

CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEL TEATRO ALLA SCALA DI MILANO

Angelo Farina (1), Andrea Capra (1), Enrico Armelloni (1), Christian Varani (1),
Alberto Amendola (1)

1) Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Parma

1. Il teatro (da [1])

Il Teatro alla Scala di Milano, citato spesso semplicemente come La Scala, oltre ad essere uno dei teatri più famosi al mondo è conosciuto come "il tempio della lirica"; situato in una delle piazze maggiormente frequentate ed eleganti della città, l'omonima *Piazza della Scala*, dalla quale prende appunto il nome. L'attuale stagione teatrale, uno dei più importanti eventi della vita culturale milanese, è composta da opera lirica, balletto e concerti di musica classica.



Figura 1 – Sala e facciata del Teatro La Scala

1.1 La storia

Il teatro della Scala fu fondato per volere dell'imperatrice Maria Teresa d'Austria dopo l'incendio che nel 1776 (il 26 febbraio) distrusse il Teatro Regio Ducale di Milano, che fino a quel momento ospitava l'opera lirica. Le spese per l'edificazione del nuovo teatro furono sostenute dai proprietari dei palchi del Teatro Regio Ducale in cambio del rinnovo della proprietà dei palchi.

Il progetto venne affidato al celebre architetto neoclassico folignate Giuseppe Piermarini. L'edificio venne inaugurato il 3 agosto 1778 in presenza dell'arciduca Ferdinando d'Asburgo-Este; la prima rappresentazione fu quella dell'opera Europa riconosciuta di Antonio Salieri.

Prima del 1900 i musicisti e il direttore d'orchestra non avevano un loro posto ma suonavano davanti al pubblico il quale non riusciva a vedere al meglio lo spettacolo, durante le feste mondane suonavano sul palcoscenico per lasciar maggior spazio alla pista da ballo in platea.

La Scala venne bombardata durante la seconda guerra mondiale, nella notte tra il 15 ed il 16 agosto del 1943, subendo gravi danni al soffitto e alle pareti danneggiate dalla caduta del soffitto e del tetto. L'edificio venne subito ricostruito come prima del conflitto, e venne riaperto l'11 maggio 1946, con un memorabile concerto di Arturo Toscanini.

Nel dopoguerra la Scala visse una seconda stagione magica. La gestione di Ghiringhelli fu contrassegnata tra l'altro dalle partigianerie tra i tifosi di Maria Callas e di Renata Tebaldi: chi si recava a quei tempi in Galleria trovava capannelli di milanesi che discutevano animatamente di lirica. La gestione di Paolo Grassi Negli anni '70 si è registrato il periodo di maggior produttività del Teatro, che metteva in scena quasi 300 rappresentazioni all'anno.

1.2 Aspetti architettonici

Dal punto di vista architettonico la Scala si rifà al Teatro della Reggia di Caserta, del Vanvitelli, ma divenne immediatamente il modello di riferimento per il "teatro all'italiana" a cui si ispirarono molti altri teatri, tra cui La Fenice di Venezia (rifacimento) ed altri.

Attualmente ha un aspetto che richiama il neoclassico, con le fasce che costituiscono il parapetto di gallerie e palchi in color avorio, e decorazioni in oro. Le pareti che separano un palco dall'altro sono un po' arretrate in modo da migliorare la visione. Inizialmente i palchi erano decorati nel modo preferito dai singoli proprietari, che vi ponevano tappezzerie colorate, mobili, specchi e sedie di loro scelta. Ora le pareti sono state uniformate con del damasco rosso, ad eccezione di un palco (superstite al bombardamento del 1943) che è stato mantenuto con l'arredo e le decorazioni originarie. Fino a pochi anni fa il pavimento della platea, dei palchi, delle scale e dei corridoi era completamente rivestito di moquette rossa. Dopo la ristrutturazione la platea è stata pavimentata con legno a vista, disposto in strati speciali al fine di migliorare l'acustica. Nei palchi è stata posata della terracotta. L'effetto prima della ristrutturazione era di un ambiente più lussuoso, ma bisogna dire che ora, oltre all'estetica, anche l'acustica risulta migliorata.



Figura 2 – Interno della sala

Tra il 2002 e il 2004 la Scala è stato oggetto di una radicale ristrutturazione, allo stesso modo in cui si era intervenuti anche sui grandi teatri europei (L’Opera di Parigi e il Covent Garden di Londra). Questa ha portato ad aggiungere una torre scenica di dimensioni anche maggiori, e (a lato) una struttura a pianta ovale. Il progetto è stato dell’architetto svizzero Mario Botta, il consulente acustico è stato il prof. Arau di Barcellona.

2. La caratterizzazione acustica

I rilevamenti dei principali parametri acustici sono stati effettuati a più riprese dal 2006 al 2011, su richiesta dell’Orchestra della Scala. E’ stata impiegata un tecnica di misura molto simile a quella utilizzata nel progetto Waves [2].

2.1 Strumentazione

Per le misure sono stati impiegati un microfono omnidirezionale 4189 *Brüel & Kjaer*, una testa con sistema binaurale *Sennheiser MKE2002 set* ed un microfono *Soundfield ST-250*. Come si vede dalla figura 3, i microfoni sono stati posizionati sulla testa artificiale.

Come sorgente del segnale di test è stato scelto un dodecaedro *Lookline D300* coadiuvato da un subwoofer *Audio Pro 100*. Per ottenere la migliore trasparenza possibile, il sistema di riproduzione è stato equalizzato in potenza secondo la norma ISO 9614 e l’utilizzo di una sonda intensimetrica *Brüel & Kjaer* [3].

Sia la sorgente sonora che il sistema microfonico sono stati connessi ad una scheda audio *Motu Traveller*, a sua volta collegata ad un computer portatile.



Figura 3 – Sistema microfonico impiegato

Come segnale di test è stato scelto lo sweep seno-logaritmico da 22 Hz a 22 kHz, seguendo la norma ISO 3382 [4]. Tutte le registrazioni sono state processate tramite *Adobe Audition* [5] e il plug-in *Aurora Acoustical Parameters* [6].

Tutti i parametri monofonici sono stati ricavati dal microfono omni (B&K 4189), la Lateral Fraction è stata ricavata utilizzando il canale W e il canale Y mentre il parametro IACC è stato ricavato dalle misure con la testa binaurale.

2.2 Condizioni di misura

Le prove si sono svolte in assenza della fossa orchestrale e delle scenografie.

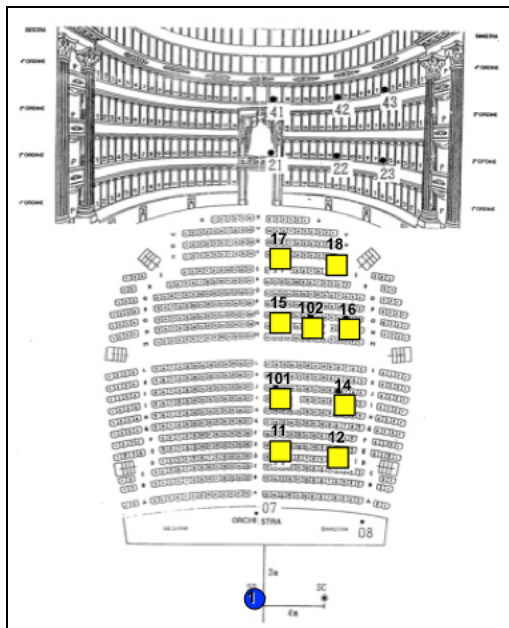


Figura 4 – Punti di misura dei parametri acustici

Si è scelto di eseguire le misurazioni ponendo la sorgente in un unico punto sul palco e di collocare il sistema microfonico in vari punti della platea. Vista la simmetria della sala, si è scelto di misurarne solo un lato. Le misure sono sempre state eseguite a teatro chiuso, di notte, in assenza di personale all'interno.

2.3 I parametri acustici rilevati

Di seguito sono riportati i dati relativi ai principali parametri acustici definiti nella norma ISO 3382. Tali dati, riportati in tabella 1, sono i risultati di medie effettuate su tutte le misure a disposizione.

Tabella 1 – Tabella riassuntiva dei parametri acustici rilevati

Freq. [Hz]	<i>125</i>	<i>250</i>	<i>500</i>	<i>1000</i>	<i>2000</i>	<i>4000</i>	<i>8000</i>
C50 [dB]	0.88	-1.09	0.20	2.50	2.19	3.91	7.80
C80 [dB]	2.04	4.54	3.39	2.82	3.13	5.46	5.20
D50 [%]	53	44	49	60	59	65	79
Ts [ms]	107	85	69	53	63	46	26
EDT [s]	1.21	1.19	1.27	1.16	1.17	1.00	0.57
T10 [s]	1.55	1.49	1.38	1.39	1.31	1.19	0.70
T20 [s]	1.54	1.37	1.27	1.25	1.23	1.13	0.75
T30 [s]	1.49	1.35	1.23	1.20	1.20	1.10	0.78
IACC	0.95	0.87	0.60	0.67	0.63	0.67	0.60
LF	0.20	0.18	0.12	0.13	0.23	0.39	0.39

“Teatri d’opera dell’Unità d’Italia”

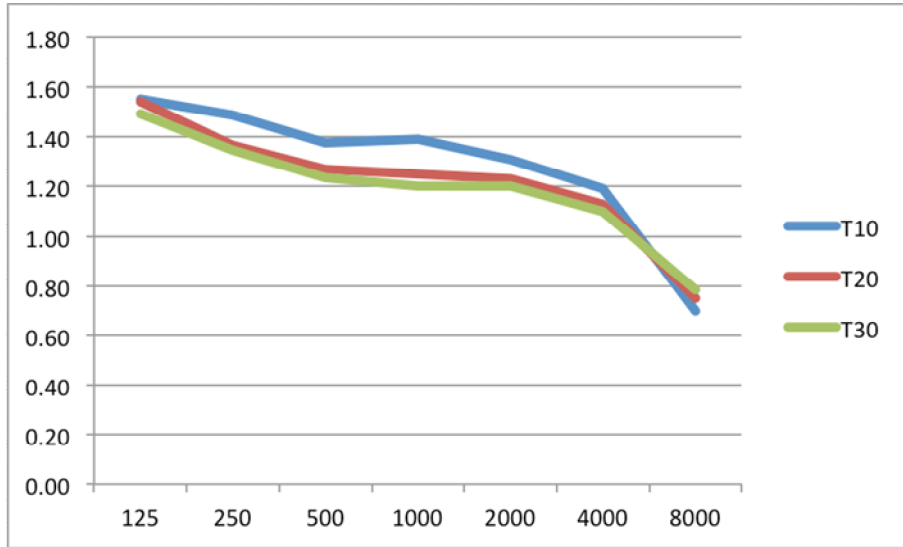


Figura 6 – T10, T20 e T30: andamento in frequenza.

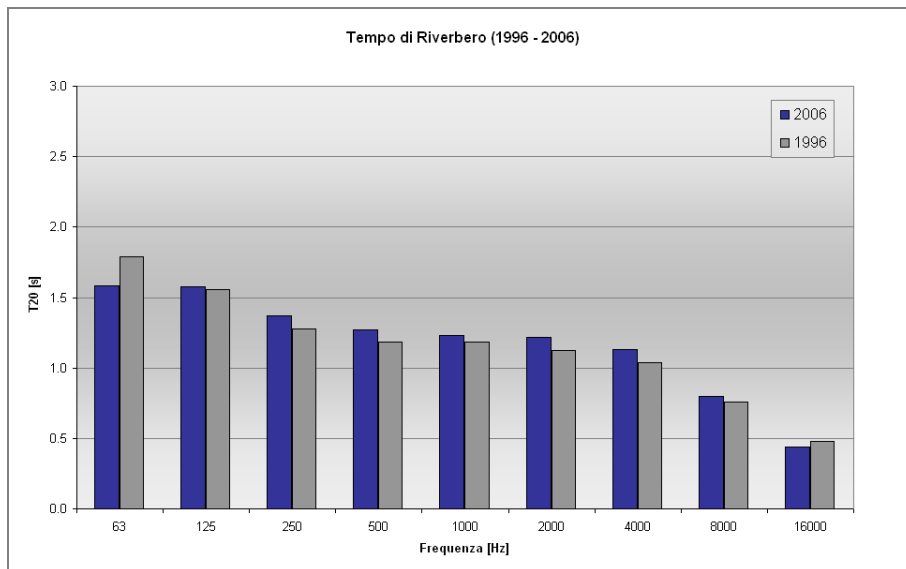


Figura 7 – Confronto tempo di riverbero T20 prima e dopo la ristrutturazione.

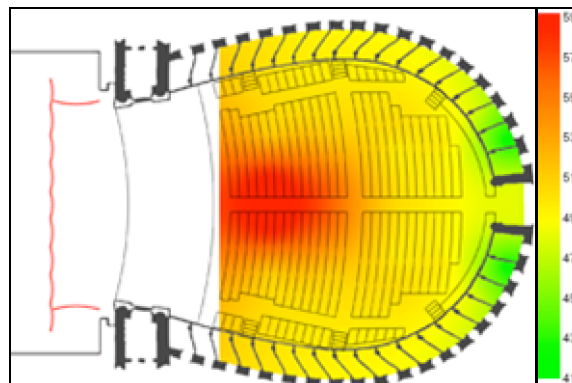


Figura 7 – Distribuzione della pressione sonora (SPL in dB) in platea.

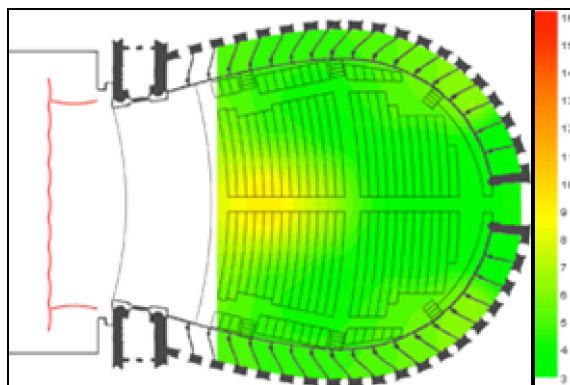


Figura 8 – Distribuzione della Chiarezza C80 (dB) in platea.

3. Conclusioni

Nonostante il lieve miglioramento del tempo di riverbero ottenuto grazie al rifacimento delle pavimentazioni, che è ora più regolare al variare della frequenza, la sala rimane troppo sorda, anche in considerazione del suo elevato volume e capienza di spettatori.

A sala piena il tempo di riverbero è pari a circa 1.1 secondi, e la chiarezza è attorno ai 5 dB. Queste condizioni richiedono un grosso sforzo vocale per i cantanti, e rendono poco amalgamato il suono dell'orchestra. Tale risultato è stato determinato principalmente dall'installazione di poltroncine interamente rivestite di velluto, ma anche, in minor misura, dal rivestimento di damasco rosso entro i pachi, installato sopra una imbottitura di poliuretano espanso a cellula chiusa, cosa che ha determinato un assorbimento acustico maggiore delle attese.

Sono attualmente in corso lavori di rifacimento del rivestimento delle pareti dei palchi, eliminando lo strato di poliuretano ed incollando direttamente il damasco alla parete, nel tentativo di ridurre almeno questa fonte di eccessivo assorbimento acustico.

4. Bibliografia

- [1] Wikipedia, l'enciclopedia libera: http://it.wikipedia.org/wiki/Teatro_alla_Scala
- [2] A. Farina, R. Ayalon, "Recording concert hall acoustics for posterity", 24th AES Conference on Multichannel Audio, Banff, Canada, 26-28 June 2003
- [3] ISO 9614-2 - Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante il metodo intensimetrico. Misurazione per scansione – 30/06/98
- [4] ISO 3382 – Acoustics - Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters – International Organization for Standardization, Switzerland, 1997
- [5] Adobe Audition: <http://www.adobe.com>
- [6] Aurora Software: <http://www.aurora-plugins.com>