunghezza d'onda:	1.3 [um]
Attenuazione:	0.69 [dB/Km]
Lunghezza :	1030 [m]

Data: 6 03 1991



MISURA DI RETRODIFFUSIONE

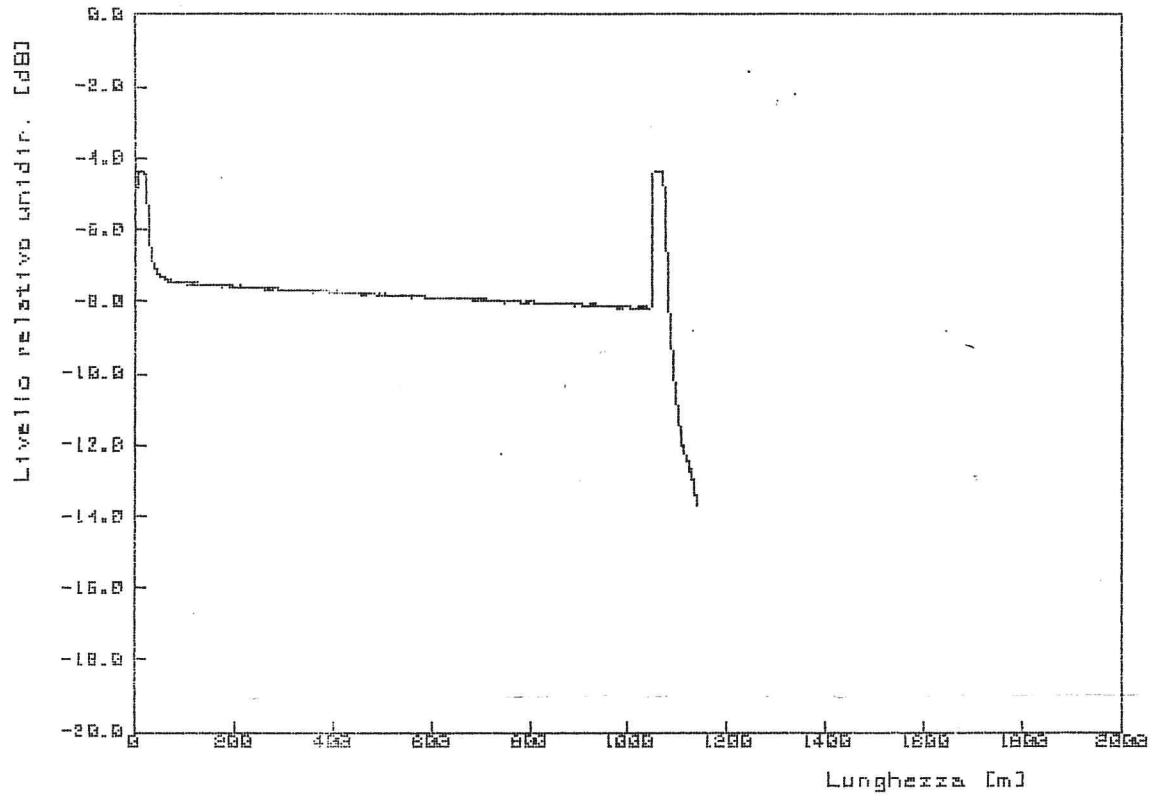


Cliente:	IST. DI RADIDASTR.
Ordine:	
del :	
Codice cavo:	608500
Commessa:	6827/90
Fibra n.:	11 MM
Lunghezza d'onda:	1.3 [um]
Attenuazione:	0.64 [dB/Km]
Lunghezza :	1030 [m]

Data: 6 03 1991



MISURA DI RETRODIFFUSIONE



Cliente:	IST. DI RADIOASTR.
Ordine:	
del :	
Codice cavo:	608500
Commessa:	6827/90
Fibra n.:	12 MM
Lunghezza d'onda:	1.3 [um]
Attenuazione:	0.72 [dB/Km]
Lunghezza :	1030 [m]

Data: 6 03 1991