

**AIA**  
ASSOCIAZIONE  
ITALIANA  
di ACUSTICA

Atti del  
XVIII CONVEGNO NAZIONALE

**L'AQUILA, 18-20 Aprile 1990**



Editor MARCO FUSETTI

## UNA SALA AD ACUSTICA VARIABILE: LA SALA PROVE "ABANELLA" DELL' ORCHESTRA DEL TEATRO ALLA SCALA.

A. Farina\*, C. Barabaschi\*\*.

\* Istituto di Fisica Tecnica, Facoltà di Ingegneria  
Università di Bologna, viale Risorgimento 2 (BO)

\*\* MATIS s.r.l., via Prampolini 4 - Poggio (RE).

### INTRODUZIONE

La possibilità di variare secondo le esigenze il comportamento acustico delle sale da concerto ha attirato negli ultimi anni i progettisti, soprattutto francesi ed anglosassoni. In particolare sono stati ricercati mezzi per modificare il tempo di riverberazione, sia mediante pannelli mobili ad assorbimento variabile, sia mediante camere riverberanti supplementari da mettere o meno in comunicazione con il volume principale.

Lo scopo di questi sforzi è sempre stato quello di adattare le caratteristiche acustiche dell' ambiente al genere musicale in corso di esecuzione, badando soprattutto al punto di vista dell' ascoltatore: si cerca cioè di massimizzare la preferenza da parte del pubblico per la sala, in relazione al tipo di musica ascoltata.

Il caso di cui si parla in questa memoria è del tutto diverso, poiché la sala "Abanella" non è destinata ad ospitare pubblico, ma solo l' Orchestra della Scala nel corso delle prove che precedono le esecuzioni nel famoso teatro. Pertanto la possibilità di modificare il tempo di riverbero ed il campo di prima riflessione, qui ottenute con pannellature mobili, ha lo scopo di rendere le condizioni acustiche ideali per l' orchestra, in particolare simulando la diversa situazione in cui essa si trova poi a suonare, in virtù dei diversi allestimenti scenici.

I tempi di riverbero devono essere adattati anche alle caratteristiche richieste dalle case discografiche che utilizzano la sala per le incisioni, a seconda del tipo di musica, strumentale o lirica.

### DESCRIZIONE DELLA SALA

La sala Abanella era inizialmente un cinematografo, a pianta quasi ovale e coperto da una volta in mattoni ad arco piuttosto ribassato. Tale forma non costituiva un

grosso problema per l'impiego originario, poiché le pareti erano rivestite di materiale fonoassorbente, e sotto la volta era installato un controsoffitto in gesso, che costituiva una vera e propria membrana vibrante.

Quando la sala fu riadattata come Sala Prove, ci si rese conto che la sua forma era quanto di più inadatto si possa immaginare per tale scopo, visto che le superfici curve davano luogo a riflessioni concentrate con disuniforme propagazione del suono.

E' stata pertanto effettuata una serie di successivi interventi, basati sull'impiego di pannelli riflettenti in legno sulle pareti laterali e sotto la volta, montati con opportune inclinazioni onde reindirizzare correttamente i flussi di energia sonora, per evitare le onde stazionarie che si formano a ben precise lunghezze d'onda fra la volta ed il soffitto. Inoltre sotto la volta sono state collocate due schiere di "baffles" fonoassorbenti, dotati di un sistema di movimentazione elettromeccanico in modo da poterne regolare a piacimento il numero ed il passo.

Nella parte della sala destinata al posizionamento degli orchestrali era in precedenza stato realizzato un impianto mobile regolabile in altezza, avente lo scopo di consentire il posizionamento degli strumentisti nella stessa situazione che in seguito si sarebbe riprodotta sul palcoscenico.

Dopo una serie di prove, l'Orchestra ha deciso di adottare due diverse disposizioni degli impianti mobili, e due condizioni di assorbimento della copertura.

Nel seguito viene riportato il confronto fra le due configurazioni estreme, e cioè impianti ribassati con minimo assorbimento ed impianti rialzati con massimo assorbimento.

#### MISURE SPERIMENTALI

In ciascuna configurazione della sala sono state eseguite misure sperimentali basate sull'acquisizione binaurale (mediante cuffia microfonica) delle risposte all'impulso prodotte da colpi di pistola.

La sorgente è stata collocata sul predellino del direttore d'orchestra, mentre il ricevitore è stato collocato in 77 punti uniformemente disposti nella sala, con un passo di  $m\ 3 \times 3$ .

Dalle registrazioni magnetiche digitali degli impulsi sono stati ottenuti questi parametri fisici:

- I.T.D.G. (tempo di ritardo fra onda diretta e prima riflessione);
- Ampiezza Equivalente delle prime riflessioni (secondo Ando (1));
- I.A.C.C. (Coerenza Mutua Inter-Aurale).
- Tempo di riverbero in terzi d'ottava  $T_{10}$  e  $T_{20}$  mediante integrazione di Schroeder;

I valori di ITDG sono calati leggermente nella configurazione ad impiantiti sollevati, poiché si è ridotta la distanza della sorgente sonora dalla copertura. In ogni caso i valori riscontrati sono di gran lunga inferiori a 20 ms, valore considerato come limite di utilità per il campo acustico per gli esecutori (al contrario, il limite per gli ascoltatori è usualmente compreso fra 50 e 80 ms).

In fig. 1 è riportato il confronto fra i valori della Ampiezza Equivalente delle riflessioni, che ovviamente è maggiore in assenza di pannelli fonoassorbenti, segnalando un campo sonoro più "vivo" e ricco di energia riflessa.

Per esigenze di spazio non sono qui riportate le mappe di IACC che assume comunque valori compresi fra 0.35 e 0.5; il parametro deve essere il più basso possibile per garantire condizioni di buon ascolto stereofonico, ma di fatto esso è importante soprattutto per gli ascoltatori, e conta poco per i musicisti. Viceversa esso torna ad essere molto importante quando la sala viene usata per incisioni musicali; in questo caso sono gli ingegneri del suono della casa discografica a valersi delle possibilità di modificare l'acustica della sala.

In particolare è risultato che la Deutsche Grammophon gradisce un campo sonoro molto diffuso e riverberante, e pertanto adotta solitamente la prima configurazione, mentre la Decca vuole un campo sonoro molto secco e diretto, poiché evidentemente aggiunge in seguito sia la riverberazione che gli effetti spaziali con tecniche elettroniche.

Il tempo di riverbero ha mostrato una variabilità molto modesta da un punto all'altro della sala; sono pertanto stati calcolati i valori medi in ciascuna delle due configurazioni studiate; essi sono riportati a confronto nella fig. n. 2. Si può osservare che la differenza è di circa 0.6 s, e copre abbondantemente la massima differenza di allestimenti possibile nel Teatro alla Scala. Si osserva anche che a bassa frequenza vi sono

alcune bande in cui il tempo di riverbero sale nella configurazione di massimo assorbimento; ciò è imputabile all'effetto di copertura dei pannelli in legno, che evidentemente agiscono da assorbitori a bassa frequenza, oppure all'avvicinamento della sorgente sonora alla volta in mattoni, che dà luogo a fenomeni di circolazione d'energia al di sopra dei pannelli stessi.

Vista la presenza di una forma dell'ambiente molto pericolosa, con possibilità di focalizzazioni da parte delle pareti curve e della volta, è stata infine realizzata una mappatura del livello sonoro, collocando una sorgente di rumore rosa sempre sul predellino del direttore d'orchestra. In fig. 3 è riportata la mappa isolivello così ottenuta, che mostra la pressoché totale assenza dei fenomeni temuti. Tale risultato è sicuramente dovuto agli schermi riflettenti inclinati collocati sia lungo le pareti laterali che sotto la volta. La mappatura è stata eseguita in condizioni di massima riverberazione, ma alcuni rilievi puntuali hanno mostrato che la situazione cambia molto poco nell'altra configurazione.

## CONCLUSIONI

Sono stati presentati i risultati di rilievi sperimentali compiuti nella sala "Abanella" di Milano, ottenuti nelle due estreme configurazioni che essa può presentare.

L'impiego di "baffles" fonoassorbenti a movimentazione elettromeccanica ha consentito, come prevedibile, una notevole variazione dei tempi di riverberazione.

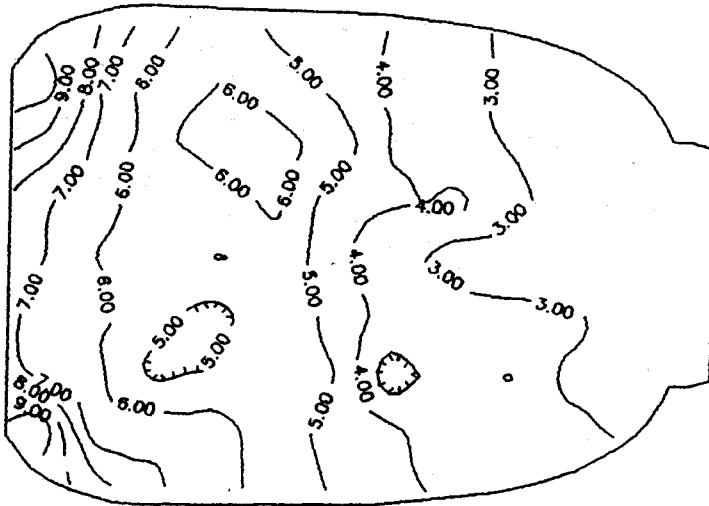
Sono stati studiati anche i principali descrittori del campo sonoro di prima riflessione, sia monoaurali (ITDG, Ampiezza Equivalente) che binaurali (IACC); sebbene in questo caso non si verificano differenze sostanziali fra le due configurazioni, si è osservata una riduzione della ampiezza delle onde riflesse dalla volta di copertura in presenza dei pannelli fonoassorbenti.

E' stata infine effettuata una verifica della uniformità di distribuzione del livello sonoro, impiegando una sorgente di rumore rosa stazionario, che ha mostrato come le pannellature riflettenti poste sulla volta e sulle pareti laterali risultino efficaci nell'evitare concentrazioni e focalizzazioni dovute alle ampie superfici curve.

## BIBLIOGRAFIA

[1] Y.Ando, "Concert Hall Acoustics", Springer-Verlag, Berlino (1985).

Sala Abanella - Milano - Massima Riverberazione



Sala Abanella - Milano - Minima Riverberazione

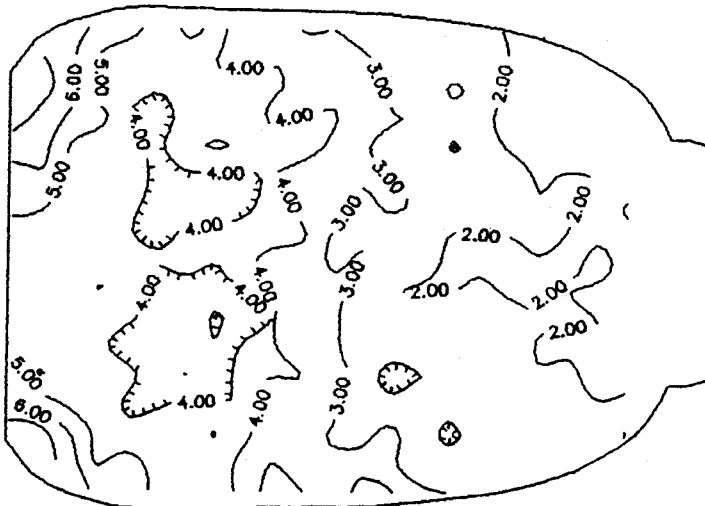


Fig. 1 - Confronto fra Ampiezza Equivalente delle Riflessioni.

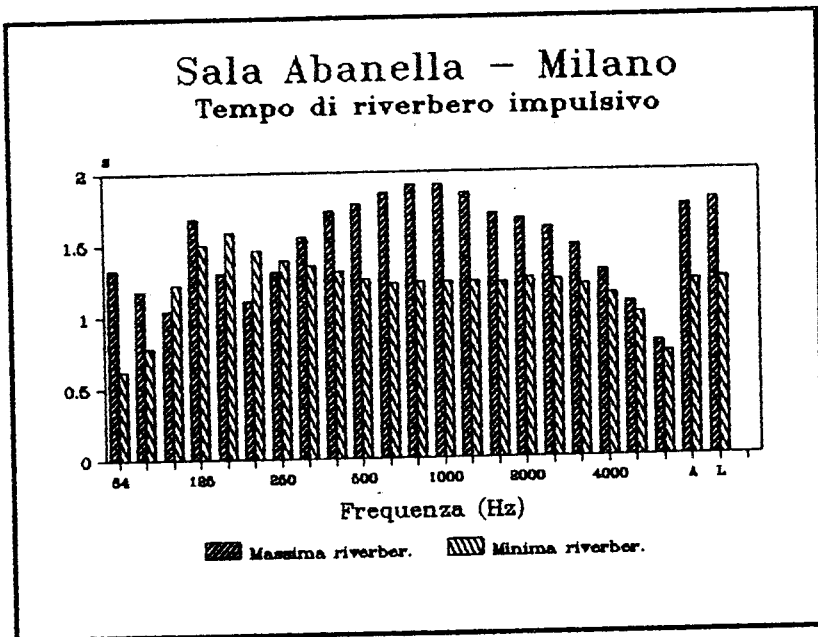


Fig. 2 - Confronto fra i tempi di riverbero.

### Sala Abanella - Milano - Mappa Livello Sonoro

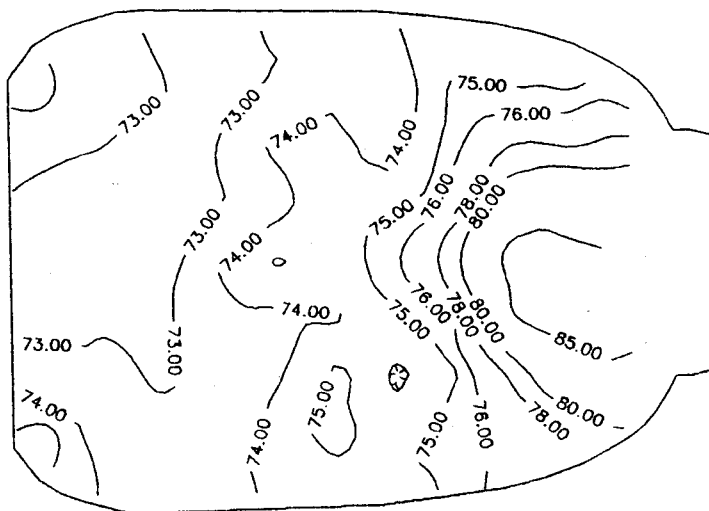


Fig. 3 - Mappa del Livello Sonoro (Massima Riverberazione)