

Il Teatro degli Intrepidi di Giovan Battista Aleotti rivive attraverso le nuove tecniche dell'acustica virtuale

P. Fabbri (*), A.Farina(°), P.Fausti(+), R.Pompoli(+)

(*) Istituto di Storia dell'Arte - Università di Ferrara

(°) Dipartimento di Ingegneria Industriale - Università di Parma

(+) Istituto di Ingegneria - Università di Ferrara

Abstract

This paper describes the techniques employed for the architectonic and acoustic rendering of the Teatro degli Intrepidi in Ferrara, designed by Giovan Battista Aleotti at the beginning of 17th century. Shape, dimension and materials were chosen according to the historical documents found. Where no information was available, the choices were made according to what can be seen in the Teatro Farnese in Parma, which was also designed by the same architect a few years later, and in which the same new design solutions were used.

The acoustical rendering was obtained by employing modern techniques of virtual acoustic reality, yielding the auralization of anechoic samples of speech and music with the numerically computed impulse responses of the theatre.

1 Descrizione del teatro

Il Teatro degli Intrepidi di Giovan Battista Aleotti (1546-1636), costruito a Ferrara nel 1605 fu uno dei primi esempi di teatro stabile in Italia. L'Aleotti lo aveva realizzato su incarico del Marchese Enzo Bentivoglio riducendo "in forma di bellissima arena" [1] un granaio presso la chiesa di S. Lorenzo, che l'Accademia degli Intrepidi aveva avuto in affitto dal Duca di Modena Cesare d'Este. Questa Accademia, fondata agli inizi del 1600 da alcuni letterati ferraresi, si distingueva per "grandiosi spettacoli e rappresentazioni e torneamenti e giostre e melodrammi" [2]. Del teatro rimane un disegno con la pianta conservato all'Archivio di Stato di Modena, attribuito da A. Cavicchi [3] all'Aleotti. In questo teatro Giovan Battista Aleotti, pur rifacendosi alle soluzioni architettoniche del teatro Olimpico di Vicenza (1580) di Andrea Palladio (1518-1580), sopprime la scena fissa ed anticipa alcune fondamentali caratteristiche dei teatri d'opera moderni. Nella sala, le gradinate formano una "U" rendendo più ampio lo spazio destinato ad ospitare alcune parti dello spettacolo; tale spazio, in seguito, sarà occupato dalla platea. Dietro alla galleria, a differenza dei teatri "Olimpico" di Vicenza e "Olimpico" di Sabbioneta di Vincenzo Scamozzi (1553-1613), introduce altre gradinate che costituiscono, secondo alcuni studiosi, l'embrione delle file sovrapposte dei palchi. Il palcoscenico viene ampliato per ospitare scene mobili e per permettere la movimentazione delle macchine.

La novità più importante rispetto ai precedenti teatri è rappresentata sicuramente da un elaborato arco di proscenio che incornicia la prospettiva come si vede nella incisione di O.

Gatti [4] che rappresenta la "scena tragica" dedicata a Ranuccio Farnese nel 1618 (fig.1). Pur non essendo una invenzione dell'Aleotti, l'arcoscenico è per la prima volta presente in modo stabile come parte integrante dell'organizzazione spaziale di un teatro. L'arco di proscenio, dividendo la sala dall'area del palcoscenico, svolge non solo la fondamentale funzione di nascondere i macchinari, ma costituisce l'elemento architettonico più monumentale del teatro. Questo elemento di separazione, inizialmente senza alcun collegamento tra sala e palcoscenico, verrà successivamente modificato dallo stesso Aleotti introducendo nella Sala Grande del Palazzo Ducale adibita a teatro, prima un ponte mobile (1612) e quindi una scala fissa (1624) dotata di due rampe laterali che consentiranno la sistemazione dell'orchestra al centro, davanti al palcoscenico (buca d'orchestra).

Tutti questi elementi innovativi troveranno piena realizzazione nell'opera maggiore dell'Aleotti: il teatro Farnese di Parma (1617-1618). Il teatro degli Intrepidi fu restaurato una prima volta nel 1626 da Francesco Guitti, allievo dell'Aleotti, che munì il palcoscenico di nuovi impianti tecnici per la movimentazione delle macchine e di vari tipi di scene che si affiancano a quella "tragica" dell'Aleotti. Profondamente restaurato nella sola parte riservata al pubblico nel 1660 dall'architetto Carlo Pasetti, il teatro fu distrutto da un incendio l'11 giugno 1679.

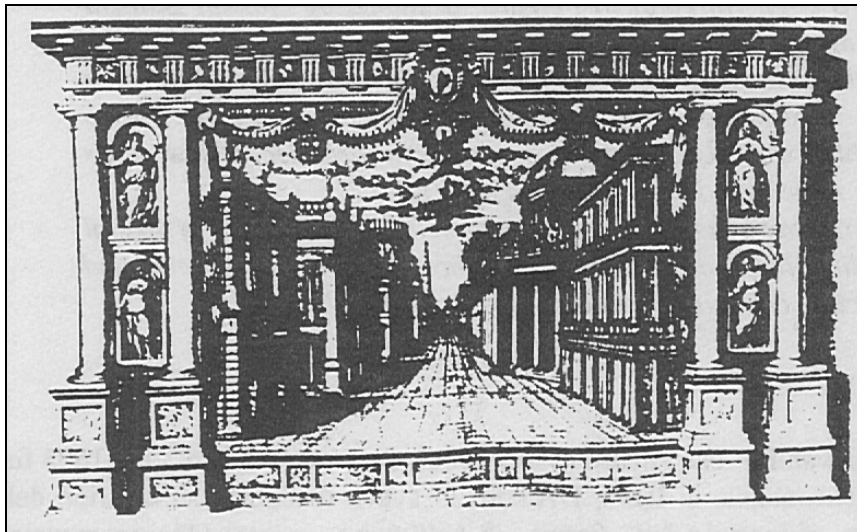


Fig. 1 - Arco Scenico nell'incisione di O. Gatti

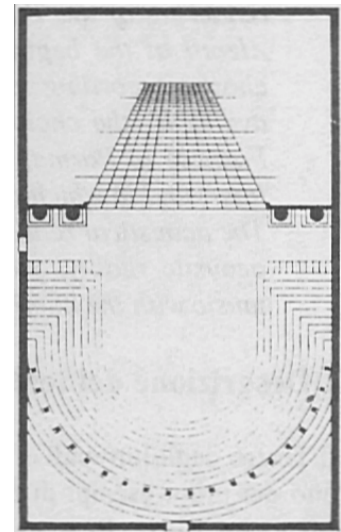


Fig. 2 - Pianta

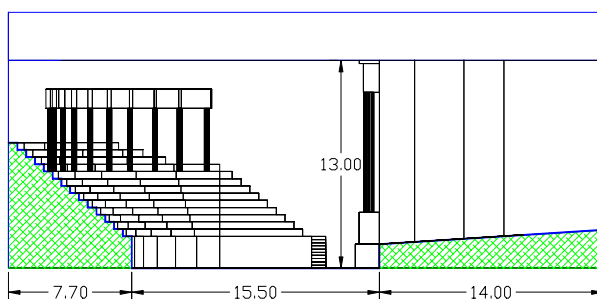


Fig. 3 - Sezione longitudinale

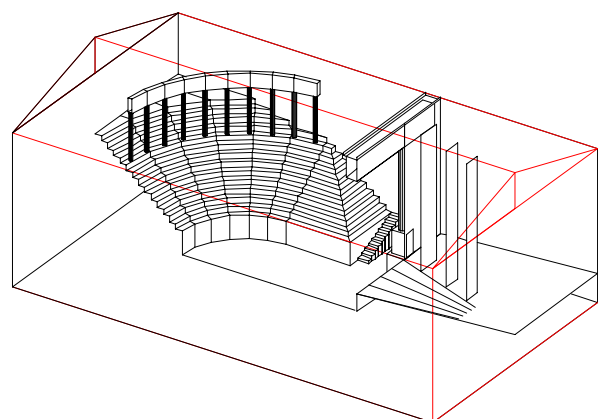


Fig. 4 - Assonometria

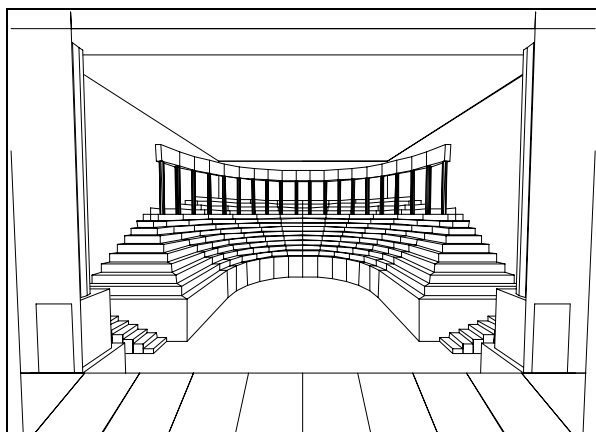


Fig. 5 - Prospettiva vista da dentro il palcosc.

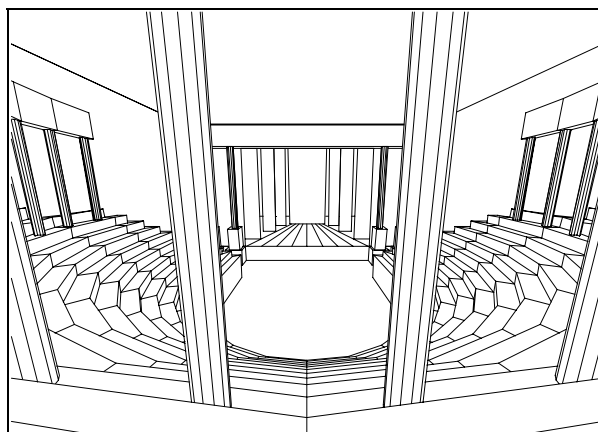


Fig. 6 - Prospettiva vista dalla gradinata

2 Ricostruzione architettonica ed acustica del teatro

2.1 Dimensioni

La figura 2 mostra la pianta del teatro secondo il Cavicchi. Le dimensioni in pianta da noi utilizzate per la ricostruzione della sala sono di m 22 x 37. L'altezza del teatro, di m. 13, è stata dedotta, oltre che dal disegno dell'arcoscenico di figura 1, dalle probabili dimensioni dei 13 gradoni della cavea e dalla corona di colonne con architrave che costituivano il loggiato. Il volume della sala e del palcoscenico risultano rispettivamente di 5.400 m³ e di 4.000 m³. Il palcoscenico presenta una superficie in pianta di 300 m². Il numero massimo di spettatori che il teatro poteva contenere si può stimare in circa 800.

2.2 Materiali

Il grado di finitura delle pareti del granaio in cui fu costruito il teatro e la presenza di un soffitto nella sala possono essere ragionevolmente dedotti per analogia con la tecnica costruttiva adottata dallo stesso Aleotti nel Teatro Farnese. Da una lettera al Duca di Parma, scritta nella primavera del 1618 per chiedere licenza, l'Aleotti ci fa infatti capire come le parti scoperte dal legno fossero intonacate e come fosse previsto, a chiusura della sala, un soffitto dipinto realizzato in sottili tavole di legno di pioppo. Sopra il palcoscenico non è stato inserito alcun soffitto in considerazione del fatto che le travi di copertura del granaio dovevano essere un indispensabile aggancio per carrucole, rinvii ed altri sistemi di movimentazione dei vari macchinari. L'intero teatro era realizzato in legno: gradoni, colonne, arcoscenico e palcoscenico. In mancanza di precisi riferimenti documentari, il pavimento della cavea è stato ipotizzato in cotto secondo le consuetudini costruttive dell'epoca.

3 Simulazione acustica del teatro: visualizzazione ed auralizzazione

La ricostruzione grafica ed acustica del teatro è stata condotta impiegando due software di previsione: "RAMSETE" [5] e "AURORA" [6]. Il primo è un programma di calcolo basato sulla tecnica del tracciamento di piramidi, che consente di calcolare la risposta all'impulso all'interno di un ambiente, introducendone la geometria, le proprietà acustiche dei materiali, la posizione e le caratteristiche della sorgente sonora e la posizione del ricevitore. Il secondo è ancora un programma di calcolo che consente di ottenere l'auralizzazione dell'ambiente ricostruito. Per auralizzazione si intende secondo Kleiner [7] *"il processo di rendere udibile, per mezzo di modelli fisici o matematici, il campo acustico generato da una sorgente in uno spazio in modo tale da simulare l'esperienza di ascolto"*

binaurale in una definita posizione dello spazio oggetto della modellazione". Tale effetto è generalmente ottenibile con la convoluzione del segnale anecoico originario con due risposte all'impulso in pressione relative alle due orecchie (binauralizzazione). Solo negli ultimi due anni sono stati sviluppati sistemi hardware di auralizzazione in grado di convolvere in tempo reale risposte all'impulso con lunghezza (numero di punti campionati) e frequenza di campionamento adeguati per la ricostruzione di segnali musicali con qualità comparabile a quella di un CD. In alternativa è possibile eseguire tale operazione di convoluzione mediante appositi software, non in tempo reale, anche su semplici piattaforme PC. In questo caso è stata impiegata tale tecnica, implementata nel programma AURORA.

3.1 Visualizzazione

L'introduzione dei dati geometrici è stata effettuata con l'apposito CAD in dotazione di RAMSETE, anche se è stato necessario impiegare Autocad (TM) per la realizzazione di alcuni dettagli costruttivi delle gradinate. L'interfaccia fra RAMSETE ed Autocad è stata utile anche per esportare il disegno geometrico verso il programma 3D-Studio, impiegato per la visualizzazione fotorealistica della geometria del teatro. Le figure 3, 4, 5 e 6 mostrano la sezione longitudinale, l'assonometria e due viste prospettiche del teatro ricostruito secondo le ipotesi descritte.

3.2 Auralizzazione

La simulazione è stata condotta ipotizzando una sola sorgente sonora omnidirezionale, collocata al centro del palcoscenico, a rappresentare una delle possibili posizioni occupate da un attore. In realtà, in quel periodo, risultano documentate anche sorgenti collocate dietro le quinte, come riportato dalla seguente cronaca relativa all'inaugurazione del Teatro Farnese, dovuta al Buttigli [8]: "*..... e grave Sinfonia di Stromenti, sì da mano, come da fiato, la quale uscendo da cinque Chori, l'uno residente nell'Orchestra, due sulle porte laterali del Salone, dentro le ballaustrate recingenti le statue equestri; gli altri due a destra, e sinistra, nell'intimore del Proscenio, nè quai luoghi tutti erano bonissimi organi, colli più famosi Musici, e rari Organisti d'Italia*". Sono stati considerati ascoltatori in varie posizioni delle gradinate: lo spazio di platea era infatti luogo della rappresentazione scenica, e non veniva occupato dal pubblico.

La simulazione è stata condotta lanciando 2048 piramidi, con un tempo di calcolo di circa 1 ora. Le risposte all'impulso energetiche elaborate dal programma di calcolo RAMSETE sono state successivamente trasformate in risposte in pressione impiegando il programma AURORA, e quindi rese idonee alla convoluzione con segnali originali anecoici, onde fornire la auralizzazione della risposta della sala. Come segnale anecoico sono stati impiegati un testo recitato all'aperto ed un brano di violino eseguito in camera anecoica.

La frase che viene recitata nella registrazione riferisce le parole di dedica dell'Aleotti a Ranuccio Farnese che si accompagnano all'incisione di Oliviero Gatti della Scena Tragica del Teatro degli Intrepidi [9]: "*se bene il teatro di Ferrara eretto, molt'anni sono, da quest'illustrissima Accademia degli Intrepidi col mezzo de' miei disegni non è per anco ridotto a quella perfezione che gli si deve, e per la varietà delle Scene, e per la molteplicità delle macchine, ha tuttavia in sè tanto di nobiltà e di vaghezza, per quella parte in ch'egli è compiuto, che non mediocre diletto porge a' riguardanti*".

Dopo la convoluzione, i segnali auralizzati vengono trasferiti su cassetta DAT a mezzo di una semplice scheda audio a 16 bit. Come tali, questi segnali sono idonei all'ascolto in cuffia. E' evidente che, se riprodotti con altoparlanti in un ambiente normale, si perde l'effetto spaziale del campo sonoro ricostruito. Volendo mantenere l'effetto spaziale durante l'ascolto con altoparlanti, è necessario installare gli stessi in una camera anecoica ed

aggiungere in fase di convoluzione gli opportuni segnali in controfase per la cancellazione del "cross-talk" fra le due orecchie [6].

4 Risultati della simulazione e considerazioni conclusive

La simulazione è stata ripetuta in due condizioni della sala: vuota e con gradinate gremiti di pubblico. Dal confronto fra i risultati dei due casi, si evince che la presenza del pubblico ha un effetto considerevole sulla risposta acustica della sala.

La fig. 7 mostra il confronto fra le risposte all'impulso a 1 kHz con e senza pubblico, e si osserva come la presenza di esso comporti una netta riduzione della coda riverberante, accompagnata anche da una certa tendenza all'instabilizzazione della parte terminale della coda sonora. Questo fatto è causato dal tracciatore di piramidi, che non tiene conto degli effetti di diffusione del campo sonoro, poichè considera sempre riflessioni speculari [10].

Nella fig. 8 si può confrontare il tempo di riverberazione nei due casi: si nota che, comunque, esso rimane molto elevato (sopra i 3 secondi alle frequenze medie) anche in presenza di pubblico, e questo concorda con le testimonianze dell'epoca che parlano di notevole rimbombo.

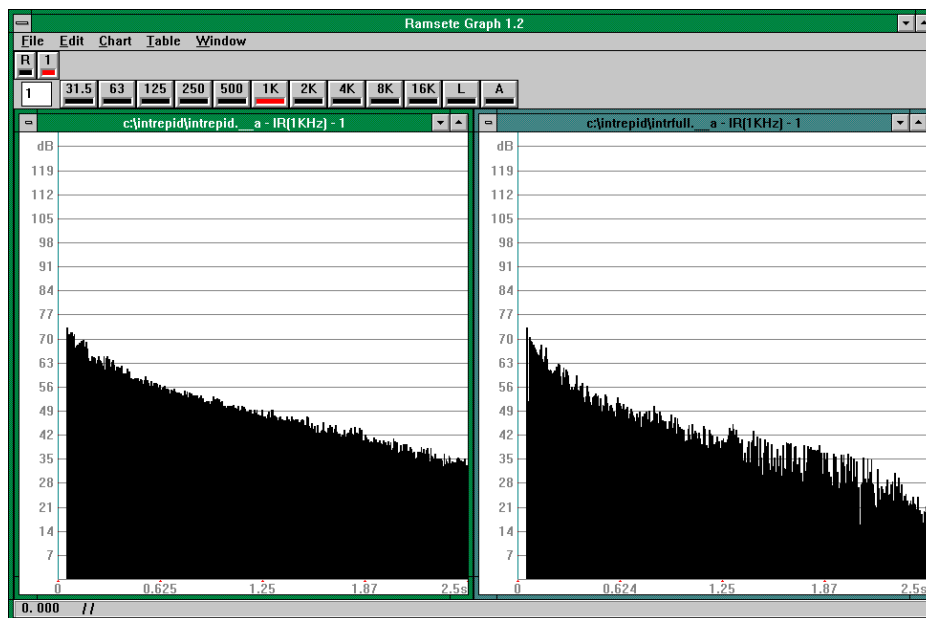


Fig. 7 - Risposte all'impulso calcolate con Ramsete

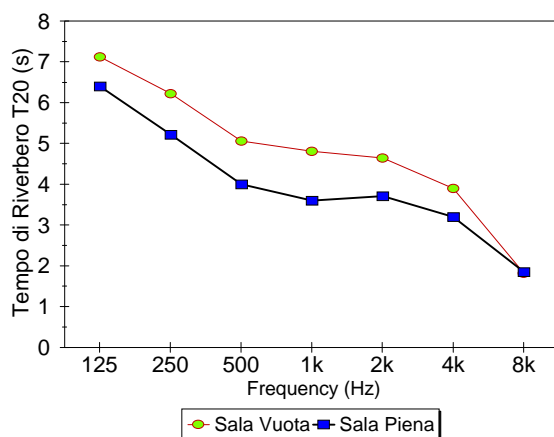


Fig. 8 - Tempo di Riverberazione T20

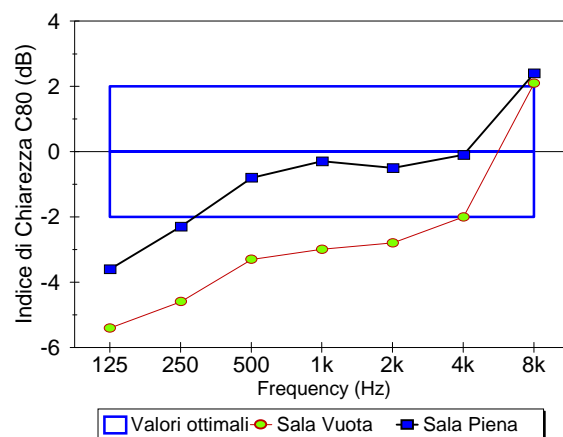


Fig. 9 - Indice di chiarezza C80

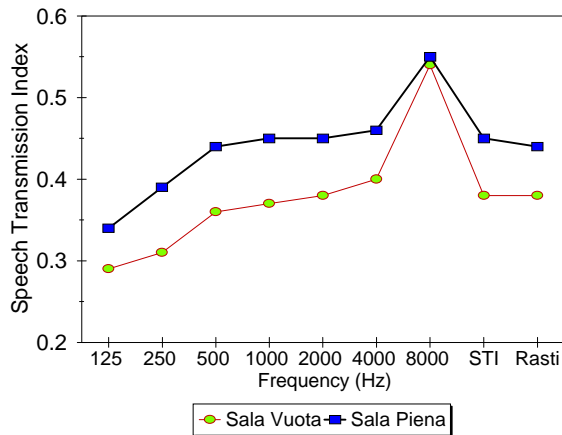


Fig. 10 - STI

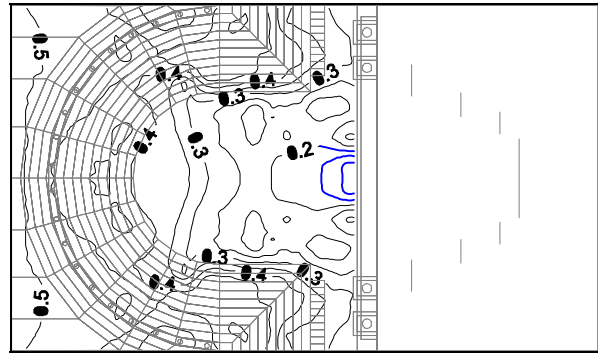


Fig. 11 - Mappa di LF

Osservando poi la fig. 9, che riporta i valori dell'indice di chiarezza C80, si osserva come esso sia molto basso a sala vuota, mentre a sala piena esso rientra nella fascia di valori ottimali. Ciò corrisponde a quanto riportato dagli autori d'epoca, che dichiaravano che, nonostante il rimbombo, risultavano perfettamente distinguibili le sorgenti sonore.

A questo effetto non corrisponde purtroppo una buona intellegibilità della parola, che soffre a causa dell'eccessiva riverberazione: osservando la fig. 10, relativa allo Speech Transmission Index, si osserva infatti che lo stesso è inferiore a 0.4 a sala vuota (pessima intellegibilità), e raggiunge 0.45 a sala piena (intellegibilità scarsa). Va però considerato che la simulazione in oggetto è stata eseguita con sorgente entro il palcoscenico, ed ascoltatore sulla parte posteriore della gradinata, dunque a grande distanza dalla sorgente. Nella pratica l'azione scenica si svolgeva spesso nella zona oggi chiamata "platea", e quando l'attore era in tale zona l'intellegibilità era sicuramente molto migliore.

La fig. 11 riporta infine una mappatura del parametro LF (Lateral Energy Fraction), che fornisce indicazioni sull'effetto di "enveloping" nel campo sonoro. Tale valore è molto scarso a breve distanza della sorgente, ma in gran parte della gradinata assume valori abbastanza elevati, grazie alla presenza di numerose riflessioni laterali, causate dalle gradinate stesse e dai colonnati. Si osserva un certo effetto di focalizzazione al centro della platea, che comunque, non essendo la stessa occupata dal pubblico, non costituiva alcun problema pratico.

5 Considerazioni conclusive

In questo articolo è stata presentata una applicazione delle tecniche di visualizzazione e auralizzazione alla ricostruzione di un teatro del passato che non esiste più. Lo studio ha permesso di mettere in evidenza che il Teatro degli Intrepidi era caratterizzato da una buona acustica non solo per l'ascolto della parola ma anche per quello della musica. La vasta esperienza che l'Aleotti aveva sicuramente acquisito nella costruzione di numerosi teatri provvisori nella Ferrara di fine secolo, ha sicuramente contribuito alla definizione di quei canoni di progettazione che hanno reso famoso questo architetto e che hanno portato alla costruzione della sua opera più significativa: il Teatro Farnese di Parma. La tecnica della auralizzazione, applicata per la prima volta ad un teatro del passato, ha permesso di far rivivere uno spazio perduto e lascia intravedere suggestive possibilità di ricreare momenti di grande coinvolgimento emotivo portando sino a noi le sonorità del passato.

Bibliografia

- [1] A. Frizzi, Memorie per la storia di Ferrara, Pomatelli, Ferrara 1796, V, p.43.
- [2] G. Faustini, Biblioteca de' scrittori ferraresi, III, c. 16 v. B. Ar. Ferrara: collezione Antonelli 362.
- [3] A. Cavicchi, L'architettura teatrale dall'epoca greca al Palladio, pp. 333 - 342; sta in: Bollettino del Centro Internazionale di Studi di Architettura "Andrea Palladio", XVI 1974.
- [4] F. Rapp, Ein Theater Bauplan des Giovanni Battista Aleotti, in "Neus Archiv fuer Theater Geschichte", Berlin, 1930, pp 79-125, tav. 10.
- [5] A. Farina, P. Galaverna, G. Truffelli, "RAMSETE" un nuovo software per la previsione del campo sonoro in teatri, ambienti industriali ed ambiente esterno, Atti del XXII Convegno Nazionale AIA, Lecce 13-15 Aprile, 1995, pp.85-90.
- [6] A. Farina, "An example of adding spatial impression to recorded music; signal convolution with binaural impulse responses", Proceedings of Acoustics and Recovery of Spaces for Music, Ferrara 27-28 Ottobre 1993;
- [7] M. Kleiner, B. Dalenback, P. Svensson, "Auralization: an overview", AES Journal - vol. 41, N° 11, November 1993.
- [8] M. Buttigli, Descrizione dell'apparato fatto, per honorare la prima, e solenne entrata in Parma della Serenissima Principessa, Margherita di Toscana, Duchessa di Parma, Piacenza & C. Parma 1629, p. 268.
- [9] C. Molinari, Per una storia di alcuni teatri ferraresi in: Teatri Storici in Emilia - Romagna, Istituti per i beni culturali dell'Emilia Romagna, Bologna 1982.
- [10] B.I. Dalenback - "The importance of diffuse reflection in computerized room acoustic prediction and auralisation" - Proc. of Opera and Concert Hall Acoustics, IOA vol. 17, part 1, pag 27-34, London 1995.