

da Fabrizio Calabrese  
Consulente in Elettroacustica  
via Riccardo Grazioli Lante 70  
00195 Roma tel.: 3741213

Space Italia  
Divisione Audio  
via G. Vitali 60/62  
00149 Roma  
Fax: 5506583

Roma 10 febbraio 1992

### Relazione sull'acustica del Pala de André, in Ravenna.

La sonorizzazione recentemente effettuata nel Pala de André in occasione del Natale del Gruppo Ferruzzi, il 22 dicembre '91, ha costituito non soltanto una importante occasione per dimostrare l'efficacia di un approccio più avanzato nella soluzione dei problemi acustici dei grandi spazi coperti, ma anche l'occasione per raccogliere un numero di rilevamenti estremamente significativi, effettuati con il mio analizzatore di Time Delay Spectrometry tipo Techron TEF-12.

L'evidenza raccolta, affiancata ad una mole ben maggiore di dati ed osservazioni raccolti in precedenza nel corso di anni di progettazione e realizzazione di sistemi di rinforzo per grandi spazi (palasport, stadi etc.), mi consente di sostenere con sicurezza la possibilità di fare del Pala de André un luogo in cui far fruire manifestazioni musicali ad un vasto pubblico con una qualità dell'audio del tutto paragonabile a quella ottenibile in un auditorium espressamente dedicato.

Convengo che quanto sopra affermato necessiti ampi dettagli e spiegazioni a suffragio, che seguiranno qui di seguito in ordine:

#### 1)-Obiezioni all'approccio teorico tradizionale

Una conclamata quanto obiezionabile pratica suggerisce di operare gli eventuali interventi correttivi alla naturale (ed infausta) acustica di un vasto spazio coperto, come il Pala de André, avvalendosi semplicemente di mezzi passivi, quali pannelli riflettenti o assorbenti, in quantità e posizione variabili.

Nel procedere in questo senso si ignora completamente la presenza di un sensibile fondo di rumore, causato per lo più dal traffico veicolare nelle vicinanze e ben poco trattenuto dalla copertura in Sherfill: rispetto ai valori di rumorosità comuni negli auditori, quanto rilevato nel Pala de André è, nel migliore dei casi dai 30 ai 40 deciBel al di sopra (dalle 1000 alle 10.000 volte in termini energetici).



Il pubblico moderno è esposto, durante il corso della sua vita quotidiana, ad una continua e notevole sollecitazione acustica, che è causa di una sensibilità sicuramente minore se comparata a quella di anche una sola generazione addietro.

### 2) - Inutilità degli schermi riflettenti

Chi ha avuto occasione di ascoltare, durante le brevi prove e senza amplificazione, la voce pure potente di José Carreras, accompagnato da un pianista, avrà facilmente constatato che ben poco era udibile oltre la prima cerchia di tavoli attorno al palco centrale: ciò non era tanto dovuto alla scarsa emissione acustica, quanto al mascheramento operato dal rumore di fondo.

La posizione del palco al centro dello spazio è quella che offre senz'altro la migliore visibilità al pubblico, anche in assenza di gradinate: essa tuttavia comporta l'impossibilità di aggiungere pannelli riflettenti se non al di sopra della sorgente.

Questo è un caso che conduce solitamente a risultati comunque poveri, visto che la riflessione arriva pressoché identica ad entrambe le orecchie, nuocendo alla sensazione di ambienta e profondità del suono, nonché subendo una sensibile compromissione nella timbrica, a causa delle cancellazioni che avvengono quando la differenza di percorso tra l'emissione diretta e la riflessione è tale che la fase delle due è opposta, e si opera dunque una elisione a vicenda delle due energie.

Il fatto che solo alcune tonalità beneficino della maggiore energia riflessa dagli schermi, mentre altrettante ne soffrano per le inevitabili cancellazioni da interazione di fase, fa sì che l'effetto complessivo di uno o più schermi posti al di sopra di una sorgente acustica sia al netto pressoché nullo.

### 3) - Inutilità delle Conchiglie

La presenza delle pannellature laterali e di fondo in una conchiglia riflettente attenua la percettibilità degli effetti delle interazioni in fase, ma costringe la posizione del palco ad un estremo dello spazio del palasport, raddoppiando quanto meno la distanza media con gli ascoltatori, nuocendo comunque alla visibilità e, ed è questo l'aspetto peggiore, riconvogliando una notevole quota di energia verso la eventuale orchestra e/o coro, assorbenti abbastanza da comprometterne la riemissione verso il pubblico.

La forma di una conchiglia che abbia un guadagno sufficiente a proiettare l'emissione di una sorgente naturale, quale una voce o un pianoforte, alla distanza delle ultime file del pubblico del Pala de André, sarebbe comunque tale da possedere una definita zona focale, inevitabilmente conducendo ad uno squilibrio nettissimo tra le emissioni delle sezioni strumentali poste in prossimità del fuoco, correttamente amplificate e proiettate verso il pubblico, rispetto a quelle poste anche due o tre metri al lato, rinforzate alcune decine di volte in meno.

Viceversa una conchiglia a pareti piane o convesse, immune da questo ordine di problematiche, avrebbe comunque un guadagno insufficiente a far fronte alla elevata rumorosità del Pala de André.

Una conchiglia, comunque configurata, comporterebbe in ogni modo una accentuazione della percezione sia del rumore di fondo che del riverbero del locale da parte dei musicisti, sicuramente spiacevole.



#### 4) - Dubbi sulla funzione schermante di una conchiglia

Tra i presunti vantaggi di una conchiglia acustica, è spesso citata la funzione schermante della emissione acustica verso le aree riflettenti della volta del Pala de André: un parallelo con le emissioni luminose può servire a spiegare l'inconsistenza di questa argomentazione.

Il voler contenere l'emissione di una sorgente entro un angolo definito comporta normalmente l'impiego di schermi di molte volte più estesi dimensionalmente rispetto alla sorgente (per questo le lampade a fascio ristretto sono caratterizzate da filamenti estremamente compatti ed a bassa tensione): con sorgenti estese (p.es. lampade opaline, e, come paragone, qualsiasi sorgente acustica naturale) è pressoché impossibile ottenere una fascio definito di emissione.

Peraltro nel parlare di schermature, occorre ben distinguere tra quelle assorbenti, che lasciano inalterata la dimensione apparente della sorgente (e la sua energia), e quelle riflettenti, che invece moltiplicano la dimensione apparente della sorgente, creandone un numero di virtuali: questo tipo di schermature crea anche un numero di percorsi di riflessioni multiple, che risultano in una emissione finale del tutto diffusa ed assolutamente non direzionale, almeno quanto richiesto.

Le onde acustiche, poi, sono caratterizzate da lunghezze d'onda di vari ordini di grandezza superiori a quelle delle emissioni ottiche, e mostrano spiccatissimi effetti di diffrazione nell'incontrare qualsiasi tipo di ostacolo: il bordo di un pannello schermante si trasforma con ciò, naturalmente, nel loco di un numero infinito di sorgenti apparenti, che diffondono la loro emissione ben oltre l'angolo previsto da considerazioni puramente geometriche.

#### 5) - Inconsistenza dell'impiego di materiali assorbenti

Il fatto che le lunghezze d'onda delle emissioni acustiche udibili varino in rapporto di 1000 ad 1 tra gli estremi, rende pressoché impossibile la produzione di una qualsiasi forma di assorbente acustico il cui coefficiente resti omogeneo al variare della frequenza.

Qualsiasi intervento correttivo dell'acustica di uno spazio chiuso, se operato con pannellature assorbenti, finisce per apportare colorazioni bene udibili e spiacevoli.

Non è un caso che gli auditori dalla migliore reputazione acustica siano decisamente riverberanti, con una grande ricchezza invece in elementi diffondenti, quali fregi, irregolarità di forma etc.: in pratica il materiale assorbente preponderante deve restare il pubblico, che, tra tutti gli elementi dissipativi, è di gran lunga quello che mostra un andamento del coefficiente di riflessione più omogeneo al variare della frequenza e dell'angolo di incidenza del fronte d'onda.

Il suggerire l'impiego di qualsiasi tipo di pannellatura o tendaggio assorbente non può che comportare una definitiva compromissione dell'acustica del locale, favorendo il crearsi di riflessioni dallo spettro energetico assai dissimile da quello della emissione primaria della sorgente, assai udibili e fastidiose.



## 6) - Il fenomeno del mascheramento

Uno degli aspetti più spesso ignorati o misconosciuti della modalità operativa dell'orecchio umano, è la capacità spiccata di operare un mascheramento attivo nella percezione di rumori e riflessioni, queste ultime letteralmente rese inesistenti se percepite in veloce successione e con uno spettro stabile e consistente.

Nell'effettuare misurazioni dell'andamento della energia acustica rispetto al tempo ci si imbatte spesso nella presenza di forti riflessioni, per esempio dal pavimento, che nella pratica sono favorevoli quando non inaudibili, mentre successive riflessioni più distanziate nel tempo (gli echi) sono bene udibili anche se di ampiezza centinaia di volte inferiore: questo avviene in quanto queste non sono mascherate dall'orecchio, per via della presenza, prima di esse, di un intervallo di relativa assenza di emissioni.

In locali di dimensioni vaste, quali il Pala de André, qualsiasi tipo di sorgente naturale può essere supportata da un numero di riflessioni ravvicinate e dunque favorevoli, ma resta comunque un lungo intervallo di tempo prima che subentrino le riflessioni dalle pareti più lontane, e questo intervallo, eliminando l'effetto del mascheramento, rende queste ultime riflessioni perfettamente udibili e fastidiose.

Il lungo percorso in aria ne attenua le frequenze più alte, mentre la copertura in Sherfill ne lascia fuoriuscire all'esterno gran parte delle basse frequenze, ritornando così indietro riflessioni dallo spettro assai limitato e colorato (un suono definibile come "telefonico"), nefasto al massimo per l'impiego musicale.

## 7) - Un risultato eccezionale

Anticipando per poco quanto in seguito riporterò più in esteso, vorrei a questo punto aprire una parentesi, a proposito di alcuni dei risultati emersi alle misurazioni effettuate nel Pala de André il 22-12-'91, con il sistema di rinforzo acustico direttivo realizzato insieme e su mio disegno per il Natale del Gruppo Ferruzzi.

Le misurazioni dell'andamento della energia acustica rispetto al tempo sono state tutte effettuate con uno degli strumenti di misura acustica più avanzati esistenti, un analizzatore di Time Delay Spectrometry tipo Techron TEF-12, ed il grafico n.1 (JOB-10:22/12/'91) ne è un esempio eloquente.

In questo grafico appare evidente una prima netta emissione, prodotta da una delle lunghe trombe per le basse frequenze, seguita da un numero di riflessioni, il cui contenuto energetico è però in media 36 deciBel (4000 volte) inferiore a quello della emissione diretta.

Non appaiono echi singoli per tutto l'intervallo della misura: 1,33 secondi!

Se non bastasse l'enorme sproporzione energetica a favore della emissione diretta, che può così già da sola mascherare del tutto le riflessioni, queste stesse si succedono del tutto regolarmente e senza periodi di vuoto, mascherandosi dunque vicendevolmente...

Questo grafico spiega la sensazione di totale assenza di riflessioni nettamente percepibile ascoltando uno di questi diffusori e la sensazione di fortissima

presenza e vicinanza della sorgente, nonostante una distanza di misura (e media di ascolto) di ben venti metri.

Questo non sarebbe mai stato possibile con mezzi convenzionali e passivi se non ascoltando vicinissimi alla sorgente ed in un locale letteralmente invaso da innumerevoli pannellature riflettenti sospese su tutta l'area e per più strati fino all'altezza massima della volta: irrealizzabile in termini sia architettonici che economici...

### 8) - Modalità di rilevamento

Tutte le misurazioni dell'andamento della energia acustica rispetto al tempo effettuate il 22-12-'91 sono state effettuate impiegando a fondo le possibilità offerte dall'analizzatore di Time Delay Spectrometry tipo Techron TEF-12, nella modalità di acquisizione che impiega la convoluzione di un segnale appositamente prodotto dallo stesso analizzatore con quanto ricevuto dal microfono di misura, un Bruel & Kjaer mod. 4155.

In questa modalità operativa vengono acquisite sia la componente reale che quella immaginaria della risposta impulsiva dell'ambiente, il cui prodotto fornisce la misura della effettiva quantità di energia rilasciata dalle singole riflessioni, quale anche l'orecchio umano percepisce.

Diversamente dalla ormai obsoleta pratica dei rilevamenti con colpi di pistola, questa volta lo spettro del segnale emesso era totalmente noto e controllabile, e la scala di presentazione dei grafici è quella corretta, logaritmica come la risposta dell'orecchio umano.

Sono state eseguite misure su tutto lo spettro audio, ma soltanto con i diffusori impiegati per il rinforzo del 22-12-'91, purtroppo, per mancanza di tempo a disposizione.

### 9) - Differenze con quanto precedentemente rilevato

Dai grafici raccolti emerge un comportamento acustico del Pala de André assolutamente migliore di quanto altrimenti dimostrato da uno studio precedentemente effettuato (dal Prof. Cocchi): questo può essere spiegato come segue.

A parte le osservazioni prima accennate a proposito della modalità di acquisizione dei dati (colpi di pistola) e della scala lineare dei grafici, quello che segna maggiormente la differenza tra i due rilevamenti è l'impiego, nel nostro caso, di una sorgente acustica dalla dispersione perfettamente controllata e studiata in funzione delle esigenze della specifica sonorizzazione.

Per contro, nello studio di Cocchi, sono state impiegate sorgenti non direzionali, che simulano meglio il comportamento di una sorgente acustica naturale, ma, come queste, causano il massimo numero di nefaste riflessioni ed echi, specie dalla volta in Sherfill.

## 10) - Il punto fondamentale

In questo importantissimo aspetto risiede gran parte del contenuto innovatore del mio approccio al problema dell'acustica dei grandi spazi chiusi: se semplicemente impiegando sorgenti elettroacustiche dalla dispersione controllata è possibile ottenere un vertiginoso innalzamento nelle prestazioni acustiche di un qualsiasi spazio adibito a manifestazioni musicali, allora questa prospettiva deve essere, a mio parere, sempre considerata in primo luogo come intervento di validità e versatilità estrema, nonché il più delle volte anche assai meglio realizzabile sia in termini economici che di resa architettonica.

## 11) - Corrispondenza tra le misurazioni e la sensazione di ascolto

Sono anni che documento il mio lavoro di progettista di sistemi di rinforzo elettroacustico con misurazioni prese con gli analizzatori Techron TEF-12 ed MLSSA ed in tutti i casi ho sempre trovato conferma, nelle misure, di quanto percepito all'ascolto.

Questo è vero anche e sorprendentemente per le misure dell'Indice di Perdita di Articolazione delle Consonanti (denominato Al Cons. nei grafici del Techron TEF-12): a valori superiori al 10-15 %, (specie se rilevati in prossimità dei 2 KHz) corrisponde un definito limite di accettazione da parte degli ascoltatori, con un totale rifiuto per valori superiori al 30 %.

Sorgenti acustiche non direttive poste in locali il cui tempo di riverbero supera i due secondi non possono che mostrare valori di articolazione insufficienti, per distanze di misura ed ascolto anche di pochi metri, ed indifferentemente qualora si tratti di sorgenti naturali o diffusori acustici.

La presenza di una conchiglia riflettente, apportando un contributo di riflessioni per lo più distanziate di oltre 5 millisecondi dalla emissione diretta, non diminuisce che impercettibilmente la Perdita di Articolazione, alle misure come all'ascolto.

## 12) - Una ulteriore conferma

A dare la conferma definitiva sia della correttezza di questo approccio teorico che della efficacia della realizzazione e delle misurazioni, basta osservare con attenzione la differenza tra quanto rilevato ed udibile quando tutte e 5 le sezioni del sistema di rinforzo acustico impiegate il 22-12-'91 sono state contemporaneamente accese, a locale privo di pubblico.

Il grafico n.2 (JOB-29:22/12/'91) mostra infatti un comportamento sostanzialmente identico al caso in cui una sola delle 5 grandi trombe era operante (grafico n.1), ma con un certo aumento del livello energetico del campo riverberato, visibile alle misure, ma ancora non nefasto all'ascolto: esattamente questo era possibile udire ascoltando il sistema di rinforzo nelle due configurazioni...

Va notato che la banda di frequenze impiegata per queste misurazioni (da 300 a 600 Hz) è estremamente impegnativa in quanto solitamente riprodotta senza alcuna direzionalità dalla pratica totalità dei diffusori acustici commerciali: impiegando uno o più di questi i risultati sarebbero stati pessimi sia alle misure che all'ascolto.



### 13-Confronto con il Palaeur

Il grafico n.3 (JOB-12:31/1/'92) mostra per confronto le prestazioni di un sistema di rinforzo composto con diffusori commerciali (TOA, identici a quelli in forza al Pala de André): anche il tempo di riverbero del Palaeur è (perlomeno a queste frequenze) del tutto simile a quello del Pala de André, e questo rende il confronto del tutto omogeneo.

Il sistema con diffusori convenzionali (TOA) mostra, pur godendo del vantaggio del posizionamento in sospensione, una valore di Perdita di Articolazione delle Consonanti di circa il 33 %, eccessivo e decisamente fastidioso, con un contenuto energetico totale delle riflessioni che supera di ben 12 deciBel l'emissione diretta (16 volte in termini di energia).

Per confronto nella sonorizzazione del Pala de André del 22-12-'91 era invece l'energia diretta a prevalere, dalle 3 alle 10 volte a seconda che fossero accese tutte o una sola delle 5 sezioni dell'impianto di rinforzo.

### 14)-Una evidenza nettissima

Esaminando un ulteriore numero di grafici di rilevamenti effettuati con segnali di differenti frequenze, è confermata una fortissima superiorità nelle prestazioni del sistema di rinforzo elettroacustico direttivo impiegato il 22-12-'91, rispetto a quanto ottenibile con diffusori dalla direttività convenzionale.

Alle importantissime frequenze attorno ai 2 KHz, responsabili in gran parte della nettezza della sillabazione, il nostro sistema direttivo ha offerto un Indice di perdita di Articolazione delle Consonanti addirittura nove volte migliore rispetto al sistema convenzionale, come mostra l'esame del grafico n.4 (una sezione, JOB-24:22/12/'91), del n.5 (tutte le 5 sezioni, JOB-31:22/12/'91), a confronto con il grafico n.6 (Palaeur, JOB-6:31/1/'92).

Il confronto alle frequenze più basse è addirittura eccezionale, perchè mostra un grado controllo della direttività da parte dei diffusori impiegati il 22-12-'91 nel Pala de André che è di due ordini di grandezza superiore a quello rilevabile con qualsiasi diffusore commerciale oggi esistente: i grafici n.7 (una sezione, JOB-08:22/12/'91) e n.8 (5 sezioni, JOB-33:22/12/'91), mostrano riflessioni ben contenute rispetto alla emissione diretta e sostanzialmente eguali a questa nel contenuto totale di energia: la Perdita di Articolazione (poco importante comunque a queste frequenze) è contenuta attorno ad un 8 per cento, che va considerato senz'altro il miglior risultato rilevato in un locale di simili dimensioni, vuoto, ed a ben 20 metri di distanza dalla sorgente acustica.

A confronto, il grafico n.9 (JOB-11:31/1/'92) mostra un campo riverberato nel complesso circa 30 volte superiore alla emissione diretta dei diffusori, con una perdita di Articolazione intollerabile in quanto supera anche il 33 % (vi contribuisce, per la cronaca, anche la maggiore rigidità della copertura del Palaeur).

### 15)-Un risultato favorevole anche nel Palaeur

Le eccellenti prestazioni acustiche del sistema di rinforzo impiegato nel Pala de André il 22-12-'91 sono tutt'altro che un evento episodico: i grafici n.10 (JOB-14:1/7/'91), n.11 (JOB-13:2/7/'91) e n.12 (JOB-13:1/7/'91) mostrano

andamenti della energia acustica rispetto al tempo egualmente favorevoli, con perdite di Articolazione delle Consonanti ottime anche a 30 metri di distanza dai diffusori, in uno spazio, come il Palaeur di Roma, il cui tempo di riverbero non scende al di sotto dei 4 secondi su pressoché tutto lo spettro udibile (alte frequenze escluse).

Questi ultimi tre grafici sono relativi alla sonorizzazione della Convention della Ford Italiana di luglio '91, nel Palaeur, realizzata con diffusori simili a quelli impiegati a Ravenna e sempre su mio disegno: il livello massimo di pressione acustica rilevato è stato di ben 121 decibel a 30 metri di distanza...

### 16) - Il sistema di rinforzo impiegato per i concerti di Pavarotti

La pratica di amplificare elettroacusticamente la voce di un solista o anche intere orchestre data ormai diversi anni, ed è giunta ad un notevole livello di sofisticazione.

Tuttavia restano aperte un numero di severe critiche, alle quali sento di dovermi associare con convinzione e rispetto.

Ho anche raccolto una certa evidenza a supporto della inadeguatezza dei sistemi di rinforzo impiegati in queste occasioni, misurando, nel Palaeur, le prestazioni del sistema in forza al Service inglese Sound Hire, composto di diffusori Meyer MSL-3 ed impiegato in occasione di un numero di concerti di Luciano Pavarotti in tutto il mondo. Si tratta probabilmente del più sofisticato e costoso sistema di rinforzo acustico mai approntato ed itinerante.

Il grafico n.13 (JOB-15:27/6/'89) mostra una buona componente diretta, seguita tuttavia da un numero di forti riflessioni, con il tipico andamento dei sistemi sospesi di grosse dimensioni.

Per confronto il grafico n.14 (JOB-17:22/12/'91) mostra invece, con identica scala ed intervallo di frequenze, quanto invece ottenuto a Ravenna, nel Pala de André, con il nostro sistema di amplificazione direttivo, messo a punto per la sonorizzazione del Natale del gruppo Ferruzzi: i risultati sono nettamente migliori, con una componente diretta che prevale di oltre dieci volte anche dinanzi alla somma di tutte le riflessioni, mentre nel sistema con diffusori Meyer, pure avvantaggiato dalla sospensione in quota, il campo riverberato resta almeno due volte superiore a quello diretto.

Come si può osservare, un vantaggio nella riduzione del riverbero di circa venti volte è stato ottenuto nonostante un impegno di risorse assai più contenuto e, soprattutto, entro tempi di realizzazione assolutamente ristretti. Per ogni altro aspetto il sistema di rinforzo elettroacustico impiegato a Ravenna il 22-12-'91 era almeno pari a quello offerto dal Service Sound Hire.

Il grafico 15 (JOB-09:31/1/'92) mostra il desolante comportamento di un sistema basato su diffusori commerciali convenzionali, nello stesso ambiente e con gli stessi parametri di misura.

### 17) - Un poco di autocritica

Il poco tempo a disposizione e la natura episodica della sonorizzazione hanno, a dire il vero, limitato alcuni aspetti della resa complessiva della



sonorizzazione, sui quali è auspicabile provvedere in futuro ad elevare lo standard.

In particolare l'impiego di una sola sezione di diffusori per ogni area di pubblico, con un segnale monofonico, ha comportato la localizzazione in corrispondenza del diffusore della sorgente acustica apparente: in futuro, raddoppiando il numero di sezioni, ed operando con un segnale stereofonico, sarà possibile porre le immagini acustiche virtuali in corrispondenza della effettiva localizzazione fisica delle sorgenti (palco), conferendo alla sonorizzazione un grado di realismo di un ordine di grandezza superiore.

Ancora, potendo sospendere i diffusori, quanto meno all'altezza della parte perimetrale in muratura, ne risulterà un livello di riverbero apparente ancora più ridotto del già minimo rilevato.

In questo caso sarà possibile operare una aggiunta di una minima quantità di riverbero artificiale prodotto digitalmente e con uno spettro esteso e lineare: questo potrà mascherare del tutto la naturale acustica del Pala de André, fornendo in sua vece quella desiderata.

#### 18) - Un vero auditorium, ma più versatile

A questo punto credo sia emersa concretamente la possibilità di dotare il Pala de André di un sistema di rinforzo acustico dedicato, in grado di ovviare non solo a tutti gli altrimenti inevitabili difetti acustici già emersi nello studio del Prof. Cocchi, ma anche perfettamente in grado di mascherare del tutto la naturale acustica dello spazio e sostituirla con una sintetizzata e di elevatissimo grado.

Questo offrirebbe al Pala de André un grado di versatilità di impiego mai sinora sperimentato in Italia: a differenza che nel caso si impieghi una conchiglia riflettente, sarebbe invece possibile operare con qualsiasi posizione del palco, anche al centro, e con gruppi orchestrali di qualsiasi dimensione, voce e solisti inclusi.

#### 19) - Il corretto tempo di riverbero apparente

Un sistema di rinforzo come quello sopra accennato consentirebbe anche un elevato grado di variabilità nella misura e nell'andamento temporale del riverbero mascherante, quello effettivamente percepito dagli ascoltatori.

Questo consentirebbe, finalmente, di poter consentire il giusto calore ed impasto nella resa della musica sinfonica ottocentesca, specie per quella corale, potendo tuttavia far fruire al pubblico anche un tipo di sonorità più nitido, adatto alla lirica ed alla musica da camera (quest'ultima altrimenti impraticabile in locali così vasti).

Il rapporto con gli artisti ospiti potrebbe essere reso eccellente da questa versatilità ed adattabilità anche al gusto ed alle esigenze fatte presenti dagli stessi.

#### 20) - La sensazione dei musicisti

La sonorizzazione del 22-12-'91, pure nella sua semplicità di configurazione rispetto a quanto in futuro praticabile, ha dimostrato anche che dalla posizione del palco è del tutto possibile che i musicisti non avvertano affatto la presenza del sistema di rinforzo elettroacustico: questo comporta due importantissimi vantaggi.

Il primo, tecnico, consiste nel fatto che nella ripresa microfonica non si va ad aggiungere nulla a quanto emesso dallo strumento o dalla voce, impedendo che si crei il tradizionale effetto di moltiplicazione del tempo di riverbero dell'ambiente prodotto dal ricircolo di segnale tra i microfoni sul palco ed i diffusori in sala.

Il secondo, importantissimo, vantaggio, sta nel fatto che diventa possibile impiegare un numero di pannelli riflettenti e schermanti, ma questa volta diretti espressamente a favorire la comunicazione acustica tra i musicisti, rimandando il suono dell'uno all'altro più distante, in modo che essi possano mantenere più facilmente il tempo e l'accordatura.

Questo comporterebbe per i musicisti il fatto di trovarsi in una situazione pressoché ideale dal punto di vista acustico e musicale, con una certa protezione dai ritorni di energia dalla volta e dal rumore esterno, nonché con un'ottima veste architettonica dell'allestimento.

### 21)-Flessibilità nell'impiego con musica pop-rock

Un sistema di rinforzo direttivo è caratterizzato naturalmente da un livello di efficienza estremo, che gli rende possibile emettere i livelli di pressione acustica elevatissimi richiesti per il coinvolgimento emotivo del pubblico che attende a concerti di musica pop-rock, ma con la stessa definizione, articolazione ed assenza di distorsione necessari per la riproduzione della musica classica.

Sono in effetti necessarie alcune modifiche al sistema: una parziale riconfigurazione che riguarda sostanzialmente la presenza di un sistema di monitoraggio attivo per il palco, un maggior numero di canali in ingresso e dei subwoofers dedicati per le bassissime frequenze, ma il tutto può incidere nell'ordine del 20-30 % dei costi totali del sistema.

### 22)-Impiego nel corso di eventi sportivi

E' abbastanza immaginabile il grado di coinvolgimento emotivo che è in grado di evocare una voce potente e nitida, a commento di un evento sportivo.

Una componente innovativa, che scaturisce invece dalla presenza di un sistema di rinforzo acustico come accennato sopra, è data dalla possibilità di associare eventi musicali e sportivi, intrattenendo il pubblico prima o dopo gli eventi sportivi.

### 23)-Sonorizzazioni particolari-

Un sistema in grado di lavorare a livelli di pressione elevati e con un suono nitidissimo può supportare con effetti coinvolgenti eventuali manifestazioni come proiezioni cinematografiche, celebrazioni e grandi festeggiamenti, congressi, etc.



## 24) - Immagine e economia connessa

Fin dagli anni '50 sono stati proposti e realizzati sistemi di correzione elettronica delle prestazioni acustiche di auditori e teatri (la Royal Festival Hall, a Londra, e la Scala di Milano p.es.).

Dagli anni '70 si sono diffusi sistemi di amplificazione dedicati al commento degli eventi sportivi, spesso di decine di migliaia di watt di potenza (specie negli USA).

E' logico attendersi come evoluzione la comparsa di sistemi flessibili come quello cui faccio riferimento nel corso di questa relazione: la mia esperienza in progettazioni, realizzazioni e misure avanzate è, in media negli ultimi 10 anni, abbastanza costantemente attorno ai 4 anni di anticipo rispetto alla comparsa di prodotti commerciali atti a consentire il diffondersi di simili tecniche di sonorizzazione.

Qualora questo vantaggio potesse essere sfruttato a fondo precedendo con il Pala de André ogni altra realizzazione, almeno in Italia, il beneficio in termini di immagine ed il ritorno economico potrebbero essere sensibili, tanto da giustificare un eventuale costo per la prima realizzazione sostanzialmente allineato con quello di un impianto convenzionale in grado di emettere simili livelli di pressione sonora (Meyer MSL-3 ?), nonché un eccellente supporto di assistenza anche nella effettiva operazione del sistema e nella sua riconfigurazione per le diverse esigenze di impiego.

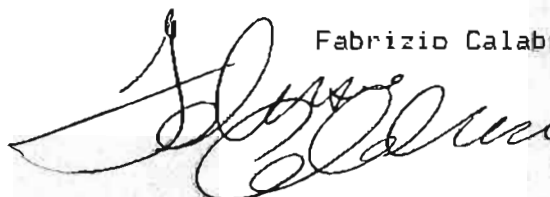
## 25) - Una precisazione importante

Se in tutte le note precedenti ho fatto riferimento all'impiego di un sistema direttivo basato sull'impiego di lunghe trombe a profilo complesso: per l'effettivo impianto di rinforzo che suggerirò di realizzare per il Pala de André prevedo una configurazione di una generazione più avanzata.

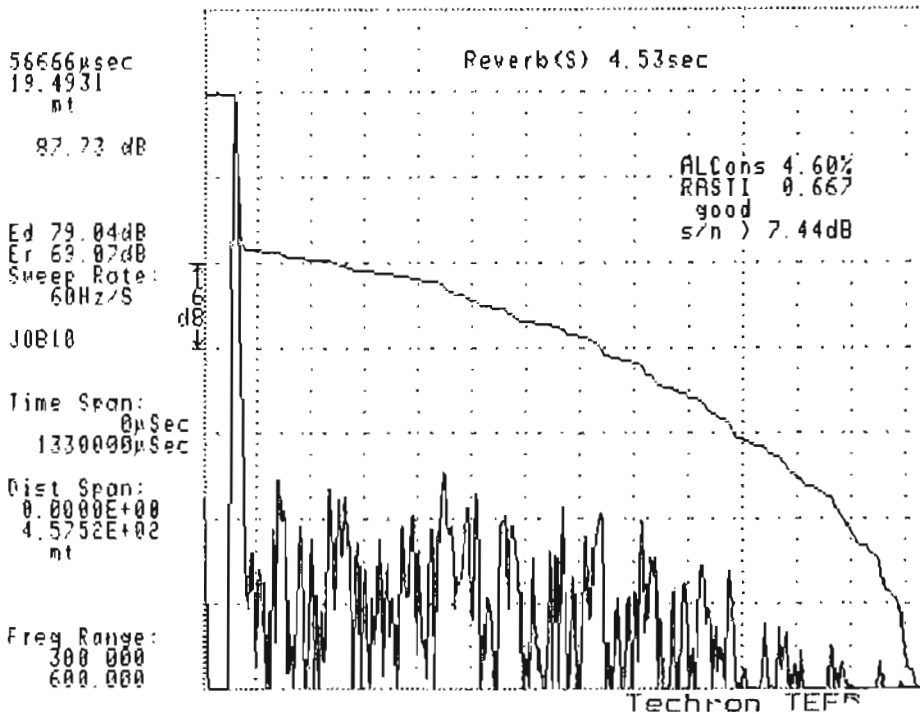
Con ciò si verificherebbe la circostanza interessante per la quale, dopo essere stati i primi a raggiungere valori estremi di direttività su tutto lo spettro udibile con una configurazione efficace, la sostituiremmo con una estremamente più avanzata ancora prima che sulla stampa mondiale del settore sia comparsa notizia di una realizzazione analoga alle nostre prime esperienze.

Con i miei più cordiali saluti

Fabrizio Calabrese



ETC of Pala de' Andre'  
By FC  
On 22/12/1991  
At RAVENNA



Vertical: 6dB/div with base of display at 47.8dB  
0dB is located at .00002 v/Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
1330000 microseconds or 457.52 mt  
scale: 1.2509E+02 mt/inch or 4.9248E+01 mt/cm.  
3.63635E+5 microseconds/inch or 1.43163E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 3333.33 microseconds or 1.14667 mt  
Line Width: 4533.33 microseconds or 1.55947 mt

Sweep rate: 59.83Hz/Sec

Sweep range: 300.00Hz to 600.00Hz

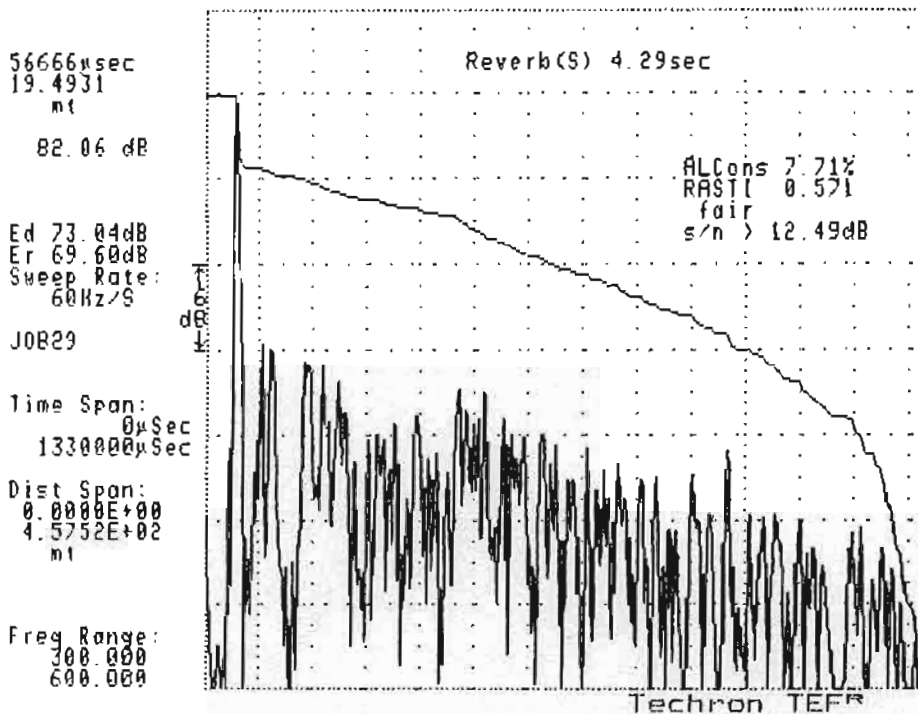
Window file name: HAMMING.WBT

Input configuration: Non-inverting  
with 12dB of input gain & 9dB of IF gain.

Remarks:

LF UNF.

ETC of Pala de' Andre'  
 By FC  
 On 22/12/1991  
 At RAVENNA



Vertical: 6dB/div with base of display at 41.8dB  
 0dB is located at .00002 v/Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
 1330000 microseconds or 457.52 mt  
 scale: 1.2509E+02 mt/inch or 4.9248E+01 mt/cm.  
 3.63635E+5 microseconds/inch or 1.43163E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 3333.33 microseconds or 1.14667 mt  
 Line Width: 4533.33 microseconds or 1.55947 mt

Sweep rate: 59.83Hz/Sec

Sweep range: 300.00Hz to 600.00Hz

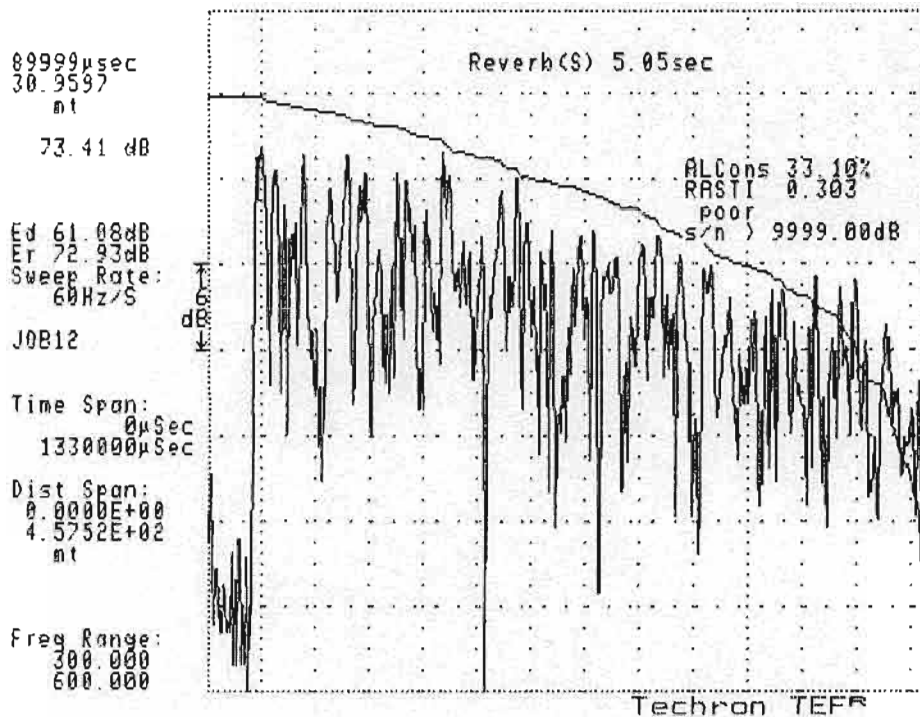
Window file name: HAMMING.WBT

Input configuration: Non-inverting  
 with 12dB of input gain & 9dB of IF gain.

Remarks:

TUTTE LE 5 SEZIONI

ETC of IMPIANTO CONVENZIONALE, SOSPESO  
 By FC  
 On 31/1/1992  
 At PALAEUR



Vertical: 6dB/div with base of display at 36.0dB  
 0dB is located at .00002 Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
 1330000 microseconds or 457.52 mt  
 scale: 1.2509E+02 mt/inch or 4.9248E+01 mt/cm.  
 3.63635E+5 microseconds/inch or 1.43163E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 3333.33 microseconds or 1.14667 mt  
 Line Width: 4533.33 microseconds or 1.55947 mt

Sweep rate: 59.83Hz/Sec

Sweep range: 300.00Hz to 600.00Hz

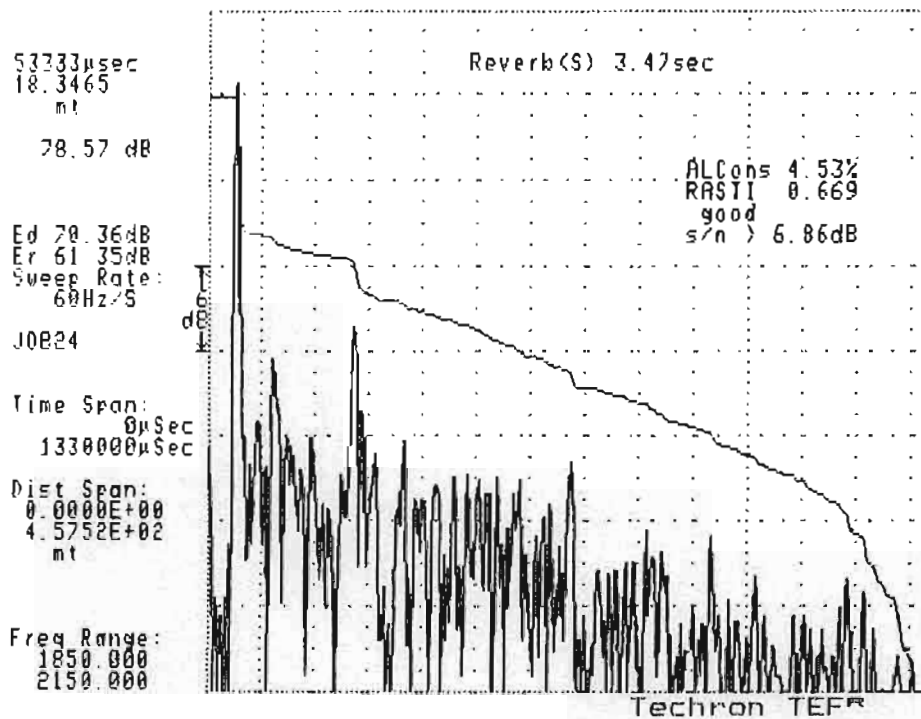
Window file name: HAMMING.W8T

Input configuration: Non-inverting  
 with 6dB of input gain & 9dB of IF gain.

Remarks:

12 DIFFUSORI, NON EQUALIZZATI

ETC of Pala de' Andre'  
 By FC  
 On 22/12/1991  
 At RAVENNA



Vertical: 6dB/div with base of display at 35.8dB  
 0dB is located at .00002 v/Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
 1330000 microseconds or 457.52 mt  
 scale: 1.2509E+02 mt/inch or 4.9248E+01 mt/cm.  
 3.63635E+5 microseconds/inch or 1.43163E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 3333.33 microseconds or 1.14667 mt  
 Line Width: 4533.33 microseconds or 1.55947 mt

Sweep rate: 59.83Hz/Sec

Sweep range: 1850.00Hz to 2150.00Hz

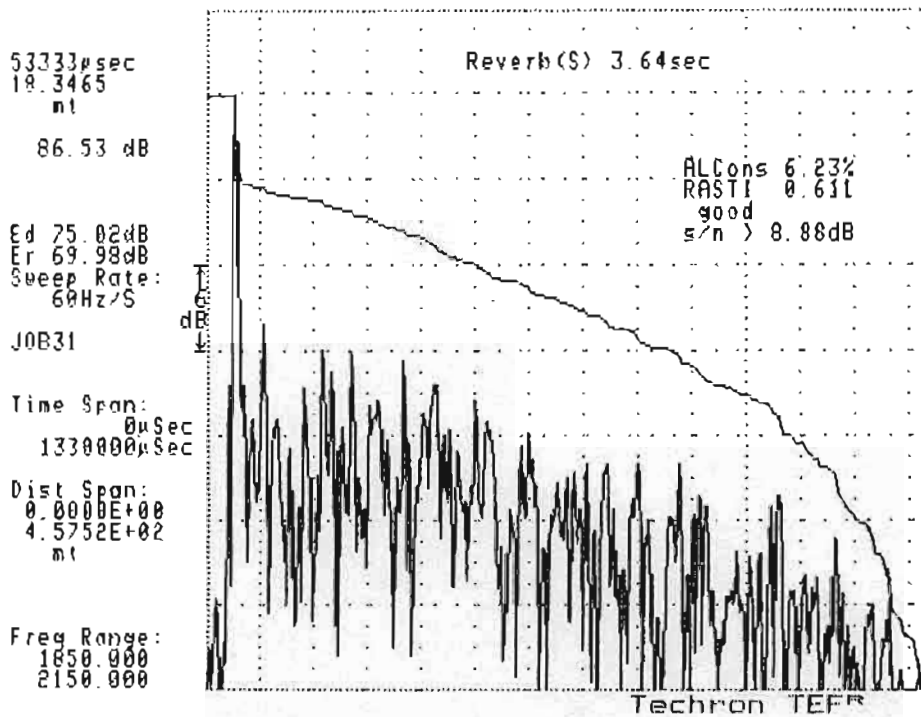
Window file name: HAMMING.WBT

Input configuration: Non-inverting  
 with 12dB of input gain & 9dB of IF gain.

Remarks:

ALL EQ.

ETC of Pala de' Andre'  
 By FC  
 On 22/12/1991  
 At RAVENNA



Vertical: 6dB/div with base of display at 44.8dB  
 0dB is located at .00002 v/Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
 1330000 microseconds or 457.52 mt  
 scale: 1.2509E+02 mt/inch or 4.9248E+01 mt/cm.  
 3.63635E+5 microseconds/inch or 1.43163E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 3333.33 microseconds or 1.14667 mt  
 Line Width: 4533.33 microseconds or 1.55947 mt

Sweep rate: 59.83Hz/Sec

Sweep range: 1850.00Hz to 2150.00Hz

Window file name: HAMMING.WBT

Input configuration: Non-inverting  
 with 12dB of input gain & 6dB of IF gain.

Remarks:

TUTTE LE 5 SEZIONI



ETC of IMPIANTO CONVENZIONALE SOSPESO

By FC

On 31/1/1992

At PALAEUR

ETC

96666µsec

33.2531

mt

56.77 dB

Ed 63.57dB

Er 78.31dB

Sweep Rate:

100Hz/S

J0E06

Time Span:

0µSec

133000µSec

Dist Span:

0.0000E+00

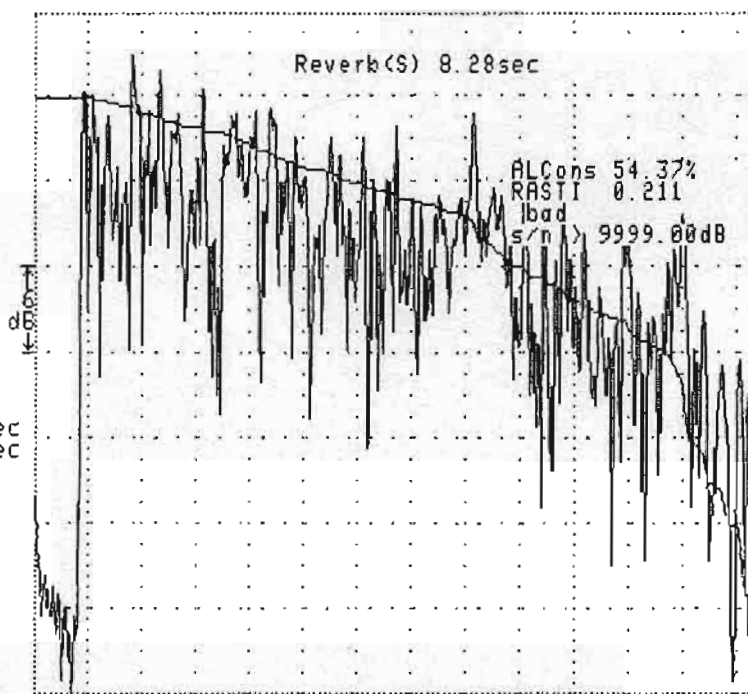
4.5752E+02

mt

Freq Range:

1850.000

2150.000



Vertical: 6dB/div with base of display at 30.0dB  
0dB is located at .00002 Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
1330000 microseconds or 457.52 mt  
scale: 1.2509E+02 mt/inch or 4.9248E+01 mt/cm.  
3.63635E+5 microseconds/inch or 1.43163E+5 microseconds/cm

Line Spacing: 3333.33 microseconds or 1.14667 mt

Line Width: 4533.33 microseconds or 1.55947 mt

Sweep rate: 99.92Hz/Sec

Sweep range: 1850.00Hz to 2150.00Hz

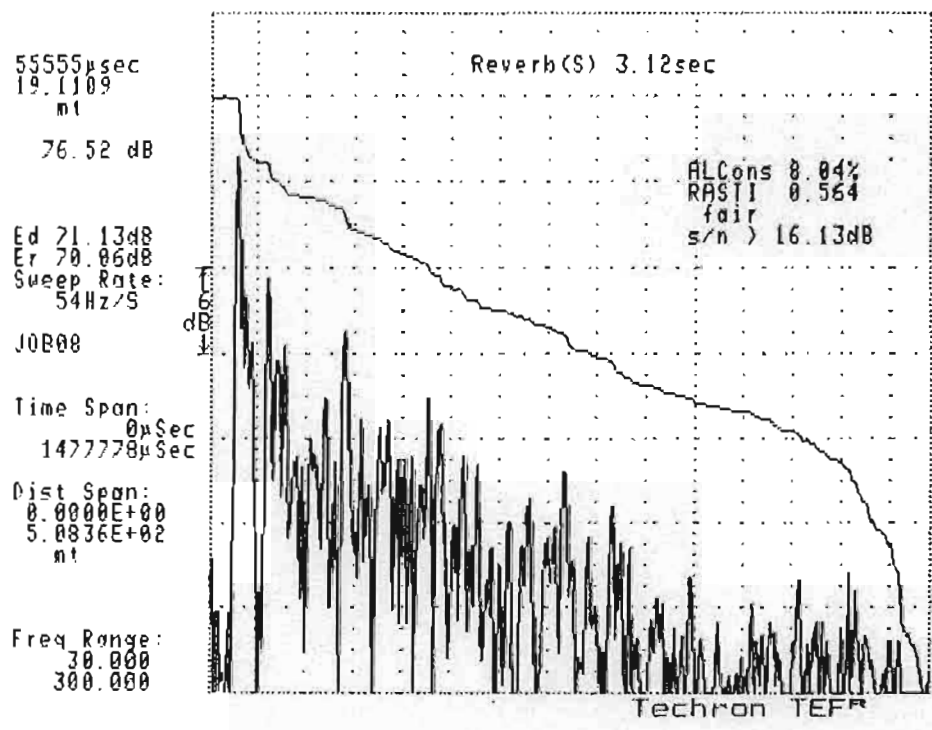
Window file name: HAMMING.WBT

Input configuration: Non-inverting  
with 12dB of input gain & 9dB of IF gain.

Remarks:

12 DIFFUSORI, NON EQUALIZZATI

ETC of Pala de' Andre'  
 By GC  
 On 22/12/1991  
 At RAVENNA



Vertical: 6dB/div with base of display at 38.8dB  
 0dB is located at .00002 v/Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
 147778 microseconds or 508.356 mt  
 scale: 1.3899E+02 mt/inch or 5.4720E+01 mt/cm.  
 4.04039E+5 microseconds/inch or 1.5907E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 3703.7 microseconds or 1.27407 mt  
 Line Width: 5037.04 microseconds or 1.73274 mt

Sweep rate: 53.98Hz/Sec

Sweep range: 30.00Hz to 300.00Hz

Window file name: HAMMING.WBT

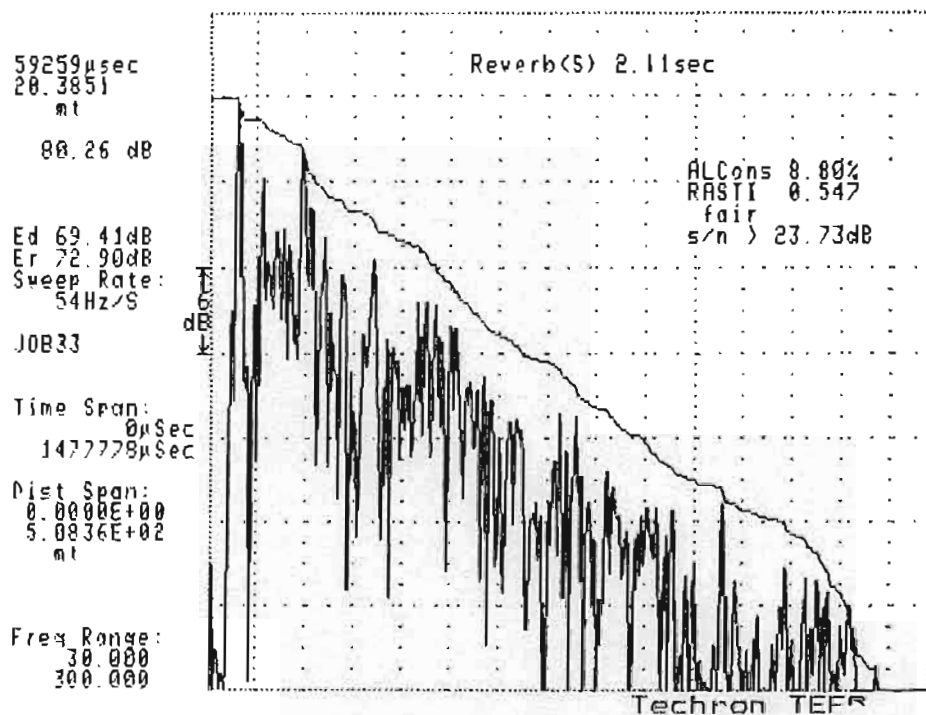
Input configuration: Non-inverting  
 with 12dB of input gain & 12dB of IF gain.

Remarks:

LF UNF.

8

ETC of Fala de' Andre'  
 By FC  
 On 22/12/1991  
 At RAVENNA



Vertical: 6dB/div with base of display at 38.8dB  
 0dB is located at .00002 v/Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
 147778 microseconds or 508.356 mt  
 scale: 1.3899E+02 mt/inch or 5.4720E+01 mt/cm.  
 4.04039E+5 microseconds/inch or 1.5907E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 3703.7 microseconds or 1.27407 mt  
 Line Width: 5037.04 microseconds or 1.73274 mt

Sweep rate: 53.98Hz/Sec

Sweep range: 30.00Hz to 300.00Hz

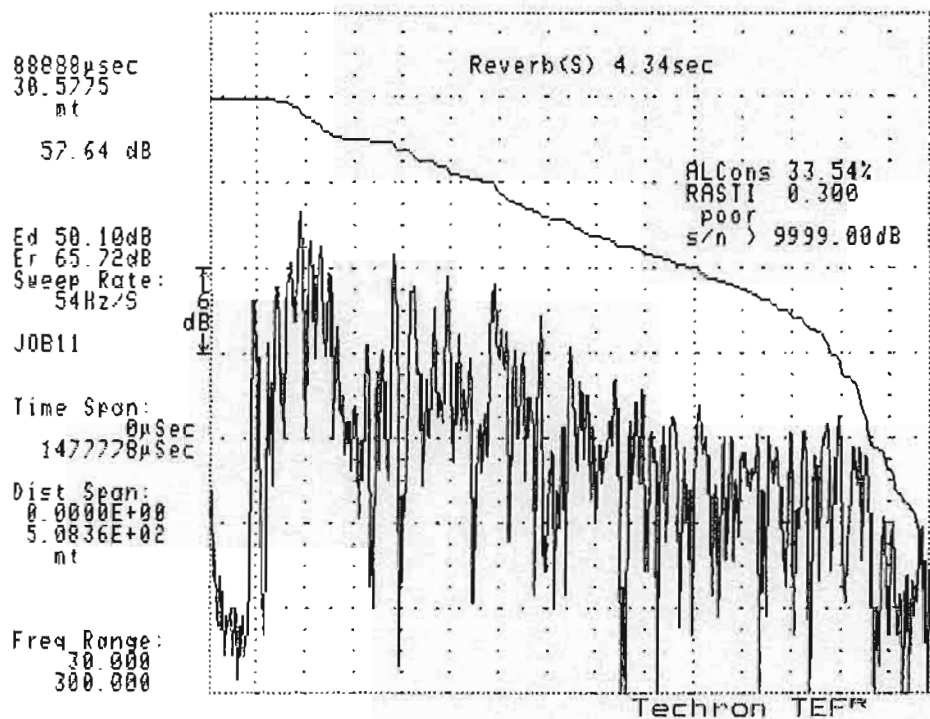
Window file name: HAMMING.WBT

Input configuration: Non-inverting  
 with 12dB of input gain & 6dB of IF gain.

Remarks:

TUTTE LE 5 SEZIONI

ETC of IMPIANTO CONVENZIONALE, SOSPESO  
 By FC  
 On 31/1/1992  
 At PALAEUR



Vertical: 6dB/div with base of display at 30.0dB  
 0dB is located at .00002 Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
 147778 microseconds or 508.356 mt  
 scale: 1.3899E+02 mt/inch or 5.4720E+01 mt/cm.  
 4.04039E+5 microseconds/inch or 1.5907E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 3703.7 microseconds or 1.27407 mt  
 Line Width: 5037.04 microseconds or 1.73274 mt

Sweep rate: 53.98Hz/Sec

Sweep range: 30.00Hz to 300.00Hz

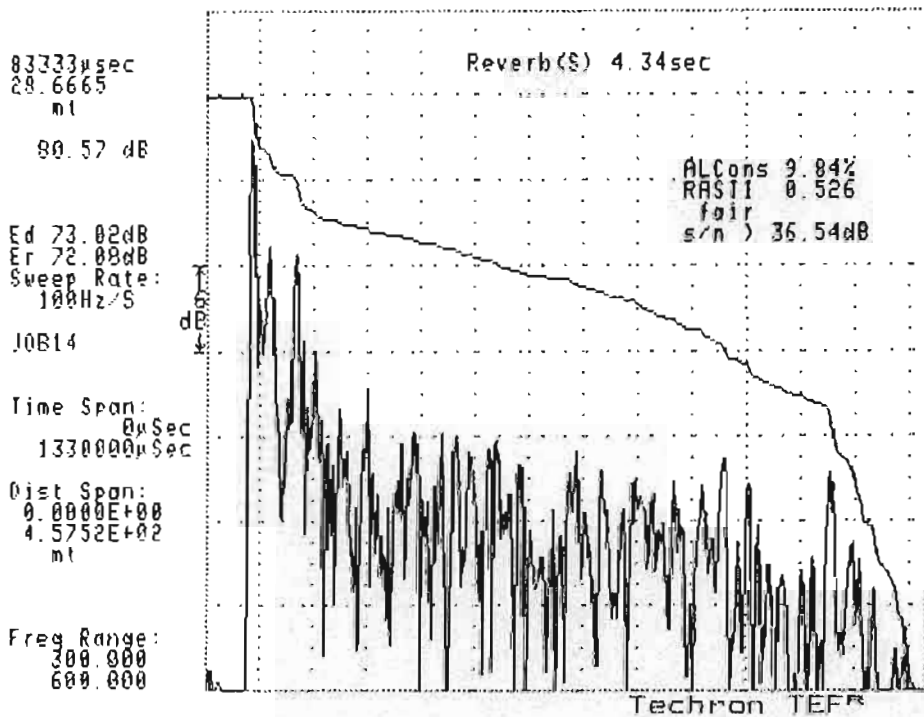
Window file name: HAMMING.WBT

Input configuration: Non-inverting  
 with 12dB of input gain & 9dB of IF gain.

Remarks:

12 DIFFUSORI, NON EQUALIZZATI

ETC of CONVENTION FORD  
 By FC  
 On 18/7/1991  
 At PALAEUR



Vertical: 6dB/div with base of display at 41.8dB  
 0dB is located at .00002 Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
 1330000 microseconds or 457.52 mt  
 scale: 1.2509E+02 mt/inch or 4.9248E+01 mt/cm.  
 3.63635E+5 microseconds/inch or 1.43163E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 3333.33 microseconds or 1.14667 mt  
 Line Width: 4533.33 microseconds or 1.55947 mt

Sweep rate: 99.92Hz/Sec

Sweep range: 300.00Hz to 600.00Hz

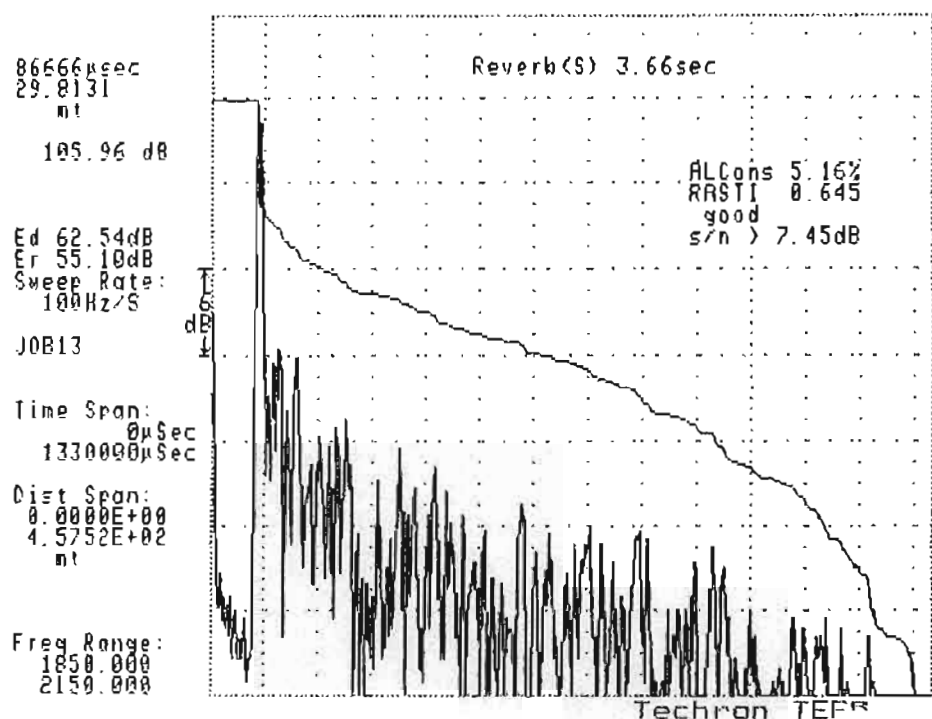
Window file name: HANNING.W8T

Input configuration: Non-inverting  
 with 12dB of input gain & 9dB of IF gain.

Remarks:

LF HORN UNEQUALIZED

ETC of CONVENTION FORD (LF HORN UNEQ.)  
 By FC  
 On 20/7/1991  
 At PALAEUR



Vertical: 6dB/div with base of display at 65.0dB  
 0dB is located at .00002 Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to 1330000 microseconds or 457.52 mt  
 scale: 1.2509E+02 mt/inch or 4.9248E+01 mt/cm.  
 3.63635E+5 microseconds/inch or 1.43163E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 3333.33 microseconds or 1.14667 mt  
 Line Width: 4533.33 microseconds or 1.55947 mt

Sweep rate: 100.46Hz/Sec

Sweep range: 1850.00Hz to 2150.00Hz

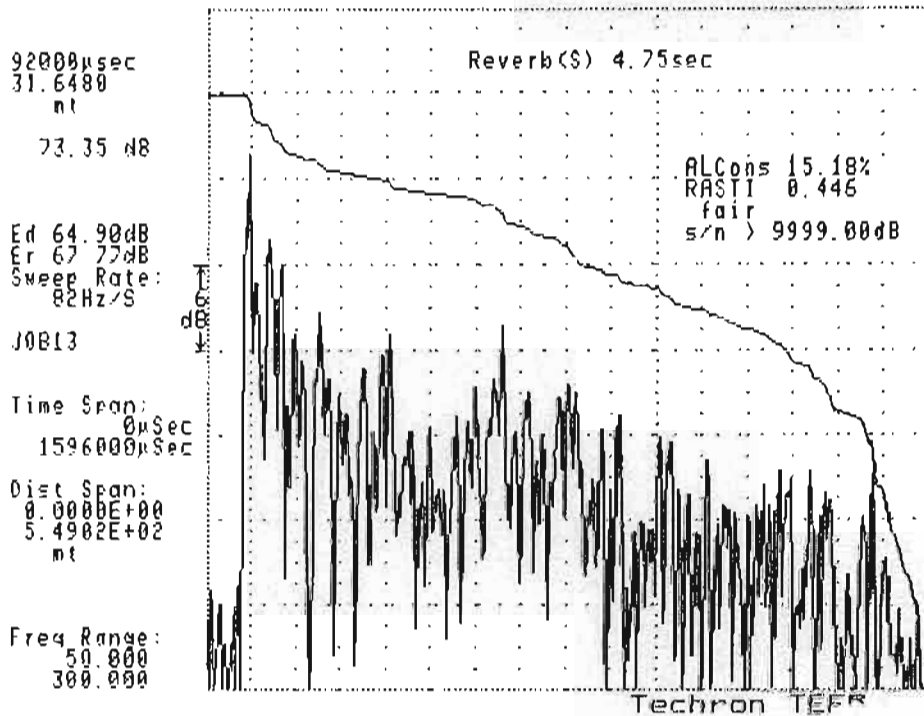
Window file name: HAMMING.W8T

Input configuration: Non-inverting  
 with 0dB of input gain & 6dB of IF gain.

Remarks:

TRIBUNA SUPERIORE LONTANA DAI DIFF.

ETC of CONVENTION FORD  
 By FC  
 On 18/7/1991  
 At PALAEUR



Vertical: 6dB/div with base of display at 35.8dB  
 0dB is located at .00002 Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to 1596000 microseconds or 549.024 mt  
 scale: 1.5011E+02 mt/inch or 5.9098E+01 mt/cm.  
 4.36362E+5 microseconds/inch or 1.71796E+5 microseconds/cm.

Line Spacing: 4000 microseconds or 1.376 mt  
 Line Width: 5440 microseconds or 1.87136 mt

Sweep rate: 82.39Hz/Sec

Sweep range: 50.00Hz to 300.00Hz

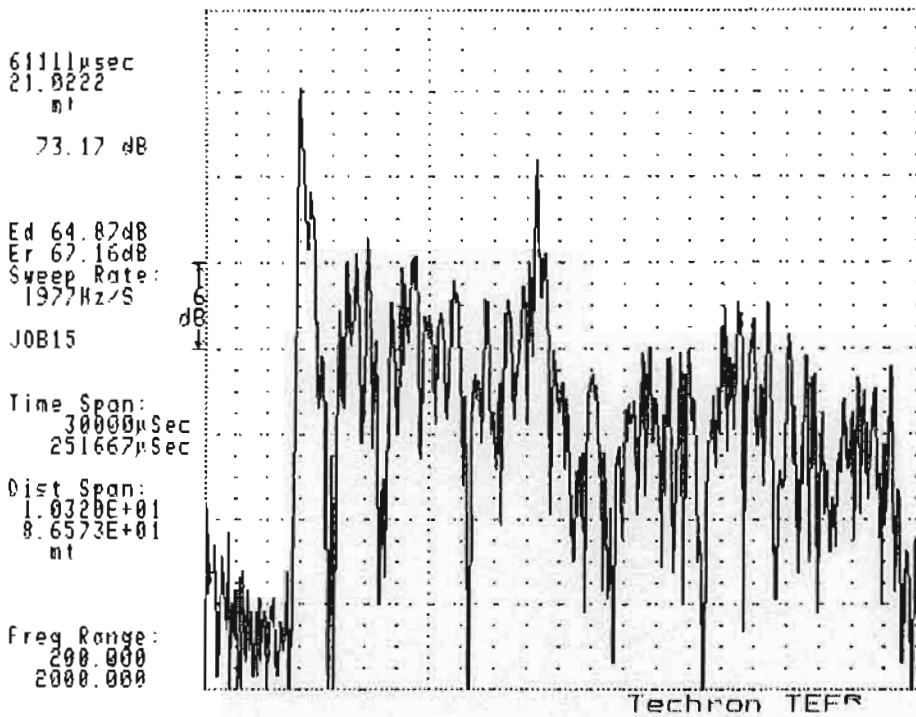
Window file name: HAMMING.W8T

Input configuration: Non-inverting  
 with 12dB of input gain & 9dB of IF gain.

Remarks:

LF HORN UNEQUALIZED

EIC of STEVIE WONDER concert  
 By FC  
 On JUNE 27, 1989  
 At ROMA PALAEUR



Vertical: 6dB/div with base of display at 39.0dB  
 0dB is located at .00002 Pascal

Horizontal: 30000 microseconds or 10.32 mt to  
 251667 microseconds or 86.5734 mt  
 scale: 2.0848E+01 mt/inch or 8.2080E+00 mt/cm.  
 60605 microseconds/inch or 23860 microseconds/cm.

Line Spacing: 555.556 microseconds or .191111 mt  
 Line Width: 755.555 microseconds or .259911 mt

Sweep rate: 1977.45Hz/Sec

Sweep range: 200.00Hz to 2000.00Hz

Window file name: HAMMING.W8T

Input configuration: Non-inverting  
 with 6dB of input gain & 6dB of IF gain.

Remarks:

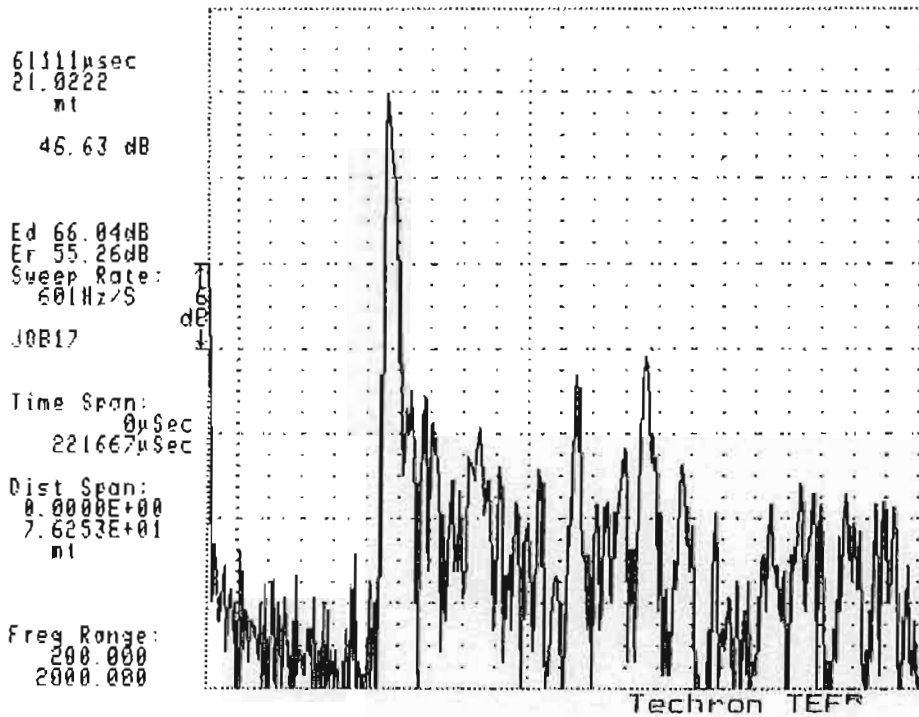
SOUND HIRE SYSTEM

15

Grafico n.13



ETC of Pala de' Andre'  
By FC  
On 22/12/1991  
At RAVENNA



Vertical: 6dB/div with base of display at 30.0dB  
0dB is located at .00002 v/Pa

Horizontal: 0 microseconds or 0 mt to  
221667 microseconds or 76.2534 mt  
scale: 2.0848E+01 mt/inch or 8.2080E+00 mt/cm.  
60605 microseconds/inch or 23860 microseconds/cm.

Line Spacing: 555.556 microseconds or .191111 mt  
Line Width: 755.555 microseconds or .259911 mt

Sweep rate: 601.15Hz/Sec

Sweep range: 200.00Hz to 2000.00Hz

Window file name: HAMMING.WBT

Input configuration: Non-inverting  
with 12dB of input gain & 9dB of IF gain.

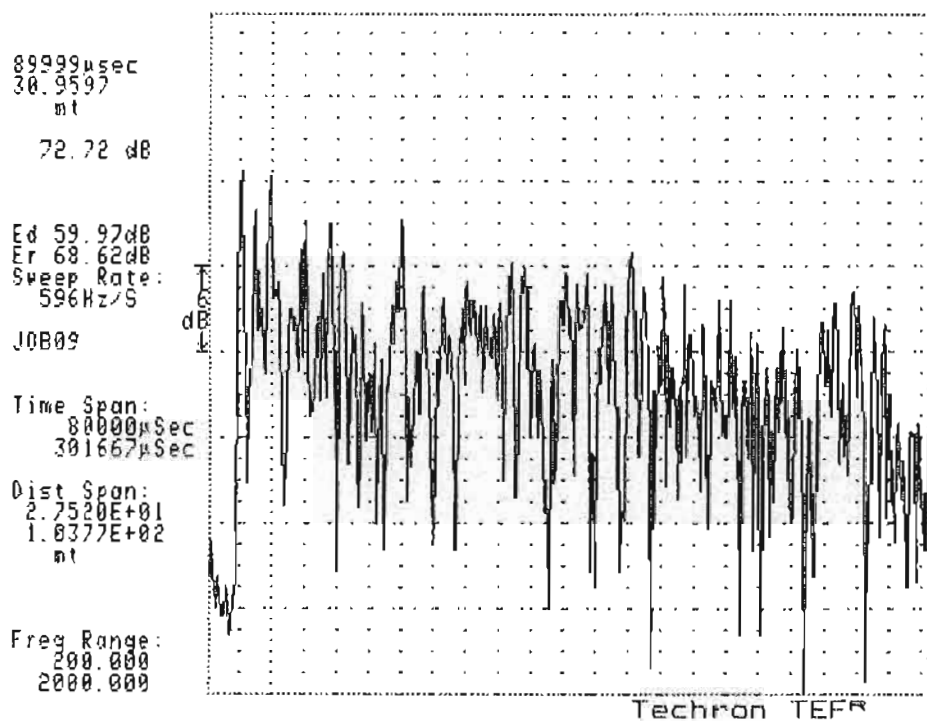
Remarks:

LF EQ.

17

Grafico n. 14

ETC of IMPIANTO CONVENZIONALE, SOSPESO  
By FC  
On 31/1/1992  
At PALAEUR



Vertical: 6dB/div with base of display at 36.0dB  
0dB is located at .00002 Pa

Horizontal: 80000 microseconds or 27.52 mt to  
301667 microseconds or 103.773 mt  
scale: 2.0848E+01 mt/inch or 8.2080E+00 mt/cm.  
60605 microseconds/inch or 23860 microseconds/cm.

Line Spacing: 555.556 microseconds or .191111 mt  
Line Width: 755.555 microseconds or .259911 mt

Sweep rate: 596.38Hz/Sec

Sweep range: 200.00Hz to 2000.00Hz

Window file name: HAMMING.WBT

Input configuration: Non-inverting  
with 6dB of input gain & 9dB of IF gain.

Remarks:

12 DIFFUSORI, NON EQUALIZZATI