

SALAS CAPITULARES. AUDITORIOS MEDIEVALES

PACS 43.55.JZ

Genaro Gonzalez Baixauli
Universitat Rovira i Virgili
Avinguda Països Catalans n.26. DEM. 43007. Tarragona
Telf: 977 558 265
Fax: 977 559 691
E-mail: genaro.gonzalez@urv.cat

ABSTRACT

The importance of the acoustics in the conference rooms and auditoriums is not a current requirement. Chapter Houses of the monasteries exercised this role with the needs for a controlled acoustics. We presents an acoustic study of these stays of the Cistercian monasteries of Tarragona, which demonstrate a deep sound knowledge in the construction and design, adapting the sound to their needs.

RESUMEN

La importancia de la acústica en las salas de conferencia y auditorios no es un requerimiento actual. Las Salas Capitulares de los monasterios ejercían este rol con la necesidad de una acústica controlada. Se presenta un estudio acústico de estas estancias de los monasterios cistercienses de Tarragona, que revela un conocimiento acústico notable en la construcción y diseño de las mismas que adapta su acústica al uso requerido.

TOMA DE DATOS

La toma de datos se ha realizado con los recintos vacíos.

Las mediciones de ruido de fondo se han obtenido mediante sonómetro configurado en el modo de bandas de octava, durante un período de aproximadamente 6 minutos.

Para los valores dependientes del tiempo de reverberación se han adecuado a lo exigido por la norma UNE-3382. Para valores experimentales del tiempo de reverberación (T_{30} , T_{20}), tiempo de caída inicial (EDT), claridad musical (C80), claridad (C50), definición de la palabra (D_{50}) y tiempo central (T_s) se han obtenido a partir de las respuestas al impulso producido al excitar los recintos con señales sinusoidales de barrido logarítmico en frecuencia mediante .

Dichas señales se han emitido mediante dos tipologías de fuentes sonoras, unidireccional y omnidireccional dodecaédrica, conectadas a un amplificador de potencia y se han captado mediante micrófono. El equipo se completa con una tarjeta de sonido de 2 canales de alta con entrada USB.

Los datos obtenidos se han comparado con los valores recomendados actualmente para los usos de cada estancia. Se han utilizado los baremos reconocidos internacionalmente por la comunidad científica así como los postulados de investigadores más relevantes en temas acústicos.

Estos resultados comparativos nos ofrecen una interesante visión de la arquitectura cisterciense desde la perspectiva de la acústica.

ARQUITECTURA

Las salas capitulares son las estancias donde se celebraba el capítulo (reunión de monjes) a diario bajo la dirección del abad. Los monjes se situaban alrededor de la estancia, colocados según su grado de importancia. En esta reunión se distribuían las actividades del día, se confesaba públicamente las faltas cometidas por cualquier miembro de la comunidad y se exponían los problemas o proyectos que el abad quisiera comunicar.

Arquitectónicamente se trata de salas amplias, de forma cuadrangular, cubiertas con bóvedas de crucería sustentadas sobre cuatro columnas centrales y sobre mensuras adosadas a los muros. Se sitúan en la panda este de los claustros, siendo su acceso mediante una portada, flanqueada por dos ventanales que permiten la visión desde fuera. En la parte externa de estos ventanales se situaban los novicios, que podían de esta manera asistir al capítulo, sin participar en él, pues solo cuando se convirtieran en monjes, podrán situarse en la parte interna de la estancia y participar en las reuniones. En la pared del fondo se suelen situar ventanas que proporcionan luz adicional a la estancia además de la que procede del claustro.

La sala capitular del monasterio de Santes Creus, mantiene su pureza primitiva, con el banco corrido de piedra y las conexiones al claustro completamente abiertas. En cambio, Poblet, debido a que es un monasterio habitado se ha acondicionado el banco perimetral forrando las gradas con paneles de madera. Su condición de monumento Patrimonio de la Humanidad, ha obligado a actuaciones de control y seguridad, así la sala capitular ha perdido la abertura directa al claustro debido al cierre acristalado del acceso y los ventanales laterales.

Estas diferencias arquitectónicas pueden influir en la respuesta acústica de las estancias.

En la tabla 1 se detallan las dimensiones arquitectónicas de las salas capitulares a estudio.

| Salas capitulares | Volumen | Superficie | Longitud (media) | Anchura (media) |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-----------------|
| POBLET | 1.217 m ³ | 234,05 m ² | 15,21 m | 15,38 m |
| SANTES CREUS | 560,73 m ³ | 128,80 m ² | 11,20 m | 11,51 m |

Tabla 1. Dimensiones arquitectónicas de las Sala Capitulares de S. Creus y Poblet

RUIDO DE FONDO

Es interesante estudiar el nivel de ruido de fondo en la salas capitulares, ya que se trata del espacio donde los monjes leían el capítulo y se dictaban las normas de la comunidad por parte del Abad desde su cátedra, situado en el centro del paramento opuesto al acceso de la

estancia. El silencio estricto de la comunidad durante el capítulo era perceptivo según la Regla Bernardina. Así pues, el valor del nivel de ruido de fondo es importante para el buen desarrollo de la actividad en la sala.

En la figura 1 se representan los resultados de NR obtenidos para los puntos situados en las esquinas de la sala como representantes de las ubicaciones posiblemente más desfavorables por reverberación.

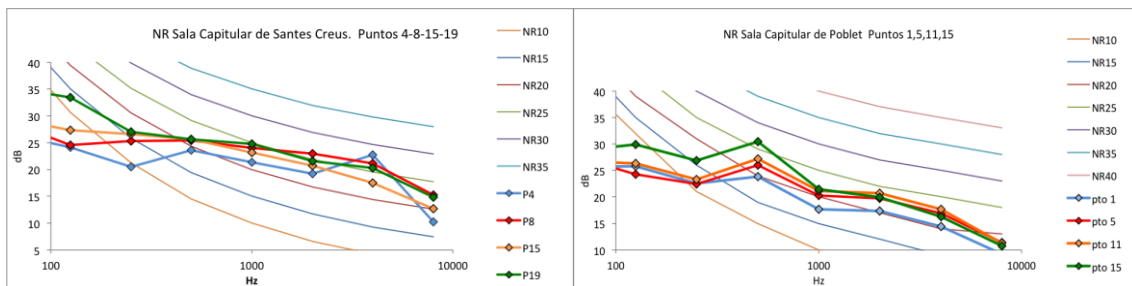


Figura 1 – Curvas NR. Salas Capitulares de Santes Creus y Poblet

Los puntos estudiados responden homogéneamente, con valores y pendientes similares para frecuencias medias y altas. Los valores obtenidos se sitúan en sobre las curvas NR20-25, parámetros recomendados para uso de sala de conferencias o de iglesia. Estos resultados son incluso más restrictivos que los exigidos a la sala para su uso primitivo, validando a esta arquitectónicamente.

Si realizamos la comparativa de medias ponderadas entre salas, las curvas resultantes se asemejan, siendo la sala capitular de Poblet la que presenta valores con menor ruido de fondo, debido al aislamiento acústico que le proporciona el acristalamiento de la conexión con el claustro, mientras que en Santes Creus, los ruidos producidos en el suyo si repercuten directamente en la sala.

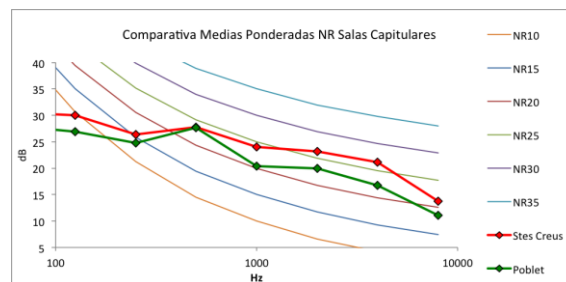


Fig.2 Comparativa valores medios NR. Salas Capitulares de Stes, Creus y Poblet

PARÁMETROS ACÚSTICOS

La comparativa válida para los parámetros acústicos de nuestras salas, la suponemos frente a los parámetros actuales de diseño de espacios con uso de teatro o sala de ópera, valores reconocidos internacionalmente y siempre más restrictivos que los requeridos al uso supuesto

a los espacios cistercienses a estudio [1]. Estos parámetros se suponen con recintos llenos y nuestras mediciones se han realizado con las estancias vacías.

Santes Creus ofrece mejores resultados que Poblet, debido a la pureza del espacio de la sala capitular, sin modificaciones ni adecuaciones. Posiblemente el espacio abierto y el material homogéneo de la sala ayuden a su mejor acústica. Así se obtienen unos resultados dentro del rango aconsejable, incluso con la sala vacía. En cuanto al brillo, los valores obtenidos se aproximan a los mínimos recomendados. En el caso de Poblet, sin cumplir ningún parámetro se obtienen valores cercanos a los aconsejables para calidez y brillo. (tabla 2)

Esta comparativa, nos presenta unas salas que cumplirían con la mayoría de los actuales parámetros de diseño. Recordemos que estos valores son comparados con los exigidos actualmente para teatros y salas de ópera con recinto lleno.

Estos resultados indican la buena audición de la sala para frecuencias graves, comparables al modo de lectura y oratoria suntuosa de los monjes cistercienses. El diseño simétrico favorece una buena audición en cualquier ubicación de la grada perimetral.

| Uso Teatro o Sala de Ópera | Santes Creus | | Poblet | |
|----------------------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|
| | Dato Obtenido | Cumplimiento recomendación | Dato Obtenido | Cumplimiento recomendación |
| RT _{mid} (s) | 2,84 | NO | 4,08 | NO |
| EDT (s) | 2,70 | SI | 3,99 | SI |
| C50 (dB) | -5,26 | NO | -10,56 | NO |
| C80 (dB) | -2,66 | SI | -6,68 | NO |
| D50 (%) | 24,66 | SI | -11,38 | NO |
| BR | 1,22 | SI* | 0,94 | NO* |
| Br | 0,69 | NO* | 0,76 | NO* |

Tabla 2. Comparativa del cumplimiento de los parámetros acústicos de las Salas Capitulares de Stes Creus y Poblet. Frecuencia 1kHz

MODELOS TEORICOS

Los valores obtenidos para el parámetro que nos pondera la claridad de la voz, se adaptan a la curva teórica. Para cualquier ubicación de los monjes en el perímetro de la Sala Capitular, la claridad de la palabra del Abad sería óptima.

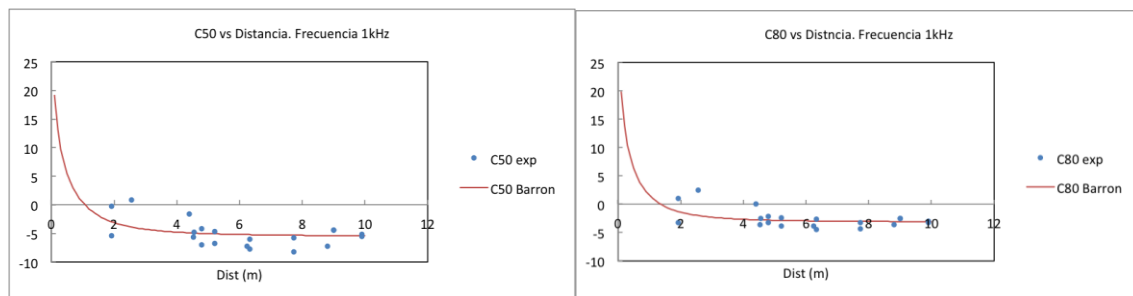


Fig 3. Comparativa valores C50 C80 experimentales y teóricos para frecuencias de 1kHz. Sala Capitular. Santes Creus

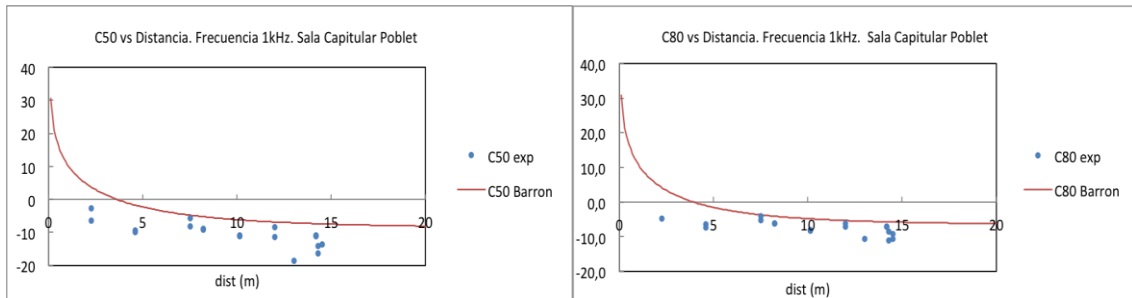


Fig 4. Comparativa valores C50 C80 experimentales con los teóricos para frecuencias de 1kHz. Sala Capitular. Poblet

Los valores de C80 son casi coincidentes con los teóricos, a excepción de los puntos situados a los lados de la cátedra del Abad. La dispersión de los puntos cercanos a la fuente influenciados por la geometría de la sala ya ha sido sugerida por Chiles [2] y Cirilo [3].

Los valores que nos indican el nivel de definición de la palabra D50, tienden a la curva teórica a excepción de los puntos cercanos a la fuente sonora, de modo parecido a lo obtenido para C80.

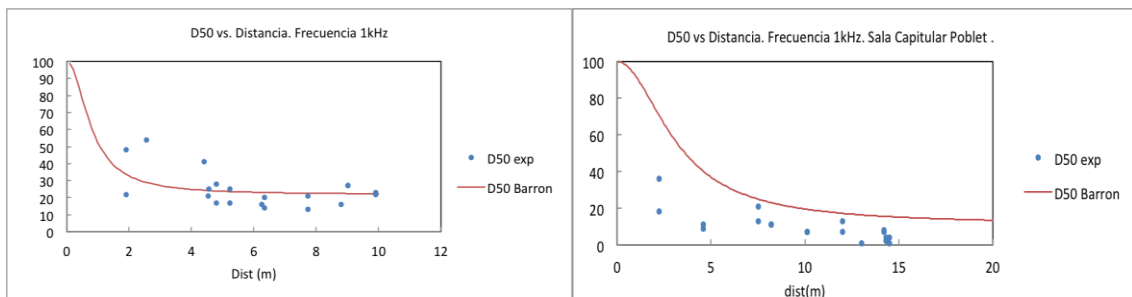


Fig 5 . Comparativa valores D50 experimentales con los teóricos para frecuencias de 1kHz. Salas Capitulares. Santes Creus (izquierda) y Poblet (derecha)

La respuesta a los modelos teóricos de Barron de ambas salas es muy semejante. Los valores obtenidos para C50 y C80 se adaptan a las curvas teóricas. En el caso de Poblet, los puntos cercanos a la cátedra del Abad presentan un desfase con los valores ideales.

De igual manera sucede con los resultados referentes a la definición y tiempo central. La sala capitular de Santes Creus presenta mejores resultados que la de Poblet. Aunque ambas no se acercan a los resultados ideales en los puntos cercanos a la fuente sonora, Santes Creus se adapta a la curva ideal de Barron a partir de los 4m de esta y Poblet a partir de los 8m. Funcionalmente representa que por muy desfavorables que fueron las condiciones sonoras de la sala, únicamente los monjes situados a ambos lados del Abad no disfrutarían de una acústica ideal.

CONCLUSIONES

En general, con los datos obtenidos, se intuye que el espacio cisterciense se adecua a la acústica que se le supondría actualmente. Un espacio de reunión donde el habla desde un punto concreto debe llegar con claridad al perímetro de la misma. La simetría de la sala y su estructura abovedada ayuda a la difusión correcta del sonido y se adecua para obtener unos buenos rendimientos para la claridad de la voz que se refleja en los resultados obtenidos.

Las premisas de diseño arquitectónico del recinto monacal cisterciense, tanto en funcionalidad como espacial, sin duda fueron un reto al que se debieron enfrentar los monjes y constructores de la época.

La adecuación total del ruido de fondo de las estancias al uso que se le supone, pone en relevancia la importancia del silencio para la Regla benedictina. En la comparativa realizada de los valores experimentales y criterios recomendados actualmente, los primeros están siempre en el rango específico para el uso de cada sala.

Con unas dimensiones y diseño arquitectónico muy similar, las modificaciones realizadas en Poblet, repercuten en su comportamiento acústico, aunque el resultado final no difiere sustancialmente entre ellas. El cerramiento acristalado en los accesos a la sala capitular de Poblet supone un menor ruido de fondo en ella. Aun siendo mejor *imput* objetivo, la esencia de la acústica del espacio se pierde totalmente. La conexión acústica entre el claustro y la sala capitular, proporciona una riqueza sensorial al espacio que se pierde en Poblet. Este aspecto repercute igualmente en valores como la calidez o la definición, en la comparativa para el diseño de salas de música, que resultan aceptables en Santes Creus y no en Poblet.

Parece plausible que el conocimiento acústico de monjes benedictinos, y de sus maestros de obra, fuera bastante profunda y que diseñaran arquitectónicamente cada recinto para la mejora de la acústica dependiendo del uso que este tuviera. Algunas investigaciones avalan este aspecto, teorizando sobre la adecuación del espacio a la cadencia de la forma de recitar y del único tipo de música permitido [4][5], el canto llano y posteriormente el gregoriano.

REFERENCIAS

- [1] BERANEK, Leo. *Concert Halls and Opera Houses: Music, Acoustics, and Architecture*. Springer, NY: Springer, 2nd edition, 2004.
- [2] CHILES, S. and BARRON, M., "Sound level distribution and scatter in proportionate spaces," *J. Acoust. Soc. Am.* 116 3, 1585–1595, 2004.
- [3] CIRILLO, E. and MARTELLOTA, F., "Sound propagation and energy relations in churches," *J. Acoust. Soc. Am.* 118.1, 232–248, 2005.
- [4] SANTON, F. "L'acoustique des églises: exemple de quelques abbayes provençales". *Conférences des journées d'études du festival international du son*. Paris, 1976.
- [5] MAGRINI, A., RICCIARDI, P., "An Experimental Study On Acoustical Parameters In Churches", *International Journal of Acoustics and Vibration*, vol. 7, n.3, 2002.