UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación

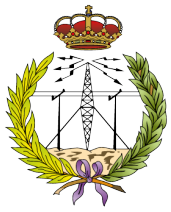
The music of Antonio Soler in its context: a virtual reconstruction of the musical spaces of the Monasterio de San Lorenzo del Escorial

TESIS DOCTORAL

Presentada para optar al título de Doctor por:

María Larrosa Navarro
Máster en Ingeniería Acústica

Madrid, 2024



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación

Doctorado en Música y su Ciencia y Tecnología

The music of Antonio Soler in its context: a virtual reconstruction of the musical spaces of the Monasterio de San Lorenzo del Escorial

T E S I S D O C T O R A L

Presentada para optar al título de Doctor por:

María Larrosa Navarro
Máster en Ingeniería Acústica

Bajo la dirección de:
Dr. Antonio Pedrero González

Madrid, 2024

Título: The music of Antonio Soler in its context: a virtual reconstruction of the musical spaces of the Monasterio de San Lorenzo del Escorial

Autor: María Larrosa Navarro

Programa de Doctorado: Música y su Ciencia y Tecnología

Dirección de Tesis:

Dr. Antonio Pedrero González, Profesor Titular Universidad, Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid(Director)

Revisores Externos:

Tribunal de Tesis:

Fecha de Defensa de Tesis:

Esta tesis ha sido parcialmente apoyada por el Programa Propio UPM 2020, en la modalidad Talento.

A Pepa, Pepo y Papá.
A un diablo vestido de fraile.
A todas las personas que han hecho el camino conmigo.

Agradecimientos

Después de cinco años de trabajo, ha llegado el momento de cerrar esta investigación. Salgo de ella con más ganas de seguir aprendiendo que con las que entré, agradecida de haber tenido el privilegio de poder dedicar estos años a este edificio y a este artista. Quisiera dedicar unas líneas a recordar a todas aquellas personas que han colaborado en la realización de esta tesis, ya sea con su trabajo, su apoyo, su consejo o su presencia.

En primer lugar, quiero dar las gracias a mi familia, la que siempre ha estado a mi lado, la que me ha querido incondicionalmente y la que ha confiado en mis capacidades cuando yo dudaba de ellas. A mis padres, que son los pilares que sustentan la persona que he podido llegar a ser y que siempre me han permitido hacer todo lo que he soñado, independiente del dónde, el cómo o el cuándo. A mi hermano Carlos y a mi cuñada Cintia, por siempre escucharme cuando lo necesitaba y por ser capaces de volver a ponerme los pies en la tierra. A mis abuelos Lola y Vicente, que a pesar de que no entienden lo que hago, están muy orgullosos de su nieta. A Anita, que me has cuidado más tú a mí que yo a ti, gracias por obligarme a salir de casa durante los meses en los que escribí este trabajo. A Pablo, por todos los años que has estado conmigo, por ese interés honesto que tienes en todo lo que hago y por dejarme crecer a tu lado. Estos años no siempre han sido fáciles para nosotros, pero me alegro de que hayamos decidido afrontarlos juntos.

Quisiera también expresar mi más sincera gratitud a mi director, Antonio Pedrero, por el tiempo, la dedicación y la ilusión que le ha prestado a este proyecto. Gracias por abrirme las puertas al mundo de la acústica de recintos patrimoniales y, especialmente, gracias por acompañarme en el camino y enseñarme todo lo que sé. Desde el primer momento apoyaste mis ideas y eso siempre ha significado muchísimo para mí. Gracias por la confianza que has puesto, y que sigues poniendo, en mi trabajo y mis conocimientos.

También en calidad de maestro, aunque muchísimo más como amigo, se merece un inmenso agradecimiento Daniel de la Prida. Me has dedicado mucho más tiempo del que yo merecía o del que tú tenías. Gracias por tu apoyo, por siempre contestar a mis preguntas independientemente de la hora del día y por hacerlo hasta el último momento. Gracias también por tu paciencia con mis frustraciones, que sé que en muchos casos han sido compartidas. Es un placer saber que vas a ser mi compañero de despacho el resto de mi carrera laboral, no podría haber pedido uno mejor.

Me siento muy afortunada de poder incluir en este agradecimiento a muchas amistades que me han apoyado y acompañado no sólo durante este trabajo, sino durante muchos años previos. A Dimana, Isa y Sara, porque sois una de las constantes de mi vida y la familia que llevo eligiendo años y que seguiré eligiendo todos los días. Gracias por alejar las dudas de mi mente, por tantos buenos momentos y porque siempre hemos sido capaces de apoyarnos las unas a las otras. Un especial agradecimiento a Sara, que ha pasado momentos muy duros, pero nunca me ha negado el apoyo que necesitaba, a pesar de lo insignificantes que podían ser los problemas que yo sola me creaba. También incluir en este grupo a Andrea y María, que han convivido conmigo durante años y que siempre me han brindado su tranquilidad y confianza. Gracias a todas por hacer el día a día mucho mejor.

A Irene, porque nos unió la música, pero nos ha mantenido juntas la amistad. Gracias por seguir siendo mi amiga durante todos estos años a pesar de la distancia y por celebrar conmigo todos los logros de este trabajo. A Lola, por compartir tantos conciertos, tantas cervezas y tantos mensajes. Gracias por preocuparte no sólo de mi trabajo, sino también de mí. A mis tres Martas, que me han acompañado desde el primer día de la universidad, que siempre se han entusiasmado por todas mis buenas noticas y que me han apoyado cuando no han sido tan buenas. A Amparo y Cristina, mis amistades más recientes, pero no por ello menos importantes. Gracias por dejarme compartir estos dos años finales con vosotras, los habéis hecho mucho más llevaderos. Quiero que sepáis que París me aportó muchas cosas bonitas, pero vosotras sin dudas sois lo más preciado que me traje de allí.

A Irati, por el trabajo que hemos hecho juntas durante estos tres años. Me has ayudado a evolucionar como persona y como profesional. Este final hubiera sido mucho más complejo sin ti, y por ello no puedo terminar de expresar en palabras lo agradecida que te estoy.

Un inmenso agradecimiento a todas las personas y, especialmente, a los músicos que han colaborado en esta investigación. En primer lugar, a José Sierra, por la ayuda brindada durante todo el camino y por guiarme al comienzo de la tesis, cuando más perdida estaba. Me abristes las puertas del Monasterio de San Lorenzo y te estoy eternamente agradecida por ello. A Miguel Bernal, por su extenso conocimiento del órgano y por su participación en este proyecto. A Lidia, Clara, Elsa, Rosa y Guido, por prestarme su talento y entusiamo, espero que esta colaboración pueda llegar más lejos. A Francisco Ruiz y Kanke García, junto con todo el Coro de Cámara de Madrid, por el entusiamo, el esfuerzo y el trabajo. Gracias por dejarme contar con vuestras voces y aceptar que os meteriera dentro de la cámara anecoica. También muchas gracias a William y sus compañeros, vuestro conocimiento del canto gregoriano y vuestra relación con el Monasterio han sido una gran adición a mi trabajo.

Quiero dar las gracias a todos mis compañeros del centro de investigación, que me han apoyado y ayudado enormemente durante estos años. Siempre ha sido un placer poder pediros consejo y saber que contáis conmigo para los trabajos que realizáis. En especial quería agradecer a Alexander Díaz el tiempo que le ha dedicado a mis modelos y planos, este trabajo no hubiera quedado tan bonito sin ellos. A mis compañeros de departamento y a mi escuela, gracias por la apuesta que hicisteis en mí y el interés que habéis mostrado en mi trabajo durante tantos años. Por la confianza que habéis puesto en mí como persona, investigadora y docente. Espero poder continuar compartiendo mi trabajo con vosotros.

En este agradecimiento no quiero olvidar a un grupo de personas que han sido esenciales en este trabajo y su finalización. A Antonio, Luis y Jesús, mis maestros de laboratorio, por ayudarme en todos mis planes de grabación y siempre saber dónde estaban los cables que necesitaba. A los bibliotecarios que han hecho posible esta tesis: Pilar, Raquel, Cristina, Teresa, Ignacio y Arrate. Sin vuestra ayuda este trabajo no sería lo mismo, gracias por encontrar todo lo que os he pedido, a pesar de la poca información que a veces os podía aportar. A Ignacio, el secretario de mi programa de doctorado, por repetirme las cosas tantas veces como hiciera falta y ayudarme a resolver los problemas.

Durante estos años he sido lo suficientemente afortunada de poder llevar a cabo una estancia

en París. Muchísimas gracias al IRCAM por recibirme y, en especial, a Rémi Mignot, que me guió y corrigió.

Quiero agradecer también a Patrimonio Nacional, a Manuel Terrón y al Monasterio de San Lorenzo del Escorial la ayuda que me han brindado, muchas gracias por confiar en nuestro proyecto. Me gustaría hacer una especial mención a la comunidad agustina del Monasterio, que dejaron que Antonio, Dani y yo accedieramos a recintos privados pero de gran relevancia histórica y artística, sin los que mi trabajo no sería lo mismo. Por último, gracias al equipo de seguridad que nos acompañó durante las mediciones, las horas fueron largas y los ruidos no muy agradables.

Por último, y pecando de falta de modestia, quiero agradecerme a mí misma y a todas las Marías pasadas el trabajo, el esfuerzo y la ilusión. Gracias a la María de nueve años, que eligió la música como su pasión en la vida; gracias a la María de quince, que decidió luchar contra ella misma para superar sus miedos; gracias a la María de dieciocho, que se mudó a una ciudad a 400 km de nadie que conociera para perseguir sus sueños; y gracias a la María de vientitrés, que eligió esta carrera. Todas formáis parte de mí y no estaría aquí sin vosotras.

Abstract

Over the past two decades, there has been a notable increase in interest within the field of acoustics in relation to the study and conservation of intangible cultural heritage. This encompasses the acoustic characteristics of historic buildings, which are closely linked to their cultural and social usage. The acoustic characteristics of historic buildings are highly dependent on the physical environment. If the building is damaged or modified, these characteristics can be irreversibly lost. Numerous research projects have focused on the preservation of the acoustics of historic sites using virtual reality technologies. A significant portion of this research has concentrated on the characterisation and preservation of religious enclosures, which were utilised for the performance of liturgical music. However, there is a notable absence of studies conducted on historical enclosures where different musical styles were performed. This lack of research is one of the key motivations behind this study, which has sought to conserve and evaluate the acoustics of venues where chamber and stage music performance predominated.

This doctoral thesis has focused on the study and virtual recreation of the acoustic behaviour of eight rooms at the Monasterio de San Lorenzo del Escorial. It should be noted that, although it is known as a monastery, the building also housed a palace and a seminary. The diverse population that inhabited the monastery and their interactions resulted in a rich tapestry of artistic creations by the monks of El Escorial. The musical output of the monks was not solely confined to religious themes or the ancient style, due to the significant influence of the court and its musicians. Of the eight spaces selected, four were used for religious music performances, two for chamber music concerts, and the remaining two for theatrical performances accompanied by stage music.

The interest in this monument, apart from its historical and cultural importance, is due to the figure of Antonio Soler, a monk and one of Spain's most prolific composers. Soler was the organist and chapel master of the Monastery, where he lived for most of his life. Although most of his work is in the field of religious music, it is worth noting that his catalogue also includes 150 harpsichord sonatas, six quintets for harpsichord and strings and more than 30 works of stage music. This diversity of styles and the variety of spaces in which these pieces were performed encouraged the creation of this work, whose main objective is to reconstruct and safeguard the performance of Antonio Soler's work in the musical spaces of the Monasterio de San Lorenzo del Escorial, using virtual reality technologies.

Seven of the eight enclosures considered in this study have undergone no significant modification since their construction. Their architectural models were constructed based on measurements of the geometry of the rooms and the determination of their constituent materials. The virtual acoustic models were calibrated using impulse responses obtained from *in-situ* acoustic measurements. The acoustic model of the remaining venue is a recreation of the state of this space in the 18th century.

These models were used to create auralisations that allow the listener to experience an approximation of how the musical performances would have been heard in these spaces. These auralisations used files obtained from anechoic recordings of fourteen works by Soler, covering

all the styles he cultivated, and four pieces of Gregorian chant. All the auralisations are based on the testimonies of the inhabitants of the Monastery and therefore aim to reproduce the usual musical practices of the community of the Escorial.

Finally, a listening test was carried out to determine the opinions of today's audiences on four musical performances that took place in the Basilica in the 16th and 17th centuries, in order to compare them with the judgements preserved in historical texts.

Resumen

En las últimas décadas se ha manifestado un creciente interés en el campo de la acústica por el estudio y la conservación del patrimonio cultural inmaterial. Dentro del mismo se incluyen las características acústicas de los recintos históricos, que estaban estrechamente relacionadas con su uso cultural y social. Las características acústicas dependen en gran medida del entorno físico, por lo que, si el edificio sufre daños o modificaciones, estas pueden perderse de forma irreversible. Muchas investigaciones se han centrado en la preservación de la acústica de recintos históricos mediante el uso de tecnologías de realidad virtual. La mayor parte se han enfocado en recintos religiosos, utilizados para la interpretación de música litúrgica. Sin embargo, se han realizado pocos estudios sobre entornos históricos en los que se interpretaban otros estilos musicales. Esta carencia es una de las motivaciones de este estudio, en el que se ha pretendido conservar y evaluar la acústica de recintos donde predominaba la interpretación de música de cámara y música escénica.

Esta tesis doctoral se ha centrado en el estudio y la recreación virtual del comportamiento acústico de ocho salas del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. Aunque se le conoce como monasterio, este edificio también alberga un palacio y un seminario. Esta variedad de habitantes dio lugar a una amplia creación artística por parte de los monjes escurialenses. Debido a la influencia de la corte, la música cultivada por estos monjes no se reducía a la temática religiosa ni al estilo antiguo. De los ocho espacios seleccionados, en cuatro de ellos se interpretaba música religiosa, en dos se realizaban conciertos de música de cámara y los dos restantes se utilizaban para la representación de obras teatrales, las cuales eran acompañadas de música escénica.

El interés mostrado en este monumento se debe, además de a su relevancia histórica y cultural, a la figura de Antonio Soler, un monje escurialense y uno de los compositores españoles más prolíficos. Soler fue organista y maestro de capilla del Monasterio, donde residió la mayor parte de su vida. Si bien la mayoría de su obra se enmarca en la música religiosa, cabe destacar que su catálogo también incluye 150 sonatas para clave, seis quintetos para clave y cuerda y más de 30 obras de música escénica. El objetivo principal de esta tesis es la reconstrucción y conservación de la interpretación de la obra de Antonio Soler en los espacios musicales del Monasterio de San Lorenzo del Escorial mediante tecnologías de realidad virtual.

Siete de los ocho recintos considerados en esta investigación no han sufrido modificaciones notables desde su construcción. Sus modelos arquitectónicos se levantaron a partir de mediciones de la geometría de las salas y de la determinación de los materiales que las conforman. Los modelos acústicos virtuales se calibraron utilizando las respuestas al impulso obtenidas a partir de las mediciones acústicas realizadas *in-situ*. El modelo acústico del recinto restante es una recreación del estado que presentaba este espacio en el siglo XVIII.

A partir de estos modelos se realizaron auralizaciones que permiten al oyente experimentar una aproximación de cómo se escuchaban las interpretaciones musicales en dichos espacios. En estas auralizaciones se utilizaron los archivos obtenidos a partir de grabaciones anecoicas de catorce obras de Soler, que abarcan todos los estilos que cultivó, y cuatro piezas de canto gregoriano. Todas las auralizaciones se basan en testimonios escritos por habitantes

del Monasterio, por lo que pretenden reproducir las prácticas musicales habituales de la comunidad escurialense.

Por último, se realizó una prueba de escucha para determinar la opinión que el público actual tiene sobre cuatro interpretaciones musicales que se llevaron a cabo en la Basílica durante los siglos XVI y XVII, con el fin de compararlas con los juicios conservados en los textos históricos.

Tabla de Contenido

Agradecimientos v
Abstract viii
Resumen x
Lista de Figuras xvii
Lista de Tablas xxvi
Abreviaturas y acrónimos xxxvi

1 Introducción **1**
1.1 Estructura de la tesis 8

2 El Monasterio de San Lorenzo del Escorial: historia y música **13**
2.1 Historia del Monasterio 13
2.1.1 Fuentes contemporáneas 13
2.1.2 Fundación del Monasterio 14
2.1.3 La Dinastía de los Austrias (1563 - 1700) 19
2.1.4 La Dinastía de los Borbones (1700 - 1854) 22
2.2 La Música en el Monasterio del Escorial 26
2.2.1 Felipe II y la comunidad jerónima 26
2.2.2 La capilla de música 28
2.2.3 El culto divino 32
2.2.3.1 Felipe II y la interpretación de música polifónica 32
2.2.3.2 Organización del culto 36
2.2.3.3 Interpretación vocal 39
2.2.3.4 Instrumentos musicales 41
2.2.3.5 Villancicos 42
2.2.3.6 Público 45
2.2.4 Música escénica 46
2.2.4.1 Teatro escurialense 47
2.2.5 Música de cámara 49

3 Vida y obra de Antonio Soler **51**
3.1 Vida 51
3.2 Obra 66
3.2.1 Contexto musical 66
3.2.2 Fuentes documentales 69

3.2.3 Música vocal . . . 71
3.2.3.1 Plantilla vocal e instrumental . . . 72
3.2.3.2 Obra vocal en latín . . . 73
3.2.3.3 Obra vocal en castellano: villancicos . . . 73
3.2.4 Música instrumental . . . 74
3.2.4.1 Música de tecla . . . 74
3.2.4.2 Seis quintetos para órgano o clave y cuerda R. 255 . . . 76
3.2.4.3 Seis conciertos para dos órganos R. 463 . . . 77
3.2.4.4 Música escénica . . . 78

4 Descripción de los espacios musicales del Monasterio de San Lorenzo del Escorial 81
4.1 Criterio de selección de las salas . . . 85
4.2 Descripción de las salas . . . 88
4.2.1 Basílica . . . 88
4.2.2 Salas Capitulares . . . 100
4.2.3 Iglesia de Prestado . . . 103
4.2.4 Sacristía . . . 106
4.2.5 Claustro Principal . . . 111
4.2.6 Claustro de la Botica . . . 115
4.2.7 Casita del Infante . . . 118
4.2.8 Teatro del Seminario . . . 122

5 Mediciones de las características acústicas de los recintos 127
5.1 Metodología de medición . . . 127
5.1.1 Método 1 . . . 128
5.1.2 Método 2 . . . 129
5.1.3 Método 3 . . . 130
5.1.4 Criterio de selección de las posiciones de los equipos de medida . . . 130
5.2 Resultados . . . 131
5.2.1 Basílica . . . 133
5.2.1.1 Fuente en el altar . . . 135
5.2.1.2 Fuente en el coro . . . 151
5.2.1.3 Fuente en la nave . . . 166
5.2.1.4 Fuente en el sotocoro . . . 177
5.2.2 Salas Capitulares . . . 188
5.2.3 Iglesia de Prestado . . . 193
5.2.4 Sacristía . . . 197
5.2.5 Claustro Principal . . . 202
5.2.6 Claustro de la Botica . . . 207
5.2.7 Casita del Infante . . . 213
5.3 Incertidumbre de medida . . . 218

6 Modelos virtuales y calibración 227
6.1 Creación del modelo arquitectónico . . . 229

6.2 Creación del modelo acústico . . . 231
6.2.1 Principios de cálculo de Odeon . . . 231
6.2.2 Asignación de materiales . . . 233
6.2.3 Calibración del modelo . . . 235
6.3 Modelos acústicos del Monasterio de San Lorenzo del Escorial . . . 237
6.3.1 Basílica . . . 237
6.3.2 Salas Capitulares . . . 246
6.3.3 Iglesia de Prestado . . . 252
6.3.4 Sacristía . . . 256
6.3.5 Claustro Principal . . . 262
6.3.6 Claustro de la Botica . . . 267
6.3.7 Casita del Infante . . . 273
6.3.7.1 Estado original . . . 278
6.3.8 Teatro del Seminario . . . 280

7 Grabaciones anecoicas **285**
7.1 Piezas musicales grabadas . . . 285
7.2 Metodología empleada en las grabaciones . . . 289
7.2.1 Grabaciones de referencia . . . 290
7.2.2 Grabaciones anecoicas . . . 291
7.2.3 Grabaciones de órgano . . . 294
7.2.4 Tratamiento de las señales anecoicas . . . 295

8 Auralizaciones **297**
8.1 Adaptación de los modelos virtuales . . . 299
8.1.1 Modificaciones históricas . . . 299
8.1.2 Audiencia . . . 300
8.1.3 Características de emisión de las fuentes sonoras . . . 300
8.2 Auralizaciones . . . 301
8.2.1 Basílica . . . 301
8.2.1.1 *O vos omnes* (Antonio Soler) - Ocho coros . . . 301
8.2.1.2 *O vos omes* (Antonio Soler) - Un coro . . . 305
8.2.1.3 *Laudate pueri* (Antonio Soler) . . . 307
8.2.1.4 *Popule Meus* (Tomás Luis de Victoria) . . . 308
8.2.1.5 *Cazadores* (Antonio Soler) - Coro . . . 309
8.2.1.6 *Cazadores* (Antonio Soler) - Altar . . . 311
8.2.1.7 Interpretaciones de órgano . . . 313
8.2.1.8 *Pange Lingua* . . . 316
8.2.1.9 *Cibavit eos* . . . 318
8.2.2 Salas Capitulares . . . 320
8.2.3 Iglesia de Prestado . . . 322
8.2.4 Sacristía . . . 323
8.2.5 Claustro Principal . . . 326
8.2.5.1 *Te deum* . . . 326
8.2.5.2 *Laudate pueri* (Antonio Soler) . . . 327

8.2.5.3 *Cazadores* (Antonio Soler) . . . 329
8.2.6 Claustro de la Botica . . . 330
8.2.7 Casita del Infante . . . 332
8.2.7.1 Interpretación en la segunda planta . . . 333
8.2.7.2 Interpretación en el salón central . . . 334
8.2.8 Teatro del Seminario . . . 334

9 Comparación histórica de la percepción subjetiva de la música en la Basílica 337
9.1 Finalidad de la prueba de escucha . . . 338
9.2 Diseño de la prueba de escucha . . . 338
9.2.1 Selección de los estímulos . . . 338
9.2.2 Selección de los descriptores . . . 341
9.2.3 Selección de los participantes . . . 342
9.2.4 Especificaciones de la prueba de escucha . . . 343
9.3 Transcripción de los testimonios . . . 345
9.4 Realización de la prueba de escucha . . . 348
9.5 Resultados y discusión . . . 349
9.5.1 Método de análisis . . . 349
9.5.2 Análisis en función de la pieza . . . 350
9.5.3 Análisis en función del adjetivo . . . 356
9.6 Comparación de las opiniones . . . 363
9.7 Conclusiones . . . 366

10 Conclusiones 369
10.1 Summary of the most relevant information obtained from the bibliographical review on the Monasterio del Escorial and Antonio Soler . . . 370
10.2 Conclusions regarding the acoustic characteristics of the rooms in their current condition . . . 372
10.3 Considerations for the virtual modelling of the selected rooms . . . 377
10.4 Conclusions regarding anechoic chamber recordings . . . 379
10.5 Considerations regarding the fidelity of the musical reenactments . . . 381
10.6 Conclusions drawn from the listening test . . . 382
10.7 Future lines of research . . . 384

Referencias 387

A Posiciones de los instrumentos de medida 401
A.1 Basílica . . . 401
A.2 Salas Capitulares . . . 404
A.3 Iglesia de Prestado . . . 405
A.4 Sacristía . . . 407
A.5 Claustro Principal . . . 408
A.6 Claustro de la Botica . . . 409
A.7 Casita del Infante . . . 410

B Descripción de los parámetros acústicos utilizados 411

B.1 Tiempo de reverberación 411
B.1.1 Tiempo de reverberación inicial (*Early Decay Time*) 411
B.2 Parámetros acústicos asociados con la relación entre la energía precoz y la energía tardía 412
B.2.1 Tiempo central (T_s) 412
B.2.2 Claridad musical (C_{80}) 413
B.2.3 Definición (D_{50}) 413
B.3 Fuerza sonora (G) 413
B.4 Coeficiente de correlación cruzada interaural (*Inter-aural Cross Correlation Coeficent*) 414
B.5 Índice de transmisión de la palabra (*Speech Transmission Index*) 415

C Resultados de las mediciones acústicas 417
C.1 Basílica 417
C.2 Salas Capitulares 450
C.3 Iglesia de Prestado 464
C.4 Sacristía 491
C.5 Claustro Principal 512
C.6 Claustro de la Botica 518
C.7 Casita del Infante 521

D Medido *vs* Simulado 525
D.1 Basílica 525
D.2 Salas Capitulares 582
D.3 Iglesia de Prestado 591
D.4 Sacristía 609
D.5 Claustro Principal 623
D.6 Claustro de la Botica 635
D.7 Casita del Infante 640

E Hoja de instrucciones y cuestionario de la prueba de escucha 649

Lista de Figuras

4.1 El Monasterio de San Lorenzo del Escorial (Fotografía de David Mapletoft). 81
4.2 Comparación de la arquitectura del Segundo Templo de Salomón y del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. 82
4.3 Vista aérea del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (Fotografía de Patrimonio Nacional). 83
4.4 Plano en planta del Monasterio de San Lorenzo del Escorial en el que se indican las partes que lo conforman. 84
4.5 Plano en planta del Monasterio de San Lorenzo del Escorial en el que se indican las salas seleccionadas para recrear la obra de Antonio Soler. 87
4.6 Planos de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial: (arriba) sección, (centro) planta nivel inferior y (abajo) planta nivel superior. 89
4.7 Interior de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (orientación este). 90
4.8 Coro de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (orientación oeste). 92
4.9 Sotoro de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. 94
4.10 Altar (izq.) y transepto norte (dcha.) de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo. 96
4.11 Orientación este (izq.) y órgano prioral (dcha.) del coro de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. 98
4.12 Interior de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (orientación suroeste). 99
4.13 Planos de las Salas Capitulares del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta. 100
4.14 Interior de la Sala Prioral del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. 102
4.15 Altar de la Iglesia de Prestado del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (orientación oeste). 104
4.16 Planos de la Iglesia de Prestado del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta. 105
4.17 Interior de la Iglesia de Prestado del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (orientación este). 106
4.18 Altar de la Sacristía del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. 107
4.19 Planos de la Sacristía del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta. 108

4.20 Vista de la entrada de la Sacristía del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. 110
4.21 Pasillo del Claustro Principal del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. . . 111
4.22 Planos del Claustro Principal del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta. 112
4.23 Frescos (izq.) y ventanas (dcha.) de un pasillo del Claustro Principal del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. 114
4.24 Planos del Claustro de la Botica del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta. 116
4.25 Claustro de la Botica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. 117
4.26 Vista exterior de la Casita del Infante. 118
4.27 Planos del estado actual de la Casita del Infante del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta. 120
4.28 Salón central de la Casita del Infante. 121
4.29 Planos del estado original del Teatro del Seminario del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta. 123
4.30 Estado original del Teatro del Seminario del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. 125

5.1 Diagrama de bloques del equipo utilizado en las mediciones monoaurales de la Basílica (método 1). 128
5.2 Diagrama de bloques del equipo utilizado en las mediciones biaurales de la Basílica (método 1). 129
5.3 Diagrama de bloques del equipo utilizado en el segundo método de medición. 130
5.4 Diagrama de bloques del equipo utilizado en el tercer método de medición. . 131
5.5 Vista en planta de la Basílica, donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo) en el altar, la nave y el sotocoro. 134
5.6 Vista en planta de la Basílica, donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo) en el coro. 135
5.7 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_{20} y EDT cuando la fuente se sitúa en el altar. 137
5.8 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s y C_{80} cuando la fuente se sitúa en el altar. 140
5.9 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros D_{50} y G cuando la fuente se sitúa en el altar. 145
5.10 Diagrama de cajas y bigotes de los valores medidos para el parámetro STI cuando la fuente se sitúa en el altar. 151
5.11 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_{20} y EDT cuando la fuente se sitúa en el coro. 153
5.12 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s y C_{80} cuando la fuente se sitúa en el coro. 156
5.13 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros D_{50} y G cuando la fuente se sitúa en el coro. 160
5.14 Diagrama de cajas y bigotes de los valores medidos para el parámetro STI cuando la fuente se sitúa en el coro. 165

5.15 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_{20} y EDT cuando la fuente se sitúa en la nave. 167
5.16 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s y C_{80} cuando la fuente se sitúa en la nave. 169
5.17 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros D_{50} y G cuando la fuente se sitúa en la nave. 173
5.18 Diagrama de cajas y bigotes de los valores medidos para el parámetro STI G cuando la fuente se sitúa en la nave. 176
5.19 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_{20} y EDT cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 178
5.20 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s y C_{80} cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 181
5.21 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros D_{50} y G cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 184
5.22 Diagrama de cajas y bigotes de los valores medidos para el parámetro STI cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 187
5.23 Plano de las Salas Capitulares donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo). 188
5.24 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en las Salas Capitulares. 191
5.25 Plano de la Iglesia de Prestado donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo). 193
5.26 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en la Iglesia de Prestado. 196
5.27 Plano de la Sacristía donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo). 198
5.28 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en la Sacristía. 200
5.29 Plano del Claustro Principal donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo). 202
5.30 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en el Claustro Principal. 205
5.31 Plano del Claustro de la Botica donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (izq.) y de los receptores (dcha.). 207
5.32 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en el Claustro de la Botica. 210
5.33 Plano de la Casita del Infante donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras en la planta baja (izq.), planta alta (centro) y de los receptores en la planta baja (dcha.). 213
5.34 Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en la Casita del Infante. 216

6.1 Representación de las contribuciones que forman el espectograma simulado por Odeon®. 233

6.2 Vistas exteriores del modelo geométrico de la Basílica: (izq.) vista desde SketchUp y (dcha.) vista desde Odeon®. 238
6.3 Vistas interiores de la nave principal de la Basílica. La imagen izquierda muestra el altar y la derecha los arcos que separan la nave del sotocoro y el coro. . . 238
6.4 Vista interior del coro (izq.) y del sotocoro (dcha.) de la Basílica. 239
6.5 Representación de las posiciones de fuente (rojo) y receptor (azul) utilizadas en la calibración del modelo acústico de la Basílica. 239
6.6 Comparación de los valores medidos y simulados en la nave de la Basílica. . . 243
6.7 Comparación de los valores medidos y simulados en el coro de la Basílica. . . 244
6.8 Mapeado espacial del parámetro C_{80} para 1 kHz (izq.) y del STI (dcha.) en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar. 246
6.9 Mapeado espacial del parámetro C_{80} para 1 kHz (izq.) y del STI (dcha.) en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro. 246
6.10 Vistas exteriores del modelo geométrico de las Salas Capitulares. A la izquierda, vista desde SketchUp, y a la derecha, vista desde Odeon®. 247
6.11 Vista interior de las paredes laterales de la Sala Prioral. 247
6.12 Vista interior de las Salas Capitulares: (izq.) altar de la Sala Prioral y (dcha.) puerta de entrada al zaguán. 248
6.13 Mapeado espacial del parámetro C_{80} para 1 kHz (izq.) y del STI (dcha.) en la Sala Prioral. 250
6.14 Comparación de los valores medidos y simulados en las Salas Capitulares. . . 251
6.15 Vistas exteriores del modelo geométrico de la Iglesia de Prestado: (izq.) vista desde SketchUp y (dcha.) vista desde Odeon®. 252
6.16 Vista interior de la Iglesia de Prestado: (izq.) altar de la sala y (dcha.) sillería de la comunidad. 252
6.17 Vistas interiores de las paredes laterales de la Iglesia de Prestado. 253
6.18 Comparación de los valores medidos y simulados en la Iglesia de Prestado. . 255
6.19 Mapeado espacial del parámetro C_{80} para 1 kHz (izq.) y del STI (dcha.) en la Iglesia de Prestado. 256
6.20 Vistas exteriores del modelo geométrico de la Sacristía: (izq.) visualización en SketchUp y (dcha.) vista desde Odeon®. 257
6.21 Vista interior del modelo geométrico de la Sacristía: (izq.) vista del altar y (dcha.) vista de la puerta de entrada. 257
6.22 Vista interior de las paredes laterales de la Sacristía. 258
6.23 Comparación de los valores medidos y simulados en la Sacristía. 260
6.24 Mapeado espacial del parámetro C_{80} para 1 kHz (izq.) y del STI (dcha.) en la Sacristía. 261
6.25 Vistas exteriorES del modelo geométrico del Claustro Principal: (izq.) vista desde SketchUp y (dcha.) vista desde Odeon®. 262
6.26 Vista interior de las paredes del Claustro Principal. 262
6.27 Representación de las posiciones ocupadas por las fuentes (rojo) y los receptores (azul) en la calibración del modelo acústico del Claustro Principal. 263
6.28 Vista interior de uno de los lados del Claustro Principal. 264
6.29 Comparación de los valores medidos y simulados en el Claustro Principal. . . 266

6.30 Mapeado espacial del parámetro C_{80} para 1 kHz (izq.) y del STI (dcha.) en el Claustro Principal. 267
6.31 Vistas exteriores del modelo geométrico del Claustro de la Botica: (izq.) visualización en SketchUp y (dcha.) vista desde Odeon®. 268
6.32 Vistas interiores del interior del Claustro de la Botica. 269
6.33 Comparación de los valores medidos y simulados en el Claustro de la Botica. 271
6.34 Mapeado espacial del parámetro C_{80} para 1 kHz (izq.) y del STI (dcha.) en la Sacristía. 273
6.35 Vistas exteriores del modelo geométrico de la Casita del Infante: (izq.) visualización en SketchUp y (dcha.) vista desde Odeon®. 273
6.36 Sección del modelo acústico de la Casita del Infante. 274
6.37 Vistas interiores del salón central de la Casita del Infante. 274
6.38 Representación de las posiciones ocupadas por las fuentes utilizadas en la calibración del modelo acústico de la Casita del Infante. 275
6.39 Comparación de los valores medidos y simulados en la Casita del Infante. . . 277
6.40 Estado actual (izq.) y estado original (dcha.) de la Casita del Infante. 279
6.41 Mapeado espacial del parámetro C_{80} para 1 kHz (izq.) y del STI (dcha.) en la planta baja de la Casita del Infante en su estado original. 280
6.42 Vistas exteriores del modelo geométrico del Teatro del Seminario: (izq.) visualización en SketchUp y (dcha.) vista desde Odeon®. 281
6.43 Vistas interiores del modelo geométrico del Teatro del Seminario. 281
6.44 Representación de las posiciones ocupadas por la fuente (rojo) y los receptores (azul) en la simulación del modelo acústico del Teatro del Seminario. 283
6.45 Mapeado espacial del parámetro C_{80} para 1 kHz (izq.) y del STI (dcha.) en el Teatro del Seminario. 284

7.1 Fotografía tomada durante la grabación de referencia realizada con el Coro de Cámara de Madrid en el auditorio del Campus Sur de la UPM. 287
7.2 Detalle de los micrófonos utilizados para la grabación de referencia del violonchelo (izq.) y el clave (dcha.). 289
7.3 Fotografía tomada durante la grabación de referencia realizada con el Ensemble Suspiratio. 291
7.4 Fotografías de la grabación anecoica de un cantante (izq.) y una violinista (dcha.). 292
7.5 Fotografía de la grabación en cámara anecoica del órgano positivo. 292
7.6 Fotografía de la grabación en cámara anecoica de una cantante, donde se aprecia la pantalla que muestra el vídeo de referencia. 293
7.7 Diagrama de bloques del equipo utilizado para grabar a los músicos en cámara anecoica. 294
7.8 Fotografía de la grabación del órgano en el Auditorio Manuel de Falla del RCSMM. 295

8.1 Volúmenes de audiencia y posiciones de fuente (rojo) modelados en el coro (izq.) y la nave (dcha.) para la simulación del motete *O vos omnes* interpretado por ocho coros en la Basílica. 302

8.2 Volúmenes de audiencia y receptores (azul) modelados en el altar (izq.) y el coro (dcha.) para la simulación del motete *O vos omnes* interpretado por ocho coros en la Basílica. 303
8.3 Posiciones ocupadas por los ocho coros que participan en la interpretación del motete *O vos omnes* en la Basílica. 304
8.4 Planta y alzado de la Basílica, donde pueden observarse las posiciones de las fuentes (rojo) y los receptores (azul) modelados para simular la interpertación de la obra *O vos omnes* por ocho coros. 305
8.5 Vista de los volúmenes de audiencia, las fuentes (rojo) y los receptores (azul) modelados para la simulación de la interpertación del motete *O vos omnes* en el coro de la Basílica. 306
8.6 Vista en perspectiva (izq.) y en planta (dcha.) de las posiciones ocupadas por las fuentes (rojo) y los receptores (azul) en la simulación de la interpretación de la pieza *Laudate pueri* en el coro de la Basílica. 307
8.7 Vista interior del coro donde se pueden observar las posiciones ocupadas por las fuentes (rojo) y los receptores (azul) en la simulación de la interpetación del motete *Popule Meus* en el coro de la Basílica. 308
8.8 Vista de los volúmenes de audiencia, las fuentes (rojo) y los receptores (azul) modelados para la simulación del villancico *Cazadores* en el coro de la Basílica. 310
8.9 Posiciones ocupadas por las fuentes sonoras en la recreación virtual del villancico *Cazadores* de Antonio Soler en el altar de la Basílica. 311
8.10 Áreas de audiencia y receptores modelados para la simulación de la interpretación del villancico *Cazadores* de Soler en el altar de la Basílica. 312
8.11 Vista de los órganos del transpeto de la Basílica y de las fuentes (rojo) modelados para la simulación de la interpretación de los *Versos de Te Deum* de Antonio Soler. 314
8.12 Volúmenes de audiencia y receptores (azul) situados en la nave y el sotocoro de la Basílica en la simulación de los *Versos de Te Deum* de Antonio Soler. . 315
8.13 Posición de la fuente sonora (izq.) y volúmenes de audiencia y receptores (dcha.) modelados en las simulaciones del órgano prioral del coro de la Basílica. . . . 315
8.14 Vista de la nave de la Basílica, donde se pueden observar los volúmenes de audiencia, las fuentes (rojo) y los receptores (azul) modelados para la simulación de la pieza *Pange Lingua*. 317
8.15 Volúmenes de audiencia, fuentes sonoras (rojo) y receptores (azul) modelados para la simulación de la interpretación de la pieza *Cibavit eos* en el coro de la Basílica. 319
8.16 Posiciones de las fuentes sonoras que simulan al clave (izq.) y al quinteto (dcha.) en las recreaciones de la interpretación de música de cámara en las Salas Capitulares. 320
8.17 Representación de los volúmenes de audiencia y de las posiciones de receptor modelados en las Salas Capitulares. 321
8.18 Volúmenes de audiencia, fuentes (rojo) y receptores (azul) modelados para la simulación de interpretaciones musicales en la Iglesia de Prestado. 323
8.19 Volúmenes de audiencia modelados para la simulación de la pieza *Laudate pueri* en la Sacristía. 324

8.20 Vista en perspectiva (izq.) y en planta (dcha.) de la Sacristía donde se muestran las posiciones ocupadas por las fuentes (rojo) y los receptores (azul) en la simulación de la obra *Laudate pueri* de Soler. 325
8.21 Volúmenes de audiencia, fuentes (rojo) y receptores (azul) modelados en el lado este (izq.) y sur (dcha.) del Claustro Principal para simular la entonación del *Te Deum*. 327
8.22 Volúmenes de audiencia, fuentes (rojo) y receptores (azul) modelados en el Claustro Principal para la simulación de la obra *Laudate pueri*. 328
8.23 Vista en planta de las posiciones ocupadas por las fuentes (rojo) y los receptores (azul) para la simulación del villancico *Cazadores* de Antonio Soler. 329
8.24 Volúmenes de audiencia, fuentes (rojo) y receptores (azul) modelados para la simulación de una representación teatral en el Claustro de la Botica. 331
8.25 Posiciones ocupadas por las fuentes (rojo) y los receptores (azul) cuando se considera que la interpretación de los *Quintetos* se realizaba con los músicos en el segundo piso de la Casita del Infante. 333
8.26 Posiciones ocupadas por las fuentes (rojo) y los receptores (azul) cuando se considera que la interpretación de los *Quintetos* se realizaba en el salón central de la Casita del Infante. 334
8.27 Volúmenes de audiencia y receptores modelados para la simulación realizada en el Teatro del Seminario. 335
8.28 Vista en planta del Teatro del Seminario, donde se muestran las posiciones de las fuentes (rojo) y los receptores (azul) utilizadas en la simulación de la obra *En el peligro el remedio*. 336

9.1 Interfaz de la aplicación utilizada para la realización de la prueba de escucha. 343
9.2 Fotografías del equipo utilizado en la realización de la prueba de escucha (izq.) y de un participante preparándose para la prueba (dcha.). 348
9.3 Diagrama de cajas y bigotes de todos los adjetivos evaluados para la recreación de la pieza *Cibavit eos*. 350
9.4 Diagrama de cajas y bigotes de todos los adjetivos evaluados para la recreación de la pieza *Cazadores* de Antonio Soler. 352
9.5 Diagrama de cajas y bigotes de todos los adjetivos evaluados para la recreación de la pieza *O vos omnes* de Antonio Soler. 353
9.6 Diagrama de cajas y bigotes de todos los adjetivos evaluados para la recreación de la pieza *Versos de Te Deum* de Antonio Soler. 355
9.7 Diagramas de cajas y bigotes de los adjetivos tierno (arriba) y tenso (abajo) para las cuatro piezas evaluadas. 357
9.8 Diagramas de cajas y bigotes de los adjetivos maravilloso (arriba) y poderoso (abajo) para las cuatro piezas evaluadas. 359
9.9 Diagramas de cajas y bigotes de los adjetivos triste (arriba) y feliz (abajo) para las cuatro piezas evaluadas. 360
9.10 Diagramas de cajas y bigotes de los adjetivos transcendental (arriba-izq.), nostálgico (arriba-dcha.) y tranquilo (abajo) para las cuatro piezas evaluadas. 362

10.1 Box-and-whisker plots summarising the global values obtained for the acoustic parameters EDT and C_{80} according to the areas of use of the Basílica. The dashed lines indicate the typical range for these parameters in performance venues, as defined in the standard ISO 3382. 373
10.2 Box-and-whisker plots summarising the global values obtained for the acoustic parameters D_{50} and STI according to the areas of use of the Basílica. The dashed lines indicate the typical range for these parameters in performance venues, as defined in the standard ISO 3382. 375
10.3 Box-and-whisker plots summarising the global values obtained for the acoustic parameters EDT, C_{80}, D_{50} and STI in the remaining rooms of the Monastery. The dashed lines indicate the typical range for these parameters in performance venues, as defined in the standard ISO 3382. 376

A.1 Plano de la Basílica donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras. El plano de la izquierda representa la planta baja de la Basílica y el plano de la derecha representa el coro, situado a 8,00 m de altura. 403
A.2 Plano de la Basílica donde se indican las posiciones de los receptores. El plano de la izquierda representa la planta baja de la Basílica y el plano de la derecha representa el coro, situado a 8,00 m de altura. 403
A.3 Plano de las Salas Capitulares donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo). 404
A.4 Plano de la Iglesia de Prestado donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo). 406
A.5 Plano de la Sacristía donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo). 406
A.6 Plano del Claustro Principal donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo). 408
A.7 Plano del Claustro de la Botica donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (izq) y de los receptores (dcha). 409
A.8 Plano de la Casita del Infante donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras en la planta baja (izq), planta alta (centro) y de los receptores en la planta baja (dcha). 410

Lista de Tablas

4.1 Características constructivas relevantes para el comportamiento acústico de las salas seleccionadas. 88

5.1 Resumen de la metodología de las mediciones acústicas. 127
5.2 Promedio y desviación estándar del T_{20} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar. 136
5.3 Promedio y desviación estándar del EDT en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar. 138
5.4 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del T_s en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar. 139
5.5 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del C_{80} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar. 141
5.6 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del D_{50} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar. 143
5.7 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del G en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar. 146
5.8 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros $IACC_{(0,+)}$, $IACC_{(0,80)}$ e $IACC_{(80,+)}$ en la Basílica cuando la fuente y los receptores se sitúan en el altar. 149
5.9 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del STI en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar. 150
5.10 Promedio y desviación estándar del T_{20} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro. 152
5.11 Promedio y desviación estándar del EDT en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro. 154
5.12 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del T_s en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro. 155
5.13 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del C_{80} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro. 157
5.14 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del D_{50} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro. 159
5.15 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del G en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro. 161

5.16 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros $IACC_{(0,+)}$, $IACC_{(0,80)}$ e $IACC_{(80,+)}$ en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro. 163
5.17 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del STI en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro. 164
5.18 Promedio y desviación estándar del T_{20} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave. 166
5.19 Promedio y desviación estándar del EDT en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave. 167
5.20 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del T_s en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave. 169
5.21 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del C_{80} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave. 170
5.22 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del D_{50} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave. 172
5.23 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del G en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave. 174
5.24 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del STI en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave. 176
5.25 Promedio y desviación estándar del T_{20} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 177
5.26 Promedio y desviación estándar del EDT en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 179
5.27 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del T_s en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 180
5.28 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del C_{80} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 182
5.29 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del D_{50} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 183
5.30 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del G en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 186
5.31 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del STI en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. 187
5.32 Promedio espacial y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en las Salas Capitulares. 189
5.33 Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en las Salas Capitulares. 190
5.34 Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en las Salas Capitulares. 192
5.35 Promedio y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en la Iglesia de Prestado. 194
5.36 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en la Iglesia de Prestado. 195
5.37 Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en la Iglesia de Prestado. 197

5.38 Promedio y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en la Sacristía. . . . 198
5.39 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en la Sacristía. . . . 199
5.40 Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en la Sacristía. . . . 201
5.41 Promedio espacial y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en el Claustro Principal. . . . 203
5.42 Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en el Claustro Principal. . . . 204
5.43 Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en el Claustro Principal. . . . 206
5.44 Promedio y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en el Claustro de la Botica. . . . 208
5.45 Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en el Claustro de la Botica. . . . 209
5.46 Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en la Iglesia de Prestado. . . . 211
5.47 Promedio espacial de todos los parámetros evaluados cuando las posiciones de receptor se sitúan bajo los arcos del Claustro de la Botica. . . . 212
5.48 Promedio espacial y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en la Casita del Infante. . . . 214
5.49 Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en la Casita del Infante. . . . 215
5.50 Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en la Iglesia de Prestado. . . . 217
5.51 Promedio espacial de todos los parámetros evaluados cuando las posiciones de fuente se sitúan en la segunda planta de la Casita del Infante. . . . 218
5.52 Balance de la incertidumbre de medición de la respuesta al impulso de una sala (Witew, 2022). . . . 224
5.53 Incertidumbre típica de los parámetros acústicos de banda ancha basada en la incertidumbre de más de 400.000 mediciones de la respuesta al impulso (Witew, 2022). . . . 225

6.1 Coeficientes de dispersión sugeridos para diversos materiales en el manual de usuario de Odeon® (Christensen y Koutsouris, 2021). . . . 234
6.2 Valores de umbral diferencial JND asociados a los índices acústicos, según ISO 3382-1 (International Organization for Standardization, 1997). . . . 236
6.3 Coeficientes de absorción y dispersión aplicados a las superficies del modelo acústico de la Basílica. . . . 240
6.4 Parámetros de cálculo utilizados en la simulación de la Basílica. . . . 241
6.5 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Basílica. Comparación del promedio espacial de los valores medidos y simulados obtenidos a partir de las posiciones de fuente y receptor en la nave. . . . 242

6.6 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Basílica. Comparación del promedio espacial de los valores medidos y simulados obtenidos a partir de las posiciones de fuente y receptor en el coro. 245
6.7 Coeficientes de absorción y dispersión aplicados a las superficies del modelo acústico de las Salas Capitulares. 248
6.8 Parámetros de cálculo utilizados en la simulación de las Salas Capitulares. . 249
6.9 Resultados de la calibración del modelo acústico de las Salas Capitulares. Comparación del promedio espacial de los valores medidos y simulados. . . . 249
6.10 Coeficientes de absorción y dispersión aplicados a las superficies del modelo acústico de la Iglesia de Prestado. 253
6.11 Parámetros de cálculo utilizados en la simulación de la Iglesia de Prestado. . 254
6.12 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Iglesia de Prestado. Comparación del promedio espacial de los valores medidos y simulados. . . . 254
6.13 Coeficientes de absorción y dispersión aplicados a las superficies del modelo acústico de la Sacristía. 258
6.14 Parámetros de cálculo utilizados en la simulación de la Sacristía. 259
6.15 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Sacristía. Comparación del promedio espacial de los valores medidos y simulados. 261
6.16 Coeficientes de absorción y dispersión aplicados a las superficies del modelo acústico del Claustro Principal. 264
6.17 Parámetros de cálculo utilizados en la simulación del Claustro Principal. . . 265
6.18 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro Principal. Comparación del promedio espacial de los valores medidos y simulados. 265
6.19 Coeficientes de absorción y dispersión aplicados a las superficies del modelo acústico del Claustro de la Botica. 269
6.20 Parámetros de cálculo utilizados en la simulación del Claustro de la Botica. . 270
6.21 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro de la Botica. Comparación del promedio espacial de los valores medidos y simulados. . . . 272
6.22 Coeficientes de absorción y dispersión aplicados a las superficies del modelo acústico de la Casita del Infante. 275
6.23 Parámetros de cálculo utilizados en la simulación de la Casita del Infante. . . 276
6.24 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Casita del Infante. Comparación del promedio espacial de los valores medidos y simulados. . . . 276
6.25 Valores de los parámetros acústicos resultantes de la simulación del estado orginal de la Casita del Infante. 279
6.26 Coeficientes de absorción y dispersión aplicados a las superficies del modelo acústico del Teatro del Seminario. 282
6.27 Parámetros de cálculo utilizados en la simulación del Teatro del Seminario. . 282
6.28 Valores de los parámetros acústicos resultantes de la simulación del estado orginal del Teatro del Seminario. 283

7.1 Valores del T_{60} medidos en la cámara anecoica del Campus Sur de la UPM (Blanco-Martin et al., 2007). 291

8.1 Reparto de la interpretación de los versos del motete *O vos omnes* de Antonio Soler. 304

9.1 Adjetivos utilizados para describir las interpretaciones msuciales. 364

A.1 Posiciones de las fuentes sonoras en la Basílica. 401
A.2 Posiciones de los micrófonos en la Basílica. 402
A.3 Posiciones de las fuentes sonoras en las Salas Capitulares. 404
A.4 Posiciones de los micrófonos en las Salas Capitulares. 404
A.5 Posiciones de las fuentes sonoras en la Iglesia de Prestado. 405
A.6 Posiciones de los micrófonos en la Iglesia de Prestado. 405
A.7 Posiciones de las fuentes sonoras en la Sacristía. 407
A.8 Posiciones de los micrófonos en la Sacristía. 407
A.9 Posiciones de las fuentes sonoras en el Claustro Principal. 408
A.10 Posiciones de los micrófonos en el Claustro Principal. 408
A.11 Posiciones de las fuentes sonoras en el Claustro de la Botica. 409
A.12 Posiciones de los micrófonos en el Claustro de la Botica. 409
A.13 Posiciones de las fuentes sonoras en la Casita del Infante. 410
A.14 Posiciones de los micrófonos en la Casita del Infante. 410

B.1 Valoración subjetiva del grado de inteligibilidad en función del valor del STI. 415

C.1 Valores del parámetro T_{20} medidos en la Basílica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 417
C.2 Valores del parámetro EDT medidos en la Basílica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 421
C.3 Valores del parámetro T_s medidos en la Basílica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 426
C.4 Valores del parámetro C_{80} medidos en la Basílica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 430
C.5 Valores del parámetro D_{50} medidos en la Basílica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 434
C.6 Valores del parámetro G medidos en la Basílica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 439
C.7 Valores del parámetro $IACC_{(0,+)}$ medidos en la Basílica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 443
C.8 Valores del parámetro $IACC_{(0,80)}$ medidos en la Basílica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 443
C.9 Valores del parámetro $IACC_{(80,+)}$ medidos en la Basílica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 444
C.10 Valores del parámetro STI medidos en la Basílica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 445
C.11 Valores del parámetro T_{20} medidos en las Salas Capitulares. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 450

C.12 Valores del parámetro EDT medidos en las Salas Capitulares. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 452
C.13 Valores del parámetro T_s medidos en las Salas Capitulares. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 454
C.14 Valores del parámetro C_{80} medidos en las Salas Capitulares. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 456
C.15 Valores del parámetro D_{50} medidos en las Salas Capitulares. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 459
C.16 Valores del parámetro STI medidos en las Salas Capitulares. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 461
C.17 Valores del parámetro T_{20} medidos en la Iglesia de Prestado. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 464
C.18 Valores del parámetro EDT medidos en la Iglesia de Prestado. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 468
C.19 Valores del parámetro T_s medidos en la Iglesia de Prestado. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 473
C.20 Valores del parámetro C_{80} medidos en la Iglesia de Prestado. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 477
C.21 Valores del parámetro D_{50} medidos en la Iglesia de Prestado. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 482
C.22 Valores del parámetro STI medidos en la Iglesia de Prestado. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 486
C.23 Valores del parámetro T_{20} medidos en la Sacristía. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 491
C.24 Valores del parámetro EDT medidos en la Sacristía. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 494
C.25 Valores del parámetro T_s medidos en la Sacristía. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 498
C.26 Valores del parámetro C_{80} medidos en la Sacristía. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 501

C.27 Valores del parámetro D_{50} medidos en la Sacristía. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 505
C.28 Valores del parámetro STI medidos en la Sacristía. Se muestran los resultados de los tres barridos medidos y su promedio para cada combinación fuente-receptor utilizada. 508
C.29 Valores del parámetro T_{20} medidos en el Claustro Principal para cada combinación fuente-receptor utilizada. 512
C.30 Valores del parámetro EDT medidos en el Claustro Principal para cada combinación fuente-receptor utilizada. 513
C.31 Valores del parámetro T_s medidos en el Claustro Principal para cada combinación fuente-receptor utilizada. 514
C.32 Valores del parámetro C_{80} medidos en el Claustro Principal para cada combinación fuente-receptor utilizada. 515
C.33 Valores del parámetro D_{50} medidos en el Claustro Principal para cada combinación fuente-receptor utilizada. 516
C.34 Valores del parámetro STI medidos en el Claustro Principal para cada combinación fuente-receptor utilizada. 517
C.35 Valores del parámetro T_{20} medidos en el Claustro de la Botica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 518
C.36 Valores del parámetro EDT medidos en el Claustro de la Botica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 518
C.37 Valores del parámetro T_s medidos en el Claustro de la Botica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 519
C.38 Valores del parámetro C_{80} medidos en el Claustro de la Botica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 519
C.39 Valores del parámetro D_{50} medidos en el Claustro de la Botica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 520
C.40 Valores del parámetro STI medidos en el Claustro de la Botica para cada combinación fuente-receptor utilizada. 520
C.41 Valores del parámetro T_{20} medidos en la Casita del Infante para cada combinación fuente-receptor utilizada. 521
C.42 Valores del parámetro EDT medidos en la Casita del Infante para cada combinación fuente-receptor utilizada. 521
C.43 Valores del parámetro T_s medidos en la Casita del Infante para cada combinación fuente-receptor utilizada. 522
C.44 Valores del parámetro C_{80} medidos en la Casita del Infante para cada combinación fuente-receptor utilizada. 523
C.45 Valores del parámetro D_{50} medidos en la Casita del Infante para cada combinación fuente-receptor utilizada. 523
C.46 Valores del parámetro STI medidos en la Casita del Infante para cada combinación fuente-receptor utilizada. 524

D.1 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Basílica: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_{20}. 525

D.2 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Basílica: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro EDT. 536
D.3 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Basílica: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_s. 547
D.4 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Basílica: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro C_{80}. 559
D.5 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Basílica: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro D_{50}. 570
D.6 Resultados de la calibración del modelo acústico de las Salas Capitulares: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_{20}. . . . 582
D.7 Resultados de la calibración del modelo acústico de las Salas Capitulares: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro EDT. . . 583
D.8 Resultados de la calibración del modelo acústico de las Salas Capitulares: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_s. 585
D.9 Resultados de la calibración del modelo acústico de las Salas Capitulares: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro C_{80}. . . . 587
D.10 Resultados de la calibración del modelo acústico de las Salas Capitulares: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro D_{50}. . . . 588
D.11 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Iglesia de Prestado: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_{20}. . . . 591
D.12 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Iglesia de Prestado: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro EDT. . . 594
D.13 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Iglesia de Prestado: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_s. 598
D.14 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Iglesia de Prestado: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro C_{80}. . . . 601
D.15 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Iglesia de Prestado: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro D_{50}. . . . 604
D.16 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Sacristía: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_{20}. 609
D.17 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Sacristía: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro EDT. 611
D.18 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Sacristía: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_s. 614
D.19 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Sacristía: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro C_{80}. 617
D.20 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Sacristía: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro D_{50}. 619
D.21 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro Principal: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_{20}. 623
D.22 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro Principal: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro EDT. 625
D.23 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro Principal: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_s. 627

D.24 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro Principal: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro C_{80}. 630
D.25 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro Principal: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro D_{50}. 632
D.26 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro de la Botica: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_{20}. . . . 635
D.27 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro de la Botica: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro EDT. . . 636
D.28 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro de la Botica: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_s. 637
D.29 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro de la Botica: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro C_{80}. . . . 638
D.30 Resultados de la calibración del modelo acústico del Claustro de la Botica: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro D_{50}. . . . 639
D.31 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Casita del Infante: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_{20}. . . . 640
D.32 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Casita del Infante: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro EDT. . . 641
D.33 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Casita del Infante: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro T_s. 643
D.34 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Casita del Infante: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro C_{80}. . . . 644
D.35 Resultados de la calibración del modelo acústico de la Casita del Infante: comparación de los valores medidos y simulados para el parámetro D_{50}. . . . 646

Abreviaturas y acrónimos

BIR	Binaural Impulse Response
GUM	Guide to the expression of Uncertainty in Measurements
HATS	Head and Torso Simulator
HRTF	Head Related Transfer Function
IACC	Inter-aural Cross Correlation Coeficient
INR	Impulse response to Noise Ratio
JND	Just-Noticeable Difference
RCSMM	Real Conservatorio Superior de Música de Madrid
SATB	Soprano, Alto, Tenor, Bajo
SNR	Signal to Noise Ratio
STI	Speech Transmission Index
UPM	Universidad Politécnica de Madrid
VAD	Virtual Auditory Display

Capítulo 1

Introducción

Por patrimonio cultural se entiende un conjunto de bienes heredados que son identificados, con independencia de a quién pertenezcan, con las prácticas sociales, los valores, las creencias, los conocimientos y las tradiciones propias de un pueblo, de una región o de toda la humanidad. Este conjunto de recursos debe ser disfrutado y protegido por la comunidad y las entidades responsables, con el fin de poder ser transmitido a futuras generaciones (CETS No.: 199, 2005). El concepto de patrimonio cultural es subjetivo y dinámico, ya que no depende de los bienes y los objetos considerados parte del patrimonio, sino de los valores, funciones y significados que la sociedad les atribuye.

En 1972, la UNESCO adoptó la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, cuyo objetivo fue promover la identificación, protección y preservación del patrimonio cultural y natural considerado especialmente valioso para la humanidad (UNESCO, 1972). En ella, el patrimonio cultural se identifica con elementos materiales, que se dividen en tres grupos principales: los monumentos, que incluyen obras arquitectónicas, escultóricas y pictóricas, así como elementos o estructuras que tengan un valor excepcional desde el punto de vista histórico, arqueológico, artístico o científico; los conjuntos arquitectónicos, en los que se comprenden grupos de construcciones (aisladas o reunidas) cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les da un valor cultural excepcional en alguno de los puntos de vista anteriormente mencionados; y, por último, los lugares, que pueden abarcar obras del hombre o del hombre y la naturaleza que tienen un valor excepcional desde el punto de vista de la historia, la estética, la etnología o la antropología.

Esta Convención supuso un avance conceptual significativo en el concepto de patrimonio cultural, ya que además de valores históricos y artísticos, que eran los habitualmente considerados dentro de esta definición, incluyó también valores científicos y naturales. A pesar de ello, esta concepción del patrimonio cultural entiende únicamente dentro de tal grupo los elementos materiales y tangibles, dejando de lado elementos intangibles, como las lenguas, la danza, la música y las fiestas, que forman parte de las creaciones identitarias de los pueblos y regiones. Con el fin de resaltar la importancia de estos bienes inmateriales, en 2003 la Conferencia General de la UNESCO aprobó la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial, donde se define que:

> "Se entiende por patrimonio cultural inmaterial los usos, representaciones, expresiones, conocimientos y técnicas —junto con los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales que les son inherentes— que las comunidades, los grupos y, en algunos casos, los individuos reconozcan como parte integrante de su patrimonio cultural. Este patrimonio cultural inmaterial, que se transmite de generación en generación, es recreado constantemente por las comunidades y grupos en función de su entorno, su interacción con la naturaleza y su historia, infundiéndoles un sentimiento de identidad y continuidad y contribuyendo así a promover el respeto de la diversidad cultural y la creatividad humana." (UNESCO, 2003)

En esta definición de patrimonio cultural inmaterial se engloba el patrimonio sonoro, que es imprescindible para la comprensión de las culturas y las sociedades que lo producen, lo utilizan y lo perciben. El patrimonio sonoro incluye los sonidos creados por los humanos, ya sea a través de la composición musical, del diseño sonoro o de cualquier otra actividad humana, en la que se incluyen actividades cotidianas como la conversación, el trabajo y sonidos resultantes de la tecnología y la industria. Además, también hay que considerar en esta definición las características acústicas de los entornos, tanto naturales como debidos a construcciones arquitectónicas.

En la presente tesis doctoral es de especial interés el trabajo realizado para la preservación, recuperación y difusión del patrimonio sonoro constituido por la acústica de los recintos históricos. La arquitectura de estas edificaciones y, consecuentemente, su acústica, se encontraba estrechamente relacionada con las actividades culturales y sociales que se llevaban a cabo en su interior. Las características acústicas de estos edificios son una consecuencia inmaterial de sus elementos constructivos, materiales, mobiliario y decoración interior. Por lo tanto, se tratan de una propiedad efímera que depende del entorno físico. Esta dependencia muestra la fragilidad de este patrimonio inmaterial, ya que una modificación o pérdida del entorno puede afectar de forma irreversible a la conservación de estos bienes (Katz et al., 2020).

Una gran parte de los trabajos científicos realizados en este campo se centran en el estudio y la preservación mediante modelado virtual de edificios históricos que se conservan en un estado muy semejante al que tuvieron durante sus principales años de actividad. A pesar de ello, es relevante mencionar las investigaciones centradas en la reconstrucción de espacios arquitectónicos perdidos, en las que, gracias a las técnicas de realidad virtual, es posible recrear una aproximación del comportamiento acústico que tuvieron los edificios originales. Algunos de los proyectos e investigaciones más relevantes realizados en las últimas décadas incluyen:

- **Influence of Architectural Features and Styles on Various Acoustical Measures in Churches:** tesis doctoral realizada por António Pedro Oliveira de Carvalho, en la que evalúa mediante mediciones los parámetros acústicos de cuarenta y una iglesias católicas en Portugal que fueron construidas en los últimos catorce siglos. La tesis fue defendida en la Universidad de Florida (Estados Unidos) en 1994 (de Carvalho, 1994).
- **Proyecto CAHRISMA (*Conservation of the Acoustical Heritage by the Revival and Identification of the Sinan's Mosques Acoustics*):** este proyecto se centró en la medición y recreación virtual de antiguas iglesias y mezquitas bizantinas

diseñadas por el arquitecto turco Sinan. La investigación fue financiada por la Comisión Europea, a través del 5º Programa Marco INCO-MED, y se realizó entre los años 2000 y 2003 (Weitze et al., 2000; Weitze et al., 2002; Yüksel et al., 2003).

- **Proyecto ERATO (*Identification, Evaluation and Revival of the Acoustics of Ancient Theatres and Odea*):** cuyo objetivo fue el estudio y la reconstrucción virtual de teatros y odeones griegos y romanos repartidos en múltiples países de la costa mediterránea. Con ello se pretendía conocer en detalle las características acústicas de los teatros abiertos y compararlas con las de los odeones, que se trataron de teatros más pequeños y originalmente techados. Este proyecto formó parte del 5º Programa Marco INCO–MED de la Comisión Europea y se llevó a cabo a partir de febrero de 2003, con una duración de tres años (Bevilacqua y Iannace, 2023; Gade et al., 2004; Gade et al., 2005; Haddad, 2008; Lisa et al., 2004; Rindel, 2013).
- **Proyecto CAMERA (*Centre for Acoustic and Musical Experiments in Renaissance Architecture*):** este trabajo se centró en la relación entre el espacio arquitectónico y la interpretación musical en un conjunto de doce iglesias renacentistas italianas, entre las que se encuentra la Basílica de San Marcos, múltiples monasterios construidos en las islas de Venecia y conventos mendicantes. Los primeros tres años de esta investigación, realizada entre 2005 y 2008, fueron financiados por el *Arts and Humanity Research Concil* (AHRC). Los principales resultados fueron publicados en formato de libro, titulado *Sound and Space in Renaissance Venice: Architecture, Music, Acoustics* (Howard y Moretti, 2009).
- **Restauración Virtual del Patrimonio Sonoro: Aplicación al Antiguo Rito Hispánico:** tesis doctoral realizada por Antonio Pedrero González y defendida en 2014 en la Universidad Politécnica de Madrid. El objetivo de esta investigación era la utilización de tecnologías de realidad virtual con el fin de reconstruir virtualmente el sonido producido en las actividades litúrgicas del rito hispánico. Para ello, se midió y simuló el comportamiento acústico de cinco iglesias prerrománicas españolas (Pedrero González, 2014).
- **Proyecto *Cathedral Acoustics* (*Sound as Intangible Heritage: Preserving the Acoustics of Cathedrals in the United Kingdom*):** este proyecto se centró en la caracterización acústica de cuatro catedrales inglesas y en la recreación de su comportamiento acústico actual y pasado mediante la generación de modelos acústicos virtuales. Fue respaldado por la Comisión Europea, como parte de las becas de post-grado Marie Sklodowska-Curie, y se llevó a cabo entre octubre 2018 y septiembre 2020 (Álvarez-Morales et al., 2019; Álvarez-Morales et al., 2020; Álvarez Morales et al., 2021).
- **Proyecto PHE (*The Past Has Ears*):** el trabajo realizado en este proyecto se basa en explorar cómo se puede documentar, reconstruir y experimentar mediante mediciones, investigación y reconstrucciones virtuales la acústica de recintos históricos, tanto de aquellos que se conservan intactos como de los que han sufrido modificaciones a lo largo de los siglos. El edificio más destacado estudiado en este proyecto es la Catedral de Notre Dame de París, cuya acústica original se perdió tras el incendio que sufrió en 2019. El proyecto fue financiado por el programa *Joint Programming Initiative on Cultural*

Heritage and Global Change y se llevó a cabo entre los años 2020 y 2023 (Katz et al., 2020; Katz et al., 2020; Katz y Weber, 2020; Mullins et al., 2023).

- **Proyecto RESOUND (*Giving Voice to Hispanic Chant through Phylogenetic Study of Medieval Plainchant*):** el objetivo principal de este trabajo es dar significado a los signos que codifican el canto hispánico, cuyo significado todavía no se conoce. Además de diversas herramientas de bioinformática, genética y análisis computacional, se pretende utilizar la reconstrucción virtual sonora para simular la interpretación musical de estos cantos en sus espacios originales. Este proyecto está financiado por el *European Research Council*, tendrá una duración de cinco años y comenzó en diciembre de 2023.

Además de estos proyectos, durante las últimas dos décadas se han realizado numerosas investigaciones de menor alcance centradas en caracterizar, simular y conservar la acústica de numerosos recintos históricos de diferentes épocas, estilos arquitectónicos y estados de conservación. En el caso de España, las investigaciones relacionadas con la conservación del patrimonio cultural sonoro de recintos se han basado principalmente en el estudio de las características acústicas de las principales catedrales. Entre ellas se cuentan las investigaciones realizadas en la catedral de Toledo (Pedrero et al., 2014), las catedrales andaluzas (Cádiz, Córdoba, Granada, Jaén, Málaga y Sevilla) (Álvarez-Morales et al., 2016), la catedral de Murcia (Álvarez-Morales et al., 2018) y la catedral de Santiago de Compostela (Gómez Alfageme et al., 2019). Adicionalmente, se han llevado a cabo investigaciones semejantes en otros recintos religiosos (C. Díaz et al., 2007; Suárez et al., 2005).

Es llamativo que la mayoría de estas investigaciones se han centrado en la evaluación y conservación de recintos históricos en los que se interpretaba música religiosa. En cambio, recintos dedicados a la interpretación de otros estilos de música antigua y clásica, como la música escénica y la música de cámara, han quedado relegados. Un ejemplo de investigación centrada en la evaluación de espacios utilizados para la interpretación de música de cámara es el proyecto *Experimental Virtual Archaeological-Acoustics: Versailles*, realizado entre 2019 y 2022 y centrado en la evaluación de la influencia de las salas en las técnicas de interpretación musical en los siglos XVII y XVIII, utilizando como referencia el Palacio de Versalles (Eley, Lavandier et al., 2022; Eley, Psychoyou et al., 2022). La falta de investigaciones centradas en recintos donde se interpretaron estilos de música no religiosa en España es una de las principales motivaciones para el desarrollo de la presente tesis doctoral. Uno de los objetivos de esta investigación es recrear mediante simulaciones la relación existente entre un entorno acústico y las piezas musicales que se compusieron para él. Con este fin, se determinó centrar la investigación en un único compositor cuya creación musical abarcara múltiples estilos y cuyas interpretaciones fueran realizadas en un conjunto reducido de recintos.

El músico en el que se ha elegido centrar este trabajo doctoral es el compositor español Antonio Soler Ramos, también conocido como Padre Antonio Soler (1729-1783). Se trata de un monje jerónimo, compositor, clavecinista, organista y maestro de capilla del Real Monasterio de San Lorenzo del Escorial, que desarrolló casi toda su carrera compositiva en sus años de sacerdocio en el Monasterio, al que se consagró en 1752. La música litúrgica y teatral religiosa constituyen una gran parte de su obra compositiva debido a la necesidad de cumplir las funciones encomendadas por la Orden como maestro de capilla. Adicionalmente, Antonio

Soler compuso una cantidad sorprendente de piezas no litúrgicas debido a la estrecha relación que tenía con la corte y, principalmente, con el infante don Gabriel, hijo de Carlos III. Para él compuso más de ciento cincuenta piezas de clave, seis conciertos para dos órganos y seis quintetos para clave y cuarteto de cuerda. Se le considera un maestro de la música barroca que se encuentra a caballo entre este periodo y el periodo clásico, del que se ve una gran influencia en su música de cámara. Junto con Domenico Scarlatti, es considerado uno de los más importantes maestros de la música de tecla del siglo XVIII, y probablemente se trate de uno de los compositores más prolíficos de la música clásica española.

Su obra despierta un gran interés para la investigación que se pretende llevar a cabo debido a su estrecha relación con un entorno concreto, el Real Monasterio de San Lorenzo del Escorial. A pesar de que habitualmente se le nombre únicamente como monasterio, el espacio que encierran sus muros alberga mucho más. Este espacio interior podría dividirse en cuatro partes: el monasterio, que perteneció hasta 1837 a la orden de San Jerónimo; un palacio que albergó a los Austrias durante los siglos XVI-XVII y a los Borbones a partir del siglo XVIII, los cuales siempre iban acompañados de la corte; un colegio y seminario; y la Basílica, que sirvió como punto de unión de todos los residentes del edificio. Esta gran variedad de espacios y habitantes y sus interacciones originaron una amplia creación artística por parte de los monjes jerónimos, que no se encontraba centrada únicamente en la temática religiosa ni en el estilo antiguo debido a las grandes influencias de la corte y sus músicos.

Antonio Soler puede considerarse el máximo exponente del impacto que la conexión entre el monasterio, la corte y el colegio ha tenido en el desarrollo artístico del Monasterio del Escorial a lo largo de los siglos. Su obra compositiva se encuentra dividida en piezas de música religiosa vocal, creada para el oficio de las horas y las grandes celebraciones litúrgicas; música teatral, que fue tanto de temática religiosa (villancicos) como de temática profana, para la interpretación por parte de los alumnos del colegio y seminario; y música de cámara, que se centró en la enseñanza musical y esparcimiento del infante don Gabriel. El conjunto del Monasterio del Escorial y sus jardines serán el escenario en el que se llevarán a cabo las interpretaciones de estas composiciones, que se representarán en una gran diversidad de espacios.

En esta investigación se ha llevado a cabo el trabajo de caracterización acústica y recreación virtual de ocho salas del Monasterio de San Lorenzo del Escorial, incluyendo una que no se conserva en su estado original. A pesar de que otros espacios del Monasterio fueron también testigos de interpretaciones musicales a lo largo de los siglos, esta tesis se ha centrado en aquellos en los que se tiene constancia de que se interpretaron habitualmente composiciones de Antonio Soler. Los modelos virtuales generados se corresponden con el estado de las salas durante el siglo XVIII, época en la que Soler residió en el Monasterio.

Las interpretaciones de música religiosa de Soler fueron simuladas en cuatro de los entornos estudiados: la Basílica, que destaca por ser el recinto más importante del Monasterio, al igual que el lugar donde la comunidad jerónima realizaba el oficio litúrgico; la Iglesia de Prestado, donde se realizaban las misas de difuntos por los miembros de la comunidad; la Sacristía, donde tuvieron lugar múltiples celebraciones religiosas privadas de la realeza y la corte; y el Claustro Principal, donde se llevaban a cabo procesiones que habitualmente eran acompañadas por interpretaciones vocales y villancicos. Las simulaciones de las obras de cámara de Soler se

centraron en dos recintos: las Salas Capitulares, en las cuales se tienen constancia de que se realizaban conciertos de música de cámara donde participaban tanto miembros de la corte como de la comunidad escurialense; y la Casita del Infante, que se trata de un edificio situado en el Bosque de la Herrería y que fue construido con el fin de albergar conciertos de cámara organizados por el infante don Gabriel. Por último, la música escénica compuesta por Soler fue simulada en el Claustro de la Botica, que se trata de un espacio exterior adyacente a los jardines del Monasterio; y el Teatro del Seminario, cuyo estado original ha sido necesario recrearlo a través de fotografías y testimonios.

La gran cantidad de estilos musicales cultivados por Antonio Soler y las numerosas localizaciones donde se ejecutaron sus obras, destacando también el buen estado de conservación de prácticamente todas ellas, convierten a esta pareja en el foco ideal de este estudio. El objetivo principal que se pretende alcanzar es **la reconstrucción y conservación de la interpretación de la obra de Antonio Soler en los espacios musicales del Monasterio de San Lorenzo del Escorial mediante tecnologías de realidad virtual**. Con el fin de alcanzar este objetivo ha sido necesaria la realización de múltiples objetivos parciales, cuya metodología se presenta a continuación.

Objetivo parcial 1: Estudio de la historia del Monasterio de San Lorenzo del Escorial y selección de los recintos más relevantes

El desarrollo de este objetivo parcial requirió de la realización de una extensa investigación bibliográfica en la que se estudió la obra de los principales cronistas e historiadores del Monasterio de San Lorenzo del Escorial, así como las investigaciones llevadas a cabo en el último siglo por musicólogos e historiadores. Se realizó está investigación con el fin de recabar datos de los usos musicales de los espacios del Monasterio desde su fundación en 1563 hasta la muerte del padre Soler, ya que algunas de las tradiciones escurialenses se conservaron durante todos los años en los que la comunidad escurialense residió en el Monasterio. A pesar de ello, los testimonios, noticias e investigaciones considerados en este estudio se centran en los años de actividad de Antonio Soler.

Estos escritos permitieron determinar los recintos más relevantes en la historia musical del Monasterio. Los testimonios y noticias conservados aportaron información relativa al uso de las salas, las piezas que se interpretaban en ellas, el número de personas que participaban en las interpretaciones musicales, el público que había presente y las posiciones que ocupaban ambos grupos.

Objetivo parcial 2: Acercamiento a la vida y obra de Antonio Soler y selección de los materiales musicales a grabar

La tarea llevada a cabo en este objetivo requiere del estudio de la obra musical compuesta por Antonio Soler, con el fin de identificar aquellos estilos más relevantes en su catálogo. A partir de esta evaluación, se determinó que las piezas musicales que posteriormente serían grabadas para reconstruir las interpretaciones de estas obras realizadas durante la segunda mitad del siglo XVIII consistirían en parte de su repertorio de música vocal religiosa sin acompañamiento, música vocal religiosa con acompañamiento, música religiosa instrumental, música escénica de carácter religioso (villancicos), música escénica de carácter profano, música de tecla y música de cámara. Este repertorio se considera representativo de la obra del

compositor ya que abarca todos los estilos cultivados por Soler durante sus años de residencia en el Monasterio.

Objetivo parcial 3: Caracterización acústica de los recintos bajo estudio

El objetivo de esta tarea consiste en la determinación y evaluación de las características acústicas de siete de los ocho recintos seleccionados a partir de mediciones *in-situ*. No se llevaron a cabo mediciones en el Teatro del Seminario ya que el recinto fue sustancialmente modificado durante el siglo XX y no se considera que las mediciones acústicas sean beneficiosas para la reconstrucción de su estado original.

Estas mediciones consistieron en la obtención de la respuesta al impulso siguiendo la norma ISO 3382-1 (International Organization for Standardization, 1997). Estas respuestas al impulso se midieron para múltiples combinaciones de fuente y receptor, con el fin de caracterizar el comportamiento acústico del recinto completo. A partir de estas respuestas al impulso se obtuvieron los parámetros acústicos objetivos T_{20}, EDT, T_s, C_{80}, D_{50} y STI, los cuales fueron evaluados con el fin de comprender el comportamiento acústico de las salas.

Adicionalmente, durante las mediciones se realizó la toma de datos necesarios para el modelado acústico del recinto, donde se incluye la geometría y tamaño del recinto, los materiales de las superficies límites que lo conforman y el mobiliario y decoración interior.

Objetivo parcial 4: Creación de los modelos acústicos

Los datos geométricos tomados en siete de los recintos fueron utilizados en la generación de los modelos arquitectónicos, que se realizaron a partir del software de diseño CAD SketchUp. Una vez finalizados estos modelos, se exportaron al software de simulación acústica Odeon, donde se generó el modelo acústico correspondiente al estado actual de los recintos. Estos modelos fueron validados mediante la comparación de los parámetros acústicos simulados con los parámetros obtenidos a partir de las respuestas al impulso medidas *in-situ*.

El octavo recinto, correspondiente al Teatro del Seminario, fue modelado a partir de la geometría exterior de la sala, de fotografías conservadas que ilustran su estado previo a la renovación y de los planos de Juan de Herrera conservados en el Archivo de Palacio. Dado que no se realizaron mediciones *in-situ* en este recinto, no fue posible calibrar su modelo acústico virtual. Los materiales adjudicados a este modelo se corresponden con los utilizados y validados en otras salas del Monasterio que sí que pudieron ser calibradas. Este modelo acústico permite experimentar el posible comportamiento acústico que tendría este espacio.

Los modelos acústicos virtuales obtenidos a partir de esta tarea, al igual que las respuestas al impulso medidas para completar el objetivo parcial anterior, permiten la conservación de las características acústicas del recinto para la posteridad, independientemente de las modificaciones o cambios que puedan sufrir los recintos originales.

Objetivo parcial 5: Grabaciones anecoicas

En esta tarea se procedió a grabar el material sonoro seleccionado en el segundo objetivo parcial, que será utilizado en la simulación de las interpretaciones en los recintos modelados. Este material sonoro fue grabado en una cámara anecoica por tres agrupaciones musicales diferentes: el Coro de Cámara de Madrid, que se trata de una agrupación musical vocal especializada en

la interpretación de música antigua; el Ensemble Suspiratio, grupo de cámara formado por un clavecinista, una violonchelista y dos violinistas especializado en la interpretación de música de cámara de los siglos XVII y XVIII; y un grupo de cuatro cantantes que fueron estudiantes de la Escolanía del Monasterio de San Lorenzo. Además de las piezas grabadas en cámara anecoica, se realizó la grabación de piezas de órgano de Soler en el Auditorio Manuel de Falla del Real Conservatorio Superior de Música de Madrid. Estas piezas fueron interpretadas por el catedrático de órgano Miguel Bernal.

Objetivo parcial 6: Auralizaciones

La tarea llevada a cabo en este objetivo parcial consiste en simular cómo diferentes interpretaciones de la obra de Soler se escuchaban en los recintos del Monasterio estudiados. Estas auralizaciones se llevaron a cabo gracias a las respuestas al impulso simuladas a partir de los modelos acústicos virtuales, que fueron convolucionadas con las grabaciones sonoras realizadas en cámara anecoica. Todas las auralizaciones se hicieron teniendo en cuenta las disposiciones espaciales de fuentes y receptores indicadas por los cronistas e historiados del Monasterio. Con estas auralizaciones se alcanzó el objetivo principal de la tesis.

Se llevó a cabo la auralización de un elevado número de piezas en múltiples recintos con el fin de poder experimentar auditivamente cómo una pieza se percibe en distintos entornos acústicos. Además de las obras de Soler, se tomó la decisión de simular cuatro piezas de música gregoriana en los recintos del Monasterio utilizados para la interpretación de música religiosa. Estas auralizaciones se llevaron a cabo ya que el canto gregoriano se trata del estilo musical más utilizado en la liturgia de las horas, por lo que también es representativo de la música interpretada en la época de Soler.

Objetivo parcial 7: Evaluación perceptual de las auralizaciones y comparación con los testimonios históricos

La última tarea realizada en esta investigación doctoral fue evaluar si existe una diferencia de opinión respecto a las interpretaciones realizadas en la Basílica entre los cronistas contemporáneos al Monasterio y el público actual. Para ello, se llevó a cabo una prueba de escucha en la que se solicitó a cuarenta participantes indicar si consideraban que un conjunto de nueve adjetivos representaba adecuadamente los estímulos musicales de la prueba. Estos estímulos consistían en la auralización de cuatro piezas: dos de canto gregoriano y dos de Antonio Soler, una de ellas es una pieza de órgano y la otra, un villancico. Estas auralizaciones se corresponden con una aproximación a las interpretaciones de las que se conservan opiniones de algunas de las personas que estuvieron presentes durante su ejecución.

1.1 Estructura de la tesis

El primer capítulo de este manuscrito, el cual contiene esta sección, expone la motivación y los objetivos que se pretenden alcanzar con esta tesis doctoral. El capítulo comienza con una introducción al concepto de patrimonio cultural inmaterial, en la que se incluye un resumen de los trabajos más relevantes que se han realizado para su conservación en el campo de la acústica de recintos históricos. Esta explicación continua con una justificación de la relevancia histórica y cultural que presentan el Monasterio de San Lorenzo del Escorial y el compositor

Antonio Soler, en los que se centra la investigación realizada. Posteriormente, se define el objetivo principal que se quiere alcanzar y se presenta, más detalladamente, los objetivos parciales necesarios para alcanzarlo y una breve presentación de la metodología que se siguió en cada uno de ellos. Finalmente, en este apartado, se da una descripción general de la estructura del manuscrito.

El objetivo del Capítulo 2 es presentar una historia reducida de la construcción e historia del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (2.1), con el fin de resaltar la importancia arquitectónica e histórica del edificio. Además, se presta especial atención a la gran actividad musical que se llevaba a cabo entre sus muros, explicando en el Apartado 2.2 la tradición musical escurialense. En este apartado se podrá observar que la mayor parte de la información conservada se refiere a la música litúrgica utilizada durante los oficios religiosos y las grandes celebraciones litúrgicas (2.2.3). A pesar de ello, se expone también la información conservada en relación con la práctica de música escénica (2.2.4) y de cámara (2.2.5).

La vida y la obra del compositor Antonio Soler Ramos se presenta en el Capítulo 3. En el primer apartado (3.1) se resalta lo poco que se conoce de la vida del músico antes de su llegada al Monasterio del Escorial, donde se centró en sus labores como organista y maestro de capilla. En el apartado relativo a su obra (3.2), se presenta en primer lugar un breve contexto del estilo musical predominante en su época y las prácticas compositivas utilizadas en la música litúrgica. También se resumen las fuentes documentales (3.2.2) de la obra del compositor que muestran que, a pesar de la gran cantidad de piezas conservadas, es posible que un número elevado de ellas se hayan perdido o estén todavía por descubrir. La descripción de la obra del autor se divide en dos apartados: su música predominantemente vocal (3.2.3), donde se incluyen las piezas principalmente destinadas a la liturgia; y su música instrumental (3.2.4), donde se explica su obra destinada a instrumentos de tecla, sus conciertos de agrupaciones de cámara y la música escénica que compuso para los alumnos del seminario.

El Capítulo 4 se centra en realizar una descripción de las salas del Monasterio de San Lorenzo del Escorial seleccionadas en esta investigación. En el Apartado 4.1 se presenta el criterio de selección de las salas, que se basa en el estudio de los documentos históricos y en la selección de aquellos espacios utilizados durante la vida de Soler. El Apartado 4.2 se subdivide en ocho apartados en los que se describen en detalle las salas seleccionadas. En estos apartados se incluyen información relativa a su geometría, materiales de construcción y decoración interna. Se aporta además planos de los recintos e imágenes tomadas en su interior. Dentro de estos subapartados también se expone el uso musical que presentaban las salas, junto con las citas justificativas de los cronistas e historiadores del Monasterio.

La metodología utilizada en las mediciones *in-situ* se presenta en el primer apartado del Capítulo 5. En el Apartado 5.2 se presentan los resultados de los parámetros acústicos obtenidos a partir del promedio espacial de las respuestas al impulso medidas en cada sala. Los resultados de cada uno de los recintos se presentan en un apartado individual. Por último, en el Apartado 5.3, se expone la incertidumbre de medición obtenida a partir de una revisión bibliográfica.

El Capítulo 6 expone el proceso seguido para crear los modelos virtuales de las ocho salas estudiadas. En primer lugar, en el Apartado 6.1, se presentan los pasos seguidos para la

generación de los modelos arquitectónicos simplificados. En el Apartado 6.2 se describe el algoritmo de cálculo del *software* utilizado para la creación de los modelos acústicos virtuales, así como el criterio seguido para calibrar dichos modelos a partir de las respuestas al impulso obtenidas de las mediciones. El Apartado 6.3 se encuentra dividido en ocho subapartados, uno para cada recinto, donde se indican los parámetros de cálculo utilizados en la simulación, los coeficientes de absorción y dispersión de los materiales utilizados en cada modelo y la semejanza del modelo simulado con las mediciones *in-situ*, que se mide en función del umbral diferencial de cada parámetro.

La creación del material sonoro anecoico se explica en el Capítulo 7. En el Apartado 7.1 se enumeran las piezas musicales de Antonio Soler y las piezas de canto gregoriano que fueron seleccionadas para la realización de las futuras auralizaciones. En el siguiente apartado, el 7.2, se presenta la metodología seguida para las grabaciones, que se dividen en: las grabaciones de referencia (7.2.1), las grabaciones anecoicas (7.2.2) y las grabaciones de órgano (7.2.3).

Las auralizaciones realizadas, que son el resultado final de la investigación y con ellas se alcanza el objetivo principal de la tesis, se presentan en el Capítulo 8. En el primer apartado de este capítulo se indican las modificaciones que se han realizado en los modelos arquitectónicos y acústicos de cada una de las salas. Estos cambios se realizaron con el fin de simular el estado en el que se encontrarían durante las interpretaciones que tuvieron lugar durante el siglo XVIII. En el Apartado 8.2 se exponen individualmente todas las auralizaciones realizadas, detallando en qué sala se realizaron, las posiciones ocupadas por la audiencia, los receptores y las fuentes y las piezas utilizadas en la auralización.

El Capítulo 9 versa sobra la prueba de escucha realizada con el fin de comparar la opinión del público actual con los testimonios conservados de los siglos XVI y XVII. En él se presentan los objetivos que se pretenden alcanzar, las especificaciones de la prueba, su realización y los resultados obtenidos tras el análisis de los datos.

Por último, en el Capítulo 10 se presentan las principales conclusiones obtenidas a lo largo de la investigación. Se ha definido un subapartado para cada uno de los objetivos parciales con el fin de resaltar las conclusiones obtenidas en cada tarea individual. En el último apartado de este capítulo, el 10.7, se proponen posibles futuras líneas de investigación.

Después de este capítulo se presentan las referencias bibliográficas, que se encuentran ordenadas, en primer lugar, por orden alfabético y, dentro de un mismo autor, cronológicamente.

Adicionalmente, se han incluido cinco anexos en el manuscrito: dos relativos a las mediciones (A y C), uno en el que se definen los parámetros acústicos analizados (B), otro en el que se comparan los valores medidos y simulados (D) y uno relacionado con la prueba de escucha realizada (E).

El Anexo A muestra las coordenadas exactas de las posiciones en las que se situaron las fuentes y los receptores durante las mediciones *in-situ*, además de planos donde se muestran sus posiciones relativas en el espacio. En el Anexo C se muestran los resultados obtenidos para seis parámetros acústicos en función de la frecuencia en todas las combinaciones fuente-receptor medidas. Los datos presentados en el Capítulo 5 se corresponden con el valor promedio obtenido de los datos presentados en estas tablas. La comparación individual de las respuestas

al impulso medidas y simuladas se presentan en las tablas del Anexo D. En ellas, para cada combinación fuente-receptor medida, se indica en función de la frecuencia los valores medidos y simulados para cinco parámetros acústicos, así como su diferencia en JND. Todos estos anexos se encuentran subdivididos en siete apartados, uno para cada sala donde se pudieron realizar mediciones.

En el Anexo B se describen los parámetros acústicos considerados en el análisis de los resultados de las mediciones y en la calibración de los modelos acústicos virtuales. Se explican sus métodos de cálculo, se indica el valor que toma su umbral diferencial y se especifica el rango típico que suelen tomar estos valores según la norma ISO 3382-1 (International Organization for Standardization, 1997).

El último anexo, el Anexo E, muestra la hoja de instrucciones y el cuestionario que se les entregó a todos los participantes de la prueba de escucha, así como el glosario de adjetivos evaluados.

Capítulo 2

El Monasterio de San Lorenzo del Escorial: historia y música

2.1 Historia del Monasterio

2.1.1 Fuentes contemporáneas

Para comprender los motivos que llevaron a la construcción del Real Monasterio de San Lorenzo del Escorial es necesario conocer el contexto histórico en el que este monumento fue fundado, al igual que la personalidad de su fundador, Felipe II. Estos motivos fueron recogidos en dos tipos de fuentes: los documentos dictados por Felipe II y los textos escritos por los monjes jerónimos del Monasterio contemporáneos a su construcción.

Dentro del conjunto de textos elaborados por Felipe II, el de mayor relevancia para la comprensión del Monasterio es la *Carta de Fundación y Dotación de San Lorenzo el Real* (Campos y Fernández de Sevilla, 1984), escrita en 1567. Esta carta fue posteriormente completada por las *Adiciones a la carta de fundación* (Aragón, 1773) recogidas en una Real Célula de 1571 y por el Testamento y Codicilio de Felipe II (Felipe II, 1882), fechados en 1594 y 1598. En la *Carta* se recogen ochenta y siete cláusulas donde se establecen, entre otras cuestiones, los fines de la construcción, las normas que rigen el funcionamiento del Monasterio y las condiciones en las que se tenían que realizar los oficios divinos.

La información relativa a la finalidad, construcción y funcionalidad del Monasterio que se encuentra en estos documentos fue ampliada con los escritos realizados por los monjes escurialense. Existen numerosos monjes contemporáneos a la fundación que dejaron recogidos testimonios y noticias relativos a la construcción y a la vida de la comunidad en los primeros años del Monasterio (Campos y Fernández de Sevilla, 2002). Entre estos autores es importante resaltar la labor realizada por Fray José de Sigüenza, historiador, bibliotecario y prior del Monasterio desde 1603 hasta su fallecimiento tres años después. Dentro de su obra *Historia de la Orden de San Jerónimo*, en el tercer libro, titulado *La fundación del Monasterio de El Escorial* (de Sigüenza, 1988), Sigüenza narra la creación del Monasterio, desde las motivaciones que llevaron a Felipe II a emprender la edificación del monumento hasta la muerte del fundador,

incluyendo una descripción del complejo arquitectónico.

2.1.2 Fundación del Monasterio

Muchas monarquías europeas del siglo XVI, entre las que se encontraba la española, seguían el modelo vigente en años previos de las monarquías por derecho divino, donde existía una estrecha relación entre los poderes político-religiosos. Esta estructuración del Estado dio lugar a numerosas guerras de origen religioso. Debido a la división causada en Europa por la reforma protestante, que se enfrentaba a la autoridad papal, los estados católicos necesitaban una doctrina unificada para poder hacer frente a los ataques reformistas. Ésta fue proporcionada por los acuerdos alcanzados en el Concilio de Trento (1545-1563). Uno de los grandes promotores de la realización del concilio fue el rey y emperador Carlos I, que entendía la relevancia que estas reuniones podían tener para la unificación de sus territorios y la consolidación de su imperio (Sierra Pérez, 2010).

En 1556, el emperador Carlos I abdicó los reinos de España y las Indias en su hijo Felipe II, retirándose al monasterio jerónimo de Yuste en el que vivió sus últimos años. Uno de los primeros conflictos a los que Felipe II tuvo que enfrentarse como rey de España fue la relación con Francia. A pesar de las negociaciones iniciales de paz, no fue posible alcanzar un acuerdo, por lo que dieron comienzo las conocidas como Guerras Italianas con la invasión francesa de Nápoles. En respuesta a esta ofensiva, Felipe II ordenó la invasión de Francia por las tropas de Flandes. La primera de las victorias españolas en territorio francés ocurrió en la Batalla de San Quintín (Losada, 2005). Esta batalla tuvo lugar el día 10 de agosto de 1557, coincidiendo con el día de San Lorenzo. Según Sigüenza, Felipe II entendió que esta victoria se debía al favor del mártir y que "concibió en su pecho un alto propósito de hacerle algún señalado servicio" (de Sigüenza, 1988). Esta primera victoria española fue sucedida por múltiples otras, ocasionando la finalización de la guerra en favor de España con la firma del tratado de Paz de Cateau-Cambrésis en 1559 (Losada, 2005). Tras el resultado acontecido en la guerra, Felipe II se afirmó en su creencia de que había sido favorecido por San Lorenzo, y decidió edificar un monumento en honor al santo "donde de día y de noche se celebrase su memoria y se hiciesen y diesen a Dios para siempre bendiciones y gracias" (de Sigüenza, 1988).

El monumento que Felipe II decidió construir en honor al santo fue el Real Monasterio de San Lorenzo del Escorial. En su *Carta de fundación* deja constancia de dos razones que justifican su construcción: el reconocimiento y agradecimiento a Dios por los beneficios recibidos y la ayuda para la preservación de sus territorios en la fe católica; y la construcción de un mausoleo digno para el enterramiento de sus padres, de él mismo y de sus futuros sucesores (Campos y Fernández de Sevilla, 1984). La primera de las razones hace referencia a la victoria ya mencionada que obtuvo España en las Guerras Italianas, mientras que la segunda es consecuencia de los últimos deseos de su padre, Carlos I.

La construcción de un panteón para el enterramiento de Carlos I le vino impuesta a Felipe II por los deseos expresados por el emperador en su testamento, escrito en 1554, y su codicilio, añadido en 1558 (Carlos I de España y V de Alemania, 1982). Tanto Felipe II como Carlos I tenían una concepción de su sepultura en el que el lugar y la tumba no tenían un papel fundamental, sino que lo más importante era la presencia de una fundación capaz

de cumplir la carga piadosa encargada en honor del fallecido, que constaba, entre otras, de misas, sacrificios y oraciones (Hernández González, 1993d). Debido a esto, Carlos I dejó encargado en su testamento la realización de treinta mil misas, lo que implicaría la casi ininterrumpida realización de oficios litúrgicos en nombre del emperador, su sucesor y la familia real (Noone, 1998b). Este elevado número de oficios hacía necesaria la presencia de una comunidad monástica que se encargase de su realización. La importancia que esta función tuvo en la construcción y funcionamiento del Monasterio puede observarse en la *Carta de Fundación*, donde catorce cláusulas establecen los detalles de las misas de conmemoración que debían celebrarse por los miembros fallecidos de la familia real (Noone, 1998b).

Por todas estas razones, Felipe II resolvió que el monumento a construir fuera un monasterio que siguiera fielmente la doctrina del Concilio de Trento y que fuese modelo para los grandes centros religiosos de otros países católicos (Campos y Fernández de Sevilla, 2014). Para ello, este monasterio se convertiría en un centro de transmisión de la fe católica mediante la continua realización de servicios religiosos, la copia y venta de libros litúrgicos, la formación de futuros religiosos en su colegio y seminario y la práctica de la caridad en la hospedería (Noone, 1998b).

Felipe II decidió entregar el monasterio a la Orden de San Jerónimo, de la que se dice que había tenido especial devoción desde niño. Aun así, hay que tener en cuenta que el hecho de que Carlos I hubiese elegido un monasterio de la misma orden para terminar sus días tuvo probablemente un gran peso en esta decisión (de Sigüenza, 1988). Existen otras dos razones que pudieron llevar a Felipe II a decantase por la Orden Jerónima: por un lado, se trataba de una orden relativamente nueva (fundada en 1373 (de Sigüenza, 1600)) y exclusivamente española y, por otro, la importancia que la Orden de San Jerónimo le daba a la oración y realización de oficios divinos (Hernández González, 1993d). Una de las características distintivas de esta orden fue la dignidad y esplendor litúrgico con el que sus monasterios realizaban el oficio divino y el sacrificio de la misa, dando una especial importancia a la música (Sierra Pérez, 2010). Esta dedicación al culto de la Orden Jerónima, que según su constitución debe pasar entorno a ocho horas en el coro (Sierra Pérez, 2019), la convertía en la más adecuada para el cumplimiento del gran número de oficios religiosos encargados por Felipe II y sus sucesores.

Los preparativos para la construcción del Monasterio comenzaron inmediatamente después de la vuelta de Felipe II de Flandes. Una vez decidida la construcción de tal monumento, el Rey mostró mucho interés en su rápida ejecución, ya que deseaba verlo terminado y poder residir en él antes de su fallecimiento (de Sigüenza, 1988). En primer lugar, fue necesario determinar la localización donde iba a levantarse el Monasterio. Según Sigüenza, Felipe II quedó muy contento con la comarca de Madrid debido a la posición central que tiene en el territorio español y las ventajas que eso podía tener para el comercio y provisión de la región (de Sigüenza, 1988). Dentro de este territorio, ordenó buscar un enclave que permitiera la construcción de un monasterio de grandes dimensiones, en las que los monjes pudieran dedicarse a la contemplación sin estorbo y donde él pudiera alejarse del bullicio de la corte cuando lo desease (de Sigüenza, 1988). Después de visitar varias localizaciones en toda la región, la comisión enviada por Felipe II encontró en la Sierra de Guadarrama un lugar que consideraron adecuado debido a la abundancia de aguas, la fertilidad del terreno y la proximidad de canteras de piedra berroqueña y granito de buena calidad. Una vez informado,

Felipe II visitó el sitio elegido por la comisión y, tras reconocer el terreno e informarse sobre diferentes cuestiones relativas a la habitabilidad, lo aprobó (Quevedo, 1849).

Una vez seleccionado el terreno, Felipe II presentó ante el Capítulo general de la Orden Jerónima celebrado en San Bartolomé de Lupiana en el año 1561 la siguiente cuestión: "¿Si aceptaría la orden un monasterio, que pensaba edificar a honra y gloria de Dios, dedicado al mártir español San Lorenzo? Que viesen lo que esto les parecía, y señalasen luego personas, que con título de prior, vicario y otros cargos, fuesen a tomar posesión del sitio" (Quevedo, 1849). El Capítulo general aceptó la solicitud de Felipe II y le contestó agradeciéndole el favor que hacía a la comunidad e informándole de los nombramientos que habían realizado. Ordenó el Rey que el 30 de noviembre de 1561 se reuniesen en Guadarrama el prior y vicario de la nueva comunidad, junto con otros religiosos, personas de la corte y el arquitecto mayor para ver si el terreno cumplía las necesidades de la vida de la Orden Jerónima y se tratase las condiciones en que se donaba la fundación (Zarco Cuevas, 1930).

Felipe II determinó que en 1562 se empezase la construcción de la fábrica y se trasladasen los primeros monjes a la villa del Escorial, para que comenzasen a servir en ella. Este traslado se llevó a cabo tras una visita realizada en Semana Santa por Felipe II, varios personajes de su corte y tres de los monjes nombrados en el Capítulo general del año anterior como miembros de esta nueva comunidad. A la partida del Rey y la corte, los monjes se quedaron a residir en una de las casas que existían en la villa, que eran extremadamente pobres, donde construyeron unas pequeñas celdas y una capilla. Desde esta casa subían al terreno seleccionado para atender a los trabajadores de la obra, que comenzó a principios de abril (de Sigüenza, 1988).

En esta última visita al terreno acompañó a Felipe II el arquitecto mayor de la obra, Juan Bautista de Toledo, que por aquella época se encontraba ya haciendo el diseño del Monasterio. Poco después del comienzo de la obra, mientras se igualaba el terreno, volvió a hacer una visita con el Rey para marcar el contorno del edificio, cuya planta ya tenía hecha, a pesar de pequeñas futuras modificaciones. Durante el resto del año 1562 sólo se preparó el terreno y, al año siguiente, una vez reunidos los materiales necesarios, Juan Bautista de Toledo ordenó el comienzo de la fábrica. La primera piedra se asentó el 23 de abril de 1563, día en que estuvieron presentes el vicario, los monjes de la comunidad y todos los trabajadores de la obra (de Sigüenza, 1988). La primera piedra del templo del Monasterio fue asentada el 20 de agosto del mismo año y asistieron a su colocación los obreros, los doce monjes que formaban la comunidad, personajes relevantes de la corte, el Obispo de la iglesia de Cuenca Fr. Bernardo de la Fresneda, que presidió la ceremonia y bendijo esta primera piedra y el resto del terreno, y Felipe II, que la colocó personalmente (Noone, 1998b; Quevedo, 1849; de San Jerónimo, 1984).

Una vez comenzada la obra del Monasterio y adquiridos otros terrenos adyacentes en la Sierra de Guadarrama, Felipe II puso en marcha otro de sus proyectos iniciales: la fundación de un colegio y un seminario donde "hubiese ejercicio de letras, no sólo humanas y filosóficas, sino también teológicas" (de Sigüenza, 1988). Esta determinación vino influenciada por un acuerdo alcanzado en el Concilio de Trento, en el que se determinó que los monasterios debían disponer de un espacio donde se estableciera un seminario para la formación de futuros religiosos (Sierra Pérez, 1998).

La localización provisional que se le dieron al colegio y seminario fue la abadía de Nuestra Señora de Parraces, recientemente anexada al Monasterio (de Sigüenza, 1988). Estos centros fueron fundados en 1567 y disponían de plazas gratuitas para la formación de estudiantes que cumplieran las condiciones de entrada. Entre estas condiciones se contaba la limpieza de sangre de su familia, que sus padres y abuelos no hubieran realizado oficios viles y tener buena voz (Zarco Cuevas, 1930; Sierra Pérez, 1993). El número inicial de alumnos que formaban el seminario era de veinticuatro, que entraban a partir de los doce años y durante los siguientes cuatro años estudiaban gramática, latín y canto llano (Sierra Pérez, 1981). En el caso del colegio, este estaba también formado por veinticuatro alumnos: doce estudiaban Artes y doce Teología. El estudio de las Artes se centraba en la filosofía de Aristóteles y Santo Tomás. Una vez superado estos estudios, se pasaba al curso de Teología, centrado en la *Summa* de Santo Tomás y en otros estudios bíblicos (Sierra Pérez, 1981).

A principios de 1571 ya se había terminado de levantar el lado sur del Monasterio y estaban muy avanzados los lados este y oeste. Felipe II consideró que ya había muchas estancias y oficinas construidas para que se pudiera trasladar permanentemente no sólo la comunidad, sino también él mismo y las personas de la corte que lo acompañaban. Determinó por lo tanto que la festividad del Corpus Christi se celebrase ya con la comunidad trasladada al Monasterio (de Sigüenza, 1988). El día 11 de junio de 1571 la comunidad asistió a la última misa en la villa del Escorial, trasladándose a sus aposentos en el Monasterio al día siguiente. El 13 de junio el obispo de Cuenca bendijo la iglesia y los claustros menores, para que pudieran enterrarse en ellos los monjes. El 14 de junio, festividad del Santísimo Sacramento, el prior dijo la primera misa cantada en la denominada Iglesia de Prestado o Iglesia Vieja, y desde ese día, continuaron realizándose los oficios sin interrupción (de Sigüenza, 1988). La Iglesia de Prestado consistía en una sala rectangular construida en el lado sur del Monasterio, donde a una altura de quince pies (4,20 metros aproximadamente) se había construido un coro con sillería de madera. Debajo de este coro, se había levantado un aposento para que el Rey pudiese escuchar las misas y oficios (Quevedo, 1849).

Tras esta celebración, Felipe II mandó que se trasladasen al edificio los doce novicios de este Monasterio que se estaban educando en San Bartolomé de Lupiana, además de doce monjes del monasterio de Guadalupe. Con estos traslados, la comunidad escurialense alcanzó el número de cuarenta monjes, con los que Felipe II consideró que ya podían comenzar a llevarse a cabo las memorias y aniversarios encargadas en memoria de sí mismo y de otros miembros fallecidos de la familia real. Estas celebraciones comenzaron a realizarse el día 10 de agosto de 1571, coincidiendo con la festividad San Lorenzo (Noone, 1998b; de Sigüenza, 1988).

Dado que una de las principales motivaciones de la obra acometida por Felipe II era la de ser mausoleo para la familia real, durante 1573 y 1574 el Rey encargó el traslado de los cuerpos de diversos miembros de la familia al Monasterio del Escorial. Los dos primeros en ser trasladados fueron los de la reina doña Isabel y el príncipe don Carlos, que llegaron al Escorial el día 7 de junio de 1573 y fueron depositados en la bóveda que está debajo del altar mayor de la Iglesia de Prestado, ya que el panteón todavía no había sido construido. Durante 1574 se realizaron múltiples traslados, entre ellos, el del emperador Carlos I y la emperatriz y reina doña Juana (de Sigüenza, 1988).

Felipe II consideraba la Basílica como el espacio más importante de todo el Monasterio y, muy a su pesar, a finales de 1574 todavía no se había comenzado su construcción. El primer problema encontrado en la construcción de este templo fue la falta de conformidad del Rey con la planta diseñada por Juan Bautista de Toledo (de Sigüenza, 1988). Tras consultar con múltiples arquitectos, el diseño definitivo de la Basílica fue realizado por Juan de Herrera (García-Frías, 2010; Marías et al., 1985; Portabales Pichel, 1945). La colocación de las primeras cuatro piedras, las cuales señalaban la planta, se realizó el día 28 de enero de 1575 (día de Santo Tomás), y las primeras piedras que formaban las bases de las cuatro grandes columnas sobre las que se sustenta el templo fueron asentadas el 7 de marzo del mismo año (día de San Basilio) (Quevedo, 1849; de Sigüenza, 1988).

Este mismo año ya se tenían construidos los cuatro claustros pequeños del convento, al igual que la Hospedería, portería, enfermería e Iglesia de Prestado. Felipe II consideró que había espacio suficiente para que los alumnos del colegio y seminario que se encontraban en Parraces se trasladasen al Monasterio. Comenzaron los preparativos para el traslado y los alumnos llegaron al Escorial el día 25 de septiembre de 1575 (de Sigüenza, 1988). Se situaron provisionalmente en uno de los claustros de la Hospedería y se les habilitaron aulas y una capilla para que pudieran continuar con sus lecciones y rezos (Quevedo, 1849).

Es relevante destacar que, a partir de finales de 1575 y principios de 1576, los cronistas de la construcción comienzan a mencionar como arquitecto mayor a Juan de Herrera. En el caso de Sigüenza, únicamente dice que entró en sustitución de Juan Bautistas de Toledo, sin dar más explicaciones. En su *Historia del Real Monasterio de San Lorenzo*, publicada en 1849, Quevedo llama la atención sobre este hecho, indicando que es muy llamativo que los cronistas en ocasiones lleguen a explicar detalles tan nimios, mientras que no le dan ninguna importancia al cambio de arquitecto. Quevedo sostiene la hipótesis de que Juan de Herrera sustituyó a Juan Bautista de Toledo debido a un problema de salud del primer arquitecto, dado que se conoce que murió en Madrid pocos años después (Quevedo, 1849).

Durante la siguiente década la construcción del Monasterio y la Basílica continuaron sin interrupción debido a la prisa que tenía Felipe II por verlos terminados (de Sigüenza, 1988). La última piedra del cuerpo del Monasterio se asentó el día 13 de septiembre de 1584, sólo veintidos años y cinco meses después del comienzo de la obra (Quevedo, 1849). Los dos próximos años se centraron en la finalización de los adornos y el mobiliario, como, por ejemplo, el asentamiento de la sillería del coro, la decoración del altar mayor o las pinturas del Claustro Principal. A instancias de Felipe II, que veía la construcción de la fábrica muy avanzada, se seleccionó el día de las vísperas de San Lorenzo (9 de agosto) de 1586 como fecha de finalización de la fábrica. Gracias a los grandes esfuerzos que se realizaron, fue posible tener finalizada la mayor parte de la obra en esta fecha. El Rey y los miembros de su corte pasaron a ocupar las habitaciones y oficinas que les correspondían en la parte del palacio, al igual que los monjes ocuparon sus celdas correspondientes (Quevedo, 1849; de Sigüenza, 1988).

La mañana del 9 de agosto, a las ocho, se realizó el traslado del Santísimo Sacramento en procesión por todos los habitantes del Monasterio desde el altar de la Iglesia de Prestado a la Basílica, entrando por la puerta principal del templo, donde por primera vez resonaron las voces de la comunidad y los órganos en alabanza a Dios. Llegados a la nave de la Basílica, los integrantes de la procesión ocuparon sus respectivos lugares – la familia real los oratorios en

los lados del altar y la comunidad el coro – y el prior dijo la primera misa. Al día siguiente, la festividad de San Lorenzo, después de los oficios de la comunidad, se volvió a decir misa y se predicó el primer sermón, realizado por fray José de Sigüenza. En los cantos de esta festividad no solo participó la comunidad, sino también los músicos de la Capilla Real, que asistieron a petición de Felipe II. En las segundas vísperas, Felipe II ocupó por primera vez la que es conocida como su silla en el coro, que se encuentra en el rincón de la derecha, desde la cual asistió a los oficios divinos el resto de su vida (Quevedo, 1849; de Sigüenza, 1988).

En ambas festividades, Felipe II ordenó a sus guardias que no permitieran pasar más allá de las rejas de bronce que hay a la entrada del templo a ninguna persona que no perteneciera a la comunidad, la familia real o la corte (de Sigüenza, 1988). Desde entonces, se estableció que el cuerpo principal de la Basílica se iba a considerar Capilla Real, dado que este templo no estaba pensado como iglesia, sino como lugar para el que la comunidad alabase a Dios en solemnidad y sin interrupción (Hernández González, 1993d).

A pesar de que la construcción del Monasterio se da por finalizada con la traslación del Santísimo Sacramento y la bendición de la Basílica, todavía quedaron algunos pormenores por terminar. Uno de ellos fue la parte correspondiente al colegio y seminario, que no fue finalizada hasta la segunda mitad de 1587. Una vez considerada puesta a punto, Felipe II ordenó el traslado de los estudiantes y amplió su número a treinta y seis colegiales y cuarenta seminaristas (de Sigüenza, 1988). También este año se renovó la Iglesia de Prestado al estado en el que se encuentra actualmente, eliminándose el cuarto de Felipe II y el coro, al igual que la escalera que bajaba a la bóveda donde se depositaron inicialmente los cuerpos reales (Quevedo, 1849). Tras estas obras, y a expensas de finalizar algunas decoraciones, se pudo considerar definitivamente que la construcción del Monasterio estaba terminada y que todos sus habitantes ocupaban ya sus espacios correspondientes.

2.1.3 La Dinastía de los Austrias (1563 - 1700)

Dentro de los cuatro muros del Monasterio no residía únicamente la comunidad monástica. Esta congregación era la que poseía y ocupaba un mayor espacio, pero en él también residían permanentemente los alumnos del colegio y seminario, al igual que todos sus trabajadores. A lo largo del año, estos habitantes eran visitados por los Reyes, sus familias y, en muchas ocasiones, gran parte de la corte. El número de personas que acudían a estas estancias, al igual que su duración, dependían del monarca, de la época del año y de la razón de la visita.

La convivencia de dos mundos de costumbres tan diferentes como una comunidad monástica y personas de la corte en ocasiones podía llegar a ser complicada, pero generalmente los cronistas narran estos periodos temporales como una experiencia positiva (Sierra Pérez, 2019). Este es el único monasterio español en el que la familia real residía durante largos periodos de tiempo, por lo que la comunidad escurialense vivía estas visitas con orgullo y agradecimiento, intentando que todo fuera del agrado de los Reyes y su séquito (Sierra Pérez, 1993). Como dice el historiador Julián Zarco: “cuanto pudiera ser del agrado del Soberano, se prevenía y preparaba, anticipando y espiándole sus deseos y gustos; cuanto era de su presencia, se cuidaba con inquieto esmero; cuantas invenciones sugería a los monjes el anhelo de complacerle, se llevaba luego a la práctica...” (Zarco Cuevas, 1930).

Durante el reinado de la dinastía de los Austrias, las visitas al Monasterio del Escorial solían ser imprevistas y, en muchas ocasiones, de corta duración. Estas visitas solían tener un carácter privado en el que la familia real y unas pocas personas de la corte se trasladaban con el fin de pasar un periodo de descanso y esparcimiento. En estas estancias, los miembros de la familia real se desplazan con libertad por el Monasterio, asistían a los oficios divinos y se adaptan a las costumbres y la vida de la comunidad monástica (Campos y Fernández de Sevilla, 1993; Campos y Fernández de Sevilla, 2014). La presencia de la familia real en el Monasterio siempre era esperada en grandes festividades religiosas como la Navidad, la Semana Santa o el Corpus Christi (Quevedo, 1849).

Felipe II, como ideador y fundador del Monasterio, fue el monarca español que más tiempo residió en él. Su intensa religiosidad le hacía pasar largos periodos de tiempo en el Monasterio, asistiendo de forma continuada a las misas y al oficio de las horas. Este interés provocó que, desde el comienzo de la construcción, siempre tuviera un aposento cercano al coro desde el que podía asistir a los rezos. Durante la edificación, fue una celda conectada con la capilla construida en la casa en la que se quedaba la comunidad en la villa del Escorial; después, se le construyó un aposento debajo del coro de la Iglesia de Prestado; y, finalmente, disponía de una habitación y un oratorio que comunicaban con el altar de la Basílica, además de un asiento asignado y que únicamente fue utilizado por él y sus sucesores en el coro de este templo. Consideraba el Monasterio del Escorial su casa y, por lo tanto, intervino muy activamente en la organización de esta, tanto en el modo de realizar los oficios litúrgicos como en diversos pormenores de la organización de la comunidad (Zarco Cuevas, 1930). En junio de 1598, Felipe II realizó su último viaje al Monasterio del Escorial para observar la colocación de diversas reliquias que había enviado recientemente y de los libros que había comprado para la biblioteca. Unos días después de su llegada, el Rey se quedó postrado en cama y, finalmente, falleció el 13 de septiembre de dicho año (de Sigüenza, 1988).

Felipe III heredó, junto con el reino, la responsabilidad de terminar las obras que faltaban en el Monasterio del Escorial y la obligación aumentar su riqueza. Durante los primeros años de su reinado, la presencia del monarca en el Escorial fue más bien escasa, debido a que en 1601 trasladó la capital de España, y con ella la corte, a Valladolid. Este traslado no duró mucho tiempo ya que, en 1606, tras el nacimiento de su sucesor, volvió a trasladar la capital a Madrid. La presencia de este monarca en el Monasterio y su asistencia a los oficios divinos aumentaron a partir de 1611, año en el que falleció su mujer, la reina doña Margarita. Las principales labores en favor del Monasterio de San Lorenzo realizadas por Felipe III consistieron en la adquisición de un gran número de reliquias y libros para el Monasterio, la cesión del derecho de administración al Monasterio de las fincas anexas a éste y el comienzo de la construcción del panteón familiar. Este panteón era una de las principales razones de la construcción del Monasterio, pero ya fuera porque a Felipe II no le contentó el espacio o por falta de tiempo, nunca se planeó el comienzo de la construcción durante su reinado. La obra comenzó en el año 1617 y el arquitecto elegido para su diseño y ejecución fue Juan Bautista Crescencio. A pesar de la velocidad a la que se ejecutó la obra, Felipe III no pudo verla terminada, ya que falleció el 31 de mayo de 1621 en el Alcázar de Madrid (Quevedo, 1849).

La muerte de Felipe III supuso la detención de las obras del panteón de forma indefinida. No fue hasta veintitrés años después, en 1643, cuando su sucesor, Felipe IV, ordenó la continuación

de la obra. Desafortunadamente, los años que la obra había estado detenida supusieron el deterioro del espacio elegido. El problema más grave fue la aparición de un manantial que inundó el panteón y estropeó los mármoles y bronces ya colocados. El comienzo de las obras finalmente se retrasó hasta 1645, cuando se encontró una solución para bloquear el manantial. El panteón y los espacios adyacentes fueron terminados a principios de 1654 y, poco tiempo después, Felipe IV escribió una carta ordenando la traslación de los cuerpos reales. En esta carta, el Rey ordenó que en el panteón principal sólo fueran enterrados los reyes y las reinas madres de sucesores, con el fin de disponer de espacio para futuras generaciones de reyes. El resto de los cuerpos de la familia real deberían ser enterrados en el denominado Panteón de los Infantes. La ceremonia de traslación de los cuerpos reales se realizó con la mayor solemnidad el día 17 de marzo de 1654.

Durante los años de su reinado, además del panteón, Felipe IV continuó la tradición de sus sucesores de adquirir reliquias y alhajas con que adornar el monasterio. También se llevaron a cabo diversas obras menores, entre las que destaca la colocación de vidrieras y ventanas en los claustros principales con el fin de preservar los frescos que adornan sus paredes.

Tras su fallecimiento el 17 de septiembre de 1665, fue sucedido por su hijo Carlos II, que todavía no había alcanzado la mayoría de edad. Durante el reinado del último de los Austrias hubo dos acontecimientos que marcaron la historia del Monasterio del Escorial: en primer lugar, el incendio de 1671 acontecido bajo la regencia de la reina doña María de Austria y, en segundo lugar, la protección de Valenzuela y la profanación del templo en 1677.

El 7 de junio de 1671, durante la tarde, se dio la voz de alarma de que se habían incendiado las zonas adyacentes a una chimenea en el colegio. Este fuego fue controlado, pero, unas horas después, un fuerte vendaval provocó que parte de las cenizas volvieran a encenderse y comenzase un fuego de enormes dimensiones. Los monjes del Monasterio y los habitantes de villas cercanas se pusieron a trabajar sin descanso con el fin de controlar y preservar la mayor parte del edificio y reliquias de su interior. A pesar de ello, las llamas se extendieron por todo el edificio, quedando únicamente salvada del paso de las llamas la Basílica. Después de quince días, el 22 de junio, el fuego fue finalmente extinguido. Los daños ocasionados en el Monasterio por las llamas fueron enormes, salvándose únicamente del fuego el templo, casi toda la planta baja, alguna parte de los pisos principales del Monasterio y palacio, dos de las torres y las obras literarias y artísticas que pudieron ser evacuadas.

Inmediatamente después de la extinción del fuego, comenzó por orden de la Reina regente la retirada de los escombros causados por el incendio. El 28 del mismo mes, la Basílica se encontraba en condiciones adecuadas y el Santísimo Sacramento volvió a ser colocado en el altar. Desde ese día, se volvieron a celebrar los oficios divinos en el templo. A petición de la comunidad monástica, se decidió que el Monasterio fuera reconstruido a su estado original y las obras comenzaron a principios de octubre de 1672. La obra exterior del Monasterio finalizó en 1676, mientras que en el interior continuaron hasta 1678.

La primera visita de Carlos II al Monasterio del Escorial como rey fue realizada en el otoño de 1676 y su estancia duró casi dos meses. Tras su vuelta a la corte, el 17 de diciembre del mismo año, el Rey solicitó al prior y a la comunidad que acogiesen bajo su protección a don Fernando Valenzuela, marqués de Villasierra y antiguo favorito del Rey, que en ese momento

era perseguido por los seguidores del hijo bastardo de Felipe IV, don Juan de Austria. La comunidad escurialense aceptó esta petición y el 25 de diciembre Valenzuela entró en el Escorial.

Un mes después de su llegada, el 17 de enero de 1677, los seguidores de don Juan llegaron al Monasterio del Escorial y solicitaron que se entregase al marqués. Debido a la negativa dada por la comunidad, el 19 de enero decidieron entrar a la fuerza en el Monasterio, profanando así el templo y robando algunas de sus reliquias. El 22 de enero Valenzuela fue encontrado y llevado a Madrid. Debido a los daños causados por esta entrada forzosa en el Monasterio, Carlos II prometió levantar una capilla para satisfacer la pena de excomulgación impuesta por el prior a los que habían profanado el templo.

El 19 de octubre de 1680, por orden del Rey y en su presencia, fue trasladada al altar de la Sacristía una Sagrada Forma que había sido parte de las reliquias entregadas al Monasterio por Felipe II y a la que Carlos II tenía especial devoción. En honor a dicha reliquia, y cumpliendo con la promesa realizada años antes, en 1684 Carlos II ordenó la construcción de un altar de mármol en la Sacristía, que aún se conserva. Además de este altar, Carlos II entregó al Monasterio numerosas reliquias y obras de arte, entre las que se pude contar la lámpara de araña que ilumina el coro de la Basílica. También por orden suya, Luis Jordán realizó las pinturas que siguen decorando los techos de la basílica, la escalera principal y la antesacristía. Carlos II falleció el 1 de octubre de 1700, terminando con él la dinastía de los Austrias en España.

2.1.4 La Dinastía de los Borbones (1700 - 1854)

Las relaciones que la familia real y la corte tenían con el Monasterio del Escorial se ven completamente modificadas tras la ascensión al trono de la dinastía borbónica. En el caso de los Austrias, las visitas al Monasterio solían ser más imprevistas y de menor duración, mientras que con los Borbones se establecen definitivamente las conocidas como jornadas. Estas jornadas consistían en la estancia de dos o tres meses de la familia real y la corte en los distintos Reales Sitios que había alrededor de Madrid (Sierra Pérez et al., 2004). Las jornadas se programaban con mucha antelación y consistían en la estancia de la primavera en Aranjuez, el verano en la Granja y el otoño en El Escorial (Gallego Gallego, 1993).

Otras de las modificaciones acontecidas bajo esta nueva dinastía era que, mientras que con los Austrias el traslado al Escorial implicaba a pocas personas y estas se adaptaban a la vida del Monasterio, en el caso de los Borbones el traslado incluía a la corte completa y era la comunidad la que tenía que acomodarse a los visitantes (Campos y Fernández de Sevilla, 1993). La necesidad de buscar alojamiento para la corte al completo, que era acompañada por sus séquitos, ocasionaba muchos problemas y, en múltiples ocasiones, los monjes escurialenses tuvieron que ceder sus celdas para acomodar a los miembros de la corte (Sierra Pérez et al., 2004). La prolongada convivencia dio lugar a la creación de estrechas relaciones entre miembros de la comunidad escurialense y miembros de la familia real y la corte (Campos y Fernández de Sevilla, 1993). Generalmente estas estancias se vivían con orgullo y alegría por parte de la comunidad, pero no faltaron miembros de ella que criticaban el efecto que la presencia de personas ajenas a la comunidad tenía en las labores de rezo y contemplación propias de la

vida monástica.

Los reinados de Felipe V y Fernando VI pasaron sin grandes acontecimientos en el Monasterio del Escorial. Ninguno de los dos monarcas mostró un especial interés por aumentar la grandeza y riqueza de esta obra, como habían hecho sus predecesores. Felipe V pasó la mayor parte de su tiempo en el Palacio de La Granja, siendo únicamente su familia la que realizaba las jornadas que pasaban por el Monasterio. Fernando VI, a pesar de ser más favorable a este Real Sitio, tampoco pasó mucho tiempo en él debido al desagrado que le causaba a su mujer, la reina doña María Bárbara de Portugal. Durante estos reinados cabe destacar la obra acontecida en 1726 para colocar antepechos, ventanas y vidrieras en todos los claustros del Monasterio que quedaban abiertos, y los dos incendios de 1732 y 1744, que supusieron algunos daños en la zona del colegio y la compaña, respectivamente, pero que no se extendieron al resto del edificio.

A diferencia de sus antecesores, el reinado de Carlos III se caracterizó por una gran actividad en el Monasterio de San Lorenzo y la realización de un gran número de obras en la villa y terrenos adyacentes. Felipe II, al desear que el Monasterio se encontrase alejado de poblado para ser un lugar de reposo y contemplación, prohibió la construcción de edificaciones en sus alrededores, excepto unas pocas casas en las que se alojarían los sirvientes y los trabajadores de la comunidad. En 1767, debido a los problemas que ocasionaba la estancia de la corte y sus sirvientes durante los dos meses de jornada que pasaban allí la familia real, el rey Carlos III solicitó a la comunidad el permiso para la construcción de casas de particulares en los terrenos circundantes al Monasterio. Después de múltiples negociaciones, los monjes escurialenses aceptaron.

Además de las edificaciones de viviendas de particulares, la familia real también emprendió un gran número de construcciones. En primer lugar, Carlos III encargó las mejoras y ampliaciones de las casas de la servidumbre construidas en el siglo XVI por Felipe II. En 1765, se publicó una Real Célula que prohibía la representación de Autos Sacramentales en los Reales Sitios, lo que provocó la construcción de teatros en las villas cercanas. El Teatro Real Coliseo Carlos III fue construido en la villa de San Lorenzo del Escorial entre 1771 y 1772 por el arquitecto francés Jaime Marquiet y posteriormente reformado por Juan de Villanueva (Campos y Fernández de Sevilla, 1993). Dentro del propio Monasterio, cabe destacar la adaptación realizada en el claustro noroeste, que hoy en día se conoce como el Palacio de los Borbones (Sierra Pérez et al., 2004).

El príncipe don Carlos y el infante don Gabriel también participaron en la ampliación de las edificaciones en los territorios colindantes al Monasterio del Escorial. Ambos solicitaron a la comunidad el permiso para construir dos casitas de recreo, que iban a ser costeadas por ellos mismos. Las obras de las denominadas Casita de Abajo y Casita de Arriba comenzaron en 1771 y fueron diseñadas por el arquitecto Juan de Villanueva, que también colaboró en muchas de las construcciones de la villa de San Lorenzo del Escorial.

La inestabilidad política de principios del siglo XIX afectó profundamente al funcionamiento de la comunidad escurialense y fue causante de grandes daños en el Monasterio de San Lorenzo del Escorial. La primera trama política que afectó a la comunidad en este siglo fue la conocida como complot del Escorial, que involucró al, por aquel entonces, príncipe don Fernando, futuro

Fernando VII. Este futuro rey español era muy apreciado por la comunidad jerónima debido al gran cariño que le tenía al Monasterio del Escorial, donde pasaba seis meses al año, desde el traslado de sus padres Carlos IV y doña María Luisa de Parma al Palacio de La Granja en verano hasta finales de enero. Durante la jornada en el Monasterio de San Lorenzo del año 1807, el 29 de octubre, el Rey y la Reina ordenaron el encierro del príncipe Fernando en la celda del prior. Esta detención fue consecuencia de las sospechas que los Reyes tenían de que su hijo estaba organizando un complot para destituir su gobierno y eliminar la influencia que Manuel Godoy tenía sobre cuestiones de Estado. Además del Príncipe, se apresaron también a su servidumbre y diversos cortesanos que apoyaban su causa, siendo todos encerrados en el seminario del Monasterio. Al príncipe don Fernando se le otorgó la libertad el 5 de noviembre de ese mismo año, mientras que los juicos de sus colaboradores se alargaron hasta enero del siguiente, cuando todos fueron absueltos por falta de pruebas (Ruiz Torres, 2008).

Poco más de un año después, en 1808, las tropas francesas de Napoleón entraron en España con el apoyo del primer ministro Manuel Godoy, que se había aliado con los franceses en su guerra contra Portugal. A pesar del acuerdo inicial, las tropas napoleónicas se establecieron en los territorios por lo que pasaron con el fin de derrocar la dinastía borbónica (Artola Gallego, 2008). La disputa existente entre el Rey y su sucesor, al igual que las exigencias de víveres y alojamiento de las tropas extranjeras, provocó un malestar en la población que llevó a un levantamiento durante los días 18 y 19 de marzo, que se conoce como el Motín de Aranjuez. Este levantamiento terminó con el apresamiento de Manuel Godoy y la abdicación de Carlos IV en su hijo (La Parra López, 2018). Los soldados de las tropas napoleónicas continuaron avanzando y llegaron al Monasterio de San Lorenzo del Escorial el día 21 de marzo, asentando una base en el claustro del seminario. Gracias a las protestas y presiones ejercidas por la comunidad escurialense, los franceses abandonaron el Monasterio el 4 de abril del mismo año. Poco después, las primeras victorias españolas forzaron la retirada francesa al norte del Ebro.

En otoño de 1808, el Ejército Imperial Francés volvió a entrar en territorio español. Debido al pánico surgido por la proximidad de las tropas francesas, el prior y los monjes de la comunidad abandonaron el Monasterio del Escorial el día 1 de diciembre. Algunos de los monjes más ancianos retornaron al día siguiente, aunque el 3 de diciembre el vicario dio orden de esconder e intentar salvar la mayor cantidad de alhajas posible y abandonar nuevamente el Monasterio. Esa misma tarde, a las ocho, las tropas francesas llegaron a San Lorenzo y prendieron fuego a la villa. Un grupo de monjes muy ancianos se había quedado en el Monasterio y el 4 de diciembre se presentaron ante el general de las tropas francesas. Estos monjes solicitaron permiso para no abandonar el Monasterio y, bajo la protección de ciento dieciocho familias francesas que habían sido recibidas con gran hospitalidad en la villa al inicio del conflicto, se les concedió el permiso.

La tranquilidad les duro poco tiempo. El 20 de agosto de 1809 llegaron representantes del rey don José I, hermano de Napoleón, para informar a los catorce monjes que quedaban en el Monasterio que este pasaba a ser propiedad del Estado, que debían entregar las llaves y abandonarlo en un periodo de quince días. La diezmada comunidad resolvió solicitarle al propio Rey permiso para quedarse, que finalmente fue concedido, señalándole los claustros en los que podían residir.

En 1810, con orden del nuevo Rey, tuvo lugar el saqueo de los tesoros que poseía el Monasterio,

siendo los pocos monjes que quedaban en él incapaces de defenderlo. Los representantes del Rey, utilizando un inventario de las riquezas previamente realizado, se apoderaron de todo aquello que fuera de oro, plata o algún metal precioso. Las estatuas de bronce del altar y su tabernáculo fueron desmontados y trasladados a Madrid, al igual que los cuadros y obras de arte que podían ser transportadas. Este saqueo dejó al Monasterio del Escorial vacío de la riqueza y el esplendor que había acumulado durante siglos.

Finalmente, en 1812, el ejército español consiguió que las tropas francesas se retiraran de España, restituyendo al rey Fernando VII. Durante los siguientes años se intentó recobrar la grandeza inicial que había tenido el Monasterio, retornando a él todo lo que se había saqueado y que todavía se conservaba en Madrid. En 1814, se ordenó que la propiedad del Monasterio y sus dependencias volviera a pasar a manos de la comunidad, orden que fue ejecutada el 9 de febrero de ese año. Dos años después, Fernando VII solicitó al gobierno francés la devolución de las pinturas y alhajas robadas. La mayor parte de las pinturas pudieron ser recuperadas, mientras que la mayoría de las alhajas se tuvieron que dar por perdidas debido a que habían sido fundidas.

El comienzo del Trienio Liberal en 1820 y la firma de la nueva Constitución supuso otro golpe para el Monasterio, ya que, una vez más, se les retiró la propiedad del monumento y sus terrenos adyacentes. Esta propiedad pasó al Estado hasta el año 1823, cuando les fueron devueltas a la comunidad las posesiones y sus derechos.

Después de la Guerra de la Independencia Española, la comunidad monástica volvió a aumentar en número, pasando de los catorce monjes que quedaron en este conflicto a ciento cincuenta. Esta recuperación de la comunidad no significó la restauración y renovación del Monasterio, que durante la guerra había sufrido tantos daños y desperfectos. La comunidad monástica no podía hacer frente a los gastos que implicaba la reparación, y no fue hasta 1827, cuando Fernando VII tomó bajo su protección al Monasterio del Escorial e invirtió una gran cantidad de dinero en su reparación, que el Monasterio pudo volver a lucir su esplendor inicial. Este Rey tan querido por la comunidad no sólo realizó una gran inversión económica en su reparación, sino que también regaló una gran cantidad de riquezas y obras artísticas al Monasterio con el fin de recuperar su grandeza.

Fernando VII falleció el 29 de septiembre de 1833 y el reino fue heredado por su hija, la reina Isabel II, que en aquel momento sólo tenía tres años. Bajo la presidencia de Mendizábal del Consejo de Ministros se aprobó en 1835 la supresión y expropiación de todos los monasterios de órdenes monacales y militares. Esto supuso la exclaustración de todos los monasterios españoles y el paso de sus propiedades al Estado (López Rodríguez, 2010). La comunidad escurialense recibió la orden de abandonar el Monasterio el 29 de junio de 1837 y, dada su negativa, esta orden volvió a ser impuesta el 30 de noviembre, donde se declaró la extinción de la comunidad. Se nombró al prior de la comunidad abad administrador del Monasterio y se dejó en él una capilla compuesta por dieciséis capellanes elegidos por el prior. Todos los monjes de la comunidad, incluyendo también a los capellanes, tuvieron que abandonar el Monasterio. Un año después se ordenó al abad abandonar el edificio, quedando desde ese momento bajo administración de la Casa Real.

En 1854, la reina Isabel II hizo un intento de restauración de la comunidad monástica, pero

ciento siete días después de haber sido constituida otra vez la comunidad, el Gobierno Español volvió a suprimirla (Zarco Cuevas, 1930).

Durante los siguientes años se hicieron varios intentos de restituir una comunidad en el Monasterio del Escorial. El primero de ellos fue el cese del colegio en 1869 a los Padres Escolapios, seguido de la custodia de todo el Monasterio en 1872. Tres años después, en 1875, abandonaron el Monasterio y se volvió a instaurar el sistema de capellanes seculares que se había utilizado en años anteriores (Bonet Correa, 2005). Finalmente, en 1885, el rey Alfonso XII entregó el Monasterio y el colegio a la Orden de San Agustín, que sigue residiendo en el edificio en la actualidad (Montoya Beleña, 1996).

2.2 La Música en el Monasterio del Escorial

2.2.1 Felipe II y la comunidad jerónima

Felipe II se involucró en todos los aspectos relativos a la construcción, vida y funcionamiento del Real Monasterio de San Lorenzo del Escorial. No había nada en la construcción que pudiera realizarse sin su permiso, ni reliquia u obra de arte que pudiera ser colocada sin él controlar su veracidad y calidad (Noone, 1998a). Esta vigilancia también se trasladó a la vida de la comunidad monástica. Encargó y vigiló de cerca la redacción del Libro de las Costumbres, que se trata de un documento interno de la comunidad en el que se organiza su funcionamiento (Hernández González, 1993d). También tuvo una gran involucración en el repertorio interpretado durante los oficios religiosos, llegando a revisar personalmente todos los libros corales encargados para el oficio de las horas y dictando normativas respecto al tipo de música que podía ser interpretada en estos oficios (Campos y Fernández de Sevilla, 1984; Noone, 1998a; Sierra Pérez, 1998).

La actitud de Felipe II respecto al desarrollo de las artes ha sido ampliamente discutida por los historiadores. Actualmente, la postura más apoyada considera que fue un promotor de éstas, aunque su interés se centraba prácticamente sólo en las obras de carácter religioso (Ortega Barnuevo, 2015). En el caso de la música, se puede confirmar que tuvo algún tipo de educación musical, ya fuera formal o informal (Noone, 1998a), y que mostraba gran interés en que este arte tuviera una fuerte presencia en su corte (Villa Trueba, 2019). Promovió el desarrollo de la música mediante la contratación de un gran número de intérpretes y la financiación de la publicación de obras de grandes compositores como Palestrina, Tallis y Negri, que le dedicaron sus composiciones (Noone, 1998a; Villa Trueba, 2019). Este arte tuvo un gran florecimiento durante su reinado y, en parte, probablemente se deba al apoyo que brindó a numerosos músicos, tanto nacionales como extranjeros (Noone, 1998a).

Su involucración e interés en cuestiones musicales también pudo verse en el Monasterio de San Lorenzo. La principal preocupación del monarca era que los actos litúrgicos fueran realizados siguiendo fielmente la ortodoxia establecida en el Concilio de Trento (Noone, 1998a). La elección de la Orden Jerónima para poblar el Monasterio no fue realizada únicamente por la predilección que se dice que Felipe II y Carlos I le tenían, sino que probablemente estuvo muy influenciada por la vocación al culto divino y a la música de esta orden religiosa (Villa Trueba, 2019). Felipe II era conocedor del importantísimo papel que la música tenía en esta orden

monástica y de la gravedad, sencillez y claridad con la que realizaban los oficios divinos (Sierra Pérez, 1998). Para facilitar la realización de estos ritos, dotó al Monasterio de una gran cantidad de instrumentos, entre los que cabe destacar los cuatro órganos de la Basílica, de libros corales y hasta de músicos, que, excepto rarísimas ocasiones, provenían de otras casas de la orden (Sierra Pérez, 1998).

La característica que distingue a la Orden Jerónima de las demás órdenes religiosas españolas es la especial dedicación al culto divino y el esplendor con el que llevaban a cabo las ceremonias litúrgicas. En todas las versiones de sus Constituciones hay una entrada en relación al oficio divino que no se ha visto modificada: "En cualquier monasterio de nuestra orden, sea dicha por los frailes en el coro, el oficio divino cantado, o rezado, a voz alta o baja espaciosamente y a punto, no obstante cualquier negocio o necesidad" (Comunidad Escurialense, 1527; Hernández González, 1993d). Los monjes de los monasterios jerónimos debían dedicar mínimo ocho horas diarias a la realización del oficio de las horas. En el caso del Monasterio de San Lorenzo, a estas ocho horas de oficios divinos habría que sumarle las tres misas diarias que se realizaban en la Basílica, la vela al santísimo, los sufragios por los difuntos encargados por Felipe II y sus sucesores y las fiestas litúrgicas habituales (Campos y Fernández de Sevilla, 2014; Sierra Pérez, 2010). El elevado número de ceremonias religiosas encargadas a la comunidad, junto con la obligación de interpretarlas solemne y pausadamente, provocaron que los monjes escurialenses tuvieran una dedicación casi exclusiva al coro (Hernández González, 1993c).

Esta elevada dedicación a la realización de oficios divinos provocó que los monjes jerónimos no tuvieran tiempo para poder dedicarse a otras labores intelectuales. En algunas ocasiones, hasta les imposibilitó tener tiempo de descanso (Zarco Cuevas, 1930). Para estos monjes el culto divino era su único oficio y le entregaron toda su energía y talento (Villa Trueba, 2019). Los monjes escurialenses no destacaron como hombres de letras (con algunas conocidas excepciones), pero destacaron en numerosas artes, especialmente en la música (Hernández González, 1993d). Esta Orden fue ampliamente criticada por otras órdenes monásticas y por figuras de la corte, ya que no consideraban que el canto y la música fuera una dedicación digna de personas serias e ilustres (Hernández González, 1993c). De hecho, dentro de la propia comunidad escurialense, los músicos tenían una reputación cuestionable debido a las carencias que solían tener en otras disciplinas por su continua dedicación al estudio de la música (Hernández González, 1993c). A pesar de esas críticas, los monjes jerónimos se sentían muy orgullosos de la dedicación que le tenían al coro, ya que la música se utilizaba en la oración, y la oración era considerada oficio de los ángeles (Sierra Pérez, 1996a).

La intención inicial de Felipe II era la constitución de una comunidad monástica de cincuenta miembros, pero, antes de firmar la Carta de fundación, se dio cuenta de que el altísimo número de oficios y rezos encargados a la comunidad no podían ser cumplidos por un número tan reducido de monjes, por lo que la amplió a cien miembros (Hernández González, 1993d; Noone, 1998b). El número promedio de monjes que vivió y rezó el oficio divino, desde su fundación hasta su extinción en el siglo XIX, es de ciento cincuenta monjes (Hernández González, 1993d).

La gran dedicación al culto divino y a la música de la Orden Jerónima influyó en los requisitos solicitados a sus aspirantes. En todos los monasterios de esta orden era obligatorio que los aspirantes tuviesen buena voz, conocimiento de canto y vista suficiente para leer los libros corales desde la sillería. En el caso del Monasterio de San Lorenzo, se conoce que siempre hubo

una preocupación por tener músicos en la comunidad, especialmente instrumentistas. Esta necesidad hacía que, en ocasiones, se pudiera dispensar de otros conocimientos obligatorios para la entrada (como tener conocimiento de gramática y de latín) a aspirantes que tenían grandes conocimientos musicales o que supieran tocar algún instrumento (Hernández González, 1993d).

2.2.2 La capilla de música

El estudio de la formación de la capilla de música del Monasterio de San Lorenzo es una tarea compleja debido a la falta de documentos. En el caso de otras instituciones religiosas, como las capillas musicales de las catedrales, los músicos eran asalariados y, en muchas ocasiones, debían pasar exámenes y oposiciones para conseguir un puesto en ellas. Esto creó una gran cantidad de documentos que permite conocer el desarrollo histórico de estas organizaciones. En el caso del Monasterio de San Lorenzo, los músicos que formaban la capilla musical eran los propios monjes escurialenses. No se puede hablar de un acto de constitución oficial de la capilla, y los nombramientos de monjes como músicos, instrumentistas o maestros de capilla se solían hacer de palabra por el prior de la comunidad, por lo que no quedaba recogido en ningún escrito (Hernández González, 1993d; Sierra Pérez, 1996b).

También llama la atención que no se mencione la capilla musical en la *Carta de fundación* del Monasterio. En las cartas fundacionales de otras instituciones, como la Capilla Real o las Descalzas Reales, se especifica detalladamente el número de personas que iban a formar la capilla, las funciones del maestro de capilla o del organista, si se permitía la presencia de instrumentos y de músicos asalariados, etc. En el caso del Monasterio de San Lorenzo no se especifica nada, por lo que se piensa que, debido a la gran tradición musical de la Orden Jerónima, Felipe II consideró más adecuado que fuera la propia comunidad la que se rigiese a sí misma (Lolo, 1993; Sierra Pérez, 1996b).

Las primeras noticias que se tienen de la interpretación de música por parte de la comunidad escurialense corresponden a los asentamientos de la primera piedra del Monasterio y de la Basílica, que tuvieron lugar en 1563. En ambas ocasiones, de acuerdo con las crónicas escritas por Juan de San Jerónimo y José de Sigüenza, se interpretaron himnos, salmos y antífonas (de San Jerónimo, 1984; de Sigüenza, 1988). Estos testimonios, junto con el reducido tamaño de la comunidad y las condiciones de la capilla donde se realizaban los oficios divinos antes del traslado al Monasterio, han hecho pensar a los investigadores que en esta primera época únicamente se interpretaría canto llano (Noone, 1998b). La primera celebración donde se considera que pudo interpretarse música polifónica, a pesar de que no se dejó indicado claramente, es la festividad de San Lorenzo de 1571, donde se dice que las vísperas fueron realizadas por las "buenas voces" de los doce monjes que habían venido del Monasterio de Guadalupe (Noone, 1998b). No es hasta 1574 cuando se tienen testimonios de la interpretación de música polifónica por parte de la comunidad en grandes festividades, y en muchas de estas noticias se alababa su interpretación (de Vicente Delgado, 2010). Cabe destacar una noticia de 1575, relativa a una salida al campo de la comunidad, donde se indica que los "padres músicos" interpretaron antífonas en polifonía (Hernández González, 1993d).

Estos testimonios, especialmente el último, indican claramente la existencia de un grupo de

monjes escurialenses que se dedicaban al estudio y la interpretación de música polifónica. Cabe resaltar que la denominación "padres músicos" fue utilizada en épocas posteriores para denominar a los monjes pertenecientes a la capilla musical (Hernández González, 1993d). La cuestión a debatir es si la presencia de este grupo de músicos implicaba la existencia oficial de una capilla musical.

Samuel Rubio considera que estos primeros testimonios evidencian que la capilla musical escurialense fue formada entre los años 1571 y 1574. Explica que el canto gregoriano es la base de todos los oficios litúrgicos y que todos los miembros de la comunidad debían asistir a lecciones de canto una hora al día. Adicionalmente, había un pequeño número de monjes que formaba un grupo de cantores centrado en el cultivo de la música polifónica, al que posteriormente se le sumaron también instrumentistas. Considera una formación tan temprana debido a que gran parte de los monjes que formarían la primera comunidad provenían de los Monasterios de Guadalupe y de Granada, en los cuales había una larga tradición de música polifónica, por lo que la nueva comunidad querría imitar a aquellas ya existentes (Rubio Álvarez, 1951).

Los demás autores reconocen la veracidad de los testimonios en los que se narra la interpretación de música polifónica, pero no consideran que impliquen la existencia de una capilla musical ni consideran que estas interpretaciones fueran algo habitual (Lolo, 1993; Noone, 1998b; de Vicente Delgado, 2010). Opinan que durante el siglo XVI pudo existir un grupo de músicos que se encargase de la interpretación de música polifónica en grandes festividades, pero no una capilla institucional, dado que no se conoce la existencia, ni en documentos de la comunidad ni en las notas necrológicas, de ningún maestro de capilla durante este siglo (Hernández González, 1993d).

Pocos años después de comenzar su reinado, en 1602, Felipe III creó dos plazas para cantantes de polifonía, una de las cuales fue ocupada por fr. Pedro de Huéscar, primer maestro de capilla conocido del Monasterio (Zarco Cuevas, 1930; de Vicente Delgado, 2010). De Vicente considera que es a partir de esta fecha cuando ya se puede hablar de una capilla de música formal, ya que se han encontrado en las notas necrológicas de varios monjes menciones de sus posiciones como maestros de capilla (de Vicente Delgado, 2010). Noone, en cambio, retrasa la aparición de la capilla de música al reinado de Felipe IV, dado que defiende que el término de maestro de capilla aparece en la documentación de forma inconsistente y arbitraria (Noone, 1998b). Aunque no se pueda precisar la fecha exacta de la formación de la capilla musical escurialense, sí que se puede suponer que fue creada en la primera mitad del siglo XVII.

Las interpretaciones musicales en el Monasterio de San Lorenzo del Escorial se llevaban a cabo por dos grupos diferentes. La entonación del canto llano era realizada por la comunidad monástica al completo, mientras que la interpretación de polifonía estaba reservada a un reducido grupo de cantores e instrumentistas (Lolo, 1993; Rubio Álvarez, 1951). Cada uno de estos grupos tenía un director que velaba por la correcta realización de las interpretaciones. En el caso del canto llano, era el corrector del coro, mientras que en la polifonía, era el maestro de capilla. El corrector del canto tenía un papel fundamental en los oficios religiosos. Entre sus funciones se incluían la dirección del canto (especialmente el control del *tempo* al que se interpretaba), la organización de las funciones, la impartición de clases y el cambio de los libros del facistol. Se trataba de una figura que no podía faltar en los oficios, por lo que

existían un segundo y tercer corrector del canto, que ayudaban al principal y lo sustituían en las ocasiones necesarias (Noone, 1998b). El maestro de capilla era también una figura de gran relevancia en la vida musical del Monasterio. No se conocen las obligaciones concretas que debía cumplir en este monasterio debido a la pérdida del *Libro del maestro de capilla*, y a que la *Carta de fundación* no especifica nada al respecto (Capdepón Verdú, 2001b; Rubio Álvarez, 1951). Este libro habitualmente recogía la información relativa a las funciones del maestro de capilla y demás integrantes de esta, al igual que el número de músicos que las formaban y la música que interpretaban. Sus principales funciones debieron ser la dirección de la capilla musical, la educación musical de los monjes que la formaban y la composición de piezas para ser interpretadas en el oficio divino y grandes festividades (Lolo, 1993).

A pesar de que en el siglo XVI no se puede hablar formalmente de una capilla musical, sí que existía un grupo de monjes que se encargaban de la interpretación de polifonía, como se ha explicado anteriormente. Este grupo inicial debía de ser muy reducido, ya que la comunidad no superaba los sesenta monjes (Capdepón Verdú, 2001b; Rubio Álvarez, 1951). Hernández considera que probablemente solo sería un cantor por cuerda (tiple, contralto, tenor y bajo), mientras que Rubio sitúa el número en dos o tres cantores por cuerda (Hernández González, 1993d; Rubio Álvarez, 1951). No se tienen noticias en este siglo de que el grupo vocal fuera acompañado por otro instrumento que el órgano, aunque sí se tienen noticias de que Felipe II llevaba con él ministriles durante sus visitas al Monasterio, y que la Capilla Real, junto con sus instrumentistas, participó en numerosas celebraciones (Rubio Álvarez, 1951).

En un principio todas las voces eran interpretadas por monjes escurialenses, pero ya en el siglo XVI se crearon cuatro plazas de "niños cantores" en el seminario, dos para tiples y dos para contraltos (Rubio Álvarez, 1951; Sierra Pérez, 1996a). No se conservan documentos relativos al reglamento de estas plazas, ni está especificado en las partituras que deban ser interpretadas por niños, pero algunas notas necrológicas permiten conocer que existieron monjes que tuvieron este papel en su infancia (Hernández González, 1993c). Aunque formaban parte del seminario y convivían con los demás alumnos, su función principal era la capilla de música. Por su parte, el seminario también tenía su propia capilla musical que llevaba a cabo la misa del alba, participaba en las grandes solemnidades y procesiones, y realizaba interpretaciones teatrales. No se tiene constancia de una colaboración entre la capilla del Monasterio y la del seminario más allá de las funciones mencionadas (Sierra Pérez, 1996a). En múltiples ocasiones, la falta de niños cantores que interpretaran las voces agudas de la polifonía llevó a la comunidad a tener que recurrir a monjes falsetistas o castrados (Hernández González, 1993d; Lolo, 1993).

Durante los dos siglos siguientes la plantilla de la capilla musical se vio ampliada en función de las necesidades litúrgicas y de los instrumentos que se consideraban aceptables en los oficios (Sánchez López, 2014). A pesar de ello, sus dimensiones siempre fueron reducidas con relación al número de monjes de la comunidad.

El número de cantores que formaban parte de la capilla musical en el siglo XVII es indeterminado, así como el de instrumentistas y los instrumentos que utilizaban (Lolo, 1993). Uno de los testimonios más relevantes que se conservan de la capilla musical del Monasterio de San Lorenzo es un cuadro realizado por Claudio Coello, titulado *Adoración de la Sagrada Forma*. Este cuadro es una representación de la traslación de una Sagrada Forma a la Sacristía del

Monasterio, donde se ve representada la procesión del traslado que fue presidida por Carlos II. Es la única representación pictórica existente de la capilla de música. En el cuadro se representan doce monjes cantores, un niño cantor, un monje tocando el bajón, otro la corneta y el maestro de capilla, tocando el órgano (Coello, 1690; Laird, 1993; Lolo, 1993).

Este cuadro ha permitido conocer el número aproximado de cantores e instrumentistas que tendría la capilla de música. En el siglo XVII era habitual la utilización de tres coros en las composiciones, por lo que se estima que el número de cantores oscilaba entre doce y quinte (Lolo, 1993; Sánchez López, 2008). En el caso de los instrumentos no se puede hablar de una orquesta propiamente, sino de un grupo de acompañamiento instrumental. El número de instrumentistas de la capilla era desconocido, pero muy probablemente fue bastante inferior al de cantores, estimándose en tres o cuatro (Capdepón Verdú, 2001b; Lolo, 1993). Los compositores jerónimos de este siglo únicamente dejaban escrita la parte correspondiente al bajo continuo, que habitualmente era interpretado por órgano o arpa (Hernández González, 1993d; Laird, 1993; Sierra Pérez, 1996a). Gracias a las notas necrológicas del Monasterio se conoce que existieron numerosos monjes capaces de interpretar estas partes. También cabe resaltar que, en algunas de las notas, se hacen menciones a otros instrumentos que algunos monjes de la comunidad sabían tocar, como las cornetas, trompas y oboes (Lolo, 1993; Sierra Pérez, 1996a). Lo más probable es que estos instrumentos también participaran en las interpretaciones de la capilla musical, aunque no tuvieran una parte escrita (Hernández González, 1993d; Laird, 1993). Los instrumentos utilizados dependían, por tanto, del talento de los monjes del Monasterio, aunque algunos como las trompas y los oboes se reservaban para las grandes celebraciones (Capdepón Verdú, 2001b). En algunas ocasiones muy concretas, debido a la falta de instrumentistas, se contrataron músicos asalariados ajenos al Monasterio o se trasladaron monjes de otras casas de la orden (Capdepón Verdú, 2001b; Lolo, 1993).

El número de instrumentistas que formaban parte de la capilla musical fue en aumento durante el siglo XVII, alcanzando su número más elevado en el siglo XVIII. Progresivamente dejaron de utilizarse instrumentos como el arpa, la chirimía, la corneta o el clarín, y fue cada vez más habitual la presencia de violines y flautas (Lolo, 1993; Sánchez López, 2008; Sierra Pérez, 1996a). Los instrumentos más utilizados en el siglo XVIII fueron los órganos, los violines, los bajones, las trompas y los oboes (Zarco Cuevas, 1930). Este siglo se considera el de mayor esplendor de la capilla musical del Monasterio de San Lorenzo. En esta época, la comunidad contaba con aproximadamente ciento ochenta monjes, pero la capilla musical no alcanzaba la treintena. Hay que tener en cuenta que algunos de los monjes que la conformaban ya ni cantaban ni tocaban instrumentos (Zarco Cuevas, 1930). En una obra del padre Antonio Soler fechada en 1754 (*Veni Creator, a 6, con oboes* R. 17) se encuentra una nota que indica la razón de composición de la obra y los nombres de los monjes que formaban la capilla[1]. Se

[1]"Este Veni Creator, que, a petición de Fr. Andrés y Fr. Tomás, compuso Fr. Antonio Soler el año 1754, a 11 de enero, copió Fr. Andrés para sus profesiones, que fueron a 3 de febrero, hallándose en esta real capilla los músicos siguientes: El P. F. Gabriel de Moratilla; el P. Fr. Vicente Julián; el P. Fr. Agustín del Casar, el P. Fr. Manuel de Santa María, el P. Fr. Manuel del Valle, el P. Fr. Juan de Cuenca, Fr. José de Toro, Fr. Andrés de Castro, Fr. Tomás, Fr. Andrés, Fr. Pedro, Fr. Manuel y Fr. Antonio Soler y cantores Francisco García, Antonio Lamparero, Francisco Antonio García y Moreno, los cuales se hallaban todos cantando dicho año. Dios nos conserve en su santa gracia para que saliendo de esta vida merezcamos gozarle en la eterna. Amén." (Rubio Álvarez, 1980a)

mencionan un total de dieciséis monjes, aunque sólo tres de ellos son definidos como cantores (Rubio Álvarez, 1980a).

Como ya se ha mencionado anteriormente, uno de los requisitos para entrar al Monasterio de San Lorenzo era poseer buena voz. También se daba mucha importancia a que los candidatos supieran tocar instrumentos, llegando incluso a ser razón para eximirlos de otras condiciones. Una vez dentro de la comunidad, se continuaba su educación musical. La mayor parte de las veces esta educación se recibía dentro del propio Monasterio, por parte del maestro de capilla y de otros monjes pertenecientes a ésta, pero había ocasiones en las que se enviaba a algunos monjes a Madrid para continuar su formación con los mejores profesionales de la época (Rubio Álvarez, 1974; Sierra Pérez, 1996b). La tradición musical del Monasterio provocó la creación de una escuela musical excelente, donde una persona con aptitudes musicales podría llegar a convertirse en un gran compositor o intérprete, de los cuales no faltan ejemplos en el Monasterio (Sierra Pérez, 1996a).

Por último, cabe resaltar que, a pesar de que en numerosos textos (muchos de ellos escritos por los monjes escurialenses) se refieren a esta capilla de música como Capilla Real, tal rango no le fue concedido hasta ya entrado el siglo XIX (Lolo, 1993; Sierra Pérez, 1996b).

2.2.3 El culto divino

2.2.3.1 Felipe II y la interpretación de música polifónica

En los monasterios de la Orden Jerónima y, en especial, en el Monasterio de San Lorenzo del Escorial, el oficio divino era el centro de la vida de todos sus habitantes. La comunidad monástica le dedicaba al culto un mínimo de ocho horas al día, por lo que todas las demás labores se organizaban en torno a la liturgia de las horas. Cuando los reyes y la corte acudían al Monasterio en visitas y jornadas, se adaptaban a los horarios impuestos por la liturgia y participaban en ella (Sierra Pérez, 2010).

Además de su influencia en la organización de la vida en el Monasterio del Escorial, el culto divino se trataba también del centro de toda la actividad musical que se lleva a cabo en él (Hernández González, 1993d). Durante siglos, la realización de la liturgia de las horas y las misas ha implicado la presencia de música. El Monasterio de San Lorenzo tuvo dos ventajas en el desarrollo de este arte: por un lado, la gran tradición musical y litúrgica de la Orden de San Jerónimo y, por otro, el interés de Felipe II de dotar a este Monasterio con la mejor equipación musical disponible en la época (libros corales, órganos, instrumentos, etc.) (Hernández González, 1993d; Noone, 1998b; Sierra Pérez, 2010). El oficio divino y, por lo tanto, la música, eran las principales ocupaciones de los monjes escurialenses y, sin lugar a dudas, las actividades que más personas implicaban y que más infraestructuras tenían (Sierra Pérez, 2010). Este cultivo musical convirtió al Monasterio de San Lorenzo en un modelo de referencia para los demás centros religiosos españoles, ocupando así un puesto significativo en el desarrollo de la música litúrgica en España (Hernández González, 1993d).

Una de las preocupaciones de Felipe II en relación con los oficios divinos es que estos se adaptasen a los preceptos acordados en el Concilio de Trento. Buscaba la conservación de la ortodoxia en todo momento, y durante su reinado vigiló atentamente que se cumpliese

(Noone, 1998b; Villa Trueba, 2019). Una de las cuestiones tratadas en el Concilio de Trento y que tuvo gran influencia en el Monasterio fue la renovación del Breviario y Misal con el que se debían llevar a cabo los oficios. Felipe II impuso en todo el país la utilización de estos libros en el oficio divino y, en el caso del Monasterio del Escorial, se encargó personalmente de revisar la conformidad de las copias adquiridas (Noone, 1998b). Con el fin de favorecer al Monasterio y asegurarse la correcta copia de los nuevos Breviarios y Misales, en 1573 concedió la exclusividad de copia y distribución del Nuevo Rezado a los monjes escurialenses (Sierra Pérez, 2010).

Otro tema tratado en el Concilio de Trento y que tuvo gran impacto en la fundación del Monasterio fue la importancia que el texto de los cantos tenía en la liturgia. Se defendió que la música debía ser utilizada para la oración y que, por lo tanto, debía estar supeditada a esta. Una elevada complejidad musical podía provocar la inteligibilidad del texto y llevar a distracción (Sierra Pérez, 1998). Se recomendó la utilización de estilos musicales más sencillos que permitieran el entendimiento del texto, aunque nunca se prohibió expresamente el uso de música polifónica. A pesar de que algunos compositores se adaptaron a esta sencillez musical mediante la utilización de técnicas compositivas ya conocidas, el desarrollo de la polifonía no cambio estética o técnicamente respecto a la época anterior al Concilio (Sierra Pérez, 1998).

Aunque el Concilio de Trento no limitó su utilización en la liturgia, Felipe II sí que prohibió expresamente la utilización del canto de órgano en la cláusula 38[2] de su *Carta de fundación*. Esta prohibición se aplica, sin excepción, a todas las funciones litúrgicas. Se trata de la única cláusula de la Carta relativa a la actividad musical del Monasterio (Campos y Fernández de Sevilla, 1984). A pesar de esta prohibición, dentro de la propia cláusula 38, Felipe II expresa, con relación al oficio divino, que:

> "(...) queremos que aquéllos se digan y celebren si y según y conforme a los que en las Constituciones y costumbres de la Orden está ordenado, que cerca de esto no es nuestra intención ni voluntad mudar ni alterar cosa alguna, sino que aquéllas se digan y celebren con la solemnidad, cerimonias y forma y auctoridad que sea costumbre." (Campos y Fernández de Sevilla, 1984)

El contenido de este párrafo, junto con la falta de legislación respecto a la música que debía ser utilizada en la liturgia y el establecimiento de la capilla musical, ha hecho suponer a los investigadores que Felipe II dejó al libre arbitrio de la comunidad la organización de la liturgia y su música (Lolo, 1993; Sierra Pérez, 1998). Esta ausencia de legislación contrasta

[2] "Y en cuanto a las otras misas, y horas, y oficios divinos que en el dicho Monasterio se han de hacer y celebrar continuamente, queremos que aquéllos se digan y celebren si y según y conforme a los que en las Constituciones y costumbre de la Orden está ordenado, que cerca de esto no es nuestra intención ni voluntad mudar ni alterar cosa alguna, sino que aquéllas se digan y celebren con la solemnidad, ceremonias y forma y auctoridad que sea costumbre, con que queremos y expresamente ordenamos que se digan y celebren en canto llano e no haya en ninguna manera, ni en ningún día, ni fiesta, canto de órgano y que en lo demás se diga y celebre con la mayor devoción y pausa que fuere posible e como en la parte e monasterio de la Orden donde mejor se hace se acostumbra, y queremos que en el día de Sanct Lorenzo, a cuya dedicación y nombre el dicho Monasterio está fundado, se celebre y haga su fiesta en los oficios divinos y en todo lo demás con la solemnidad y según por la forma que se acostumbra hacer en las fiestas más solemnes y principales e como es costumbre de hacer en las fiestas de los sanctos en cuyo nombre y dedicación son fundadas" (Campos y Fernández de Sevilla, 1984)

especialmente con el minucioso detalle con el que dejó especificado cómo debían realizarse las misas que encargó que se dijesen por su descanso y el de sus sucesores (Campos y Fernández de Sevilla, 1984; Sierra Pérez, 1998).

Estas dos declaraciones de la cláusula 38 se encuentran en una clara oposición. Se conoce que la Orden Jerónima permitía la interpretación del canto de órgano en sus monasterios, al menos, desde 1456[3] (Sierra Pérez, 1998). Además, es importante resaltar que la comunidad escurialense nunca dispuso de un libro de *Costumbres*, a pesar de la gran insistencia de Felipe II en su redacción y aprobación (Sierra Pérez, 1998). Esta autorización por parte de la Orden Jerónima queda anulada por la *Carta de fundación*, dado que se trata de un documento que se encuentra por encima de cualquier autoridad o institución, a excepción del Rey (Sierra Pérez, 1998).

Los términos canto llano y canto de órgano han sido habitualmente interpretados en la investigación musicológica, respectivamente, como canto gregoriano y polifonía. Bajo esta interpretación, Felipe II habría prohibido la completa interpretación de polifonía en el Monasterio. Se considera que esta prohibición podría haber sido realizada por la preferencia que el monarca tenía al canto gregoriano. Este canto permite fácilmente la inteligibilidad de los textos y es considerado inmutable, lo que concuerda con la obsesión de Felipe II de que su obra perdurase para siempre y con los preceptos del Concilio de Trento (Hernández González, 1993c; Hernández González, 1993d).

Sin embargo, numerosos testimonios contradicen ampliamente esta prohibición. La primera noticia que se tiene de la interpretación de música polifónica por la comunidad monástica data de 1575. Se tienen otras noticias de la misma época en la que se menciona la interpretación de polifonía y de canto de órgano, aunque en algunos casos no queda claro si fue interpretada por la capilla del Monasterio o por la Capilla Real (Noone, 1998b). Uno de los detalles más llamativos de estos testimonios es que, en varias ocasiones, la polifonía y el canto de órgano no sólo fueron interpretados en el Monasterio, sino que se interpretaron en presencia del Rey y a petición suya (Hernández González, 1993d; Noone, 1998b):

> "Dijeron las pasiones esta semana santa con pasos de canto de órgano por mandado del Rey nuestro Señor, el padre vicario fray Gaspar de León, y fray Pedro Marín, y fray Martín de Villanueva, fray Bartolomé de Santiago, y fray Pedro de Alcal, todos cantores diestros, y lo hicieron tan bien que dieron mucho gusto." (de San Jerónimo, 1984)

Otra prueba de la interpretación de polifonía y de canto de órgano en el Monasterio de San Lorenzo son los cinco libros de composiciones que se conservan de fray Martín de Villanueva, monje escurialense y compositor contemporáneo a Felipe II. Además, en la biblioteca del Monasterio también se conservan múltiples libros de polifonía de compositores como Palestrina, Lobo y Morales (Sierra Pérez, 1998).

Esta incoherencia entre los testimonios y la cláusula 38 de la *Carta de fundación* ha llevado a muchos investigadores a teorizar sobre el significado real de la cláusula y las limitaciones que

[3] "Ítem damos lugar para que en nuestros conventos se pueda cantar canto de órgano en fiestas muy precipuas y con licencia del Prelado, y no con otros seglares, y que el Credo no se diga con órganos." (Sierra Pérez, 1998)

establecía. El primer autor que hace referencia a esta prohibición es fray José de Sigüenza, que en su libro *La fundación del Monasterio del Escorial* dice:

> "No quiso el fundador que hubiese en el coro de su casa otra música sino la de los religiosos que, sin salir ni descomponerse de sus sillas ni perder punto la gravedad que a coro de jerónimos se debe, levantasen la voz y el espíritu al Señor con una consonancia llana que llaman fabordones y que supliese la mucha diferencia de órganos y mixturas, que también son propios instrumentos de la iglesia, la que pudieran hacer ministriles asalariados, por evitar todo lo que puede ser razón de distracción y bullicio". (de Sigüenza, 1988)

Según esta interpretación, la música de fabordón – un estilo de música polifónica – sí que fue habitualmente interpretada en el oficio litúrgico. Sigüenza resalta la importancia que tiene la gravedad y continuidad del coro jerónimo, al igual que rechaza la posibilidad de que participen músicos asalariados, indicando que las partes que pudieran ser interpretadas por ellos deberían ser suplidas por el órgano (Hernández González, 1993d; Sierra Pérez, 2010).

Julián Zarco, en su *Discurso en la Real Academia*, sostuvo que esta prohibición únicamente se aplicaba al oficio divino, dado que los numerosos testimonios existentes no justificaban su aplicación a toda la liturgia (Zarco Cuevas, 1930). Su otra teoría, respaldada posteriormente por Samuel Rubio, defiende que Felipe II, entre la redacción de la *Carta de fundación* y la finalización de la Basílica, cambió de opinión respecto a la prohibición de la polifonía (Rubio Álvarez, 1951; Zarco Cuevas, 1930). Rubio matiza que es posible que la intención del Rey fuera "prohibir en su Monasterio la música polifónica no de un modo tan drástico como se cree sino con ciertas limitaciones" (Rubio Álvarez, 1951).

Noone, en cambio, opina que Felipe II sí que tenía intención de prohibir la interpretación de música polifónica en el Monasterio. La razón por la que se siguió interpretando polifonía fue el estilo compositivo utilizado por Villanueva. Defiende que el estilo polifónico de Villanueva se adaptaba a las especificaciones del Concilio de Trento y cumplía los requisitos establecidos por Felipe II, siendo por lo tanto aceptado. En esta teoría, Noone propone que toda la polifonía interpretada en el Monasterio del Escorial durante la época de Felipe II correspondería con un estilo compositivo propio (Noone, 1998b).

La hipótesis que mejor explica la contradicción entre la prohibición de la polifonía y su interpretación continuada es la dada por José Sierra. Este autor no quedó convencido con las explicaciones dadas por otros investigadores. En el caso de Noone, no comparte la teoría de que la música polifónica compuesta por Villanueva fuera esencialmente distinta a la de otros compositores de su época. En cuanto a la hipótesis de Zarco y Rubio, opina que, si el monarca hubiera cambiado de opinión, lo más probable es que hubiera dejado registrada la modificación de esta cláusula en alguno de los documentos que utilizó para corregir ciertos aspectos de la fundación y la vida del Monasterio (Sierra Pérez, 1998).

Sierra sostiene que el principal problema que se presenta a la hora de interpretar la cláusula 38 se debe a la interpretación del término canto de órgano como polifonía. Defiende que este documento debe ser estudiado según el contexto y la mentalidad de la época. Tras el estudio de múltiples textos jerónimos relativos a la interpretación de polifonía, Sierra explica que ésta se dividía en cuatro estilos: contrapunto, discanto, canto de órgano y fabordón. Un ejemplo

del uso de esta división por parte de los monjes escurialenses se puede observar en el siguiente texto:

> "Ítem en esta casa no se acostumbra a cantar canto de órgano ni aver capilla dello, porq. Assi lo ordenó su Magt. el Rey don Philippe nro fundador y señor por los respectos q. él ha sido servido, pero permitte se contrapuntear, y discantar lo q. tienen boces y habilidad y buena gra. Para ello assi en la salmodia como en lo demás q. cabe contrapunto" (Sierra Pérez, 1998).

Sierra indica que es muy importante tener en cuenta que estos términos pueden tener significados muy diferentes en función del momento histórico y del contexto. Explica que, en el siglo XVI y para la comunidad jerónima, el término contrapunto se refiere a un estilo de polifonía improvisado sobre una o varias voces. Esta improvisación tiene un carácter armónico y, habitualmente, no presentaba modificaciones rítmicas. Indica que el significado del término discanto es más difícil de discernir a partir de los textos disponibles. Propone que este estilo interpretativo, también improvisado, consistía en añadir notas al canto llano, generando glosas, que se tratan de uno de los adornos melódicos más comunes de esta época. El canto de órgano lo define como un estilo compositivo semejante al contrapunto, aunque presenta una mayor complejidad rítmica y compositiva. Se trata de un estilo polifónico de gran riqueza, en el que se profundiza en el desarrollo rítmico y la relación entre las voces. Esta complejidad compositiva provoca que el texto quede oscurecido por la música y que, en ocasiones, pueda no entenderse. Por último, el fabordón lo define como un "canto de consonancias muy llanas". Se trata de un estilo compositivo utilizado para la interpretación de salmos y escrito, habitualmente, para cuatro voces. En este estilo se utilizaban intervalos consonantes sobre la voz de tenor y apenas se realizaban variaciones rítmicas, por lo que el texto seguía siendo entendible (Sierra Pérez, 1998).

Esta división de la música polifónica explica adecuadamente la prohibición de la cláusula 38. Como ya se ha comentado, una de las principales preocupaciones del Concilio de Trento respecto a la música de la liturgia era la inteligibilidad de los textos. De todos los estilos polifónicos mencionados anteriormente, sólo el canto de órgano preocuparía a la iglesia, por lo cual fue prohibido en la *Carta de fundación*. A pesar de la prohibición, y al igual que ocurre en la Orden Jerónima, el canto de órgano queda permitido en las ocasiones más solemnes, siempre y cuando sea indicado por la máxima autoridad – el Rey en el caso del Monasterio del Escorial y el prior en otros monasterios de la Orden. Esta condición parece justificar adecuadamente la continua mención en los testimonios contemporáneos a Felipe II de que el canto de órgano se hacía "por orden del Rey" (Sierra Pérez, 1998).

2.2.3.2 Organización del culto

La práctica del culto divino en el Monasterio de San Lorenzo del Escorial era muy distinta a la realizada en las catedrales y en la propia Capilla Real, pero sí se asemejaba a las costumbres de otras órdenes religiosas (Noone, 1998b). Conocer los hábitos musicales y litúrgicos de la comunidad escurialense es una tarea difícil debido a la pérdida de una gran cantidad de documentos. A lo largo de los siglos se escribieron numerosos libros sobre el gobierno de la liturgia, como, por ejemplo, el *Libro del corrector del canto*, el *Libro del maestro de capilla* o el *Libro del organista* (de Vicente Delgado, 2010). De estos tres ejemplos únicamente se

conserva el *Libro del corrector del canto*, que se trata de la fuente principal sobre las prácticas litúrgicas del Monasterio. Otro libro que presenta instrucciones precisas sobre la organización de la liturgia es el *Libro de las Costumbres*, aunque esta fuente debe tratarse con cuidado ya que nunca fueron aprobadas por la comunidad escurialense (Noone, 1998b). La mayor cantidad de información que se conserva en relación con la organización del oficio divino y la música que era interpretada en él proviene de los textos escritos por los propios monjes que residían en el Monasterio. Estos escritos contemporáneos no pretenden hacer una descripción exhaustiva del funcionamiento de la liturgia, sino que comentan aquellos actos que consideran de mayor curiosidad o relevancia. Estos documentos han permitido elaborar una idea global del funcionamiento de la liturgia, aunque algunas cuestiones relativas a las interpretaciones y los términos musicales utilizados han quedado sin respuesta.

La actividad fundamental de los monjes del Monasterio de San Lorenzo era la realización del oficio divino. Este centro religioso fue un emblema tanto para la Orden Jerónima como para España, por lo que la liturgia debía llevarse a cabo con el máximo esplendor y solemnidad (Sierra Pérez, 2001). En este Monasterio se celebraban diariamente tres misas y todas las horas del oficio divino. La primera misa del día se decía al alba y era interpretada por los niños del seminario; la segunda, que se realizaba en la hora de prima, era de réquiem, a excepción de los domingos y los dobles[4] que caían en las vigilias de cuaresma o adviento; y, por último, la tercera, también llamada mayor o conventual, que correspondía con las descripciones encontradas en los *Ordinarios* o *Ceremoniales* (Hernández González, 1993c; Hernández González, 1993d; Zarco Cuevas, 1930). Las celebraciones podían variar levemente en función del número de monjes que participara en ellas, de la festividad y de la hora del día. Se tienen testimonios de cómo en grandes festividades los monjes llegaron a estar entre dos y seis horas seguidas sin salir del coro (de Sigüenza, 1988). Habitualmente, la realización de estos oficios religiosos conllevaba un mínimo de ocho horas diarias, llegando en grandes celebraciones a alargarse hasta catorce o quince horas (Zarco Cuevas, 1930).

En este Monasterio, las indicaciones relativas a la celebración del oficio de las horas se encuentran minuciosamente detalladas en el *Libro del Corrector del Canto* (Rubio Álvarez, 1974). En la liturgia católica existe un calendario que organiza todos los días del año en función de las festividades y las conmemoraciones de los santos (Hernández González, 1993c). Estas festividades se encuentran catalogadas en grados, que indican la solemnidad y la dignidad con la que deben celebrarse los oficios. En el Monasterio de San Lorenzo el calendario era organizado en función de estos grados y a cada fiesta se le da el nombre de la persona que presidía la ceremonia. La clasificación de la festividad afectaba notablemente a la realización del culto (Hernández González, 1993c). El estilo de música que se interpreta (canto llano, fabordones, canto de órgano, etc.), los instrumentos que participaban, el tempo al que se realizaba y el tiempo que debía durar la celebración dependían de la solemnidad de la fiesta, que variaba en función del día y la hora (Hernández González, 1993d).

A pesar de que los testimonios mencionan numerosas interpretaciones polifónicas y de que se conserva un enorme archivo musical polifónico en la biblioteca del Monasterio, no hay que olvidar que este estilo interpretativo podía considerarse una excepción en comparación con el canto gregoriano. En la liturgia siempre predominó el canto llano, que se consideraba el

[4]Antigua denominación de los días en los que se conmemora la vida de un santo de la iglesia católica.

pilar de los oficios y las misas (Rubio Álvarez, 1951). Este canto era interpretado diariamente con gran solemnidad y gravedad por toda la comunidad monástica (Sánchez López, 2014). En cambio, la música polifónica era interpretada por la capilla de música, formada por un reducido número de monjes, y sólo participaba en las grandes festividades, especialmente durante la misa (Hernández González, 1993c; Rubio Álvarez, 1974).

El único estilo polifónico que era interpretado diariamente junto con el canto llano eran los fabordones. Se trata de un estilo polifónico improvisado consistente en la realización de un contrapunto sencillo sobre el canto llano (Rubio Álvarez, 1951). Su interpretación no corría a cargo de la capilla musical, sino que habitualmente era cantado por aquellos monjes de la comunidad que tuvieran la destreza de realizarlo. En el *Libro del Corrector del Canto* viene detallado en qué días y horas debía realizarse el fabordón sobre los salmos (Rubio Álvarez, 1951). Solía incluirse en todas festividades de primera y segunda clase y en las vísperas de los días dobles (Hernández González, 1993d; Rubio Álvarez, 1974).

El uso de fabordones, al igual que el uso de otros estilos de música polifónica, fue en aumento a lo largo de los siglos XVII y XVIII (Hernández González, 1993d). Este aumento se debió a una relajación en el cumplimiento de las regulaciones de los oficios y de la interpretación de música tras el fallecimiento de Felipe II (Noone, 1998b). Además de aumentar el uso de la música polifónica, durante estos siglos se introdujeron nuevos estilos musicales. El archivo musical escurialense muestra este aumento de la interpretación de música polifónica en el Monasterio del Escorial, al igual que el cambio de estilo que se produjo a lo largo de los siglos. La mayor parte del repertorio conservado en este archivo fue compuesto por monjes del Monasterio, aunque también se encuentran obras de autores externos a él (Noone, 1998b; Rubio Álvarez, 1951). Las piezas preservadas en este archivo, especialmente las piezas interpretadas en las misas, permiten observar el cambio estilístico que se produjo en el siglo XVIII, cuando la influencia principal en la música española fue el estilo italiano, quedando así el estilo antiguo relegado a un segundo plano (Hernández González, 1993d). Cabe destacar que una de las mayores fuentes de inspiración para los compositores escurialenses fueron las interpretaciones que la Capilla Real llevaba a cabo en el Monasterio del Escorial durante las grandes festividades. Aun así, la música compuesta por los monjes fue muy diferente, siendo considerablemente menos compleja. Los monjes consideraban que la música debía estar al servicio de la liturgia y de la oración, por lo que la inteligibilidad de la palabra era más importante que el desarrollo del arte de los afectos (Sierra Pérez, 2010).

Desde su fundación, los monjes jerónimos temieron que, si el oficio divino mermaba en su tradición y buen hacer, el Monasterio desaparecería (Sierra Pérez, 2001). Por esta razón, la estructura seguida a la hora de realizar el oficio divino permaneció inmutable durante los dos siglos y medio de vida de la comunidad escurialense (Hernández González, 1993c). Especialmente el canto llano, la parte más relevante de la liturgia, continuó realizándose del mismo modo pausado y lento hasta principios del siglo XIX (Sierra Pérez, 2015). En el caso de la música polifónica, se tiene que el método de recitar utilizando fabordones también se mantuvo constante, mientras que los demás tipos de polifonía sí que variaron en estilo e instrumentación (Hernández González, 1993c; Hernández González, 1993d).

Esta estabilidad de culto es una de las facetas más llamativas del Monasterio de San Lorenzo. La continuidad del estilo de los ritos litúrgicos se debe en gran parte a que las personas que

participaban en ellos eran casi exclusivamente los monjes de la comunidad, que pasaban la mayor parte de sus vidas dentro del Monasterio y, por lo tanto, defendían la tradición litúrgica que aprendieron al entrar a formar parte de ella (Noone, 1998b).

Por último, es también importante mencionar las misas y oficios de difuntos que se llevaban a cabo dentro del rito litúrgico del Monasterio de San Lorenzo. Como se ha mencionado en el apartado anterior, la realización de estas celebraciones fue minuciosamente detallada en la *Carta de fundación* escrita por Felipe II (Campos y Fernández de Sevilla, 1984; Sierra Pérez, 1998). La música interpretada en los oficios de difuntos dependía del rango de la persona fallecida, solo permitiéndose la interpretación de polifonía y órgano en el caso de un rey o persona de rango similar. Todos los demás oficios de difuntos debían ser interpretados en canto llano (Noone, 1998b; de la Vera, 1636). El ceremonial funerario de la monarquía se constituyó a lo largo de un siglo. Su disposición comenzó con Felipe II y terminó con Felipe IV. Desde el fallecimiento de este último monarca no se ha visto modificado y, actualmente, sigue siendo utilizado en los entierros reales (Lolo, 1993; Sánchez López, 2014).

2.2.3.3 Interpretación vocal

La interpretación del canto llano, el recitativo y el fabordón en el Monasterio de San Lorenzo ha sido históricamente descrita como solemne y pausada (Rubio Álvarez, 1974). Numerosos testimonios resaltan la lentitud con la que se llevaban a cabo los oficios. La duración que debían tener estos oficios estaba supeditada a la categoría litúrgica de las fiestas y solía cumplirse que, a mayor rango, mayor lentitud (Sierra Pérez, 2010). Por lo tanto, los motivos que guiaban las interpretaciones musicales durante los oficios se podían considerar ajenos a la música y, en muchas ocasiones, hasta contrarios a ella (Hernández González, 1993c). La justificación para una lenta realización de los oficios se puede encontrar en la teología espiritualista. El culto divino no sólo era considerado oración pública en alabanza a Dios, sino que era considerado un modo de meditación y reflexión para los monjes que entonaban los cantos. Estas interpretaciones permitían el recogimiento y la profundización en los textos de los salmos y las Sagradas Escrituras, por lo que consideraban que un ritmo pausado era más beneficioso (Hernández González, 1993d). Esta práctica no era exclusiva del Monasterio de San Lorenzo ni de la Orden Jerónima, sino que era una práctica común en los centros eclesiásticos desde el siglo XV (Hernández González, 1993d; Sierra Pérez, 2010). La gran lentitud con la que se realizaban los oficios en este Monasterio dio lugar a críticas[5], especialmente de personas ajenas a la comunidad. De la Vera, al tratar las objeciones hechas al coro escurialense, resalta que la admiración por este canto sólo podía percibirse desde una mira espiritual (Hernández González, 1993c; de la Vera, 1636).

Los monjes escurialenses tenían un horario muy ajustado en el que se incluían las mínimo ocho horas diarias de misas y oficios divinos, las tareas que debían realizar en el Monasterio y los tiempos de descanso. Todas estas actividades tenían su duración perfectamente delimitada, en especial las horas canónicas, por lo que un retraso en la ejecución de cualquiera de ellas afectaba al desarrollo del resto del día (Sierra Pérez, 2019). En los *Ordinarios* y otros textos de la Orden Jerónima se puede observar una enorme preocupación por la puntualidad en

[5] "Cantando el responso Subvenite, etc., tan despacio que me pareció que nunca se iba a acabar." (Hernández González, 1993d; Zarco Cuevas, 1930)

las horas de comienzo y final del oficio litúrgico (Sierra Pérez, 2019). El responsable de que las horas litúrgicas se llevaran a tiempo era el corrector del canto. Este puesto era de vital importancia en la realización del oficio divino y en la interpretación del canto llano. Entre sus funciones estaba dirigir el rezo y el canto y asegurarse de que se interpretaban adecuadamente, especialmente en relación con el *tempo* (Rubio Álvarez, 1951).

En una de las torres próximas al coro de la Basílica se encuentra un reloj que da las horas punta, los cuartos y las medias. Este reloj fue colocado para que las campanas pudieran escucharse desde dentro del coro, de forma que el corrector supiera si los oficios se estaban llevando a tiempo (Sierra Pérez, 2019). La forma de guiarse mediante estas campanas viene definida en el *Libro del Corrector del Canto*, donde no sólo se especifica minuciosamente la duración del oficio para cada fiesta, día de la semana y hora del día, sino que también se indica en qué momento del oficio debe sonar el reloj para las horas punta, los cuartos y las medias (Rubio Álvarez, 1951). En caso de que el oficio no fuera a tiempo, era la responsabilidad del corrector del canto acelerar o retrasar el *tempo* de la interpretación para que se adaptase a la duración establecida (Noone, 1998b; Sierra Pérez, 2019). Si el corrector percibía que un salmo se había llevado demasiado rápido, era necesario hacer el siguiente a un *tempo* más lento, mientras que si se daba cuenta de que iban retrasados, era necesario que acelerase el rezo o el canto. Vera describe situaciones en las que el *tempo* fue modificado en mitad de una antífona, por lo que da a entender que era algo habitual mudar el *tempo* durante la interpretación de una pieza (de la Vera, 1636). En cambio, en el *Directorio del Corrector Mayor del Canto* de 1780 se indica que debe intentarse no cambiar el *tempo* en mitad de una pieza, sino que debe esperarse al comienzo de la siguiente (Hernández González, 1993b; Hernández González, 1993c). También hay indicaciones de que estos cambios de *tempo* debían realizarse de forma progresiva, con el fin de que fueran imperceptibles (Noone, 1998b).

Para garantizar que el oficio divino tenía la duración estipulada, era imprescindible el correcto entendimiento entre todos los agentes de la liturgia. En el caso de que uno de los ministros del altar, el organista o el maestro de capilla no se ajustase a los tiempos, era labor del corrector del canto suplir esta falta mediante una modificación del *tempo* de los rezos y cantos (Hernández González, 1993d). Idealmente se buscaba la igualdad del *tempo* en todo el oficio y no que algunas partes fueran más rápidas que otras. Esto no siempre se cumplía, lo que dio lugar a numerosas quejas (Hernández González, 1993d). Estos cambios de *tempo* en mitad de una pieza no eran exclusivos del coro escurialense ni de esta época, sino que era una práctica extendida (Sierra Pérez, 2019).

Llama la atención que la mayor parte de las quejas relativas al coro escurialense fueran con relación a lo lento que se realizaban los cantos y a la necesidad de realizar cambios de *tempo*, pero que no hubiera ninguna sobre la falta de musicalidad causada por las dos prácticas anteriores. Estos cambios de *tempo* en mitad de una interpretación se considerarían impensables hoy en día, pero en aquella época se consideraba como algo normal e indiscutible (Hernández González, 1993c).

Los monjes escurialenses interpretaban la liturgia con una gran potencia vocal e instrumental, dado que consideraban que esto concedía mayor solemnidad a las celebraciones (Hernández González, 1993c). Se conserva un testimonio del siglo XVIII que describe que los oficios de los monjes escurialenses no destacaban por su suavidad y dulzura, sino por su potencia y

fuerza (Hernández González, 1993d). Esta intensidad no se reservaba únicamente para las voces, sino que también era propia de los instrumentos. Como recuerda Sigüenza: "En llegado a la reja, entonaron los seis cantores que iban con capas el himno *Te Deum laudamus*, y como respondieron con aquellos fortísimos órganos que retumbaban en toda la iglesia" (de Sigüenza, 1988).

2.2.3.4 Instrumentos musicales

El instrumento musical más utilizando en los ritos litúrgicos del Monasterio de San Lorenzo del Escorial era el órgano. Al construir la Basílica del Monasterio, Felipe II la equipó con un total de ocho órganos: cuatro de ellos de gran tamaño, dos situados en el transepto y dos en el coro, y cuatro de menor tamaño y portátiles, que eran utilizados durante las procesiones (Jambou, 1985; Noone, 1998b; de Sigüenza, 1988). Los dos órganos más utilizados fueron aquellos situados en el coro, dado que desde esta localización se llevaba a cabo el oficio de las horas, en las que el órgano participaba diariamente (Rubio Álvarez, 1974).

Las funciones principales del organista venían claramente detalladas en el *Libro del organista*, que, desgraciadamente, no se conserva en la actualidad, aunque se conoce su existencia por las menciones que se hacen de él en otros documentos (Rubio Álvarez, 1974). Entre sus responsabilidades se incluían el acompañamiento y alternancia con los rezos y cantos, el remplazo de voces, el suplir espacios de silencio y, en ocasiones, la sustitución de partes de la misa (Hernández González, 1993d; Rubio Álvarez, 1974).

La alternancia con los salmos era una función habitual del órgano desde la fundación del Monasterio. En numerosos textos se recomienda que las partes interpretadas por el órgano deben estar en conformidad con los cantos, siendo necesario que guardarse el *tempo* y el tono (Jambou, 1985). Esto se recomienda así para que toda la música interpretada en el coro "parezca una misma música" y para que no haya rupturas temporales y tonales innecesarias, lo que afectaría a la actitud de recogimiento que requiere la liturgia (Jambou, 1985). Como instrumento de acompañamiento, se sabe que participaba en la interpretación de música polifónica, habitualmente acompañando al grupo vocal situado en el lado opuesto del coro (Rubio Álvarez, 1974). No se tiene constancia de que el órgano acompañase a los salmos o al canto llano durante los siglos XVI y XVII, pero sí se tiene constancia de esta función en el siglo XVIII (Hernández González, 1993d).

Otra de las funciones más relevantes del órgano era suplir los espacios vacíos de la liturgia. En el Monasterio del Escorial los tiempos litúrgicos estaban claramente definidos y delimitados con la intención de que no existiesen tiempos muertos (Hernández González, 1993c). Uno de estos espacios vacíos de la liturgia eran las subidas y bajadas de las procesiones, durante las que el órgano tenía que interpretar una pieza a la espera de la vuelta de la comunidad. También, si en alguna ocasión el coro u otro agente de la liturgia se adelantaba, era la función del organista rellenar este hueco temporal (Hernández González, 1993d).

En ocasiones era el organista el que provocaba el desajuste de la liturgia al alargarse en sus interpretaciones. En este caso, era el corrector del canto el que debía corregir el fallo. Existen numerosos escritos en los que se recomienda a los organistas que se ajusten al tiempo del que disponen, al igual que se les indica que la música que tienen que interpretar no debe

ser lasciva e impura. Lo común de esta recomendación, al igual que las numerosas quejas encontradas, hacen ver que en este Monasterio era habitual que los organistas excediesen el tiempo del que disponían para interpretar sus partes (Hernández González, 1993d).

La elevada dedicación al oficio divino, con la ejecución del oficio de las horas y las tres misas diarias, hacía que la presencia de los organistas en la Basílica fuera casi continuada. Este elevado nivel de exigencia implicó que fuera necesaria la existencia de un gran número de organistas que pudieran cumplir todas las funciones (Rubio Álvarez, 1974). Era habitual que más de un organista tocase simultáneamente en el Monasterio, ya fuera porque uno estaba situado en los órganos del coro y otro en los del transepto o porque eran necesarios dos organistas en el coro acompañando a distintos grupos vocales. Esto supuso que en el Monasterio del Escorial surgiera una gran escuela de tañedores, en la que los maestros de capilla y organistas estaban continuamente educando a nuevos monjes en este arte (Rubio Álvarez, 1974).

A pesar de que el órgano era el único instrumento que alternaba y acompañaba al rezo y al canto llano, no era el único utilizado en la liturgia. En las interpretaciones de música polifónica que se realizaban en determinadas festividades escurialenses era común la presencia de instrumentos que realizaran funciones de acompañamiento. En una gran cantidad de estas composiciones, estos instrumentos tenían únicamente funciones de continuo, pero en otras, como pueden ser los villancicos, llegaron a tener papeles solistas.

Los instrumentos que acompañaban estas piezas litúrgicas dependen de la época en la que se realizó la composición y de la fecha de copia de la partitura que se conserva, ya que en ocasiones se suprimían o se añadían partes instrumentales (Hernández González, 1993d). Durante el siglo XVI el órgano fue prácticamente el único instrumento que participó en los oficios divinos, a excepción de algunas grandes festividades en las que también participó la Capilla Real (Sierra Pérez, 2015). En el siglo XVII, comenzó una progresiva apertura del Monasterio a otros estilos musicales y a la utilización de un mayor número de instrumentos, que culminó en la segunda mitad del siglo (Sierra Pérez, 2015). Los más utilizados durante este periodo fueron el órgano, el arpa y el bajón, a los que en ocasiones se les añadía la chirimía, la corneta o el clarín (Lolo, 1993; Sánchez López, 2008; Sierra Pérez, 1996b). En el siglo XVIII continúa la utilización de un elevado número de instrumentos en la liturgia. En este siglo se elimina la presencia de instrumentos como el arpa, la chirimía o la corneta, pero se introducen los violines, los contrabajos, las flautas, las trompas y los oboes (Zarco Cuevas, 1930). Estos instrumentos continuaron utilizándose en los ritos litúrgicos del Monasterio hasta la exclaustración de la comunidad a principios del siglo XIX (Hernández González, 1995).

2.2.3.5 Villancicos

Los villancicos son un género de música religiosa escrito en lengua vernácula que, junto con el canto llano y con la polifonía vocal, formaban parte del culto divino (Laird, 1993). Este género fue introducido en la liturgia, no sin cierta polémica, a principios del siglo XVI (Sánchez López, 2008). A pesar de las posturas contrarias a ellos, fueron admitidos en todos los centros religiosos españoles, incluidos los de la Orden Jerónima (Sánchez López, 2008; de la Vera, 1636), y su popularidad aumentó hasta convertirse en el género vernáculo más importante de la música española del siglo XVII (Laird, 1993). El papel habitualmente adquirido por

los villancicos en la liturgia era de sustitución del responsorio de Maitines. En el caso del Monasterio del Escorial, los responsorios de Maitines no llegaron a suprimirse, por lo que los villancicos eran interpretados a continuación de estos (Capdepón Verdú, 2001b). Estas composiciones eran especialmente apreciadas en la comunidad escurialense por el significado de sus textos; en palabras del padre Francisco de los Santos: "al paso que regalaban al oído con la armonía, daban consuelo al corazón con el concepto" (de los Santos, 1962; Sierra Pérez, 1996a).

Dada la popularidad de este género y su aceptación en los centros religiosos españoles, era de esperar que fueran también aceptados e interpretados en el Monasterio de San Lorenzo desde su fundación (Sánchez López, 2008). El primer documento que atestigua la representación de villancicos en este Monasterio es una carta del prior de la comunidad al rey Felipe III fechada en diciembre de 1598[6] (Sánchez López, 2008). El siguiente testimonio de la interpretación de estas composiciones es una descripción hecha por Sepúlveda de las ceremonias realizadas en la Navidad escurialense, en la que alude a "las grandes invenciones de música y villancicos" (Noone, 1998b; Sánchez López, 2008; de Sepúlveda, 1924). Esta descripción data de 1601 y, en los siguientes tres años, Sepúlveda describió otras tres ocasiones en la que se interpretaron villancicos (Noone, 1998b; de Sepúlveda, 1924). La costumbre de representar villancicos en Navidad y otras grandes celebraciones continuó hasta la desaparición de la comunidad escurialense. Su interpretación fue tan habitual que destacan los testimonios de grandes celebraciones en las que se indica que fueron suprimidos (Sánchez López, 2008).

El villancico es el género musical del que se tiene un mayor número de piezas en el Archivo de Música del Monasterio de San Lorenzo (Hernández González, 1993c). Se conservan aproximadamente setecientos villancicos (Sánchez López, 2008) y el grueso de estas obras pertenece a compositores escurialenses, aunque también se pueden encontrar piezas de compositores de otras instituciones madrileñas, de centros religiosos de fuera de Madrid y un grupo de piezas de compositores desconocidos (Laird, 1993). La razón de que se conserven tantos villancicos de compositores escurialenses es la obligación que tenían los maestros de capilla de componer anualmente nuevas piezas para diversas celebraciones (Capdepón Verdú, 1993b; Sánchez López, 2008; Sierra Pérez, 1996a). La mayoría de las piezas conservadas están fechadas después de 1650, siendo especialmente abundantes las compuestas en el siglo XVIII (Hernández González, 1993c; Laird, 1993).

A pesar de que no se conserva mucha información al respecto, es de suponer que la utilización de los villancicos en el Monasterio de San Lorenzo seguía los modelos establecidos en otros monasterios de la Orden Jerónima (Laird, 1993). Las dos festividades litúrgicas en las que nunca podía faltar la interpretación de villancicos eran la Navidad y el Corpus Christi. En el caso del Monasterio de San Lorenzo, también eran habituales las representaciones de estas piezas en los días de San Jerónimo y San Lorenzo, en la Epifanía y en diversos días de conmemoración de la Virgen (Laird, 1993; Sánchez López, 2008). La festividad en la que se representaban un mayor número de villancicos era Navidad, en la que se hacían tres en cada uno de los tres nocturnos de Maitines y otro, conocido como "de calenda", que se interpretaba en la hora de Prima (Sánchez López, 2008). En la celebración del Corpus los villancicos se

[6] "las letras que cantaron en ellos los seminarios, y el de Santander que V Mgd puso aqui canto las mas de las coplas y muy bien." (Sánchez López, 2008)

representaban durante la procesión. Es de suponer que, al igual que en otros monasterios de la orden, fueran interpretados después del himno que se cantaba en cada altar, lo que supondría un total de cuatro villancicos (Sánchez López, 2008). En el caso de las fiestas de San Lorenzo y San Jerónimo, los villancicos se interpretaban en el coro de la Basílica en las Primeras Vísperas, probablemente tras el Benedictus y antes de las oraciones de despedida (Sánchez López, 2008).

La representación de los villancicos era ejecutada por los miembros de la capilla de música del Monasterio y dirigida por el maestro de capilla. Habitualmente se utilizaban un reducido grupo de monjes para realizar las partes vocales con ayuda de dos o tres niños cantores, que cantaban las partes de tiple (Sánchez López, 2008). Las plantillas vocales utilizadas eran muy variadas y dependían del grado de la festividad para la que se compusiese la obra. Las más habituales en los villancicos escurialenses son de cuatro, ocho o doce voces (Laird, 1993). Estas voces solían dividirse en coros, siendo especialmente popular durante el siglo XVII la policoralidad (Capdepón Verdú, 1993b).

Esta práctica apareció a finales del siglo XVI y se caracterizaba por la localización de los coros en distintas posiciones. Los cantantes de cada coro interpretaban alternándose con el contrario y, en ocasiones, cantaban juntos (Laird, 1993). La utilización de esta técnica compositiva no se limitaba a los villancicos, sino que también era utilizada en otras composiciones religiosas. En el caso del Monasterio del Escorial, la plantilla más habitual era de ocho voces separadas en dos coros. El primer coro solía estar formado por solistas, mientras que el segundo era utilizado para acompañar y complementar las ideas musicales del primero. Existían villancicos "sin protagonistas" en los que el primer coro tenía un carácter menos solístico. Son piezas más serias y solían componerse para la representación en grandes festividades religiosas. Los villancicos "con protagonistas", donde el primer coro estaba formado por los solistas, solían tener un carácter más ameno y popular (Capdepón Verdú, 2001b).

Durante el siglo XVIII, la práctica habitual era que el segundo coro fuera una duplicación del primero, lo que se aparta del principio de contraste de la policoralidad. Esta técnica fue desapareciendo a lo largo del siglo XVIII y, en el caso del Monasterio del Escorial, se puede llegar a suponer que los coros ya no se situaban en lugares separados durante las representaciones, dado que no se ha encontrado ninguna indicación al respecto (Capdepón Verdú, 1993b). Otra muestra de la decadencia de la policoralidad en este siglo es la desaparición de las composiciones para doce voces separadas en tres coros (Sánchez López, 2008).

Las composiciones de este género siempre incluían un acompañamiento instrumental, aunque la plantilla utilizada dependía de la época y de las posibilidades de la capilla musical (Capdepón Verdú, 1993b). Las piezas conservadas del siglo XVII solo suelen tener compuesto un acompañamiento de bajo continuo, que habitualmente era interpretado por órgano o arpa (Laird, 1993; Sánchez López, 2008). A pesar de que no existan partes escritas para otros instrumentos, se puede suponer que la capilla musical los añadía *ad libitum* (Laird, 1993). El avance instrumental en la composición de villancicos entre el siglo XVII y el siglo XVIII es notable (Capdepón Verdú, 1993b). Los violines aparecen por primera vez en una composición en 1718 y, a partir de ese año, aparecen en prácticamente todos los villancicos compuestos (Sánchez López, 2008). La plantilla instrumental básica en los villancicos escurialenses del siglo XVIII es de acompañamiento y dos violines, aunque en ocasiones se incluyen otros, como

el violón o el bajón, para reforzar el bajo continuo, y los oboes o las trompas, que tenían un papel más secundario (Capdepón Verdú, 1993b; Sánchez López, 2008).

Los villancicos conservados en el Archivo de Música escurialense pueden dividirse en dos estilos principales. El primero es el estilo vernáculo, que se trata de una técnica de composición también utilizada en obras con texto en lengua romance, como podían ser los tonos humanos (Laird, 1993). En este estilo se compusieron principalmente los villancicos del siglo XVII, que siguen la tradición de las canciones del siglo XVI, y cuya estructura básica está formada por introducción, estribillo y coplas (Hernández González, 1993c). Durante el siglo XVIII se empieza a notar la presencia del estilo italiano en la música española. Aunque en la primera mitad de siglo los dos estilos conviven en las composiciones, el estilo vernáculo es finalmente reemplazado por el italiano (Laird, 1993). En este siglo se añaden a la estructura básica del villancico movimientos de influencia italiana, como la obertura y las arias, o de origen francés, como los minuetos (Sánchez López, 2008).

2.2.3.6 Público

La Basílica del Monasterio de San Lorenzo no fue pensada como un espacio público de oración y celebración (Hernández González, 1993c), por lo que cabría preguntarse para quién se realizaban los ritos litúrgicos. Si se observan los oficios divinos de forma espiritual, la respuesta a esta pregunta sería que para Dios, ya que este Monasterio y su comunidad fueron creados con la intención de alabarle de forma ininterrumpida (Hernández González, 1993c). Si se considera el mundo terrenal, es necesario resaltar que Felipe II, tras la finalización de la Basílica, ordenó que todo aquello tras las rejas que separan el sotocoro de la nave se considerase Capilla Real. Esto significaba que únicamente la comunidad jerónima, las personas reales y los caballeros y damas de la casa podían entrar en el interior del templo (de Sigüenza, 1988). Esta prohibición implicó que la Basílica del Monasterio nunca tuviese una comunidad de fieles. Las personas que asistían diariamente al oficio divinos eran los propios agentes de la liturgia, es decir, la comunidad jerónima.

La familia real y la corte también asistían a los oficios religiosos durante las jornadas que pasaban todos los años en el Monasterio del Escorial y en grandes celebraciones como Navidad o Corpus Christi (Hernández González, 1993c; de Sigüenza, 1988). Desde la fundación, se previó la asistencia de este grupo a los oficios, por lo que existen varios espacios desde los cuales podían acudir a la liturgia sin molestar a la comunidad jerónima (Sierra Pérez, 2019). Se conservan representaciones pictóricas, como las realizadas por Fernando Brambilla o por Gómez de Navia a finales del siglo XVIII, en las que se puede ver a la corte y a los reyes e infantes asistiendo a las procesiones y misas realizadas por la comunidad (Hernández González, 1993c). En ocasiones, también se admitía la presencia en el interior de la Basílica de los numerosos huéspedes a los que daba alojamiento la comunidad en la Hospedería (Hernández González, 1993c).

Las personas ajenas al Monasterio que quisieran asistir a la realización de los oficios divinos debían quedarse en el sotocoro, que es un espacio de techo bajo a la entrada de la Basílica y que se encuentra separado de la nave por un enrejado de bronce. Según los testimonios de la época, en este espacio se apiñaban los habitantes de los alrededores para observar las grandes celebraciones y entierros reales (de Sigüenza, 1988).

2.2.4 Música escénica

El interés casi exclusivo de Felipe II por la música religiosa no impidió el desarrollo de otros estilos musicales en el Monasterio de San Lorenzo del Escorial. El más abundante de ellos era el estilo teatral, que se interpretaba principalmente durante la celebración de grandes festividades, como podían ser fiestas patronales, litúrgicas, traslado de reliquias, etc. (Ortega Barnuevo, 2015). La primera interpretación teatral de la que se tiene constancia en el Monasterio del Escorial corresponde con la puesta en escena de un auto sacramental en 1569 (Laird, 1993). En este Monasterio, las representaciones teatrales se dividen en dos estilos, dependiendo de los intérpretes: la música teatral de la corte, interpretada por músicos profesionales y encargada por los reyes o miembros de la corte, y la música teatral escurialense, interpretada por los alumnos del colegio y seminario y compuesta, en su mayoría, por los monjes jerónimos (Ortega Barnuevo, 2015). Desde el comienzo de la tradición teatral escurialense en el siglo XVI, hasta su desaparición a finales del siglo XVIII, la música se trata de una presencia constante en ambos estilos (Sierra Pérez, 1993).

El teatro de la corte, también conocido como representaciones "particulares", era un teatro financiado por los reyes o miembros de la corte y cuya interpretación corría a cargo de compañías profesionales (Sierra Pérez, 1993). No se tiene constancia de que durante el reinado de Felipe II se realizaran este tipo de representaciones, pero sí se conocen algunas ocasiones en las que, por mandato del Rey, compañías profesionales representaron obras en el Monasterio a las que asistieron tanto la corte como la comunidad monástica (Ortega Barnuevo, 2015; Sierra Pérez, 1993; de Sigüenza, 1988). Durante el siglo XVII se vivió una dualidad con relación a la representación de obras teatrales. Por un lado, se continuó encargando la interpretación de obras a compañías profesionales para el disfrute de la comunidad, que a veces incluso las solicitaba, y, por otro, surgió un teatro de particulares exclusivo para la corte (Ortega Barnuevo, 2015; Sierra Pérez, 1993). Estas obras solían ser representadas por compañías profesionales, aunque en ocasiones eran los propios cortesanos los que actuaban en ellas (Sierra Pérez, 1993). Solían representarse en los aposentos de los Reyes o en otras zonas del Palacio del Monasterio a las que los monjes no tenían acceso (Sierra Pérez, 1993). Esta tradición de un teatro privado de la corte disminuye notablemente a partir del siglo XVIII, debido a las dificultades económicas y las guerras afrontadas por la monarquía. El hecho de que los nuevos Reyes no conocieran la lengua castellana también afectó a esta tradición. Las pocas noticias que se conservan sobre la realización de representaciones particulares durante este siglo se refieren a compañías italianas (Sierra Pérez, 1993).

De forma paralela a este teatro de la corte se desarrolló un teatro escurialense, cuyas obras eran compuestas por los monjes jerónimos e interpretadas por los alumnos del colegio y seminario. Esta actividad teatral no era una cualidad única del Monasterio de San Lorenzo, sino que la producción teatral estaba muy generalizada en los centros educativos, principalmente universidades y colegios, durante el siglo XVI (Sierra Pérez, 1983). Una gran cantidad de estas obras eran utilizadas como complemento a la formación de los estudiantes y versaban sobre cuestiones éticas y morales (Sierra Pérez, 2005). Pero, al igual que en otros centros universitarios, este mundo joven también cultivó el teatro profano. Estas interpretaciones presentaron por lo tanto una doble función, formación y entretenimiento, y fueron disfrutadas no solo por los estudiantes y la comunidad monástica, sino también por los miembros de

la realeza y la corte, que habitualmente asistían a las representaciones (Sierra Pérez, 2005; de Sigüenza, 1988). El entorno en el que se representaban estas piezas dependía de su temática. Las obras de tema religioso eran interpretadas en la Basílica y en ellas podía colaborar también la comunidad monástica, mientras que las de estilo profano eran exclusivas del seminario y se interpretaban en diferentes entornos del Monasterio (Sierra Pérez, 2019).

El teatro escurialense de temática religiosa fue muy abundante en el Monasterio en el siglo XVI y su producción creció durante los siguientes dos siglos (Ortega Barnuevo, 2015). Durante el siglo XVII, la representación de obras teatrales por compañías profesionales a las que asistía la comunidad monástica influyó en el estilo compositivo de los monjes, que comenzaron a componer obras teatrales de carácter profano (i.e., comedias de capa y espada) (Laird, 1993). A partir del siglo XVIII, a diferencia del teatro de la corte, el teatro escurialense siguió vigente y, podría llegar a decirse, que en aumento (Sierra Pérez, 1993). La tradición teatral del Monasterio llegó a su fin tras dos prohibiciones realizadas en las últimas décadas del siglo XVIII, bajo el mandato del rey Carlos III. En primer lugar, se prohibió la representación de autos sacramentales y danzas en los recintos religiosos y, unos años después, se prohibió la representación de obras teatrales en los Reales Sitios (Sierra Pérez, 2006b; Sierra Pérez et al., 2004). La última obra teatral que se conoce que se compuso en el Monasterio de San Lorenzo fue una loa escrita por Antonio Soler en 1783, de la que no se conserva la partitura (Sierra Pérez, 1983).

2.2.4.1 Teatro escurialense

Numerosos testimonios han permitido conocer la gran tradición teatral que se desarrolló durante los casi tres siglos de actividad del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. A pesar de ello, el número de obras de teatro conservadas en el Archivo de Música de este Monasterio es muy reducido, siendo aproximadamente una centena (Sierra Pérez, 1981; Sierra Pérez, 2015). En este archivo solo se conservan tres obras fechadas en el siglo XVI, aunque los cronistas han dejado numerosas referencias a la representación de gran cantidad de autos, comedias y danzas (Sierra Pérez, 1993). En el siglo XVII ocurre algo parecido, ya que se tiene constancia de una gran actividad, pero el número de obras conservadas es bajo (Sierra Pérez, 2015). Casi todas las obras que conforman el Archivo de Música son del siglo XVIII y la mayoría de ellas fueron compuestas por maestros de capilla del Monasterio (Sierra Pérez, 1981; Sierra Pérez, 1983).

La mayor parte del teatro interpretado por los residentes del Monasterio de San Lorenzo tenía como finalidad la celebración de fiestas religiosas señaladas, aunque también se utilizaba para celebrar grandes acontecimientos como la consagración de la Basílica, las traslaciones de la Sagrada Forma y el centenario y bicentenario de la construcción del Monasterio (Ortega Barnuevo, 2015; Sierra Pérez, 1993). Entre las fiestas religiosas en las que se interpretaban obras teatrales y danzas, cabe destacar las festividades de Semana Santa, Pascua, las fiestas de San Lorenzo y San Jerónimo y, de especial relevancia en el Monasterio del Escorial, el Corpus Christi (Ortega Barnuevo, 2015; Sierra Pérez, 1983). En el seminario, de forma interna, también se representaban obras en otros días señalados, como podían ser la Navidad o las Carnestolendas (Sierra Pérez, 1983).

Los escritores y compositores de estas obras teatrales eran principalmente los propios monjes

jerónimos. En algunos casos, se trataban de composiciones hechas por el maestro de capilla para una gran celebración, mientras que en otras eran los propios docentes del colegio los que escribían las piezas (Ortega Barnuevo, 2015; Sierra Pérez, 1983; Sierra Pérez, 2015). En el siglo XVII y XVIII comenzó a ser habitual la utilización de textos escritos por autores españoles como Calderón de la Barca (Sierra Pérez, 1993). Las partes musicales sí que estuvieron casi en su totalidad compuestas por músicos escurialenses (Sierra Pérez, 2019).

Dentro de los estilos desarrollados en las obras teatrales escurialenses los más abundantes son los autos sacramentales. En el siglo XVI, también se compuso un elevado número de comedias de vidas de santos, que en el siglo XVII fueron sustituidas por las comedias de capa y espada (Sierra Pérez, 1983). Estas obras solían ir acompañadas por piezas de menor duración como loas, sainetes, entremeses, bailes, etc. (Sierra Pérez, 1981; Sierra Pérez, 1983). La mayor parte de estas composiciones son de temática religiosa, aunque eso no impidió la creación de obras de un carácter más popular (Sierra Pérez, 1993). El estilo compositivo no es aburrido, sino que presentan un tono burlesco y divertido, donde se mezclan elementos populares. Se trata de un teatro fundamentalmente español, aunque en las obras del siglo XVIII se puede percibir la influencia del estilo de la ópera italiana (Sierra Pérez, 1993).

Gran parte de las composiciones realizadas por los monjes jerónimos tenían un carácter religioso y moralizante, siendo utilizadas como complemento a la formación de los seminaristas (Sierra Pérez, 1987). En un primer momento, este teatro estaba muy influenciado por la liturgia, al igual que por los grandes dramaturgos romanos (Ortega Barnuevo, 2015). Estaba escrito en latín y no se trataba de un estilo muy admirado, teniendo en general pocos autores y espectadores. Se buscó por lo tanto la creación de un teatro que tuviera una función parecida, pero que fuera más atrayente para los estudiantes (Sierra Pérez, 1993). Estas composiciones pasaron a escribirse en lengua castellana y se introdujeron aspectos de carácter más popular como entremeses y danzas (Sierra Pérez, 1987; Sierra Pérez, 1993). Aun así, hay que tener en cuenta que en un Monasterio los estilos musicales avanzan más lentamente que las ideas estéticas y las corrientes musicales, por lo que hay algunos aspectos que conservan su importancia a lo largo de los siglos (Sierra Pérez, 2005).

Gracias a los testimonios de los cronistas del Monasterio, al igual que a los títulos de algunas de las obras compuestas por monjes escurialenses, se sabe que las representaciones teatrales eran interpretadas por los alumnos del colegio y del seminario (Ortega Barnuevo, 2015; Sierra Pérez, 1981; de Sigüenza, 1988). Desde los primeros años de la vida en el Monasterio, se conservan referencias a ocasiones en las que los alumnos del seminario representan, cantan y danzan. Esta costumbre, comenzada en el siglo XVI, se conservó hasta la exclaustración de la comunidad monástica a principios del siglo XIX (Sierra Pérez, 1983). Se conoce con certeza que los actores en estas representaciones teatrales eran los alumnos del seminario, pero no se tiene tan claro quiénes eran los instrumentistas. En los casos de interpretaciones en la Basílica con motivo de grandes celebraciones religiosas, es muy posible que estas partes fueran interpretadas por la capilla de música del Monasterio, o incluso por la Capilla Real, que solía participar en estas festividades (Sierra Pérez, 1983; Sierra Pérez, 1987). En el caso de representaciones de menor envergadura, también es bastante probable que la capilla de música del Monasterio interpretara las partes instrumentales, aunque no hay que descartar la posibilidad de que fueran los propios alumnos los que realizasen el acompañamiento (Sierra Pérez, 1981). Una de

las condiciones para ser admitidos como seminaristas era poseer buena voz y, una vez como alumnos, seguían formándose con un maestro de canto. Esta educación llegaba a un grado alto de especialización, por lo que se puede considerar que probablemente las interpretaciones realizadas serían de calidad, como cuentan los cronistas[7] (Sierra Pérez, 1993; de Sigüenza, 1988).

La representación de las obras teatrales no se limitaba a un espacio concreto, sino que se hacían en distintos entornos del Monasterio, según la temática, la festividad y la época del año. En el caso de las representaciones realizadas durante festividades religiosas, existen numerosos testimonios que localizan las interpretaciones de autos, comedias y danzas en la Basílica, ya sea en el altar o en el coro (Sierra Pérez, 1993). Las demás representaciones podían tener lugar en diversos espacios, pero los dos más habituales eran el Teatro del Seminario y el Claustro de la Botica. También se tiene constancia de la realización de obras de teatro en la Hospedería del Monasterio, que servía de lugar de contacto con el mundo exterior y donde habitualmente se realizaban fiestas a las que asistían los religiosos (Sierra Pérez, 1993).

Los asistentes a estas representaciones teatrales eran todos los habitantes del Monasterio: comunidad monástica, alumnos del seminario, la realeza y la corte y los visitantes de la Hospedería (Sierra Pérez, 2019). Durante la estancia de los reyes en el Monasterio era muy habitual la representación de gran número de obras con el fin de entretener y contentar a la familia real (Sierra Pérez, 1987). Estos asistentes solían disfrutar en gran medida de las representaciones debido a las diferencias que presentaban con los géneros cortesanos a los que estaban acostumbrados (Sierra Pérez, 1993). El resto del año, el teatro interno seguía representándose y, en estas ocasiones, el público estaba formado únicamente por la comunidad y los alumnos.

2.2.5 Música de cámara

Dentro de los estilos de música interpretados en el Monasterio de San Lorenzo, se puede afirmar que la música de cámara es aquella de la que menos noticias se tiene y de la que menos música se conserva. Todos los testimonios sobre la interpretación de música de cámara corresponden al siglo XVIII y siempre se encuentran relacionados con algún personaje de la realeza o la corte (Sierra Pérez, 2019). El mayor exponente de la música de cámara entre los monjes jerónimos y el único del que se conservan sus piezas es Antonio Soler (Sierra Pérez, 2019).

Debido a las largas estancias que pasaban los músicos de la corte en el Monasterio, es de suponer que desarrollaron una relación estrecha con los músicos de la capilla. Se tiene constancia de reuniones entre personajes de la corte y monjes jerónimos donde "se comentaban las últimas novedades llegadas de Madrid de este o de aquel país extranjero, sobre todo de Italia, ejecutándolas en el clave o con los instrumentos que requería cada caso" (Rubio Álvarez,

[7] "A vueltas de esto les servía la Casa con algunas cosas de representaciones de cosas santas, que componían religiosos, y puestas en las bocas de los niños del seminario parecían bien y provocaban a devoción, porque, aunque los juegos y los entretenimientos fuesen lo que es razón sean en los conventos y monasterios, donde vienen los Príncipes a recrear al alma con cosas de otro género que las nacidas en las cortes y ciudades de sus reinos, de que muchas veces desean perder el ahíto. Este año de 1575 le representaron algunas de harto ingenio, con que recibieron mucha alegría la Reina, Infantas y Príncipes". (de Sigüenza, 1988)

1980a). Estas veladas probablemente se realizaban antes de la llegada de Soler al Monasterio de San Lorenzo, pero durante su época adquirieron la categoría de academias musicales (Campos y Fernández de Sevilla, 1993). Muchas de las academias musicales que se llevaron a cabo a finales del siglo XVIII fueron organizadas por el infante don Gabriel, para el que Soler compuso gran cantidad de obras (Campos y Fernández de Sevilla, 1993). Estas academias tuvieron lugar en diversos lugares del Monasterio de San Lorenzo, siendo algunos de los más mencionados las Salas Capitulares, la celda del maestro de capilla y la Casita del Infante (Campos y Fernández de Sevilla, 1993; Sierra Pérez, 2019). Únicamente se tiene constancia de una ocasión en la que se interpretó música instrumental no de órgano en la Basílica. Esta interpretación tuvo lugar durante la celebración del segundo centenario de la construcción del Monasterio y se considera que las piezas interpretadas fueron de Soler, aunque la música no se conserva (Sierra Pérez, 2019).

Capítulo 3

Vida y obra de Antonio Soler

3.1 Vida

El compositor español barroco Antonio Soler (conocido como padre Antonio Soler en los países hispanohablantes) nació en el municipio de Olot (Gerona) entre los últimos días de noviembre y los primeros dos días de diciembre de 1729. La fecha exacta de su nacimiento no figura en ninguno de los documentos conservados, pero se conoce que fue bautizado el 3 de diciembre de 1729 en la iglesia de Sant Esteve de Olot con el nombre de Antonio Francisco Javier José Soler Ramos[1]. Sus padres fueron Marcos Mateo Pedro Soler, nacido en Porrera (Tarragona), que trabajaba en la banda musical del Regimiento de Numancia, y María Teresa Ramos, natural de Daroca (Zaragoza) (Arxiu Diocesà de Girona, 1730; Rubio Álvarez, 1980a).

En las *Memorias Sepulcrales*[2] se indica que "crióse desde niño de poco más de seis años en el insigne monasterio de Montserrate, en donde aprendió la música, órgano y composición" (Pastor Gómez-Cornejo, 2001; Rubio Álvarez, 1980a). Esta declaración revela que Soler entró a formar parte de la Escolanía del monasterio de Montserrat (Monsitrol de Montserrat, Barcelona) entre los años 1735 y 1736. En esta época, antes de entrar a formar parte de la escolanía, era necesario realizar una prueba de voz. Se puede suponer que Soler tuvo que hacer una, a pesar de que no se conservan documentos que lo atestigüen (Rubio Álvarez, 1964). Miguel Querol considera que seis años es una edad muy temprana para tener buena voz y presenta la hipótesis de que los padres de Soler lo hubiesen ofrecido como "oblato" (Querol, 1986). También presenta la posibilidad, más aceptada por otros autores, de que Soler tuviera un talento musical precoz, una bella voz y que hubiera podido recibir formación musical de su padre (Igoa Mateos, 2013; Morales, 2016a; Querol, 1986; Rubio Álvarez, 1964; Sánchez López, 2019).

[1] La partida de bautismo de Antonio Soler lee: "Als tres de desembre de mil set cents vint y nou en las fonts baptismals de Sant Esteve de Olot es estat batejat per mi lo Dr. Manuel Soler Pre. Domer, Antoni Francisco Xavier Joseph, fill ligitim natural de Matheu Slor, Musich del Regiment de Numancia, y de Theresa Ramos sa muller. Padrins Dn. Antonio Zunyiga Alferes de la Compa. Coronela de dit Regiment de Numancia y Dña. Marianna Sanches Capay, tots en Olot habitatns." (Arxiu Diocesà de Girona, 1730)

[2] Denominación abreviada del libro en dos tomos que recoge las notas necrológicas de todos los monjes jerónimos escurialenses desde la fundación del Monasterio en 1563 hasta la exclaustración de la orden en 1837.

Cuando Soler ingresó en la escolanía de Montserrat, esta se encontraba atravesando una época de esplendor y cambio gracias al trabajo del maestro de capilla, el padre Benito Esteve. Él fue el impulsor de múltiples mejoras en el funcionamiento y acondicionamiento de la escolanía, así como de la adquisición de múltiples instrumentos y la construcción de un órgano para uso de los estudiantes y de la capilla del monasterio (Rubio Álvarez, 1964). Los alumnos de esta escolanía salían del monasterio teniendo conocimientos avanzados en armonía, contrapunto y composición, además de tocar múltiples instrumentos como el órgano, la flauta, el violín y el fagot (Querol, 1986). Otra figura relevante en la educación de Soler durante su estancia en el monasterio de Montserrat fue el organista Benet Valls (1714-1782) de quién aprendió, en primer lugar, solfeo y, posteriormente, órgano y composición (Rubio Álvarez, 1964; Sánchez López, 2019). Durante estos años, además de las enseñanzas teórico-prácticas obtenidas de los dos maestros mencionados, Soler estudió la música vocal e instrumental de los más importantes compositores de los siglos XVII y XVIII. Él mismo menciona en *Satisfacción a los reparos hecho por don Antonio Roel del Río a la Llave de la Modulación*[3] que estudió las obras de José Elías: "(...) pues siendo yo de trece o quatorce años de edad (escolán de Montserrat desde los seis años) tengo muy presente que aprendí veinte y quatro obras de órgano del señor maestro don Joseph Elías (...)" (Llorens, 1985; Soler, 1765).

La siguiente noticia que proporcionan las *Memorias sepulcrales* sobre el recorrido de Soler es que: "(. . .) salió tan adelantado, que hizo oposición en dos catedrales al magisterio de capilla, y logró el de la santa iglesia de Lérida (. . .)" (Pastor Gómez-Cornejo, 2001). En este escrito no se indica la fecha en la que Soler realizó las oposiciones ni cuál era la iglesia en la que no consiguió la plaza. Muchos autores suponen que Soler permaneció en la escolanía hasta 1745, fecha en la que cumplió dieciséis años, que era la edad máxima de permanencia en el centro según el reglamento vigente en aquella época (Igoa Mateos, 2013; Querol, 1986; Rubio Álvarez, 1964; Sánchez López, 2019). A pesar de esto, Samuel Rubio expone la posibilidad de que Soler siguiera viviendo en la escolanía hasta los dieciocho años e, incluso, que saliera a hacer oposición y, al no conseguir la plaza, volviera al monasterio, opción que la comunidad ofrecía (Rubio Álvarez, 1964). Rubio también supone que, debido a ciertos pormenores que Soler relata en las *Memorias sepulcrales* de su condiscípulo fray Pedro Serra (Pastor Gómez-Cornejo, 2001), todavía residía en el monasterio en el año 1746 (Rubio Álvarez, 1964; Rubio Álvarez, 1980a).

El número de documentos y datos biográficos conservados de los años transcurridos entre la salida de Soler de la escolanía de Montserrat y su entrada al Monasterio de San Lorenzo del Escorial en 1752 es muy escaso. Históricamente se ha aceptado la afirmación escrita en las *Memorias sepulcrales* de que Soler había conseguido el magisterio de capilla de la Catedral de Lérida, pero en el último medio siglo se ha puesto en duda este hecho. El primer autor en cuestionar este magisterio fue Juan Mujal Elías, ya que no había podido encontrar ningún indicio de la presencia del compositor en esta iglesia. Las *Actas Capitulares*, los *Libros de Nombramientos* y de *Personal* o el *Archivo de Música* no presentan ningún indicio que atestigüe la estancia de Soler (Mujal Elías, 1975; Sierra Pérez, 1982). Esto llama especialmente la atención debido a la exhaustiva recopilación de datos de la Catedral de Lérida respecto

[3]Contestación publicada por Soler en respuesta a las críticas realizadas por el maestro de capilla Roel del Río a su tratado *La llave de la modulación*.

a otros maestros de capilla, organistas, cantores, etc. (Sierra Pérez, 1982). Dada la falta de documentos, en 1980 Samuel Rubio propuso la hipótesis, posteriormente respaldada por otros autores, de que, en lugar de haber obtenido el magisterio de capilla en la Catedral de Lérida, realmente lo obtuvo en la Seo de Urgel, debido a que fue el obispo de esta catedral quien lo ordenó subdiácono y motivó su ingreso en el Escorial (Rubio Álvarez, 1980a). Esta hipótesis tampoco se ha visto demostrada por la presencia de documentos en la Seo de Urgel relativos al magisterio de Soler.

En 1982 José Sierra encontró una partitura manuscrita de Soler en el archivo de música del Monasterio de San Lorenzo donde un rotuló lee: "Echo en Leri[da]". Se trata de la primera obra catalogada de Soler y la única que se conserva que no fue compuesta en el Monasterio del Escorial. La partitura está fechada en 1751, por lo que se puede confirmar que fue compuesta por Soler a los veintidós años en Lérida (Sierra Pérez, 1982). Este descubrimiento atestigua la presencia de Soler en Lérida, pero no permite asegurar que obtuviera el magisterio de capilla de la catedral. Sierra también sugiere la posibilidad de que esta fuera la pieza que compuso para el magisterio de capilla, que no ganó, o que hubiese obtenido este puesto en otro lugar de la capital o de la provincia de Lérida (Sierra Pérez, 1982). En 1986, Miguel Querol planteó una última hipótesis: que Soler rechazó el magisterio de capilla de la catedral de Lérida para irse a Madrid, donde residió hasta su entrada en El Escorial. Con esta hipótesis se explica la posibilidad de que Soler tuviese tiempo para ser discípulo tanto de José de Nebra como de Domenico Scarlatti (Querol, 1986).

No se conoce la fecha ni el lugar en los que Soler recibió las órdenes menores, pero se sabe que fue ordenado diácono en 1752 por fray Sebastián de Victoria, obispo de la Seo de Urgel y antiguo prior del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (Pastor Gómez-Cornejo, 2001; Querol, 1986). Tras la ordenación, fray Sebastián de Victoria le preguntó si conocía algún experto en órgano que quisiera formar parte de la orden jerónima. En palabras de las *Memorias sepulcrales*:

> "Dicho señor le ordenó de epístola, y diciéndole si habría algún chico que se inclinase a ser religioso en el Escorial, que fuese organista, respondió que allí estaba él, que desde luego quería tomar el santo hábito y retirarse del mundo, como en efecto se verificó, tomándole en 25 de septiembre del año de 1752."(Pastor Gómez-Cornejo, 2001)

Tras esta conversación con el obispo, Soler renuncia al magisterio de capilla del que tenía posesión en ese momento y parte al Escorial, donde el *Libro de Actas Capitulares*[4] indica que fue aceptado como novicio el 25 de septiembre de 1752. Antes de ser admitido, la comunidad

[4]El texto completo del acta capitular levantada tras la aceptación de Antonio Soler como novicio lee: "En 25 de septiembre de 1752, ntro. Rmo. P. prior F. Blas de Arganda tuvo capítulo de orden sacro, en la sala capitular baja, a son de campana tañida, según uso y costumbre; y en él propuso su Rvma. un pretendiente a nuestro santo hábito, llamado Antonio Soler, natural de Olot, obispado de Gerona, hijo de Mateo Soler y de Teresa Ramos, aquél natural de la villa de Porrera, arzobispado de Tarragona, y ésta natural de la ciudad de Daroca, arzobispado de Zaragoza; y habiendo informado su Rma. de su genealogía y limpieza como también los Padres diputados de su suficiencia de latinidad, y siendo así mismo notoria su habilidad en el órgano y composición se pasó a votar en la forma acostumbrada, y regulados los votos dijo su Rma. que la comunidad le había recibido y que por su parte también recibía. De todo lo cual yo el infrascrito secretario doy fe y lo firmo con el P. Vicario según costumbre." (Manrique, 2004)

examinó varios aspectos de la vida de Soler. En primer lugar, fue necesario realizar una verificación de su genealogía y su limpieza de sangre. Posteriormente, debió realizar un examen de ingreso donde se evaluaron sus capacidades como organista y compositor, al igual que sus conocimientos de latín (Igoa Mateos, 2013; Manrique, 2004; Rubio Álvarez, 1964; Sánchez López, 2019). Después de un año de noviciado y tras las aprobaciones de su recepción al hábito a los cuatro, ocho y diez meses, el 29 de septiembre de 1753 fue admitido a la profesión "en vista de su buen porte y proceder y de la mucha aplicación a su estudio de órgano y composición" (Pastor Gómez-Cornejo, 2001). Para esta ocasión Soler compuso un *Veni Creator* a ocho voces y violines (R.10) (Rubio Álvarez, 1964; Rubio Álvarez, 1980a).

Se conserva mucha más información sobre la vida de Antonio Soler en el Monasterio del Escorial que sobre la época anterior. Esta información proviene del propio Archivo de Música del Monasterio, de las *Actas Capitulares* y de otra documentación relativa al funcionamiento de la comunidad (Sánchez López, 2019). A pesar de ello, hay un vacío notable en la documentación relativa a la vida de Soler entre los años 1752 y 1758. Esta falta de documentación ha provocado polémicas en relación con distintos aspectos de su vida, entre los que se incluye su residencia durante este periodo de tiempo, si fue o no alumno de Domenico Scarlatti y cuándo se produjo su nombramiento como maestro de capilla.

Como se ha mencionado anteriormente, Querol considera que Soler residió en Madrid entre los años 1746 y 1752, donde recibió lecciones de algunos de los grandes compositores e intérpretes de la época (Querol, 1986). Rubio retrasa la estancia de Soler en Madrid hasta los años comprendidos entre 1752 y 1758. Una de las razones que presenta para justificar esta hipótesis es que no se conocen las fechas de ordenación de Soler como diácono y sacerdote. Si estas ordenaciones se hubieran realizado en El Escorial su nombre constaría en *Libro en que están escritos los ordenados "in sacris"*. Dado que su nombre no aparece en dicho libro, cabría suponer que ambas ordenaciones tuvieron lugar fuera del Monasterio, probablemente en Madrid (Rubio Álvarez, 1964). Rubio también considera que la comunidad escurialense envió a Soler a Madrid para recibir clases de José de Nebra y Domenico Scarlatti y completar así su educación musical. Enviar a un monje a Madrid para estudiar música era una práctica habitual en el Monasterio del Escorial (Rubio Álvarez, 1974; Sierra Pérez, 1983; de Vicente Delgado, 2010). Poco antes de la llegada de Soler se había enviado a José del Valle, Manuel del Valle y Juan de Alaejos, dos de los cuales también estudiaron con José de Nebra (Freedman, 1979; Rubio Álvarez, 1964).

Otras dos evidencias que justifican la estancia de Soler en Madrid entre los años 1752 y 1758 provienen del propio compositor. En su tratado *La llave de la modulación y antigüedades de la música* (Soler, 1762), Soler describe el convento de los Jerónimos de Madrid y la hospedería que tenía al lado la comunidad[5] "como de una cosa para él muy conocida, es decir, como si hubiera vivido allí durante cierto tiempo" (Rubio Álvarez, 1964). El segundo indicio se encuentra en su contestación a los *Reparos músicos precisos a la Llave...* hechos por Roel del Río (Roel del Río, 1764). En esta contestación Soler cuenta que él había oído las obras de todos los compositores que censuraron y aprobaron su *Llave de la modulación* en sus

[5]He aquí el texto de la *Llave de la modulación* en la que Soler se refiere a estas dos sedes (Pág. 11): "En Madrid hay un Monasterio de Monges Geronymos, que está pegado al Palacio del Buen-Retiro: junto al Monasterio hay una Hospedería de Monges Geronymos de la Casa del Escorial." (Soler, 1762)

respectivas capillas[6] (Soler, 1765). Estos compositores fueron: Francisco Courcelle, maestro de la Real Capilla de Su Majestad y Rector de su Real Colegio; José de Nebra, organista y vice-maestro de la Real Capilla de Su Majestad y maestro de música del serenísimo señor infante don Gabriel; José Mir, maestro de la Real Capilla de Señoras de la Encarnación; Antonio Ripa, capellán titular y maestro de capilla en el monasterio de las Descalzas Reales de Madrid; y Nicolás Conforto, maestro de capilla napolitano y maestro de sus reales altezas las serenísimas señoras Infantas de España (Soler, 1762). Esta declaración realizada por el propio compositor lleva a pensar que durante un periodo de tiempo residió en Madrid, donde tuvo la oportunidad de escuchar a todos los maestros mencionados en sus lugares de trabajo.

La segunda polémica surgida en relación a la actividad de Antonio Soler durante los años 1752 a 1758 tiene que ver con sus maestros musicales, que como se ha adelantado en los párrafos anteriores, se considera que fueron José de Nebra y Domenico Scarlatti. Entre los historiadores y musicólogos que han estudiado la vida y obra de Soler no cabe lugar a dudas sobre el hecho de que José de Nebra fue su maestro (Querol, 1986; Rubio Álvarez, 1964; Sánchez López, 2019). Las discrepancias giran en torno al lugar donde se impartieron esas lecciones. Es el propio Nebra el que nos confirma su función como maestro de música de Soler en su censura a la *Llave de la modulación*: "(...) y aunque el amor de haber sido su maestro algún tiempo pudiera oponerse a la rectitud del censor, el mérito del alumno (a quien confieso el exceso) no necesita implorar la gracia, sino que le hagan justicia (Soler, 1762)." Rubio defiende que las clases de Nebra a Soler tuvieron lugar durante la estancia de Soler en Madrid entre los años 1752 y 1758, pero admite la posibilidad de que estas lecciones pudieran haber tenido lugar en el Monasterio del Escorial (Rubio Álvarez, 1964). Durante las jornadas, la familia real se trasladaba a sus distintos palacios acompañada de la corte y los músicos más relevantes, por lo que se puede suponer que Nebra y Scarlatti también viajaron con ella. Por consiguiente, ambos compositores residían en el Monasterio del Escorial tres meses al año, donde es posible que conocieran a Soler y tuvieran lugar las lecciones. Querol, en cambio, sostiene que lo más probable es que las clases tuviesen lugar en Madrid, pero en fechas anteriores a las propuestas por Rubio. Considera que el joven Soler recibiría las lecciones de Nebra y Scarlatti en Madrid en los años previos a su entrada a la comunidad escurialense (Querol, 1986).

No se sabe exactamente cuánto tiempo duraron ni sobre qué versaron las lecciones, pero se considera que se centraron en dos temáticas principales: el órgano y la composición de música teatral lírica. A pesar de la sólida preparación musical en órgano y composición con la que salió Soler de la escolanía de Montserrat, estas lecciones podrían haberle ayudado a perfeccionar su técnica interpretativa. Además, de Nebra pudo haber aprendido las bases para la composición de música teatral, especialmente autos sacramentales, villancicos y comedias, algo en lo que Nebra tenía mucha experiencia y que Soler no habría aprendido en la escolanía (Querol, 1986).

El magisterio de Scarlatti sobre Antonio Soler es un hecho más controvertido y menos aceptado

[6]Como se puede leer en la penúltima página de la *Satisfacción a los reparos músicos...*: "Los meritísimos Maestros, que aprobaron mi Libro (y no aprobarán los reparos de Vmd.) me leyeron bien, porque no me querían mal, téngalos Vmd. por Próceres de la Facultad, y créame, que las obras serias, que yo he oído de todos, en sus respectivas Capillas, y los originales, que he visto, los acreditan de ingenios sublimes, que saben componer, discurrir, e inventar; (...)". (Soler, 1765)

que el de José de Nebra. Las razones por la que se piensa que Scarlatti fue maestro de Soler son dos testimonios escritos durante la vida del compositor. La primera noticia procede de la propia pluma del músico, que en la primera carta que le envió al padre Martini (1706–1784), célebre compositor y músico italiano con quién intercambió correspondencia entre los años 1765 y 1772, Soler se presenta como "*scolare dil Sr Scarlati*" (Kastner, 1957). El segundo testimonio es una anotación escrita por lord Fitzwilliam en un manuscrito de sonatas conservado en Cambridge que Soler le entregó en 1772: "El original de estas lecciones me lo dio el padre Soler en El Escorial el 14 de febrero de 1772; el padre Soler había tomado lecciones de Scarlatti" (Rubio Álvarez, 1964). Estas sonatas fueron publicadas en Inglaterra en 1796 bajo el nombre *XXVII sonatas para clave* (Igoa Mateos, 2013; Soler, 1796). Dado que se trata de una anotación manuscrita, cabe suponer que esta información se la dio a lord Fitzwilliam el propio compositor o alguno de los religiosos del Monasterio.

El primer autor que puso en duda la relación maestro-discípulo entre Scarlatti y Soler fue Querol. La justificación de esta duda se basa en los periodos temporales en los que pudieron llevarse a cabo estas lecciones. Querol destaca que sería muy extraño que Soler tuviera relación con Scarlatti durante su año de noviciado, ya que se trataba de un año de absoluto retiro y desconexión. Considerando que las lecciones podrían haber empezado en 1753, esto les dejaría sólo cuatro años, ya que Scarlatti falleció en 1757. Dado que Querol considera que Soler no volvió a residir fuera del Monasterio del Escorial tras su aceptación en la comunidad, los compositores sólo dispondrían de tres meses al año, durante las jornadas, para la realización de estas lecciones. A esto habría que sumar las numerosas obligaciones que Soler tendría como organista del monasterio, una labor que le ocuparía todos los días del año. Incluso, Querol llega a preguntarse si Scarlatti, a tan avanzada edad, tendría las fuerzas para enseñar, y concluye: "En el mejor de los casos, solamente una cosa pudo hacer Scarlatti: darle alguna orientación respecto a algún detalle técnico o estilístico de la música de clave, ya que en este campo fue el más grande y famoso de su tiempo" (Querol, 1986). Llama la atención que Querol no planteara la posibilidad, que sí sugiere para justificar que Soler fue alumno de Nebra, de que tomara las clases con Scarlatti durante los años en los que considera que residió en Madrid antes de ingresar en El Escorial.

Capdepón considera que estas razones no justifican que Soler no pudiese estudiar con Scarlatti y se muestra más partidario de la hipótesis de Rubio, que defiende la posibilidad de que estudiase con Scarlatti y con Nebra en Madrid, donde se le enviaría a formarse tras su entrada en el Monasterio (Capdepón Verdú, 1998). Igoa, en su evaluación de la relación entre Soler y Scarlatti, cuestiona el significado que podría tener la palabra *scolare*, ya que este término se traduce como colegial, no como discípulo. Hay que considerar que este mal uso del término se puede deber a un error de Soler, que no tiene un gran dominio del italiano. Considera que, si realmente Soler recibió clases de Scarlatti, estas deberían haber tenido lugar en Madrid, ya que la avanzada edad del compositor italiano probablemente le impidiera acompañar a la corte en las jornadas. También indica que hay que tener en cuenta que la relación maestro-discípulo era diferente en esta época a la actual, por lo que podría haber consistido en un contacto esporádico. Independientemente, Igoa considera que Soler debió conocer y estudiar en profundidad la obra de Scarlatti, por lo que, a pesar de no ser alumno directo, se consideraría deudor del saber musical del compositor (Igoa Mateos, 2021).

La principal pregunta que plantea Igoa respecto a esta relación, más que si llegó a existir, es qué beneficio podría obtener Soler, organista y maestro de capilla de un monasterio, del aprendizaje de la composición de sonatas. Le llama la atención que este aprendizaje se llevara a cabo años antes de ser requerido como músico por la nobleza, pero no le extraña el deseo que podría tener de mejorar su dominio del clave, ya que se trataba de un instrumento utilizado en la liturgia. La justificación que da a este deseo de aprender el método compositivo de la sonata es su función pedagógica. Los maestros de capilla tienen la función de formar a los futuros músicos de la comunidad, tanto a los cantores como a los instrumentistas. La composición de sonatas como una evolución del tiento del siglo XVII fue una tarea realizada por múltiples organistas y maestros de capilla con un fin educativo (Igoa Mateos, 2013).

Se desconoce la fecha en la que Soler fue nombrado maestro de capilla. En el Monasterio del Escorial, el prior de la comunidad adjudicaba este cargo y se lo comunicaba verbalmente al nuevo maestro, por lo que no se dejaba constancia escrita de estos nombramientos. En algunos casos, se han encontrado menciones a la fecha de nombramiento en las notas necrológicas. Rubio considera que no es posible que fuera nombrado maestro de capilla nada más entrar en el Monasterio, en 1753, debido a que se trataba de un cargo reservado exclusivamente a religiosos sacerdotes. Además, se conservan partituras copiadas en 1753 y 1754 donde se puede leer "siendo maestro de capilla el padre Gabriel de Moratilla" (Rubio Álvarez, 1964). Todos los autores comparten la opinión de que Soler pudo comenzar a ejercer el magisterio en el año 1757, sucediendo al padre Moratilla (Capdepón Verdú, 1998; Igoa Mateos, 2013; Rubio Álvarez, 1964; Sánchez López, 2019), que, según se puede deducir de su nota en las *Memorias Sepulcrales*, abandonó el magisterio de capilla ese año (Pastor Gómez-Cornejo, 2001; Sánchez López, 2019). De lo que no cabe lugar a dudas es de que ya ejercía este puesto en 1761, ya que en la portada de su libro *La llave de la modulación* firma como "el P. Fr. Antonio Soler, Monje del Orden de San Jerónimo, Organista, y Maestro de Capilla de su Real Monasterio de San Lorenzo (vulgo) del Escorial" (Soler, 1762). Las funciones que debió ejercer como maestro de capilla se pueden conocer gracias a las *Apuntaciones para el mejor govierno e instrucción del P. Vicario* (Hernández González, 1993a), en las que se indica:

> "Este Oficio, por sí solo, aunque tenga que enseñar a los Chicos Tiples o a algunos religiosos, como alguna vez sucede, no tiene más alivio que el Coro del día, pero suele dársele una vela y con ella está exento de todo Coro, si no es los Extraordinarios. Hace todos los Oficios correspondientes a su edad sino es el de Canturía. Corren de su cuenta encomendar las Lamentaciones que no se dijeren a música. Preside en las Granjillas de músicos si tiene veinte años de hábito, y si no el más antiguo músico que va. Algunos Padres Oficiales han solido darle alguna cosa de los que llaman gages de anciano, aunque el Maestro de Capilla no lo sea, pero esto es gracia y está muy moderado. Asiste a la Oración de Cuaresma si no tiene título para excusarse." (Hernández González, 1993d)

Las responsabilidades de Soler como organista, las obligaciones que tenía como maestro de capilla y los demás deberes como religioso de la comunidad monástica, le ocupaban diariamente una gran cantidad de horas. Estas responsabilidades se vieron ampliadas por su papel como maestro de música de personajes de la realeza y de la corte. A pesar de ello, desde su ingreso en el Monasterio, Soler mantuvo un elevado ritmo de producción musical, tanto vocal como

instrumental, y escribió múltiples tratados teóricos en la década de 1760 (Igoa Mateos, 2013; Rubio Álvarez, 1964). Esta dedicación al trabajo por parte de Soler queda reflejada en su nota necrológica, donde el autor menciona múltiples veces la aparentemente ilimitada capacidad del músico para el trabajo: "(...) y así no salía a campo ni a diversión alguna, pues no tenía más que su estudio(...)"; "(...) fue muy amante de la celda, pues nunca se le veía fuera de ella, sino lo preciso impelido de la obediencia, y aun entonces siempre iba de priesa, como que estaba fuera de su centro, y decía que no tenía tiempo para nada (...)"; y "Llegó a tener treinta y un años de hábito, que es bastante respecto de tanto encierro y estudio de día y de noche, pues aun cuando bajaba a la granja, a la que bajaba como forzado, llevaba sus cosas necesarias para escribir y trabajar, como yo soy testigo que escribió algunas obras de difuntos (...)" (Pastor Gómez-Cornejo, 2001).

Debido a los largos periodos de tiempo que la realeza y la corte pasaban todos los años en el Monasterio del Escorial, Soler entabló una estrecha relación con músicos y personajes de la corte. Gracias a estas relaciones, Soler se familiarizó con las corrientes teóricas y musicales más importantes de su tiempo, al igual que conoció y trató con los músicos más influyentes del panorama artístico español (Igoa Mateos, 2013). Soler se convirtió en una figura muy relevante en las jornadas que la corte pasaba en el Monasterio: "(...) su extraordinario valer unido a las excepcionales dotes humanas de que estaba adornado, hicieron del Padre Soler una figura de singular relieve. Su nombre era pronunciado con respeto por los mejores músicos de la corte, por la mayoría de los profesionales españoles y también por algunos extranjeros" (Rubio Álvarez, 1964). En el Monasterio de San Lorenzo del Escorial era habitual que los músicos de la corte y los del Monasterio se dieran cita para comentar las novedades musicales europeas, discutir el arte musical y realizar conciertos. Durante la época de Soler estas reuniones adquirieron la categoría de academias musicales y en muchas ocasiones se llevaron a cabo en el cuarto de Soler o en los de sus altezas (Campos y Fernández de Sevilla, 1993; Rubio Álvarez, 1964). Hay dos personajes de especial relevancia en la relación de Soler con la corte: Pedro de Alcántara Pérez de Guzmán el Bueno, decimocuarto duque de Medina Sidonia y el infante don Gabriel, hijo de Carlos III.

Se tiene constancia de la relación entre el duque de Medina Sidonia y Soler gracias a las cincuenta y cuatro cartas publicadas por Hollis (Hollis, 2004). La correspondencia comenzó en 1761, pero probablemente la relación de Soler con el noble comenzó años antes. A partir de esta correspondencia se conoce que el primer alumno que tuvo Soler fue Pedro de Santamant, un joven catalán dotado musicalmente que era protegido del Duque. Esta relación maestro-alumno comenzó en 1765 y fue el propio Duque el que se encargó de los gastos que supusiese la estancia de Pedro de Santamant en el Monasterio. Además de los gastos de la estancia, el Duque también compensó económicamente a Soler las lecciones, a veces mediante pago monetario y otras mediante regalos. Las cartas intercambiadas dejan entrever que, a pesar de que posteriormente cambió de idea, Soler no estaba muy convencido inicialmente de las dotes musicales de su discípulo. Se entiende que el progreso de Pedro de Santamant fue lento y que los primeros pasos en solitario que dio en 1767 no contentaron a Soler, quien recomendó que continuara sus estudios. La relación con el duque de Medina Sidonia y con el alumno Pedro de Santamant termina en 1773 tras un desafortunado incidente. En cartas fechadas en 1771 y en años posteriores se puede entender que el discípulo se llevó prestado un libro de cuarenta sonatas que Soler tenía intención de encuadernar. Debido a la tardanza en la devolución

de este volumen, las cartas de Soler se hicieron más apremiantes e incluso se involucró a la Duquesa (Hollis, 2004). Igoa considera que parte de estas lecciones consistía en el estudio e interpretación de sonatas, algunas de las cuales habrían sido compuestas por Soler, lo que confirmaría la función didáctica que este tipo de composición tenía para el maestro de capilla (Igoa Mateos, 2013).

En 1765 Soler comenzó una relación epistolar con el padre Martini. Esta relación surgió a raíz de una carta escrita por Soler tras haber leído la primera parte del libro *Historia de la música* de Martini. De esta relación se conservan únicamente seis de las cartas escritas por Soler, que han sido publicadas por Kastner (Kastner, 1957). Por desgracia, las respuestas dadas por el padre Martini no se han preservado. Esta relación epistolar dura hasta 1772 y Sánchez sospecha que, además de la admiración que Soler podía sentir hacia el religioso italiano, también podría haber existido un deseo de dar a conocer su obra en el extranjero (Sánchez López, 2019). El dato más notable que se obtiene de esta correspondencia es que, desde 1766, Soler estaba escribiendo un tratado sobre la música eclesiástica en cinco o seis volúmenes, y que en 1771 estaba bastante avanzado (Kastner, 1957). Esta obra no ha sido conservada en el archivo del Monasterio de San Lorenzo ni en ninguna biblioteca, por lo que diversos autores han sugerido la posibilidad de que se perdiese durante la Guerra de la Independencia (Igoa Mateos, 2013; Rubio Álvarez, 1964). Rubio, en cambio, sospecha que gran parte de los materiales recopilados por Soler pudieron ser utilizados por su amigo José Teixidor para la redacción de su tratado *Discurso sobre la historia universal de la música* (Teixidor y Barceló, 1804), publicado en 1804 (Rubio Álvarez, 1964).

También es interesante mencionar, con el fin de ilustrar el conocimiento que Soler tenía de las novedades musicales europeas, la participación del compositor en el concurso musical convocado en 1768 en París por el director de los *Concert Spirituel*. Para este concurso Soler compuso el motete *Super flumina Babylonis* (Soler, 2008), del que sorprenden las diferencias en el estilo compositivo en comparación con las piezas que componía para el Monasterio. Estas diferencias probablemente se debieron a las bases del concurso (Sánchez López, 2019). La participación de Soler se ha conocido gracias a una de las cartas intercambiadas entre el músico y el duque de Medina Sidonia, en la que Soler vaticinó que no obtendría el premio (Hollis, 2004). Sánchez resalta que no debe sorprender que el músico quisiera probarse a sí mismo y buscar reconocimiento internacional, algo que se sabe que tenía en la época, como se indica en su nota de las *Memorias Sepulcrales* (Pastor Gómez-Cornejo, 2001)[7].

La figura cortesana más importante en la vida de Soler fue el infante don Gabriel. Don Gabriel de Borbón y Sajonia fue el décimo hijo de Carlos III y María Amalia de Sajonia. Nació el 12 de mayo de 1752 en Portici, cuando su padre todavía era el rey de Nápoles. Tras el fallecimiento del rey Fernando VI sin descendencia, Carlos III heredó el trono español. El Infante llegó a España el 17 de octubre de 1759 y nunca volvió a salir del país. De todos los hijos de Carlos III, se le ha considerado siempre el más inteligente y trabajador. El Infante tenía un amplio abanico de aficiones que incluían actividades musicales, deportivas, científicas, numismáticas y manuales. Un ejemplo de sus inquietudes es el papel tan importante que tuvo en la elevación

[7]En su nota necrológica se puede leer: "(...) por toda la Europa era conocida y admirada su habilidad y mérito, por haberse extendido sus obras por todas partes, así las de clave, como las de órgano y composición (...)" (Pastor Gómez-Cornejo, 2001).

de uno de los primeros globos aerostáticos en España en 1783. La afición del Infante por la música es un hecho ampliamente documentado y conocido, principalmente por su relación con Soler (Martínez Cuesta, 2003; Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988).

La música tuvo un papel muy relevante durante el reinado de Carlos III, lo que permitió al joven Infante educarse y relacionarse con los más ifluyentes músicos de la época. El único maestro oficial conocido del infante don Gabriel fue el organista y vicemaestro de la Capilla Real José de Nebra. El nombramiento oficial de Nebra como maestro de los Infantes se realizó en julio de 1761 y conservó el puesto hasta su fallecimiento en 1768. Tras su muerte, no se volvió a nombrar un maestro oficial para el Infante, pero se tiene constancia de que Nicolás Conforto actuó como profesor de clave. Además de la educación en instrumentos de tecla, el Infante también aprendió a tocar instrumentos de cuerda bajo la tutela de Felipe Sabatini (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988).

Tras su llegada a España, el príncipe don Carlos y los infantes Fernando y Gabriel organizaron academias musicales en las que participaban los músicos de la Capilla Real. Algunos de los músicos encargados de la organización de las academias musicales fueron Felipe Sabatini y Nicolás Conforto. Todos los participantes en estas academias o diversiones musicales eran recompensados económicamente por el Infante, como figura en sus cuentas. A partir de 1766, los pagos a organizadores dejan de aparecen en las cuentas, por lo que Martínez y Kenyon proponen la posibilidad de que el Infante tomó un papel más activo en la organización de las academias musicales (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988).

El infante don Gabriel falleció el 23 de noviembre de 1788, a la temprana edad de treinta y seis años (Martínez Cuesta, 2003). Tras su fallecimiento, se llevó a cabo un inventario de todos sus bienes con el fin de realizar una almoneda, lo que ha permitido conocer hasta qué punto llegaba la afición musical del Infante. En este inventario se recopilan un total de treinta y un instrumentos, entre los que se encuentran múltiples copias de varios instrumentos de tecla (clave, órgano, etc.), numerosos instrumentos de cuerda y unos pocos de viento. Martínez y Kenyon consideran que estos últimos instrumentos probablemente se compraron para su utilización en academias musicales y no para uso del Infante. También se registraron un gran número de partituras, donde predomina la música de tecla (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988).

Rubio sitúa el comienzo de la relación entre Soler y el infante don Gabriel en 1766, basándose en la interpretación que hizo de una carta de Soler al padre Martini[8]. Considera que, en esa fecha, ya se le había concedido a Soler el cargo de maestro de clave de los infantes don Antonio y don Gabriel, cargo que desempeñaría durante las estancias de la familia real en el Monasterio y que se prolongó durante varios años, especialmente en el caso del infante don Gabriel (Rubio Álvarez, 1964). Autores posteriores consideran que Rubio realizó una incorrecta interpretación de la carta al padre Martini y proponen que la relación comenzó en una fecha más tardía (Igoa Mateos, 2013; Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988;

[8]De las cartas conservadas de la correspondencia entre el padre Soler y el padre Martini, en la Carta III, escrita el 30 de noviembre de 1766, Soler escribe: "(...) *si p. l'ocupazione avuta nella dimora della corte in questo Real Monasterio, essendo stato occupatissimo p. le Persone Reali, si ancora p. le funzioni solite a farsi nelle venture Sante Feste, nella composizione di cio che noi chiamiamo Villancicos nel nro coro* (...)" (Kastner, 1957).

Sánchez López, 2019).

El primer documento del archivo del infante don Gabriel en el que se menciona a Soler es un pago de 1.505 reales fechado en noviembre de 1773. A partir de ese año y hasta 1783 (año del fallecimiento de Soler), el compositor recibió el mismo pago todos los años en la misma fecha y bajo distintas justificaciones, aunque todas estaban relacionadas con la música. Algunos ejemplos son el recibo de 1776 bajo el apunte "por la asistencia al cuarto de S.A. a las academias musicales"; el de 1778, "que asistió a tocar el clave de S.A"; o el de 1883, "por la diversión del clave" (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988). Martínez y Kenyon, tras realizar un estudio detallado de las cuentas del archivo del infante don Gabriel, recalcan su generosidad y la costumbre que tenía de recompensar a los músicos que le ayudaron y entretuvieron. Por lo tanto, consideran que es muy poco probable (aunque como menciona Sánchez, no imposible (Sánchez López, 2019)) que Soler participase en las academias musicales organizadas por el Infante o le compusiera música para su estudio entre los años 1766 y 1772 (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988). Con el fin de apoyar esta hipótesis, Igoa resalta que en las cartas que intercambió Soler con el duque de Medina Sidonia, el compositor no mencionó tener una relación con la realeza de carácter pedagógico (Igoa Mateos, 2013).

En muchas ocasiones se ha hablado de Soler como maestro oficial del infante don Gabriel (Rubio Álvarez, 1964), algo que incluso se menciona en su nota necrológica[9]. A pesar de ello, hoy en día no se considera que Soler ocupara nunca un puesto oficial. Como se ha mencionado anteriormente, tras el fallecimiento de José de Nebra, el infante don Gabriel y sus hermanos comenzaron a recibir lecciones de clave de Nicolás Conforto, aunque éste nunca recibió el puesto oficial de maestro de música. Se cree que lo mismo ocurrió con Soler, dado que en las numerosas menciones que se tienen de él en el archivo del infante don Gabriel no se hace referencia a Soler como una figura pedagógica, sino únicamente como músico. Esto se puede ver en los ejemplos de los pagos del párrafo anterior y en la nota necrológica del infante don Gabriel en el cuaderno de fallecimientos reales[10] (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988). Si bien es cierto que la relación entre Soler y el Infante pudo tener un cierto carácter instructivo durante los meses de estancia del Infante en el Monasterio, se considera que se trata de una relación más informal, basada en el aprecio mutuo y la amistad, al igual que ocurrió con Scarlatti y la reina María Bárbara (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988).

El vínculo entre ambos queda reflejado en las numerosas composiciones que Soler hizo para "la diversión del SSmo. Infante de España Don Gabriel de Borbón", dedicatoria escrita en la portada de muchas de estas obras (Rubio Álvarez, 1980a). Se conoce que el Infante era muy diestro en la interpretación del clave, como se menciona en su nota sepulcral (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988) y está anotado en un documento del siglo XVIII donde se indica: "(...) en las Jornadas tenía entrada en los Quartos del Príncipe, Infantes Dn Antonio y Dn Gabriel. Compuso muchas Sonatas y Música para SS Alts, especialmente para D Gabriel

[9]En la nota necrológica de Soler en las Memorias Sepulcrales se puede leer: "(...) por lo que mereció dar lección de clave al serenísimo infante don Gabriel todas las jornadas que vino la corte a esta casa real (...)." (Pastor Gómez-Cornejo, 2001)

[10]En el cuaderno de fallecimientos reales, en la nota sobre el infante don Gabriel, se lee: " (...) estudio la música de clave, y tocava con mucha perfección sonatas difíciles qe le componía nro mño de capilla el pe fr. Antonio Soler, quien tenía mucha entrada en el quarto de S. A. aunque su maestro era Dn Joseph Nebra." (Martínez Cuesta, 2003)

que toca bien el clave" (Sierra Pérez et al., 2004). Pese a que es muy probable que las primeras obras que Soler compuso para el Infante fueran sonatas, las primeras composiciones de las que se tiene evidencia documental son los *Seis quintetos para órgano o clave y cuerda* (R.255). Se conserva una factura del copista Miguel Camato por copia de las particellas de esta obra fechada el 29 de diciembre de 1776 (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988). Históricamente se ha considerado que estas obras fueron compuestas para ser interpretadas en la Casita del Infante o Casita de Arriba. Esta casa de campo fue diseñada por el arquitecto Juan de Villanueva a capricho del Infante y se cree que fue ideada con la intención de acoger academias musicales (Durán, 1934). La construcción se llevó a cabo entre los años 1771 y 1773 (Sancho, 2014) y se presume que estos quintetos fueron compuestos por Soler para su inauguración, en la que el infante don Gabriel actuaría como clavecinista (Rubio Álvarez, 1964). Entre 1776 y 1783 hay múltiples entradas en el archivo relativas a la copia de sonatas para el infante don Gabriel, por lo que se puede suponer que algunas de las series de seis sonatas compuestss por Soler para el Infante se escribieron en este periodo. Hay que resaltar la entrada referida a la copia de treinta y dos pliegos (doscientas cincuenta y seis páginas) de conciertos de órgano fechada en junio de 1778, los cuales también se mencionan en el inventario y podrían referirse a los *Seis conciertos para dos órganos* (R. 463) compuestos por Soler (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988).

Además de componer piezas musicales para el Infante, Soler participó en las academias musicales que organizaba en el Monasterio del Escorial durante las jornadas. Las entradas en las cuentas del infante don Gabriel referentes a los pagos realizados a Soler por su participación en academias y entretenimientos de clave (Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988) hacen suponer que era una figura muy relevante en estas actuaciones. La documentación conservada sugiere que las academias musicales se llevaron a cabo hasta 1782. Estas reuniones se realizaron en distintos lugares del Monasterio, entre los que se incluyen las habitaciones del Infante, la Casita de Arriba, la celda de Soler y, en los últimos años, las Salas Capitulares. Las últimas referencias a estos encuentros datan de los años 1779, 1780 y 1782, y se realizaron en las Salas Capitulares. En ellos, además de las interpretaciones de los músicos invitados, se representaron obras de teatro de sombras (Martínez Cuesta, 2003; Sánchez López, 2019). Gracias a las cuentas conservadas en el archivo del Infante se puede conocer con exactitud en qué consistían las academias musicales, qué músicos participaban en ellas y qué música era interpretada. En estas cuentas se incluyen dos ocasiones en las que el infante don Gabriel solicitó la presencia de Soler en academias realizadas fuera del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. La primera de ellas fue en 1775 en Aranjuez, donde se alojó en la Posada de los Milaneses desde el 11 hasta el 30 de junio; y la segunda fue en El Pardo, en 1777, en la que se hospedó durante diez días en la posada del Real Sitio (Martínez Cuesta, 2003).

Desde su entrada al Monasterio de San Lorenzo en 1752, Soler se entregó al cumplimiento de sus obligaciones dentro de la vida comunal y a sus labores como organista, a las que posteriormente se le añadieron las funciones propias del maestro de capilla. El poco tiempo libre que le dejaban estas obligaciones lo dedicó al estudio y a la composición, obviando el tiempo que el horario de la comunidad reservaba para el esparcimiento y descanso. El exceso de trabajo realizado por Soler perjudicó su salud en muchas ocasiones, que desde un principio era delicada. Tuvo periodos de debilidad y cansancio donde le fue necesario

acudir a la hospedería del Monasterio, pero aun en estos momentos no cesaba su trabajo[11] (Pastor Gómez-Cornejo, 2001). Esta dedicación prácticamente exclusiva al trabajo ayuda a comprender la gran cantidad de obras musicales que se han conservado de Soler, sobre todo si se tiene en cuenta que falleció a los cincuenta y cuatro años. La producción musical de Soler que ha llegado a nuestros días consiste en más de ciento cincuenta obras de música para clave u órgano, los *Seis quintetos para órgano o clave y cuerda*, los *Seis conciertos para dos órganos*, unas trescientas cincuenta obras vocales, de las cuales ciento treinta son villancicos, y treinta y dos obras teatrales profanas (Capdepón Verdú, 2001b; Rubio Álvarez, 1980a; Sierra Pérez, 1987).

La inquietud de Soler y su capacidad creadora no se vieron limitadas al mundo de la composición musical, sino que también se conservan varios escritos que demuestran los grandes conocimientos teóricos que tiene sobre la música. El primero y más importante de estos escritos es la ya mencionada *Llave de la modulación y antigüedades de la música*, publicada en 1762 (Soler, 1762). Esta obra consta de doscientas setenta y dos páginas, más cuarenta páginas preliminares, y se encuentra dividida en dos partes. En la primera de ellas Soler se centra en tratar el tema de la modulación que él denomina como "agitada" y que define como: "Modulación agitada es aquella, que con toda presteza pasa del término remoto al propio" (Soler, 1762). El objetivo de Soler con esta publicación fue mostrar las cuatro reglas que había definido para la correcta realización de la modulación agitada. Antes de presentar las reglas, dedica los primeros nueve capítulos a la explicación de ciertas cuestiones de teoría musical, como son la medición de los intervalos, la consonancia y la disonancia, el uso de las alteraciones accidentales, etc. La segunda parte del libro la dedica al estudio de la escritura polifónica de los siglos anteriores. La obra fue censurada por seis músicos: Francisco Courcelles, José de Nebra, José Mir, Antonio Ripa, Nicolás Conforto y Jaime Casellas, y los gastos de impresión corrieron a cargo de la comunidad del Monasterio de San Lorenzo (Manrique, 2004; Rubio Álvarez, 1964).

En torno a esta obra surgió la segunda polémica musical del siglo XVIII. La primera crítica publicada a este libro fueron los *Reparos músicos precisos a la Llave de la modulación y antigüedades de la música del P. Antonio Soler* del maestro de capilla de la Catedral de Mondoñedo, Roel del Río, publicado en 1764 (Roel del Río, 1764). En este folleto de dieciocho páginas Roel del Río presenta dudas lógicas, aunque no de gran importancia, según la opinión de Rubio (Rubio Álvarez, 1964). A estos reparos contestó Soler en 1765 publicando un libro de sesenta y siete páginas titulado *Satisfacción a los reparos preciosos hechos por D. Antonio Roel del Río a la Llave de la modulación* (Soler, 1765), donde responde minuciosamente a todas las cuestiones presentadas por Roel del Río. En este mismo año, apareció en Madrid otra respuesta a la *Llave de la modulación*, con el título *Diálogo crítico reflexivo entre Amphión y Orpheo, sobre el estado en que se halla la profesión de la música en España, y principalmente sobre algunos métodos que han querido introducir en ella ciertos profesores que por acreditar sus hipótesis han venido a caer en el abismo de la confusión. Dalo a, la luz del mundo un*

[11] En su nota necrológica conservada en las Memorias sepulcrales el autor nos cuenta: "En fin, llegó el caso de bajarse a la enfermería a más no poder pues apenas podía tenerse en pie de pura debilidad, y siempre que bajó fue así por sentir mucho dejar sus tareas músicas; y, por tanto, hacía lo mismo que cuando bajaba a la granja, llevando sus papeles y tintero, y en una mesita pequeña trabajaba en la misma cama." (Pastor Gómez-Cornejo, 2001)

espíritu del otro que oyó esta conversación (G. Díaz, 1765). Este escrito tacha de orgulloso a Soler, defendiendo que se adjudicaba la invención de la modulación, y al que Soler contesto en 1766 con el texto *Carta escrita a un amigo por el P. Fr. Antonio Soler, maestro de capilla y organista del Real Monasterio de San Lorenzo, en el que da parte de un dialogo últimamente publicado en contra de su Llave de la modulación* (Soler, 1766). Por último, en 1766, Juan Bautista Bruguera y Morreras, maestro de capilla de la Iglesia de Figueras, salió en defensa, con la publicación de un opúsculo de catorce páginas, de un tratado anónimo denominado *Laberinto de laberintos*, que Soler criticó duramente en su *Llave de la modulación* (Bruguera y Morreras, 1766). A este último escrito no hizo falta que Soler contestase, ya que ese mismo año salió en su defensa José de Vilas (Vila, 1766). Con esta última publicación, se da por finalizada la polémica surgida alrededor del primer tratado teórico-musical de Soler.

En sus últimos años de vida, Soler escribió otro tratado musical dedicado al infante don Gabriel y titulado *Theórica y práctica del temple para los órganos y claves* (Soler, s.f.). En este volumen, Soler muestra su erudición en las áreas del conocimiento musical, matemático, físico y acústico. El objetivo de esta publicación era proponer un nuevo sistema de afinación para los instrumentos de tecla que fuese más sencillo que los existentes en la época. Para facilitar el proceso de afinación y la comprensión de algunos problemas relacionados con sus teorías, Soler diseñó un instrumento denominado "acordante". Se conoce que construyó dos ejemplares, uno para el infante don Gabriel y otro para el duque de Alba, aunque desafortunadamente no se conserva ninguno. El autor de su nota necrológica deja constancia de la construcción del instrumento que hizo para el Infante, así como de su utilidad: "Deseando complacer más y más a su alteza el señor infante don Gabriel, emprendió ejecutar un instrumentillo pequeño cuadrado con su secreto o teclas y cuerdas de clave correspondientes, al que llamó afinador o templante, (...) pues consistía en hacer demostrable y exactísimo el tránsito de un semitono menor, mayor, y la diferencia de un tono, dividiéndole en nueve partes y dándole precisamente a cada uno puntualmente lo que correspondía (...)" (Pastor Gómez-Cornejo, 2001).

Además de los tratados musicales y las respuestas a las críticas que se les hicieron, Soler escribió un tratado económico que publicó en 1771 denominado *Combinación de Monedas y Cálculo manifiesto contra el Libro anónimo intitulado "Correspondencia de la Moneda de Cataluña a la de Castilla"* (Soler, 1771), en el que demuestra su control matemático, lo que concuerda con los conocimientos que muestra en sus tratados musicales.

En 2004 se publicaron unos documentos encontrados en el archivo del Monasterio de San Lorenzo del Escorial sobre un momento clave en la vida de Soler, conocido como su "crisis". En el archivo sólo se encontró la correspondencia intercambiada entre el prior de la comunidad monástica del Escorial, Julián Villegas, y el General de la Orden Jerónima, Felipe de Montemolín. No se conserva ninguna de las cartas de solicitud y justificaciones escritas por Soler, ni las respuestas que recibió de Villegas, por lo que la información que se tiene sobre el suceso está incompleta (Campos y Fernández de Sevilla, 2004).

Esta crisis comenzó en el año 1778, cuando Soler se planteó solicitar la secularización y abandonar la vida monástica. Sin embargo, posteriormente, Soler cambió de opinión y decidió quedarse en la orden, según Sánchez, "probablemente influido por el consejo de sus superiores monásticos" (Sánchez López, 2019). Finalmente, Soler llevó a cabo una acción menos drástica y solicitó el traslado al Monasterio de San Jerónimo de Granada. A pesar de haber sido ya

aceptado en la comunidad granadina, el prior Villegas rechazó su traslado haciendo caso omiso al General de la Orden, que era comprensivo con Soler y aprobaba este desplazamiento (Campos y Fernández de Sevilla, 2004). Por desgracia, al no conservarse parte de la documentación, no se tiene constancia de las razones que aportó Soler para justificar un cambio tan drástico en su vida. Se han propuesto dos razones principales que motivaron esta crisis: la renovación fallida que tuvo lugar en el órgano prioral del coro y la enemistad del compositor con Villegas.

La correspondencia conservada, los testimonios de las *Memorias Sepulcrales* (Pastor Gómez-Cornejo, 2001) y el *Libro de Actas Capitualares* (Manrique, 2004) muestran que Villegas fue una persona conflictiva que tuvo múltiples problemas con su comunidad y con la Orden Jerónima (Igoa Mateos, 2013). La postura de este prior era contraria a la presencia de seglares en el Monasterio, lo que ocurría muy a menudo debido a las jornadas que la realeza y la corte pasaban allí todos los años. A pesar de que no fue el único prior descontento con esta situación, sí que fue el que más luchó en contra de ello. Es de suponer que las relaciones de Soler con la corte, al igual que su presencia en las academias musicales, despertaron una especial enemistad por parte del prior hacia el compositor. Además, la complicada relación que pudieron tener Soler y Villegas probablemente empeoró tras la fallida renovación que se realizó en el órgano prioral del coro.

Entre 1771 y 1774 el organista José Casas comenzó una renovación y ampliación de uno de los órganos del coro. Se conoce que esta renovación comenzó motivada por Soler, ya que deseaba ampliar la extensión del teclado principal de dicho órgano a cinco octavas, que se corresponden con sesenta y un teclas, desde SOL^{-1} hasta SOL^{5} (Sierra Pérez, 2008). En septiembre de 1774, sin haber terminado la reparación, José Casas se marchó a la Catedral de Sevilla para construir otro órgano. Esto provocó problemas entre Soler y el prior, ya que Soler no aprobaba el instrumento debido a los numerosos fallos que tenía. En cambio, Casas indicó al prior que Soler sí que había aprobado el instrumento y que este consideró que no era necesario que acudieran peritos a verificar su validez. Después de este incidente, el prior Villegas solicitó a Soler que le diera la aprobación al instrumento para que a Casas le sirviera como "honor y crédito" en Sevilla, prometiéndole que, si lo hacía, José Casas volvería para terminar de perfeccionar el órgano (Sierra Pérez, 2008).

En 1778, Casas volvió al Monasterio para intentar arreglar el órgano, trabajo que realizó durante veintitrés meses, y, según el *Informe de hecho*, el órgano quedó "peor de lo que estaba". Una vez más, Casas informó al prior de que Soler había aprobado la obra, cosa que el organista no había hecho. Debido a que se negaba a hacerlo, Casas solicitó permiso para acudir a consultar el asunto con "inteligentes", lo que resultó en que Casas se negó a continuar con la obra del órgano, ya que este ya había sido aprobado anteriormente por el compositor. El órgano quedó en un estado completamente inservible, lo que significó que, desde 1771, Soler no pudo utilizarlo. El órgano no volvió a restaurarse hasta 1786, tres años después del fallecimiento del compositor. Sierra considera que el asunto de la restauración del órgano pudo agravar la crisis de Soler, ya fuera como desencadenante o como punto final (Sierra Pérez, 2006b).

La combinación del exceso de trabajo de Soler y del malestar que debió sufrir por la renovación del órgano provocó que, desde 1776, la salud del músico, ya de por sí frágil, empeorase. En los últimos años de su vida, Soler continuó su actividad compositiva a un ritmo más calmado y,

en los últimos cinco años, compuso casi exclusivamente música para la liturgia del Monasterio, aunque también escribió algunas sonatas y una loa (Sánchez López, 2019). Su nota necrológica cuenta que, desde principios del otoño de 1783, Soler quedó postrado definitivamente a causa de una fiebre. Falleció a las cinco y media de la mañana del 20 de diciembre de 1783, a los cincuenta y cuatro años de edad, tras treinta y un años de vida religiosa (Pastor Gómez-Cornejo, 2001; Rubio Álvarez, 1964).

3.2 Obra

3.2.1 Contexto musical

En el estudio y divulgación de la historia es habitual delimitar temporalmente los distintos periodos y movimientos históricos, sociales, económicos y culturales. Esta división temporal se realiza con el fin de facilitar la comprensión del desarrollo humano. Sin embargo, esta delimitación puede llevar a la concepción de que los cambios fueron rápidos, lo que no se corresponde con la realidad. Al profundizar en estos periodos de cambio, se observa que coexisten temporalmente el pensamiento nuevo, que se incorpora, y el antiguo, que desaparece gradualmente. Esta convivencia de pensamientos y estilos suele prolongarse durante décadas y da lugar a numerosas polémicas.

El siglo XVIII fue un periodo de transformaciones sociales, intelectuales y filosóficas. La revisión de ideas y valores anteriormente considerados fundamentales dio lugar a un periodo de cambio en el que las ideas tradicionales y conservadoras entraron en conflicto con el emergente pensamiento progresista. Es el siglo de la Ilustración y la revolución científica, en el que se abandonaron los dogmas religiosos y en el que la razón, la búsqueda de conocimiento, el análisis matemático y el empirismo científico tomaron las riendas del pensamiento. Esta revolución provocó numerosos enfrentamientos entre los tradicionalistas y los conocidos, despectivamente, como novadores. Las instituciones conservadoras, como la Iglesia y las monarquías, se mostraron recelosas de las nuevas corrientes que cuestionaban su autoridad y amenazaban su poder. A nivel cultural, cabe destacar el nacimiento del movimiento romántico en las artes literarias y plásticas, que desplazó el énfasis en la razón y promovió la celebración de las emociones y la naturaleza. El movimiento romántico en la música no aparecerá hasta al siglo XIX.

Las nuevas ideologías y las polémicas surgidas debido a la convivencia de las dos corrientes de pensamiento se reflejan perfectamente en la música española de este siglo. Los dos bandos de la lucha eran: los tradicionalistas, que defendían la utilización de la *prima prattica*, que tiene sus raíces en el Renacimiento y se caracteriza por el uso del contrapunto imitativo; y los reformistas, que desarrollaron la conocida como *seconda prattica*, basada en un estilo armónico con gran influencia del teatro dramático-musical italiano (Capdepón Verdú, 2011). Además de las diferencias compositivas, estas dos corrientes también presentaban ideas encontradas en cuanto a ideología y pensamiento. En esta época, por primera vez, se planteó desde el campo de la estética musical la concepción de la música, lo que dio lugar a dos tesis contrapuestas. La primera de estas tesis se apoyaba en el pensamiento cartesiano imperante en Francia y consideraba que la música es producto de la razón y, por lo tanto, se basa en un conjunto

de reglas inamovibles. Contrastando con esta idea, se presentó una segunda concepción de la música basada en el arte y los sentimientos, en la que lo principal era la búsqueda del placer y la imitación de la naturaleza y las emociones. Esta segunda tesis estaba basada en las corrientes más liberales provenientes de Italia y consideraba que la música no debe presentar unas reglas rígidas y que el juez último sobre lo correcto o incorrecto es el oído (Fubini, 1985).

Las ideas procedentes de Italia estaban estrechamente relacionadas con las corrientes artísticas del siglo XVIII. Uno de los principales efectos de esta línea de pensamiento en Europa fue el gran desarrollo que experimentó la música instrumental durante este siglo. Este estilo se alejó de la importancia de la palabra y prestó más atención al placer y al sentimiento obtenido a partir de los sonidos. La recepción de la música italiana en España fue muy polémica, con muchos detractores y aún más simpatizantes. Una segunda consecuencia de la "invasión" del estilo italiano fue el surgimiento de una corriente musical nacionalista que reivindicaba la tradición española (Sierra Pérez, 1985a).

La música eclesiástica continuó siendo el estilo más relevante en España durante el siglo XVIII. La Iglesia era una institución muy poderosa en el panorama cultural y tenía a su cargo numerosos maestros de capilla cuyas funciones principales eran dirigir la capilla musical y componer obras nuevas. Entre sus tareas compositivas se incluía la composición de piezas para festividades particulares, que dependían de la institución a la que pertenecieran. En otras ocasiones, los maestros de capilla podían organizar la interpretación de obras existentes en los archivos de estas instituciones (Capdepón Verdú, 2011). Esta dualidad provocó que la música eclesiástica interpretada durante el siglo XVIII tuviera una gran diversidad de estilos, entre los que se encontraba la nueva corriente italiana.

Como se ha mencionado anteriormente, existían dos estilos encontrados: la *prima prattica*, basada en el estilo contrapuntístico, y la *seconda prattica*, influenciada por el estilo italiano y muy criticada por los cabildos catedralicios y los compositores tradicionalistas. A pesar de esta rivalidad, ambos estilos coexistieron durante mucho tiempo con funciones diferenciadas. La *prima prattica* se utilizaba para obtener un estilo solemne y grave, y se empleaba en la composición de obras cuyos textos estaban en latín. Se trataba de un estilo que buscaba mover a la devoción y en el que predominaba el desarrollo de la técnica contrapuntística por encima de la inteligibilidad del texto. Para la composición de obras con textos en castellano se recurría a la *seconda prattica*, también utilizada en la música profana, donde el texto tiene una mayor importancia y la música debe adaptarse a él y facilitar su comprensión. Los compositores tradicionalistas y la Iglesia criticaban la introducción del nuevo estilo en la liturgia debido a que consideraban que distraía de la gravedad y la devoción que debería caracterizar al templo (Feijóo, 1726). Los ilustrados españoles, por su parte, fueron especialmente críticos con la música religiosa de épocas anteriores debido al gran gasto realizado por las iglesias y catedrales para mantener las capillas musicales. A pesar de que la Iglesia era consciente de estos abusos, no tomó medidas para detenerlos, ya que consideraba que proporcionaban solemnidad y grandeza a las ceremonias, lo que se traducía en una mayor atracción sobre los fieles (Martínez Cuesta, 2003).

La mayoría de los compositores españoles del siglo XVIII se formaron en la composición de las dos prácticas. Ambos estilos eran utilizados en sus labores compositivas, en las que el uso de uno u otro dependía del propósito de la obra. Durante su vida en el Real Monasterio de San

Lorenzo del Escorial, Soler conoció a muchos músicos italianos que residían en el Monasterio durante las estancias de la realeza y la corte. Su obra muestra que asimiló por completo ambos prácticas, componiendo incluso más obras en el estilo italiano. A pesar de la gran presencia de la música italiana en el archivo del Escorial, la comunidad escurialense seguía debatiendo sobre la utilización de este estilo en la liturgia. La prolongación de este debate puede deberse al carácter de un monasterio, que es una institución alejada del mundo exterior, en el que las nuevas ideas tienen una asimilación más lenta y donde prevalece la tradición. En el caso del Escorial, la separación entre la vida monástica y la vida popular no era tan radical, a pesar de lo cual hubo personas contrarias a la introducción del estilo italiano. Una obra de Soler que ejemplifica la continuación del debate entre las dos prácticas en el Monasterio, así como su talento compositivo en ambas, es el villancico *Dos Maestros de Capilla*, compuesto en 1764. En este villancico se representa una oposición entre dos maestros de capilla, uno tradicionalista y otro moderno, que se turnan para explicar por qué su estilo es el más adecuado para la música eclesiástica. Esta justificación no se realiza únicamente mediante el texto del villancico, sino que Soler compone las intervenciones de cada uno de los maestros en su estilo correspondiente, lo que ilustra su bilingüismo en las prácticas compositivas (Sierra Pérez, 2006a).

Dentro del estilo eclesiástico, una de las composiciones más importantes de la liturgia eran los villancicos, que son obras vocales con texto religioso que comenzaron a interpretarse en sustitución de los responsorios del oficio de maitines en el siglo XVI. Los villancicos experimentaron un proceso de sacralización que culminó en el siglo XVII, cuando se consolidaron como parte fundamental de la liturgia y adquirieron una connotación únicamente religiosa. A pesar de la rápida incorporación de estas obras en la liturgia, no faltaron sus detractores. La polémica surgida en torno a los villancicos comenzó en el siglo XVII y alcanzó su punto álgido en la segunda mitad del siglo XVIII, lo que llevó finalmente a la prohibición de su interpretación en múltiples iglesias (Capdepón Verdú, 1993a). Los villancicos se dividen en función de la festividad para la que se compusieron, destacando los de Navidad y Corpus, aunque también se componían en honor a la Virgen o a los santos a los que estaban consagradas las iglesias y monasterios. La estructura inicial del villancico era muy sencilla y constaba únicamente de coplas y estribillos. Durante el siglo XVIII, los compositores ampliaron esta estructura e incluyeron nuevas formas compositivas que se ajustaban el estilo musical de la época (arias, minués, recitados, etc.) (Capdepón Verdú, 2001b).

La música de cámara es un estilo cuyos orígenes se remontan a la música que se interpretaba en las partes pasivas de la liturgia. Este estilo floreció en el siglo XVIII debido a su relación con las nuevas corrientes de pensamiento ilustrado, en las que predominaba la importancia de los sentimientos y las emociones provocadas por la música, lo que la independizaba del texto. Este género fue amparado y practicado por la monarquía, la nobleza y la burguesía. Para entender el repertorio camerístico, es importante considerar que este estaba estrechamente ligado con los monarcas o los nobles para los que trabajaban los músicos. En el caso de la dinastía borbónica, las primeras influencias son claramente francesas, mientras que posteriormente cobran importancia las corrientes italianas (Capdepón Verdú, 2011). Durante el siglo XVIII en España se establecieron estrechas relaciones entre músicos de primer nivel y miembros de la realeza; por ejemplo, Gaetano Brunetti al servicio del futuro Carlos IV, Antonio Soler al del infante don Gabriel, y Luigi Boccherini en la corte del infante don Luis (Martínez Cuesta, 2003).

La obra musical de Soler se enmarca en el reinado de Carlos III. Este monarca ha sido injustamente acusado de una falta de inclinación por la música, pero recientes estudios han demostrado que este rechazo no es tan radical. Todos los hijos de Felipe V recibieron una extensa formación musical a cargo de Giacomo Facco (1676-1753), compositor y violinista véneto. En el caso de Carlos III, esta educación musical finalizó en 1732, cuando fue declarado sucesor de los ducados de Parma, Piacenza y Toscana. Su relación con la música no terminó con este acontecimiento, ya que en el siglo XVIII era un elemento indispensable en cualquier corte. Una vez asentado en el trono de España, su política musical fue contradictoria, aunque no se puede negar su respaldo a este arte. La institución que recibió mayor apoyo por parte del monarca fue la Real Capilla, en la que aumentó el número de servicios religiosos. Además, favoreció la construcción de instrumentos musicales en España con el fin de evitar la importación y planteó la necesidad de una enseñanza musical a cargo de las Sociedades de Amigos del País. Sin embargo, en 1765, Carlos III prohibió la interpretación de danzas y autos sacramentales en los templos (Martínez Cuesta, 2003). De todas las acciones relacionadas con la música que tomó Carlos III, esta fue la que más efecto tuvo sobre la obra de Antonio Soler, que no volvió a componer música escénica desde esa fecha, excepto dos pequeñas loas escritas en 1772 y 1783 (Rubio Álvarez, 1980a).

3.2.2 Fuentes documentales

La estimación del número de obras compuestas por Antonio Soler es una tarea prácticamente imposible. Hay que considerar que desde su salida de la escolanía de Montserrat hasta su entrada en el Monasterio del Escorial pasaron ocho años, de los que se tiene muy poca información, por lo que es imposible conocer el número de piezas que compuso en esta época. A esto hay que añadir el problema de que no toda su producción musical se conserva en un solo archivo. El número de obras de Soler encontrado por Samuel Rubio e incluido en su catálogo es de 471 (Rubio Álvarez, 1980a). Trescientas cincuenta de estas obras, que son principalmente composiciones de música vocal religiosa, se conservan en el Archivo Musical del Real Monasterio de San Lorenzo del Escorial. Las obras restantes, que corresponden mayoritariamente con piezas instrumentales, se conservan en el Monasterio de Montserrat o provienen de bibliotecas y archivos catalanes (Rubio Álvarez, 1980a). A esta cifra hay que añadir las composiciones descubiertas desde la publicación del catálogo de Samuel Rubio.

Este elevado número de piezas probablemente no represente la producción musical completa de Soler, ya que el Archivo de Música del Monasterio del Escorial perdió muchas obras tras los saqueos sufridos durante la Guerra de la Independencia Española (1808–1814). Además, no se pueden descartar las pérdidas debidas a incendios, saqueos, guerras o extravíos en las instituciones catalanas en las que se conservan obras de Soler (Igoa Mateos, 2013). Las composiciones realizadas para la celebración del segundo centenario de la fundación del Monasterio del Escorial en 1763 son un ejemplo que ilustra las pérdidas musicales del Archivo del Monasterio. Para esta ocasión, Soler, como maestro de capilla, debió de componer un elevado número de piezas, de las que solo se conservan dos o tres partituras en el Archivo (Rubio Álvarez, 1964). Otro ejemplo de la pérdida de obras del compositor es que, a partir de 1776, Soler comenzó a numerar su producción musical instrumental como “obra” (el conocido *opus* en otros autores). Se conservan la primera obra y las obras número siete y ocho, pero no

se conservan ni se conocen los números dos, tres, cinco y seis (Rubio Álvarez, 1980a).

Muchas de las obras conservadas presentan errores que pueden deberse a múltiples causas. En el caso de la producción vocal, Capdepón considera que, debido al poco tiempo libre que le dejaban sus labores en el Monasterio y a su rápido ritmo de composición, es posible que muchas obras no fueran revisadas adecuadamente tras copiarse (Capdepón Verdú, 1993a). No se conserva ningún manuscrito original de las sonatas compuestas por Soler, sino que todas ellas han llegado a nuestros días a través de copias. Muchas de estas copias se realizaron tras la muerte del compositor, por lo que, en ocasiones, se sacaron de contexto y se reagruparon (Igoa Mateos, 2013). Tampoco se han conservado ediciones de sus obras publicadas en vida del compositor. En el siglo XVIII, en España, la impresión de música era muy escasa, especialmente en los tres primeros cuartos del siglo, por lo que la mayoría de las partituras que circulaban eran manuscritas. La primera edición impresa de las obras de Soler no se publicó hasta 1796, cuando se dieron a conocer en Londres a partir de un manuscrito que el músico había entregado a Lord Fitzwilliam en 1772 (Morales, 2016b).

Rubio, en la introducción del catálogo crítico de la obra de Soler (Rubio Álvarez, 1980a), explica que en el Archivo de Música del Monasterio del Escorial hay tres secciones claramente diferenciadas. La primera es el archivo de la Real Biblioteca, donde se conservan partituras que no fueron utilizadas por la capilla de música escurialense. La segunda sección es el archivo de música propiamente dicho, en el que se conservan las piezas dedicadas al culto del Monasterio, compuestas mayoritariamente por los maestros de capilla de la comunidad. Casi todo este archivo está constituido por música vocal religiosa en latín y en español. El tercer archivo corresponde a las obras conservadas por la comunidad agustina desde 1885. Es en este segundo archivo donde se han encontrado las obras de Soler.

La mayor parte de las obras conservadas de Soler son música vocal religiosa dedicada a la liturgia. En este archivo se conservan más de trescientas treinta obras vocales inéditas, de las cuales ciento veinticinco eran villancicos. Rubio resalta que el número de obras de Soler en este archivo podría ser incluso mayor, ya que se conservan muchas composiciones anónimas, de las cuales algunas podrían serle atribuidas al compositor (Rubio Álvarez, 1964). En este archivo también se ha conservado su música teatral y dos obras instrumentales: los *Seis quintetos para órgano o clave y cuerda* y los *Seis conciertos para dos órganos*. De su música instrumental no se conserva nada más en el Monasterio, por lo que cabe suponer que la música que solía interpretarse en las academias musicales en vida del compositor se ha perdido o no se ha identificado como tal (de Vicente Delgado, 2010). La mayor parte de la producción vocal religiosa de Soler, al igual que las dos piezas instrumentales mencionadas, se han conservado en este archivo de música como fuente exclusiva, por lo que se puede suponer que únicamente se interpretaron, hasta fechas recientes, en el Monasterio del Escorial (Capdepón Verdú, 1993a).

El resto de la obra instrumental de Soler, que está formada por sonatas de tecla y obras para órgano, se ha encontrado en el archivo de música del Monasterio de Montserrat y en otros archivos catalanes. La primera búsqueda de estas piezas la realizó Rubio en 1957 y logró localizar un total de ciento cuarenta sonatas, de las cuales publicó ciento veinte. Estas obras se han conservado gracias a que Antonio Soler enviaba copias de todas sus composiciones de tecla al Monasterio de Montserrat para agradecer la educación que recibió en su escolanía. Allí, los escolanes copiaban las piezas a su gusto, lo que explica que algunas de estas obras

hayan aparecido en otros archivos de Cataluña (Rubio Álvarez, 1964; Rubio Álvarez, 1980a).

Uno de los mayores problemas que se encuentran al estudiar la producción musical de Soler es la datación de sus obras. En el siglo XVIII, la práctica habitual era indicar el año en que se realizaba la copia de la partitura, no el año en que se compuso. Gracias a algunos datos que los copistas dejaban en las portadas e introducciones de estas partituras, se ha podido estimar la fecha de composición de algunas piezas (Bullón Pastor, 1999). La cronología propuesta para su obra probablemente dista mucho de ser exacta. De las trescientas treinta y cinco obras vocales que se presentan en el catálogo de Rubio, noventa de ellas carecen de fecha o la fecha indicada es posterior a la muerte del autor (es decir, es la fecha en la que se copió la obra). En el caso de la música instrumental, los problemas son aún mayores, ya que, salvo unas pocas excepciones, ningún manuscrito conservado lleva indicada la fecha de composición o copia (Igoa Mateos, 2013).

3.2.3 Música vocal

De Antonio Soler se conservan trescientas cincuenta obras de música vocal, que fueron compuestas para ser interpretadas en la liturgia del Monasterio de San Lorenzo. Los estilos musicales que cultivó fueron: misas, himnos, salmos, responsorios, magníficats, secuencias, lecciones de difuntos, lamentaciones, letanías, antífonas marianas, cantatas y villancicos de Navidad, de Corpus, de San Lorenzo, de San Jerónimo y al Sacramento (Capdepón Verdú, 2001b; Rubio Álvarez, 1980a).

Soler comenzó a componer música para la liturgia desde su entrada en el Monasterio en 1752, pero no fue hasta su nombramiento como maestro de capilla, alrededor de 1758, cuando su producción musical anual se estabilizó entre ocho y diez obras vocales al año, ritmo que mantuvo hasta 1772. Hay años en los que el número de piezas conservadas es inferior, como en 1762, año en el que solo se fecharon cinco composiciones, o 1771, año del cual no se conserva ninguna obra. Sin embargo, en otros años su producción musical fue superior a la media: compuso quince obras en 1759, catorce en 1765 y veinte en 1769. Desde 1773, el número de composiciones anuales escritas por Soler disminuyó notablemente, probablemente debido a que, desde 1776, componía al menos una obra instrumental de gran envergadura al año, lo que afectaría al tiempo que le dedicó a la música vocal. No hay que olvidar que a este repertorio compuesto a lo largo de treinta y dos años hay que añadir las noventa composiciones no fechadas que se conservan en el Archivo de Música del Monasterio (Igoa Mateos, 2013; Rubio Álvarez, 1980a).

El género de música vocal que predomina en la obra de Soler son los villancicos, de los que se conservan ciento veinticinco composiciones, de las cuales ciento catorce están completas. Capdepón considera que esta cifra no se corresponde con el total de obras compuestas por Soler. Una de las tareas de los maestros de capilla del siglo XVIII era componer anualmente nuevos villancicos para las festividades de Navidad, del Corpus, del santo al que se consagraba la comunidad y del patrón del pueblo, que en este caso serían San Jerónimo y San Lorenzo, respectivamente. Por ello, supone que el número de villancicos compuestos por Soler era más elevado (Capdepón Verdú, 2001b). Otra razón que sustenta esta hipótesis es que no se conservan villancicos fechados en los años 1755, 1771, 1773, 1775-1777 y 1779-1783. Es

posible que los diez villancicos con fecha póstuma pertenezcan a alguno de estos años y que, en sus últimos años, el estado de salud de Soler le impidiese componer nuevas obras (Capdepón Verdú, 1993a; Rubio Álvarez, 1980a).

A juicio de Samuel Rubio, la obra vocal de Soler se vio perjudicada por su genio creador. La composición de un número tan elevado de obras conlleva una disminución de la calidad de algunas de ellas. Considera que no es posible que en los treinta y dos años que vivió en el Monasterio del Escorial le diera tiempo a planificar, madurar y escribir tantas composiciones. Rubio reconoce que estos defectos son propios de la época en la que le tocó vivir, pero se lamenta de las obras que hubiera podido componer si hubiera limitado sus actividades (Rubio Álvarez, 1964).

3.2.3.1 Plantilla vocal e instrumental

La plantilla musical utilizada por Soler en sus composiciones vocales estaba condicionada por las características de la capilla musical escurialense. Como se ha explicado en el capítulo anterior, el tamaño de esta capilla no superaba los treinta músicos en su momento de mayor esplendor, que tuvo lugar unos pocos años después de la muerte de Soler. Por lo tanto, se puede suponer que el compositor dispuso de un número similar, aunque inferior, para la interpretación de sus composiciones (Rubio Álvarez, 1951). También hay que tener en cuenta que en la capilla escurialense no se permitían músicos contratados, sino que todos debían provenir de la comunidad monástica, por lo que los instrumentos que Soler podía utilizar en sus composiciones estaban limitados por los conocimientos instrumentales de los monjes músicos.

El número de voces utilizadas por Soler en sus composiciones oscila entre una y doce (Capdepón Verdú, 2001b). La formación más habitual eran ocho voces separadas en dos coros, plantilla que utilizó en el 75 % de las obras vocales que compuso, es decir, doscientas sesenta de un total de trescientas cincuenta obras (Querol, 1986). En el caso de los villancicos, Soler utilizaba seis u ocho voces, a excepción de dos villancicos para cuatro voces. Siguiendo la tradición del siglo XVIII, el primer coro de las obras de Soler desempeña el papel principal, mientras que el segundo coro sustenta y apoya las ideas musicales del primero (Capdepón Verdú, 1993a).

Las obras vocales de Soler con acompañamiento instrumental suelen consistir en un acompañamiento de bajo continuo y uno o dos instrumentos adicionales. La agrupación instrumental básica utilizada por Soler para la composición de música religiosa está formada por un instrumento de continuo, que suele ser el órgano, y dos violines. Una segunda formación instrumental habitual en las composiciones de Soler está formada por un acompañamiento general (habitualmente un órgano), órgano acompañante del segundo coro, contrabajo, violines y trompas. A esta segunda plantilla se le añadían oboes en las composiciones escritas para las celebraciones principales del Monasterio, en cuyo caso el género de las obras solía ser el villancico (Capdepón Verdú, 1993a; Sierra Pérez, 1985b). En otras composiciones, la plantilla instrumental está formada exclusivamente por contrabajo, acompañamiento general y clave. En estos casos, el género de las composiciones son misas, ofertorios, lecciones u oficios de difuntos (Sierra Pérez, 1985b).

Soler nunca utilizó más de cuatro violines en sus composiciones. Estos instrumentos alternan

pasajes solísticos de gran independencia en las introducciones, los interludios y los postludios instrumentales con pasajes en los que actúan como sustento de las voces. Los instrumentos de viento, que solo están presentes en veinticinco villancicos, cumplen un papel secundario (Capdepón Verdú, 1993a).

3.2.3.2 Obra vocal en latín

Soler, al igual que la gran mayoría de los compositores de su tiempo, dominaba a la perfección la composición en los dos estilos que convivían en el siglo XVIII: la *prima prattica* y la *seconda prattica*.

Del estilo correspondiente a la *prima prattica*, de carácter solemne y heredado de las obras de compositores como Cristóbal de Morales (1500-1553) o Tomás Luis de Victoria (1548-1611), cuyas composiciones probablemente continuaban siendo interpretadas en época de Soler, se encuentran en el Archivo de Música del Monasterio un número reducido de composiciones. Esto es especialmente llamativo si se tiene en cuenta el elevado número de obras compuestas por Soler siguiendo el estilo de la *seconda prattica* (Capdepón Verdú, 2001b). La mayor parte de la obra vocal de Soler, tanto en latín como en castellano, se inscribe en este segundo estilo. A pesar de que se tratan de composiciones religiosas, en ellas Soler da rienda suelta a su creatividad, otorgando un mayor protagonismo a los instrumentos, poniendo de manifiesto el virtuosismo vocal de la capilla musical del Monasterio e introduciendo numerosos adornos y florituras característicos del estilo operístico de la época (Capdepón Verdú, 2001b).

3.2.3.3 Obra vocal en castellano: villancicos

La composición de villancicos se basa en la construcción de una obra formada por varias partes, en las que se utilizan distintos géneros compositivos. Los villancicos de Soler pueden dividirse en cuatro modalidades según su estructura. La primera modalidad está formada por villancicos con introducción, estribillo y coplas. Esta estructura formal era la más habitual en los villancicos en el siglo XVIII. Esta modalidad es la base sobre la que se sustentan la segunda y tercera, en las que se incluyen seguidillas y tonadillas, respectivamente. El cuarto modelo formal, en el que Soler utilizaba géneros que no se habían incluido tradicionalmente en los villancicos, se compone de obras con introducción, estribillo, recitado, aria y minué (Capdepón Verdú, 1993a).

Los villancicos de Soler pueden dividirse en dos grupos principales: por un lado, los villancicos de las grandes festividades religiosas y, por otro, los villancicos de Navidad que no pertenecen al género de calenda. Los primeros villancicos son los compuestos para las festividades de Calenda de Navidad, del Corpus Christi, de San Jerónimo y de San Lorenzo. Estos villancicos pertenecen a la cuarta modalidad compositiva y presentan una amplia plantilla vocal e instrumental, un estilo más complejo y una mayor duración. Se trata de villancicos que presentan una gran influencia de la música italiana, en los que predomina el estilo virtuosístico, los pasajes melismáticos y la utilización de ornamentos. Los villancicos del segundo grupo, formado por los villancicos de Navidad que no pertenecen al género de calenda, tienen una estructura compositiva más sencilla y se corresponden con las tres primeras modalidades. Estos villancicos suelen presentar personajes populares e introducen rasgos compositivos

autóctonos mediante la inclusión de tonadillas, seguidillas, moralejas, diminutivos, etc. Por lo tanto, se alejan de las tendencias italianas y se ven influenciados por las formas de origen español (Capdepón Verdú, 1993a; Capdepón Verdú, 2001b).

La principal aportación de Soler a este género consiste en ampliarlo y enriquecerlo mediante la introducción de nuevos estilos compositivos, lo que permitió diversificar los modelos formales preestablecidos e incluir el gusto de la época. Su método de composición se basaba en la repetición y la utilización de secuencias de temas breves (Capdepón Verdú, 2001b).

En los villancicos del siglo XVIII, la música era el componente más relevante, por lo que el texto quedaba relegado a un segundo plano. Debido a esto, se desconoce la autoría de la mayoría de los textos utilizados por Soler. Capdepón y Rubio consideran que es muy probable que estos textos los escribieran los propios monjes del monasterio escurialense (Capdepón Verdú, 1993a; Rubio Álvarez, 1980a), mientras que Laird propone la posibilidad de que procedan de otras instituciones (Laird, 1993). Ambas propuestas explicarían la gran variedad de estilos literarios y dialectos presentes los textos utilizados por Soler en sus villancicos.

3.2.4 Música instrumental

Aunque el repertorio de música vocal de Soler es mucho más extenso que su obra instrumental, esta segunda es la que lo estableció como un compositor conocido internacionalmente. Su obra instrumental está formada por un centenar y medio de sonatas, trece obras para órgano, los *Seis quintetos para órgano o clave y cuerda* (R. 255) y los *Seis conciertos para dos órganos* (R. 463). (Rubio Álvarez, 1980a). Es en este estilo en el que Soler desarrolla su ingenio compositivo y su originalidad, granjeándose así un lugar prominente en la música española del siglo XVIII. La concepción estética de estas obras no presenta grandes diferencias respecto a las composiciones vocales de la *seconda prattica*. Aun así, estas piezas presentan un aire nuevo respecto a su producción musical previa (Sierra Pérez, 1985b). La composición de estas obras se estima que comienza en la década de 1770, por lo que se tratan de piezas escritas en plena madurez del compositor.

Algunos autores consideran que la música instrumental de Soler refleja el proceso pedagógico del infante don Gabriel. Este repertorio comienza con sonatas de un movimiento, que se van complicando estructural y técnicamente hasta la composición de los *Quintetos*, sus obras más ambiciosas (Sierra Pérez, 1985b).

3.2.4.1 Música de tecla

La producción musical de tecla de Soler se ha conservado gracias a las copias que el compositor envió al Monasterio de Montserrat. En la actualidad se han encontrado unas ciento cincuenta sonatas para tecla y trece obras de órgano, aunque se estima que el número total de obras compuestas por Soler fue superior (Igoa Mateos, 2013).

Soler no indicó en ninguna de sus sonatas de tecla el instrumento para el que las había compuesto. Aquellas sonatas que denomina "de clarines" parecen indicar la utilización de la trompetería de un órgano. A excepción de estas, todas sus obras pueden interpretarse en los tres instrumentos de tecla disponibles en el siglo XVIII: el órgano, el clave y el pianoforte.

No obstante, hay que tener en cuenta la existencia de redacciones alternativas de algunas de estas sonatas, que parecen ajustarse más adecuadamente al pianoforte (Martínez Miura, 2010). La falta de diferenciación estilística entre los distintos instrumentos de tecla era algo habitual en los siglos XVII y XVIII, aunque algunos compositores contemporáneos a Soler, como Carl Philippe Emmanuel Bach, ya distinguían las piezas para clave de las de pianoforte (Capdepón Verdú, 2011). Las sonatas compuestas por Soler en su época más tardía y algunas de las redacciones alternativas exigen la utilización de un instrumento de cinco octavas o sesenta y un teclas, instrumento que se sabe que estuvo a disposición del infante don Gabriel.

El término sonata utilizado en las composiciones instrumentales de Soler no hace referencia al significado que adquirió durante el Clasicismo. En el Barroco, esta denominación se utilizaba para diferenciar la música instrumental de la vocal. El objetivo de estas composiciones era aprovechar las posibilidades técnicas del instrumento (Capdepón Verdú, 2001a). Las sonatas destacaban por su carácter pedagógico, que estaba por encima de cualquier estructura formal. La función educativa de la sonata concuerda con la finalidad con la que Soler compuso las obras: formar a su alumno Pedro de Santamant y a los monjes músicos del Monasterio, además de para la diversión y práctica del infante don Gabriel.

Las primeras sonatas que Soler compuso son sonatas de un solo movimiento, que se engloban dentro del género de la sonata bipartita monotemática, un antecedente de la sonata clásica. Estas sonatas están formadas por dos partes que presentan el mismo material temático, que se reexpone en la segunda parte en una tonalidad diferente. Ambas secciones deben repetirse (Capdepón Verdú, 2001a). En estas primeras sonatas se puede apreciar una similitud con la obra de Scarlatti (Martínez Miura, 2010). Soler indudablemente conoció las obras del compositor italiano y, aunque algunos pasajes puedan recordar a ellas, Soler supo desarrollar y evolucionar su estilo y crear un lenguaje propio.

En la última etapa de su producción de sonatas, Soler comenzó a componer piezas de varios movimientos, alejándose así de Scarlatti y acercándose a otros compositores europeos, como Haydn y Mozart. Si se exceptúan los rondós, construidos según la forma clásica, y los intentos, caracterizados por un estilo fugado, los restantes movimientos presentan la forma monotemática bipartita. En estas sonatas se puede observar que el tratamiento de la reexposición de Soler no se corresponde con una mera repetición, sino que le otorga un carácter más libre. Además, en algunas composiciones, Soler comenzó a añadir un segundo tema contrastante, elemento propio de la sonata clásica (Rubio Álvarez, 1964).

Las sonatas de Soler se encuentran en un punto medio entre las sonatas bipartitas propias del estilo galante y las sonatas clásicas (Igoa Mateos, 2021). Soler utilizó con frecuencia el bajo Alberti[12], especialmente en sus sonatas de varios movimientos. Partiendo del género de sonata bipartita, Soler desarrolla un estilo propio mediante la utilización de motivos y elementos pertenecientes a las danzas españolas, lo que confiere a estas composiciones un aire castizo y nacional. Estas obras demuestran el gran control que Soler tenía de los instrumentos de tecla mediante la utilización de técnicas virtuosísticas, como son la composición de la mano izquierda en igualdad de condiciones con la derecha, los saltos de octava y las escalas en

[12]El bajo Alberti es un tipo de acompañamiento utilizado en el registro grave que consiste en arpegiar o quebrar un acorde, en el que las notas se interpretan en el orden grave-agudo-medio-agudo. Se considera un recurso musical propio del periodo clásico.

terceras y sextas (Rubio Álvarez, 1964).

Una característica propia de algunas sonatas de Soler es la falta de simetría entre la primera y la segunda parte. Algunos autores han considerado la posibilidad de que se deba a fallos del copista o a despistes del autor, pero Kastner defiende que el compositor probablemente no buscaba la exactitud como fin último de estas piezas y que se decantó por evitar un plan constructivo rígido (Kastner, 1952). Rubio destaca que esta asimetría también esta presente en parte de su obra vocal, que se interpretaba en presencia del compositor (Rubio Álvarez, 1980b).

Las obras de Soler compuestas específicamente para órgano que se conservan pertenecen a los géneros del intento, el preludio y fuga, los pasos y los versos. A diferencia de las sonatas o de los conciertos para dos órganos, que se adhieren al estilo galante, estas piezas tienen una clara función religiosa y deben enmarcarse en un ambiente litúrgico (Capdepón Verdú, 2001a). Estas composiciones presentan un estilo semejante al de las sonatas de tecla, aunque con las limitaciones virtuosísticas propias del órgano (Rubio Álvarez, 1964).

3.2.4.2 Seis quintetos para órgano o clave y cuerda R. 255

La plantilla instrumental para la que están compuestos los seis quintetos de Soler es clave y cuarteto de cuerda tradicional (dos violines, viola y violonchelo). No se conoce la fecha exacta de la composición de los quintetos, pero se sabe que fueron copiados en 1776. La partitura está dedicada al infante don Gabriel y se cree que participó en su interpretación como clavecinista. Algunos autores suponen que los quintetos fueron compuestos a petición del Infante, con la intención de interpretarlos en la Casita de Arriba. El manuscrito de esta obra está fechado tres años después de la finalización de la construcción de la Casita, por lo que se sospecha que, sino todos, algunos de ellos debieron interpretarse en su inauguración.

El grupo instrumental seleccionado por Soler para la composición de los quintetos no fue utilizado por el compositor en ninguna otra obra. Soler estaba acostumbrado a componer y dirigir violines e instrumentos graves de cuerda en sus obras vocales, pero la viola es un instrumento que no aparece en ninguna otra composición suya. Lo más probable es que esta plantilla instrumental le fuera impuesta por la necesidad de crear una obra para ser interpretada al clave por el Infante. El quinteto instrumental era un género que otros compositores, como Jean-Baptiste Lully (quintetos de contrabajos y quinteto de instrumentos de viento) o Henry Purcell (quintetos de viento y percusión), habían explorado. En la época de Soler, Luigi Boccherini, que era músico de cámara del infante don Luis, había compuesto un quinteto de cuerdas, en el que la plantilla eran dos violines, viola y dos violonchelos. Hasta donde se conoce, Soler fue el primer compositor en utilizar la agrupación de cuarteto de cuerda e instrumento de tecla en sus composiciones (Sierra Pérez, 1985b).

Los quintetos se enmarcan en el estilo musical galante, en la transición entre la tradición camerística barroca de Händel y Bach, y la clásica de Mozart y Haydn. Se alejan de la música de cámara barroca con bajo continuo y se aproximan al principio de igualdad de términos y de desarrollo temático propio de la Escuela de Mannheim (Sierra Pérez, 1985b). Todos los instrumentos participan en este desarrollo temático-musical y ejecutan episodios concertantes, lo que resalta su autonomía. Soler respeta el carácter tímbrico y la articulación de cada uno

de los instrumentos (Capdepón Verdú, 2001a).

La estructura formal de los quintetos es más heterogénea que la de los conciertos de órgano, especialmente en lo que respecta al número de movimientos, que varía entre tres y cinco. Al igual que ocurre en las demás composiciones instrumentales de Soler, en ningún momento se da la forma de sonata clásica, pero sí que aparece la sonata bipartita que era tan habitual en el siglo XVIII. Sierra considera que se tratan de composiciones muy personales, en las que Soler no muestra una gran preocupación por la forma. Como ejemplo, menciona el quinteto número seis, cuyo último movimiento es considerablemente más largo que los demás. Otro ejemplo es el quinto quinteto, donde, al contrario de lo que era la práctica habitual de la época e incluso la suya propia, todos los movimientos están en la misma tonalidad (Sierra Pérez, 1985b). De todos los quintetos, los tres últimos son los que presentan un estilo más virtuosístico.

3.2.4.3 Seis conciertos para dos órganos R. 463

Esta serie de conciertos lleva el subtítulo "para la diversión del serenísimo infante D. Gabriel de Borbón", lo que surgiere que no se tratan de piezas con un fin litúrgico, sino que fueron compuestas para interpretarse en un ambiente cortesano. El género de conciertos para dos órganos era popular en Europa y se tiene constancia de que el infante don Gabriel poseía obras de este estilo en su colección (Rubio Álvarez, 1964). Los conciertos para dos órganos de Soler son el único ejemplo que se conserva de este género en la historia de la música española. Numerosos autores consideran que la inspiración pudo provenir de las composiciones que realizaba para los múltiples órganos de la Basílica del Monasterio, especialmente, para los dos órganos del coro. Soler estaba familiarizado con la composición en diálogo entre ambos órganos, que en ocasiones tocaban de forma simultánea (Querol, 1986). El lenguaje musical de estos conciertos se corresponde con el utilizado en las sonatas, en las que Soler utiliza un estilo galante y ligero (Capdepón Verdú, 2001a). La demostración del virtuosismo en estos seis conciertos es más limitada que en las sonatas. A pesar de ello, Soler aprovechó al máximo las posibilidades tímbricas que ofrecen los registros de este instrumento, obteniendo hermosos efectos mediante el contraste y el diálogo de timbres y ritmos (Rubio Álvarez, 1964).

La mayor incógnita en torno a estos conciertos es el instrumento para el que fueron compuestos. La extensión de teclado necesaria para su interpretación es de cinco octavas, desde SOL^{-1} hasta SOL^{5} (Jambou, 1985). Esta extensión era muy poco común en la época; ni siquiera Mozart disponía de un clave o un pianoforte de estas dimensiones (Martínez Miura, 2010). Desde el principio se ha rechazado la posibilidad de que fueran interpretados en los órganos de la Basílica del Monasterio. En primer lugar, porque no son piezas litúrgicas y, en segundo, porque solo uno de los órganos del coro tiene la extensión necesaria para tocarlos. Otras posibilidades propuestas es que fueran interpretados en dos claves, dos órganos de cámara o un órgano y un clave.

En 1983, Kenyon encontró la solución a este enigma. Tras el fallecimiento del infante don Gabriel, se realizó una almoneda de sus bienes y, entre los artículos que se subastaron, se encontraban sus instrumentos musicales. En el inventario figuraba "Un órgano en figura de realejo, con dos cajas y teclados iguales, y máquina de fuelles descompuesta", que, gracias a las cuentas del Infante, se sabe que fue terminado entre 1773 y 1774. Un anuncio publicado en el *Diario de Madrid* en 1791 describe el instrumento, que había sido adquirido por el organero

Tomás Risueño, con más detalle[13]. Este escrito confirma que el infante don Gabriel disponía de un órgano de cámara *vis-à-vis*, con la extensión de teclado y los registros necesarios para interpretar estos conciertos (Kenyon de Pascual, 1985). Se considera que los conciertos se compusieron a partir de 1774, ya que sería de extrañar que Soler hubiera compuesto obras para el Infante que este no pudiera interpretar debido a la falta del instrumento apropiado.

3.2.4.4 Música escénica

Entre todos los géneros musicales compuestos por Soler, su música para teatro es la menos conocida. Cuando Soler llega al Monasterio de San Lorenzo se encuentra una tradición teatral plenamente barroca, en la que la música tiene un papel principal (Sierra Pérez, 1987). Las representaciones teatrales en el Monasterio comenzaron en el siglo XVI y se dividían en tres ambientes: el del Monasterio, donde se interpretaban villancicos, autos sacramentales y comedias de vidas de santos; el del colegio y seminario, compuesto para ser interpretado por los alumnos y basado en formas más sencillas, como comedias, loas y sainetes; y, por último, el de la corte, que consistía principalmente en un teatro secular al que, en ocasiones, era invitada la comunidad (Sierra Pérez, 2005).

En el Archivo de Música del Monasterio se han conservado un total de treinta y dos obras de música escénica de Soler, correspondientes a once loas, ocho autos, cinco comedias, cuatro sainetes, tres entremeses y un baile (Capdepón Verdú, 2001b). Su música teatral solo puede entenderse en el entorno del Monasterio del Escorial, ya que fue compuesta por y para él. Estas obras fueron concebidas para ser representadas e interpretadas por los alumnos del colegio y del seminario. Gracias a una anotación que Soler hizo en la portada de una de las obras, en la que se lee: "para la función que se celebra en la hospedería", se sabe que en este espacio, probablemente en el conocido como Claustro de la Botica, tuvieron lugar representaciones teatrales (Sierra Pérez, 1993). También es muy posible que parte de estas representaciones se realizaran en el Teatro del Seminario, donde se representaban obras teatrales desde el siglo XVI (Sierra Pérez, 2001).

Los autores dramáticos de los textos que eligió Soler para componer sus obras no varían mucho respecto a los utilizados en el siglo anterior, aunque incluyó algunos del siglo XVIII. Casi la mitad de sus composiciones de música teatral utilizan textos de Pedro Calderón de la Barca, dramaturgo idolatrado en el siglo XVII (Sierra Pérez, 1981).

La producción de música de teatral de Soler terminó prematuramente en 1765, solo trece años después de su ingreso en el Monasterio. Esto fue consecuencia de la orden implantada por Carlos III ese mismo año que prohibía la interpretación de danzas y autos sacramentales en recintos religiosos. Desde 1765 hasta su fallecimiento en 1783, Soler compuso únicamente

[13]El texto completo lee: "Órgano, de lo más particular, y portátil, que contiene las circunstancias siguientes: dos fachadas de una rigurosa arquitectura, una y otra bronceadas, adornadas con dos castillos de caños o flautas de un metal superior que forma una vista muy agradable y seria. En la fachada principal se halla colocado un teclado de toda extensión según los fortes-pianos, con sesenta y un teclas, tres registros en la mano izquierda y en la derecha cuatro, con eco y contra eco, asimismo en la segunda fachada opuesta hay otro igual teclado de las mismas sesenta y un teclas con tres registros, dos en la mano derecha y uno en la izquierda, de modo que pueden tocar dos organistas a un tiempo y a competencia con registros y voces diferentes" (Kenyon de Pascual, 1985).

dos loas, una en 1772 y otra en 1783 (Sierra Pérez, 1987). Con esta última loa, compuesta para celebrar el nombramiento de un nuevo prior que, por primera vez en la historia del Monasterio, fue elegido por la comunidad y no por el rey, cierra el ciclo del teatro escurialense (Sierra Pérez, 2006b). Desafortunadamente, no se conserva la partitura de esta última pieza.

Las plantillas musicales que Soler utilizó para la música escénica son prácticamente las mismas que las de los villancicos. Los conjuntos vocales más habituales en estas obras son el coro de cuatro voces tradicional (tiple, alto, tenor y bajo) o un coro de cuatro voces más agudo (tiple I, tiple II, alto y tenor). Excepcionalmente, en dos ocasiones, hace uso de coros dobles a varias voces (Capdepón Verdú, 2001b; Sierra Pérez, 1987). La plantilla instrumental más utilizada estaba formada por violín primero, violín segundo, un acompañamiento que solía ser interpretado por un violonchelo y una parte de clave no cifrada. En algunas obras, los violines fueron sustituidos por flautas y, en ocasiones, se incluían también trompas. A diferencia de los villancicos, Soler nunca utilizó los oboes o los clarines en la composición de estas piezas (Sierra Pérez, 1981).

El estilo y la técnica compositiva del teatro musical de Soler no difiere de la que utilizaba para la composición de villancicos. Sierra ha encontrado "diversos pasajes e incluso obras que Soler utiliza indistintamente para un villancico y para una obra de teatro" (Sierra Pérez, 2005). Su música teatral se puede dividir en géneros mayores, como los autos y las comedias, en los que utiliza una técnica convencional, y los géneros menores, como los sainetes y las loas, en los que se muestra un autor más popular y castizo. Es en estos segundos géneros donde más sorprende el talento creador de Soler, que utiliza géneros más populares como bailes, seguidillas y tonadas (Sierra Pérez, 1987). Los géneros mayores, al igual que los villancicos, presentan un carácter italianizante y virtuosístico, mientras que los géneros menores son composiciones más sencillas y de carácter popular (Capdepón Verdú, 2001b).

Capítulo 4

Descripción de los espacios musicales del Monasterio de San Lorenzo del Escorial

El complejo arquitectónico del Real Monasterio de San Lorenzo del Escorial se encuentra ubicado en la localidad española de San Lorenzo de El Escorial, en la Comunidad de Madrid, a 50 km al noroeste de la capital. El lugar elegido para su construcción en 1562 fue la ladera meridional del monte de Abantos, en la Sierra de Guadarrama, donde se levantó el monumento a una altitud de 1.028,00 m.

Figura 4.1: El Monasterio de San Lorenzo del Escorial (Mapletoft, 2019).

Este edificio fue construido por orden del monarca español Felipe II y, en la planificación de su construcción, concibió múltiples usos para este espacio. En primer lugar, el edificio debía incluir un panteón donde se enterraran los cuerpos de sus padres, los emperadores Carlos V e Isabel de Portugal, el suyo y los de sus sucesores. En segundo lugar, el edificio debía ser

capaz de albergar una comunidad monástica que, durante todo el año, realizara de forma ininterrumpida servicios en alabanza a Dios, con el fin de establecer a España como uno de los máximos exponentes de la fe católica. Este edificio también debía incluir un palacio donde la familia real pudiera "retirarse del bullicio y ruido de su corte" (de Sigüenza, 1988) y, por último, debía albergar un centro de formación de futuros religiosos (de San Jerónimo, 1984). Una vez establecidos los requisitos de la construcción se encargó el diseño del edificio al arquitecto Juan Bautista de Toledo.

Juan Bautista de Toledo fue elegido arquitecto mayor de la obra debido a su amplia formación en arquitectura clásica y a sus trabajos como arquitecto adjunto en la Basílica de San Pedro del Vaticano (Vicuña, 1966). Su diseño de la planta del Monasterio de San Lorenzo es conocido como la "Traza Universal" y fue modificado durante los primeros años de la construcción, destacando la eliminación de torres y la ampliación del Monasterio, debido al deseo de Felipe II de duplicar el número de monjes que lo habitarían (de Sigüenza, 1988). Tras el fallecimiento de Juan Bautista de Toledo y el nombramiento de Juan de Herrera como arquitecto mayor de la obra se realizaron modificaciones adicionales en el diseño del edificio.

Durante el siglo XVI, los arquitectos europeos basaban sus construcciones en las ideas platónicas de armonía, geometría y proporción, recuperando así prácticas constructivas habituales en la Antigua Grecia y el Imperio romano. Se consideraba que el máximo exponente de la perfección constructiva fue el Templo de Salomón, que cumplía estos principios de armonía y proporción en su diseño y medidas, por lo que se utilizaba de inspiración para nuevas construcciones religiosas (de la Cuadra Blanco, 2005). Las únicas descripciones que se conservan de este templo están en la Biblia y se refieren únicamente a su interior. Por lo tanto,

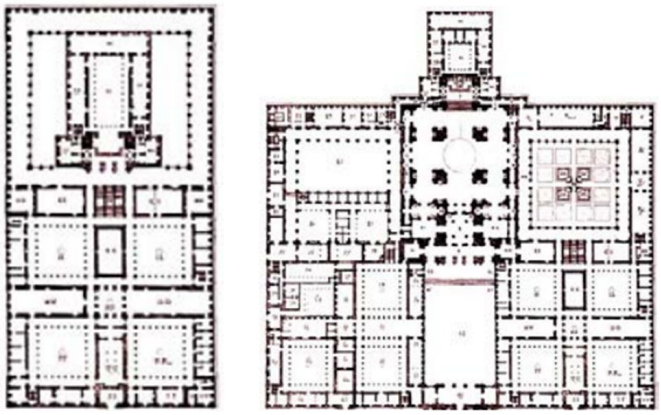


Figura 4.2: Comparación de la arquitectura del Segundo Templo de Salomón y del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. (Izq.) Representación del Segundo Templo de Jerusalén, el Atrio de los Sacerdotes y el Atrio de Servicio según la descripción de Flavio Josefo. Infografía de Juan Rafael de la Cuadra Blanco (de la Cuadra Blanco, 2005). (Dcha.) Traza definitiva del Escorial diseñada por Juan de Herrera. Escaneo y limpieza del trazado por Juan Rafael de la Cuadra Blanco (de la Cuadra Blanco, 2005; de Herrera y Pret, 1587).

muchos arquitectos se basaron en las descripciones dadas del Segundo Templo de Jerusalén (516 a.C. – 70 d.C.), construido en el mismo emplazamiento que el Templo de Salomón y descrito en mayor detalle por historiadores contemporáneos (de la Cuadra Blanco, 2005).

El arquitecto Juan Rafael de la Cuadra resalta en numerosos artículos el parecido existente entre la planta del Segundo Templo de Jerusalén y la parte sur del Monasterio de San Lorenzo (de la Cuadra Blanco, 2005), que se puede observar en la Figura 4.2. El esquema arquitectónico de esta parte es prácticamente idéntico, e incluso coincide con las medidas descritas por el historiador Flavio Josefo en su libro *Las guerras de los judíos* (de la Cuadra Blanco, 1997). Este desaparecido Segundo Templo fue construido al estilo romano de la época, por lo que coincidiría con el gusto arquitectónico del siglo XVI. Cabe mencionar que esta inspiración en el Templo de Salomón no solo se puede apreciar en el diseño arquitectónico, sino también en las obras de arte creadas para el Monasterio, como, por ejemplo, la estatua del rey Salomón que preside el Patio de los Reyes. Además, el historiador de la construcción de este Monasterio más importante, el padre José de Sigüenza, dedica un capítulo completo de su obra *La fundación del Monasterio de El Escorial* a la comparación del Monasterio con otros templos, donde hace especial hincapié en su parecido con el Templo de Salomón[1] (de Sigüenza, 1988).

Figura 4.3: Vista aérea del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (Fotografía de Patrimonio Nacional[2]).

El estilo arquitectónico del Monasterio de San Lorenzo es el clasicismo desornamentado, también conocido como estilo herreriano, que se desarrolló en España en último tercio del siglo

[1]Este capítulo se encuadra en la segunda parte del libro *La fundación del Monasterio de El Escorial*. Se trata del Discurso XXII y su título completo es: "La comparación y conferencia de este templo y casa con otros edificios famosos, principalmente con el templo de Salomón". (de Sigüenza, 1988)

[2]Fotograma del vídeo *El Escorial en femenino*: https://youtu.be/KZcxPugNaYs

XVI y en el siglo XVII. A pesar de la monumentalidad del edificio, presenta una estructura en la que prima el orden y la jerarquía, con un estilo austero y depurado. La rápida construcción de este edificio, que se llevó a cabo en solo veintiún años, ayudó a la conservación de una unidad de estilo, permitiendo así la impecable relación entre sus partes.

La planta rectangular del edificio presenta unas dimensiones de aproximadamente 206,00 x 162,00 m, lo que da lugar a una superficie de 33.327 m^2 (de Sigüenza, 1988). El espacio ocupado por el edificio del Monasterio de San Lorenzo está rodeado en sus fachadas Norte y Oeste por la denominada Lonja del Monasterio, que es una gran explanada donde se sitúan las puertas de acceso, y en sus fachadas Sur y Este, por un jardín en terraza de estilo italiano llamado Jardín de los Frailes y por el huerto del Monasterio. La planta del edificio se puede dividir en tres partes siguiendo su eje este-oeste. En las dos zonas exteriores residían los habitantes del edificio, mientras que la central era utilizada como lugar de encuentro.

El tercio sur del edificio estaba dedicado a albergar a la comunidad monástica. En los dos pisos que ocupan este espacio se sitúan las salas comunes de la comunidad, las celdas de los monjes y otros espacios de gran relevancia religiosa como la Sacristía, las Salas Capitulares y la Iglesia de Prestado. Se encuentra divido en cinco claustros: uno de gran tamaño, denominado Claustro Principal y en cuyo centro está situado el Patio de los Evangelistas, y cuatro de menor tamaño. En el lado occidental de esta zona del monasterio se sitúa la hospedería del convento, que es el espacio donde se alojaban sus visitantes.

La zona norte del edificio también se dividió en dos zonas distintas. La correspondiente al lado oeste está dividida en cuatro claustros de pequeño tamaño y en él residen los alumnos del colegio y seminario del Monasterio. El lado este se divide en dos pequeños claustros y

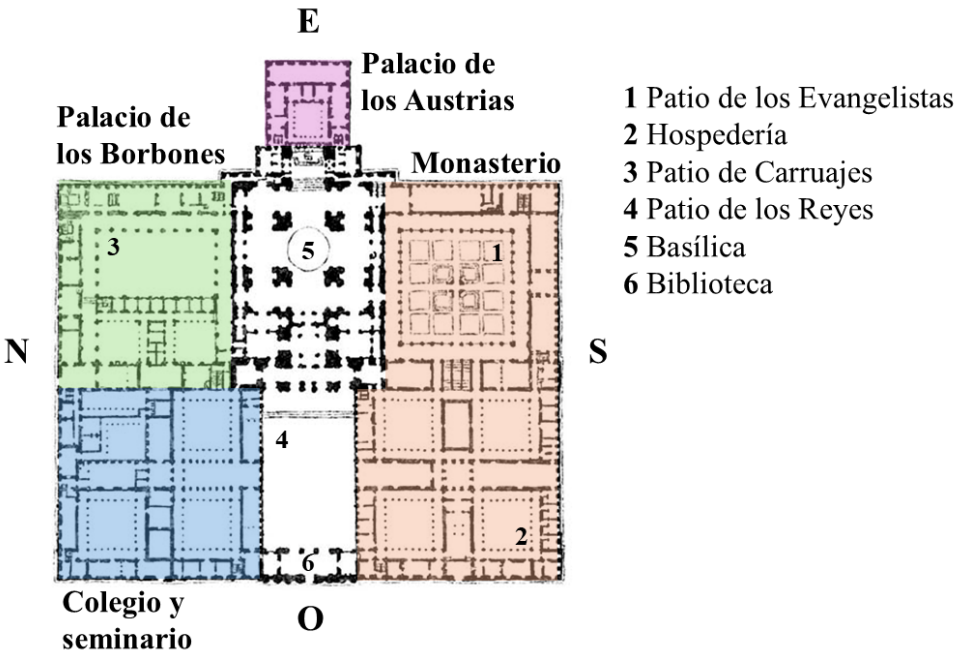


Figura 4.4: Plano en planta del Monasterio de San Lorenzo del Escorial en el que se indican las partes que lo conforman.

en el conocido como Patio de los Carruajes. Las dos plantas de esta zona se conocen como el Palacio de los Borbones y fueron ocupadas por dependencias de la familia real y por las oficinas de la Casa Real y del convento.

En el espacio central del edificio, en su fachada oeste, se encuentra la entrada principal del Monasterio, que da al Patio de los Reyes. Se trata de un patio de grandes dimensiones en cuyo lado este se encuentra la fachada de la Basílica del Monasterio, presidida por los seis reyes de la tribu de Judá (de Sigüenza, 1988). En este espacio central se encuentran los dos lugares de encuentro de los moradores del edificio: la Basílica, situada en el lado este, y la biblioteca, situada en el lado oeste, sobre la entrada principal (de Sigüenza, 1988). Por último, sobresaliendo por la fachada este del edificio y rodeando el presbiterio de la Basílica, Juan de Herrera diseñó el conocido como Palacio de los Austrias. Se trata de una construcción de dos plantas de alto realizada alrededor del Patio de Mascarones donde se encontraban los aposentos y los oratorios de los reyes.

Al planificar la construcción del Monasterio de San Lorenzo, Felipe II deseaba "que estuviese fuera y aún lejos de poblado, donde los religiosos no tuviesen quien los estorbase la quietud de su contemplación" (de Sigüenza, 1988). En el primer siglo del Monasterio, la población más cercana fue la pequeña villa de El Escorial y el edificio únicamente estaba rodeado por tres construcciones: las dos casas de oficios y la Campaña. Los alrededores del Monasterio se correspondían con dos dehesas, la de la Herrería, que se encuentra muy próxima al edificio, y la de la Fresneda, algo más apartada (de Sigüenza, 1988). El deseo de Felipe II de mantener el Monasterio aislado del resto de la población se respetó hasta el reinado de Carlos III, cuando el Rey ordenó que se dieran permisos para la construcción de residencias en los terrenos colindantes al Monasterio, formándose así la villa de San Lorenzo de El Escorial. El arquitecto principal de esta pequeña ciudad cortesana fue Juan de Villanueva, que también construyó por encargo de la familia real dos casitas de recreo en la Dehesa de la Herrería, una conocida como Casita del Príncipe o Casita de Abajo, y otra llamada Casita del Infante o Casita de Arriba.

4.1 Criterio de selección de las salas

Dado que el objetivo de esta investigación es recrear las interpretaciones de la obra de Antonio Soler en los espacios del Monasterio de San Lorenzo del Escorial, es necesario considerar un amplio abanico de estilos musicales y salas con características acústicas muy diferentes. Se van a tener en cuenta todos los estilos musicales compuestos por Soler: música religiosa, música teatral y música de cámara.

No hay muchas noticias sobre las interpretaciones musicales que se realizaron en la época de Antonio Soler, y las que hay no son muy detalladas. Dado que la música era una parte fundamental de la liturgia, se realizaban interpretaciones a diario. Por lo tanto, los cronistas no registraban todas las interpretaciones que se llevaban a cabo, sino solo aquellas que consideraban extraordinarias. Las fuentes disponibles son los testimonios escritos por historiadores y monjes del Monasterio, las anotaciones presentes en algunas partituras, los pagos a músicos por su participación en conciertos y las representaciones pictóricas. Con el fin de seleccionar un número elevado de espacios en los que se interpretaba música de forma habitual, no solo se

han tenido en cuenta textos del siglo XVIII, sino también de los dos siglos previos. Numerosos espacios del Monasterio son mencionados como lugares de interpretación a lo largo de los siglos, por lo que se puede considerar que espacios que se utilizaron asiduamente durante el siglo XVII siguieron siendo utilizados en el XVIII.

Los testimonios conservados a lo largo de casi tres siglos muestran la gran variedad de espacios utilizados en el Monasterio de San Lorenzo para la interpretación de música, de los que Fray Luis de Santa María dice que "hay más en qué escoger, que en los Anfiteatros que envanecieron Roma" (Sierra Pérez, 2019). Entre todos los espacios mencionados en los testimonios, hay algunos de los que solo hay constancia de que se usaron unas pocas veces, como el Jardín de los Frailes[3], y otros que han sido modificados y de los que no se puede conocer su estado original, como la habitación de los reyes y de algunos monjes músicos[4]. Por lo tanto, de entre la gran variedad de lugares citados en la bibliografía disponible, se han seleccionado aquellos que más se mencionan y los que se han mantenido en un estado lo suficientemente semejante como para poder evaluarlos y recrearlos.

En el caso de la música religiosa, el espacio más importante fue, sin lugar a dudas, la Basílica del Monasterio. Era el lugar donde diariamente se realizaban los oficios litúrgicos, se tocaba música de órgano e, incluso, se interpretaban villancicos en la celebración de grandes festividades. Aunque la Basílica era el lugar más habitual para la interpretación de música religiosa, hay que destacar que no era el único. Otros espacios que hay que considerar son la Iglesia de Prestado, donde se llevaban a cabo las misas de difuntos por los miembros de la comunidad, la Sacristía, que es el único espacio del que se conserva una representación pictórica de la capilla musical, y el Claustro Principal, donde se realizaban las procesiones y se interpretaban himnos y danzas en sus altares.

Las obras teatrales de Antonio Soler pueden dividirse en dos temáticas diferentes: obras de carácter religioso y obras de temática profana. Cada uno de estos estilos tenía un lugar habitual de representación, aunque en ocasiones pudieran coincidir en el mismo espacio. Las piezas de carácter religioso, dentro de las que se engloban villancicos, autos sacramentales, etc., solían ser interpretadas en la Basílica, tanto en el altar mayor como en el coro. Las de temática profana tuvieron dos lugares principales de interpretación: el Teatro del Seminario o Lonja del Colegio, del que se conservan testimonios que demuestran su uso desde la fundación del Monasterio (de Sigüenza, 1988), y el Claustro de la Botica, del que se tiene alguna mención y, especialmente, de una anotación en una partitura de Soler en la que se indica que la pieza fue compuesta para la Hospedería, donde se encuentra este claustro (Sierra Pérez, 2019).

La música de cámara se trata del estilo más complicado de localizar en el Monasterio de San Lorenzo, ya que era menos común que la comunidad estuviera presente durante estas

[3]"Se representaban tragedias en este Monasterio por los mejores representantes que había en España, que el principal se llamaba Cisneros, natural de Toledo (...) y las representaciones se hacían entre las dos escaleras que están en los nichos a la parte del mediodía, porque el rey nuestro Señor los veía desde su aposento. (...) Los frailes del Monasterio y colegio estaban todos en sus ventanas, viendo todo lo que pasaba y sus majestades eligieron aquel lugar de representación porque gozasen de ella los padres" (de San Jerónimo, 1984).

[4]"Esta mañana, a las ocho y media, estando ya en mi celda solo, continuando el segundo tomo, se entró impensadamente la Reina en mi celda, con Montijo y otros dos que no conocí, (...) Me hizo tocar un pasaje de flauta travesera y que le pusiese en un papel todos los instrumentos que he tocado, y cuando vio que eran veinte, dijo que era imposible que hubiese hecho otra cosa en la vida" (Sierra Pérez, 2019).

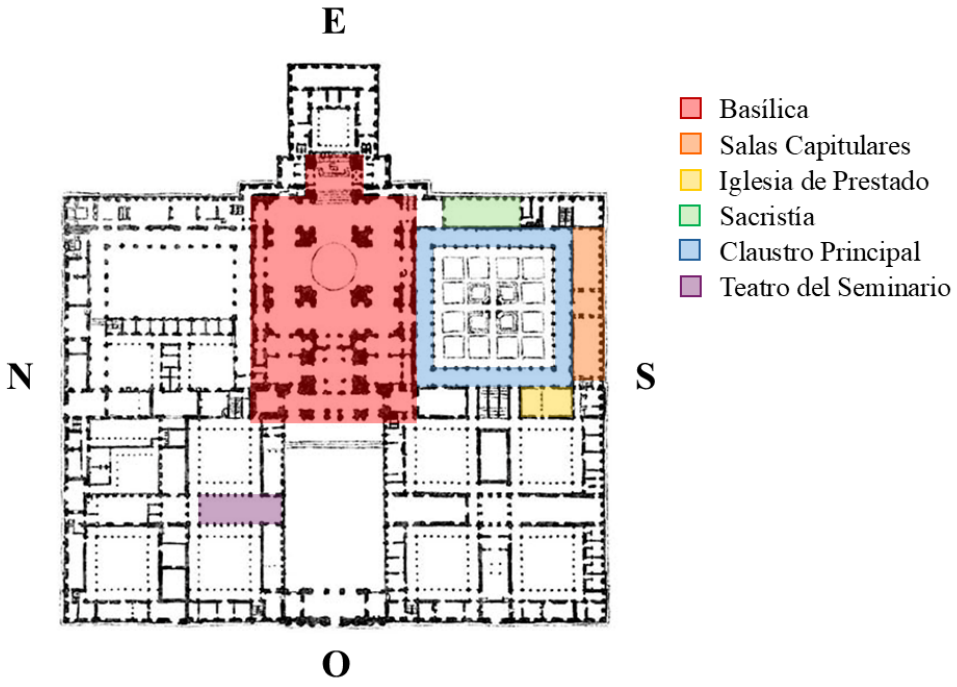


Figura 4.5: Plano en planta del Monasterio de San Lorenzo del Escorial en el que se indican las salas seleccionadas para recrear la obra de Antonio Soler. No se muestran en el plano el Claustro de la Botica ni la Casita del Infante, ya que se sitúan fuera de los muros del Monasterio.

interpretaciones. A pesar de ello, algunos monjes, entre los que destaca Soler, tuvieron muy buena relación con personajes de la corte y la realeza y participaron en las academias musicales que se organizaron en el Monasterio. Los espacios más mencionados en relación con Soler son su habitación y la del infante don Gabriel. No es posible estudiar estos espacios debido a que no se sabe exactamente de qué habitaciones se trataban. Los otros dos lugares mencionados asiduamente y que se han estudiado en esta investigación son las Salas Capitulares y la Casita del Infante, donde es conocido que se llevaban a cabo academias musicales organizadas por el infante don Gabriel (Sierra Pérez, 2019).

Todas las salas seleccionadas han sido ampliamente mencionadas y descritas en diversos textos, pero no se conservan planos detallados de ninguna de ellas. Según las distintas descripciones hechas a lo largo de los siglos, se puede deducir que se encuentran en un estado prácticamente idéntico al de su construcción, a excepción del Teatro del Seminario. Gracias a ello, ha sido posible recabar información sobre su geometría, sus materiales constructivos y su decoración. La información relativa a los intérpretes, los oyentes y sus localizaciones dentro de los espacios también se ha obtenido de los testimonios de monjes escurialenses y de hipótesis planteadas por otros investigadores.

En definitiva, las salas seleccionadas para la recreación de la obra musical de Soler son: la Basílica, las Salas Capitulares, la Iglesia de Prestado, la Sacristía, el Claustro Principal, el Claustro de la Botica, la Casita del Infante y el Teatro del Seminario. En la Tabla 4.1 se presenta un resumen de sus características constructivas más relevantes y en la Figura 4.5 se

muestran sus ubicaciones en el Monasterio.

En los siguientes apartados se hace una descripción detallada de cada una de las salas. Se especifican los espacios que han sufrido modificaciones a lo largo de los siglos y se exponen las hipótesis de reconstrucción que se asumieron para crear los modelos virtuales. También se explica en estos apartados el uso que se hacía de estos espacios durante las representaciones musicales y los agentes que participaban en ellas.

Tabla 4.1: Características constructivas relevantes para el comportamiento acústico de las salas seleccionadas.

Salas	Volumen (m^3)	Planta	Techo	Materiales	Estilo musical
Basílica	74.562,26	Cruz griega	Abovedado	Piedra berroqueña, mármol y yeso	Música religiosa y teatral
Salas Capitulares	3.963,75	Rectangular	Bóveda de cañón	Piedra berroqueña, mármol y yeso	Música de cámara
Iglesia de Prestado	2.281,65	Rectangular	Bóveda de cañón	Piedra berroqueña, mármol y yeso	Música religiosa
Sacristía	1.878,63	Rectangular	Bóveda de cañón	Piedra berroqueña, mármol y lienzo	Música religiosa
Claustro Principal	9.567,66	Cuadrada	Bóveda de cañón	Piedra berroqueña, mármol y yeso	Música religiosa
Claustro de la Botica	2.155,12	Cuadrada	Abierto	Piedra berroqueña	Música teatral
Casita del Infante	1.258,31	Octogonal	Abovedado	Yeso, mármol y paredes acolchadas	Música de cámara
Teatro del Seminario	3.999,79	Rectangular	Plano	Piedra berroqueña y lienzo	Música teatral

4.2 Descripción de las salas

4.2.1 Basílica

La Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial se encuentra en una posición central dentro del complejo monástico, ya que se trata del edificio más importante del entorno. La entrada principal de la Basílica da al conocido Patio de los Reyes, que a la vez conecta con la fachada principal del Monasterio. Adicionalmente, se puede acceder a la Basílica por otros tres lugares: el Claustro Principal, el Palacio de los Austrias y el Palacio de los Borbones.

La traza original de la Basílica diseñada por el arquitecto mayor Juan Bautista de Toledo no contentó al rey Felipe II, por lo que éste buscó consejo en otros arquitectos, entre los que cabe destacar al italiano Francesco Paccioto (García-Frías, 2010; Marías Franco, 2001; de Sigüenza, 1988). Finalmente, el diseño de la Basílica fue realizado por el arquitecto Juan de Herrera, que se inspiró en la Basílica de San Pedro del Vaticano y en las soluciones propuestas por los arquitectos consultados (García-Frías, 2010; Marías et al., 1985; Portabales Pichel, 1945). La construcción de la basílica comenzó con el asentamiento de las cuatro piedras que limitaban la planta del templo el 28 de enero de 1575 y se consideró terminada el día de las Vísperas de San Lorenzo (9 de agosto) de 1586 (de Sigüenza, 1988).

El cuerpo principal de la Basílica, considerado desde su fundación como capilla real, se trata de un cuadrado de cincuenta metros de lado dividido en tres naves por cuatro pilares que sustentan el techo del edificio. Esta planta se corresponde fielmente con los ideales de armonía universal desarrollados durante el siglo XV y representados en tantos templos religiosos. Sin embargo, no se corresponde con los acuerdos alcanzados en el Concilio de Trento, en el que se especificó que los nuevos templos debían tener planta de cruz latina (Borromeo, 1984). Con el fin de crear la ilusión de una Basílica con planta de cruz latina, se extendió la nave principal por el este con la construcción del altar mayor; y, por el oeste, con el coro y el sotocoro. El techo de la nave principal, del altar, del coro y del transepto se elevaron a la misma altura.

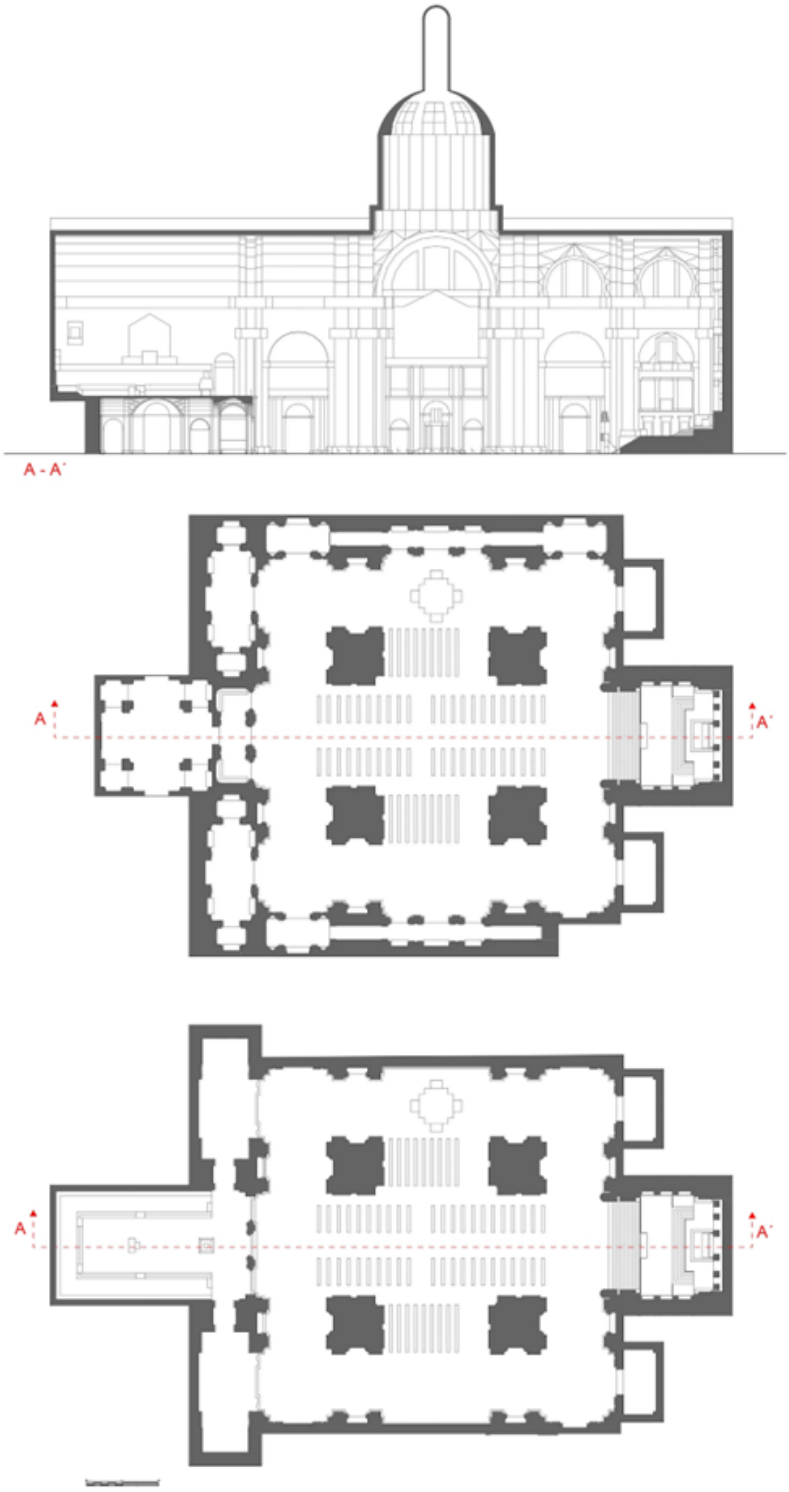


Figura 4.6: Planos de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial: (arriba) sección, (centro) planta nivel inferior y (abajo) planta nivel superior.

Las ampliaciones del altar y el coro, junto con el nivelado del techo, dan la impresión exterior de una basílica de cruz latina, como se puede ver en la Figura 4.4.

Los cuatro pilares situados en el cuerpo principal de la Basílica dividen ambos ejes del templo en tres naves. Estos pilares son de orden dórico, presentan una planta cuadrada de 8,00 m de lado y distan 15,00 m entre sí. La distancia entre los cuatro pilares corresponde con el ancho de las naves principales en los dos ejes, que es mayor que el de las naves laterales, de sólo 7,50 m. Estas dos naves principales, que no tienen ninguna separación entre ellas, forman la planta en cruz griega del templo. La nave del eje este-oeste es considerada como la nave principal de la Basílica; y la del eje norte-sur, el transepto. Las paredes de estas naves presentan una altura de 21,00 m y se encuentran cerradas por bóvedas de cañón de 8,50 m de alto, obteniéndose en total una altura en la nave principal de 30,00 m. En el centro de esta cruz griega se abre una cúpula de 17,00 m de diámetro y una altura de 20,00 m. Esta cúpula presenta ocho ventanales que proporcionan luz natural al templo y, en su punto más alto, se encuentra coronada por un cupulín de 10,00 m de altura. Por lo tanto, el punto más elevado del interior de la Basílica se encuentra situado a 60,00 m del suelo.

Las naves laterales se encuentran separadas de la nave principal y del transepto por arcos de medio punto que presentan la misma anchura que las naves, 7,50 m, y una altura en su

Figura 4.7: Interior de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (orientación este).

punto más elevado de 17,00 m. Estas naves conforman las cuatro esquinas que cierran la planta cuadrada de la Basílica y se encuentran cerradas por un techo abovedado de 19,00 m de altura. Los lados exteriores de estas naves presentan cada uno cinco capillas, tres en el transepto (siendo la central la de mayor tamaño) y dos en los cuadrados que cierran la planta. Todas estas capillas se encuentran construidas fuera del cuadrado que forma la planta de la Basílica y se accede a ellas a través de unos arcos cerrados con rejas de madera. En el lado oeste de las naves laterales también se construyeron dos capillas fuera de la planta de la Basílica. Por último, en el lado este, se encuentran dos grandes retablos construidos sobre la propia pared de la Basílica que albergan numerosas reliquias en su interior.

La nave principal de la Basílica se encuentra extendida en su lado este por el altar mayor. Este altar se encuentra formado por dos mesetas situadas a distintas alturas a las cuales se accede a través de dos escalinatas. Subiendo la primera escalera, formada por doce escalones, se llega a la primera mesa del altar mayor, que se trata de un espacio rectangular de 14,00 m de ancho y 7,50 m de largo. Este espacio presenta tres puertas a ambos lados que conectan con distintas estancias del Monasterio. En el lado sur del altar, la puerta más cercana a la nave principal conecta con la Sacristía del Monasterio, y las dos siguientes, dan al oratorio particular del rey y a sus aposentos. En el lado norte, la puerta más cercana a la nave principal corresponde con el acceso a los relicarios, mientras que las otras dos dan acceso al oratorio y los aposentos de la reina. Estas puertas de acceso a los aposentos y oratorios de los reyes se crearon para que la familia real pudiera asistir a las misas y los oficios desde una posición privada, lo que permitió a Felipe II seguir la misa desde su cama cuando estaba aquejado de gota (de Sigüenza, 1988). A una distancia de 1,65 m de estas puertas se abre una segunda escalinata de cinco escalones que llega al altar mayor, donde se encuentra una segunda mesa en la que se situaban los sacerdotes y ministros (de Sigüenza, 1988).

El retablo del altar mayor fue diseñado por Juan de Herrera y ejecutado por Jacome de Trezzo. Presenta una altura de 25,00 m y se encuentra dividido en tres secciones, que corresponden con columnas de orden dórico, jónico y corintio, respectivamente. Las esculturas que los conforman, que en total son quince, fueron obra del escultor italiano Leone Leoni y su hijo Pompeo (de Sigüenza, 1988). A los lados del altar, encima de las puertas que llevan a los aposentos de los reyes, se construyó una plataforma donde se situaron dos grupos escultóricos que representan a las familias del Emperador Carlos V y de Felipe II. El grupo escultórico situado al norte, sobre los aposentos de la reina, representa al Emperador, acompañado de su esposa Isabel de Portugal, de la infanta María, hija de ambos, y de las infantas Leonor y María, hermanas de Carlos I. El grupo situado en el lado sur, sobre el aposento y el oratorio del rey, representa a Felipe II acompañado de su cuarta esposa Ana María de Austria, madre de Felipe III, de su anterior mujer Isabel de Valois y de la primera de las cuatro María Manuela de Portugal, madre del infante don Carlos, que aparece detrás de ella.

El sotocoro se encuentra situado en el extremo opuesto al altar, en el lado oeste de la nave principal. Se encuentra separado del cuerpo principal de la Basílica por tres arcos cubiertos por un enrejado de bronce. Se trata del espacio que separa la zona considerada como capilla real de la puerta principal de la Basílica y era el único espacio de este templo en el que estaba permitido el acceso a las personas ajenas al Monasterio (de Sigüenza, 1988). La planta del sotocoro imita la traza de la Basílica a menor escala. Consiste en un espacio cuadrado de

Figura 4.8: Coro de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (orientación oeste).

15,50 m de lado separado en tres naves por cuatro pilares centrales. Estos pilares sustentan el techo del sotocoro, que se corresponde con una bóveda plana de 7,50 m de altura, considerada una de las grandes invenciones de Herrera. En los lados norte y sur de las naves laterales del sotocoro se construyeron dos pequeñas capillas desde las cuales se decía misa (de Sigüenza, 1988). El espacio situado entre el sotocoro y la nave se conoce como el coro de los seminaristas. Se trata de un espacio rectangular de 13,50 x 4,50 m desde donde los alumnos del seminario entonaban la Misa del Alba (de Sigüenza, 1988).

Situado sobre el sotocoro, a una altura de 8,00 m respecto al suelo de la Basílica, se encuentra el coro, que a nivel funcional es considerado el espacio más relevante del templo. El coro ocupa un espacio rectangular de 15,50 m de ancho y 27,00 m de largo. Conecta con la nave principal a través de un balcón situado en el lado este, justo encima de las rejas que dividen el sotocoro de la nave. En el lado oeste presenta tres ventanales que dan al Patio de los Reyes. La altura de la pared del coro es de 14,00 m y el espacio se cierra mediante la extensión de la bóveda de cañón de la nave principal, por lo que el punto más alto del coro está situado a 22,50 m. El coro presenta una sillería de madera situada en dos niveles separados por un pasillo de 3,00 m de ancho. Esta sillería está formada por ciento veinticuatro asientos y presenta forma de U abierta en el extremo este. En la parte central de este extremo se encuentra el facistol, que se trata de un gran atril de madera en el que se sitúan los libros corales para poder ser

leídos por toda la comunidad. Al coro se puede acceder por dos arcos situados entre el balcón y la sillería, en los lados norte y sur del coro. Estos arcos llevan a un espacio conocido como antecoro, donde se encuentran las estanterías que guardan los libros corales. Estas salas son accesibles a través de dos pasillos elevados que recorren el perímetro de la Basílica y que se encuentran abiertos al cuerpo principal mediante balcones. Estos pasillos son accesibles desde el Palacio de los Borbones y desde el Claustro Principal. La segunda planta del Claustro Principal también tiene un acceso directo al antecoro sur.

El suelo de la Basílica, a excepción del sotocoro y de los pasillos de la segunda planta que conectan con el coro, es de mármol blanco y gris. Los pilares, las paredes, los arcos y los suelos restantes fueron construidos con piedra berroqueña, extraída de la Sierra de Guadarrama (de Sigüenza, 1988). Las bóvedas que conforman el techo del cuerpo principal de la Basílica, al igual que las del altar y el coro, están construidas en rosca de ladrillo y cubiertas en el exterior de froga y planchas de plomo (Quevedo, 1849). Originalmente, sólo las bóvedas del altar y del coro se encontraban pintadas al fresco, mientras que el resto de las bóvedas estaban estucadas y presentaban dibujos de estrellas azules (Quevedo, 1849; de Sigüenza, 1988). Durante el reinado de Carlos II se encargó a Lucas Jordán que pintase al fresco todas las bóvedas, creándose las pinturas que se conservan hoy en día (Quevedo, 1849).

En el cuerpo principal de la Basílica y en sus laterales se abren un total de cuarenta y cuatro capillas, algunas situadas fuera del plano de la planta y otras en los nichos que forman los arcos que separan las naves. Todas estas capillas presentan un lienzo situado sobre una mesa de mármol pardo.

Las escaleras y mesetas que forman el altar mayor están construidas en mármol pardo. Las paredes que rodean este espacio fueron edificadas en mármol y jade, con decoraciones en bronce. El retablo, cuyo material predominante es también el mármol, está altamente decorado con quince estatuas y otros elementos de bronce, al igual que nueve lienzos. En el espacio central del retablo se sitúa el tabernáculo, construido en mármol, jade y bronce.

El coro de los seminaristas presenta los mismos materiales que el cuerpo principal de la Basílica, mientras que el sotocoro se encuentra completamente construido en piedra berroqueña. Las cinco puertas de acceso a la Basílica son de madera.

En el caso del coro, el suelo se encuentra construido también en mármol blanco y gris, al igual que el de la nave. La bóveda de cañón que lo cierra también coincide en materiales, pero en este caso el fresco fue pintado en el siglo XVI por Luca Cambiaso. Las paredes del coro se encuentran pintadas al fresco y representan diversas escenas de la vida de San Jerónimo (de Sigüenza, 1988). En el centro de estas paredes, a una altura de 4,00 m, se sitúan dos balcones donde se asientan los órganos del coro, los conocidos como del prior y vicario. Un poco más al oeste, se abren dos pequeñas ventanas, que en la actualidad se encuentran tapiadas:

> "(...) la una, de la mano derecha, sirve no más de correspondencia y de que por allí se oiga el reloj del coro que está allí cerca, y la otra es donde las personas reales, viniendo desde sus aposentos, sin entrar en el convento, ven y oyen las Vísperas y oficio divino, teniendo muy cerca a todos los religiosos, que desde allí se goza todo y parece bien" (de Sigüenza, 1988).

Los dos órganos de mayor tamaño de la Basílica se sitúan en los extremos del transepto, a una altura de 12,50 m. Los cuatro órganos del templo fueron construidos por el constructor flamenco Masegil y por sus cuatro hijos (de Sigüenza, 1988).

Actualmente, la Basílica presenta tres elementos que no existían en la época de Antonio Soler. El primero son los púlpitos, que se encuentran situados a ambos lados del altar mayor. Originalmente no se construyeron púlpitos debido al elevado tamaño de la Basílica y a la gran variedad de espacios donde se llevaban a cabo los oficios religiosos (Rotondo, 1862). Desde la fundación de la Basílica, la tradición fue desplazar un púlpito portátil a distintas localizaciones del templo, en función de dónde fuera más conveniente para la celebración litúrgica (Rotondo, 1862). Los púlpitos del altar de la Basílica se construyeron durante el reinado de Fernando VII (Rotondo, 1862). El segundo elemento no original de la Basílica son los bancos de madera repartidos por la nave principal y las naves laterales. La función de estos bancos es dar asiento a los fieles que asistan a los actos litúrgicos que se celebran en la Basílica, pero es de suponer que su colocación en el templo fue posterior al siglo XIX. En los testimonios conservados no existe ninguna mención a la presencia de estos bancos, al igual que no se conserva ninguna representación pictórica donde se observe su presencia. Por último, en la nave lateral norte se encuentra una reconstrucción en tamaño reducido del Monumento de Semana Santa que era erigido todos los años durante esta celebración, pero que una vez finalizada era retirado.

Figura 4.9: Sotoro de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial.

Uso del espacio

A pesar de la monumentalidad de la Basílica, este templo nunca fue planeado como un lugar público de oración. El día de inauguración de la Basílica, Felipe II ordenó que ninguna persona ajena al Monasterio, la familia real o la corte pudiera acceder al cuerpo principal de este templo, que pasaba a ser considerado como capilla real. Por lo tanto, la Basílica puede dividirse en dos iglesias, una para el rey y otra para el pueblo:

> "Llamándola una basílica cuadrada, porque tal fue el intento de su dueño: hacer una hermosa capilla para oír los oficios divinos, donde se pudiesen celebrar misas y sacrificios en grande número y donde, como en capilla real, no pudiesen entrar indiferentemente todos. (...) Para él y para las demás personas reales, Reinas y Príncipes, Infantas, caballeros y damas y la demás casa, que aquí traen bastantísima y espaciosa. Para la gente vulgar y demás ordinarios servicios que puede y suele concurrir, sirve abundantemente el sotacoro, que es como cuerpo de iglesia" (de Sigüenza, 1988).

Desde el siglo XVI hasta principios del XIX, la música ocupaba un lugar esencial en la realización de los ritos litúrgicos en el Monasterio de San Lorenzo. Se conservan numerosos testimonios escritos, aunque también existe alguna representación pictórica, que ejemplifican la celebración de estos ritos y detallan las personas que participaban en ellos, incluyendo las posiciones que ocupaban, y las piezas interpretadas. La ubicación de los agentes de la liturgia y de la audiencia durante las celebraciones dependía del acto litúrgico. Algunos incluían a toda la comunidad y habitantes del Monasterio, mientras que otros solo requerían la presencia de unos pocos participantes (Campos y Fernández de Sevilla, 2014).

Uno de los espacios habitualmente ocupados durante las celebraciones religiosas era el altar mayor de la Basílica. En este espacio, los ejecutantes llevaban a cabo la misa y el sermón, generalmente situados en la segunda meseta del altar, que cae debajo del tabernáculo: "donde hacen otra mesa, en que está de pies el sacerdote con sus ministros" (de Sigüenza, 1988). También dentro del altar mayor, pero en este caso en la primera meseta que se forma entre las dos escaleras, se realizaban la interpretación de autos sacramentales y otras obras teatrales de carácter religioso:

> "[Se representó] una comedia en la mesa del altar mayor y hecho sus danzas lo mejor que supieron, solo para agradar a su rey y señor, con la cual comedia el rey mostró mucho contento y se rio mucho" (Ortega Barnuevo, 2015; de Sepúlveda, 1924).

Cuando los ejecutantes de los ritos y los intérpretes musicales se encontraban en el altar, era habitual encontrar a la audiencia de estos actos en diferentes localizaciones, dependiendo del grupo de habitantes al que pertenecían. En el caso de que se invitase a alguna celebración a un alto rango de la jerarquía eclesiástica española, éste habitualmente se situaba a la misma altura que los oficiantes, pero se encontraban sentados en los asientos que existen en la segunda meseta del altar mayor:

> "Hay también de cada parte dos asientos, donde a su tiempo se sienta el sacerdote que celebra con sus ministros, y el otro sirve para cuando vienen Prelados señalados

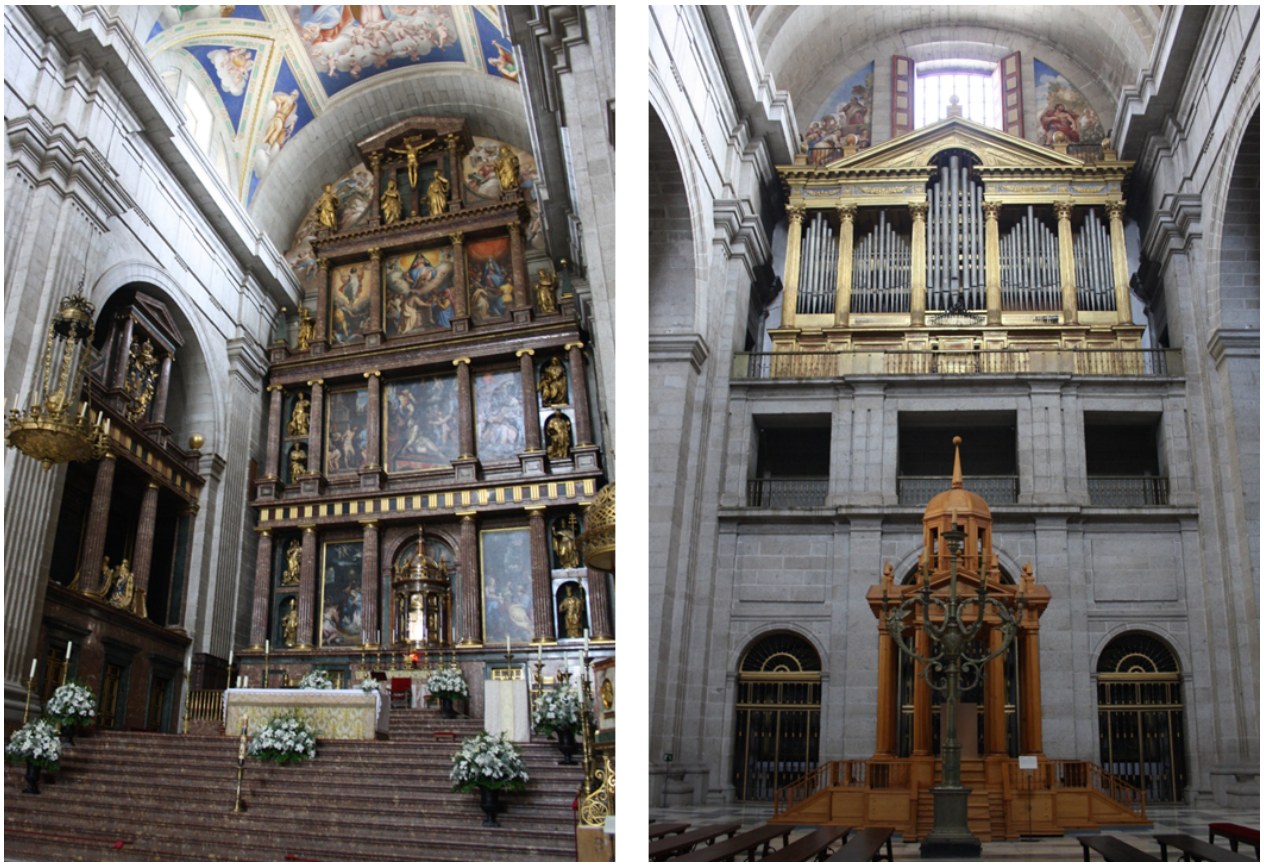


Figura 4.10: Altar (izq.) y transepto norte (dcha.) de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo.

y desde allí oyen la misa" (de Sigüenza, 1988).

En las ocasiones donde los sermones y las interpretaciones teatrales tenían lugar después de una procesión, lo que habría supuesto la bajada de la comunidad del coro al cuerpo principal de la Basílica, la comunidad y los alumnos del seminario solían tomar como asiento el primer grupo de escaleras que da al altar mayor:

> "Las gradas primeras que se levantan desde la iglesia a la primera mesa del altar mayor son doce, atraviesan de pilar a pilar; salvo las tres primeras de abajo, que dejan libre la basa de las pilastras principales. En ellas se asienta el colegio, y convento, y seminario, a oír los sermones; tan capaces son, que caben todos sin apretarse" (de Sigüenza, 1988).

Asimismo, dentro del espacio ocupado por el altar mayor, se encuentran las puertas de acceso a los oratorios de los reyes, donde se situaban en ocasiones para escuchar el sermón, especialmente después de las procesiones, como narra Sigüenza en la descripción de la procesión realizada el 9 de agosto de 1586:

> "Subieron el Prior y los ministros hasta las gradas últimas del altar, quedando todos los religiosos en su mismo orden por todo el cuerpo de la iglesia tendidos. El Rey, el Príncipe y los que llevaban con él las varas del palio llegaron hasta la mesa que se hace encima de las primeras gradas, y dejándolas, allí se entraron

> en el oratorio; la señora Infanta doña Isabel iba detrás de su padre, con un cirio blanco en las manos, y otras muchas señoras y damas de su palacio, y se entraron juntamente en los oratorios que están a los lados de esta mesa; el Rey, Príncipe e Infanta, en el oratorio que está al lado de la Epístola, donde tiene su aposento, y las damas, al que está al del Evangelio, donde cae también el aposento de las Reinas e Infantas" (de Sigüenza, 1988).

En esta última cita también es posible apreciar la mención que hace Sigüenza a la posición que ocupada la comunidad monástica. Otro testimonio que refleja lo habitual que era que la comunidad se situase en el cuerpo de la Basílica tras una procesión, espacio que también ocupaban los miembros de la corte, es un grabado de Fernando Brambilla titulado *Vista del interior del Templo del Monasterio de San Lorenzo en Jueves Santo.*

Era común que la corte se situase en la baranda del coro para seguir las celebraciones religiosas, como narra el P. Francisco de los Santos sobre las celebraciones realizadas por el acto de la Segunda Traslación de la Sagrada Forma, que tuvo lugar en 1685: "Los grandes y señores, unos en el coro, otros en la Iglesia; cuya gran capacidad llenaba gran multitud de gente" (de los Santos, 1962; Sierra Pérez, 1996a). Otra posición que solían ocupar los miembros de la corte eran los balcones situados en los pasillos de la segunda planta que rodean el perímetro de la Basílica y dan paso al coro: "allí hay puertas para los nichos altos que sirven de tribunas, desde donde, sin bajar abajo, se oye misa en los altares de frente" (de Sigüenza, 1988).

Dado que el cuerpo principal de la Basílica era considerado como capilla real, las personas ajenas al Monasterio debían escuchar los sermones y los oficios divinos desde detrás de las rejas del sotocoro:

> "La innumerable gente que había acudido de los pueblos inmediatos no pudo gozar más que a medias de este sublime espectáculo, porque la guarda del rey no dejó pasar de las rejas de bronce que están a la entrada, sino a los que iban en la procesión; y desde entonces para siempre mandó Felipe II que ninguno, salvo los caballeros de su casa y algunas personas de distinción, pasase de aquellas rejas, ni entrasen más que debajo del coro" (Quevedo, 1849).

En el coro de los seminaristas se realizaba diariamente la misa del alba, que era entonada por los alumnos del colegio y seminario del Monasterio (Hernández González, 1993c). Dentro del sotocoro se construyeron dos capillas donde "dicen misa al pueblo los clérigos ordinarios que llegan y gran número de religiosos mendicantes" (de Sigüenza, 1988). Los únicos asistentes a estas celebraciones eran personas ajenas al Monasterio, por lo que también estaban situadas en el sotocoro.

El espacio más importante a nivel litúrgico dentro de la Basílica era el coro, donde la comunidad realizaba los oficios divinos desde los asientos de la sillería:

> "Todas se llenan muchas veces de religiosos y hartas he visto faltar sillas, y es un espectáculo harto de ver en cada uno de aquellos encasamentos o asientos puesto un siervo de Dios que, con la boca, con el alma y con todos sus sentidos y compostura del cuerpo y con razón, está alabando al Señor dos y tres horas sin mudarse" (de Sigüenza, 1988).

Figura 4.11: Orientación este (izq.) y órgano prioral (dcha.) del coro de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial.

Durante la liturgia de algunas grandes festividades, como la Navidad o el Corpus, también era habitual interpretar villancicos y obras teatrales religiosas en el coro (Sierra Pérez, 1993). Tanto en el oficio divino como en las obras teatrales, los intérpretes del canto y las partes instrumentales eran los propios miembros de la comunidad, lo que los convertía a la vez en ejecutantes y audiencia.

La familia real y la corte también asistía a los oficios divinos durante los tres meses que anualmente pasaban en el Monasterio de San Lorenzo. Como se ha mencionado anteriormente, una de las localizaciones donde solían situarse los Reyes son las ventanas altas situadas en las paredes del coro, a las cuales podían acceder desde sus aposentos sin molestar a la comunidad:

> "A la tarde se dieron las vísperas de la fiesta del glorioso mártir San Lorenzo con la majestad que fue razón; el Rey y sus dos caras prendas las oyeron desde una ventana que se hizo para este efecto encima de las sillas del mismo coro que cae a la parte de la casa real" (de Sigüenza, 1988).

Felipe II, y posteriormente también su hijo Felipe III, llegaron a ocupar durante las celebraciones del oficio de las horas un asiento en la sillería del coro, que compartieron con la comunidad monástica:

> "A la tarde se dijeron las Vísperas con la misma solemnidad. Subió el Rey llevando

> consigo al Príncipe, a oírlas al coro principal, y también aquí dio señas de su gran piedad y modestia: no sólo no quiso ponerse en la silla del prior, mas ni aún en las que están junto de ella señaladas en grandeza, sino en el rincón de la mano derecha, en una silla que, por hacerse allí ángulo, es algo más ancha que las otras, y en ella se pusieron padre e hijo, mandándole al Prior que no se mudase de su silla. Esta manera de asiento guardó, en todo el tiempo que vivió, las veces que quiso gozar del coro más de cerca; y la misma con otras mil cosas de éstas, heredó su hijo Felipe III, el Rey nuestro señor, que hoy vive, pues no ha querido jamás otro asiento sino el mismo que le enseñó la piedad de tal padre" (de Sigüenza, 1988).

Los miembros de la corte solían asistir a estos oficios desde las mismas posiciones que ocupaban durante los sermones, ya fuera en la baranda del coro, en los pasillos laterales o en el cuerpo principal de la Basílica.

Por último, es interesante resaltar una anécdota contada por el P. Sigüenza donde el rey Felipe II escuchó los oficios del coro desde su aposento, que se encuentra conectado al altar de la Basílica por un oratorio:

Figura 4.12: Interior de la Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (orientación suroeste).

> "Oyónos el Rey Católico desde sus oratorios y envíonos a decir con un ayuda de cámara que cantásemos un salmo para ver cómo salín las voces en una iglesia y coro tan grande. Hízose así y salió celestialmente" (de Sigüenza, 1988).

A pesar de lo inusual de la localización, se podría considerar que ésta fue utilizada habitualmente por el Rey, especialmente durante sus últimos años de vida, cuando los síntomas de la gota que sufría le habrían impedido subir las escaleras al coro.

4.2.2 Salas Capitulares

Las Salas Capitulares son dos recintos simétricos conectados a través de un zaguán. Estas salas se encuentran situadas en la esquina sureste del Monasterio de San Lorenzo y conectan con la planta baja del Claustro Principal del Monasterio. Las paredes exteriores de las dos salas y del zagún caen sobre el Jardín de los Frailes. La función principal de las Salas Capitulares, como su nombre indica, era albergar las celebraciones de los capítulos de la comunidad monástica; pero también fueron utilizadas durante los siglos XVII y XVIII para la realización de conciertos, academias musicales y teatro de sombras.

Desde la puerta del Claustro Principal que conecta con las Salas Capitulares, se accede, en primer lugar, a un pequeño recinto rectangular de 8,60 x 10,60 m que actúa como zaguán y da paso a las dos salas. En este hay tres ventanas de 1,35 m de anchura y 2,35 m de altura. Las paredes laterales del zaguán presentan tres puertas: las centrales tienen un ancho de 2,20 m y una altura de 3,55 m, mientras que las laterales son más pequeñas, con unas dimensiones de 1,20 x 2,10 m. El techo es abovedado y está decorado con grutescos pintados al fresco. La sala que se encuentra situada en el lado este se conoce como la Sala Prioral, mientras que la que se abre al oeste recibe el nombre de Sala Vicarial.

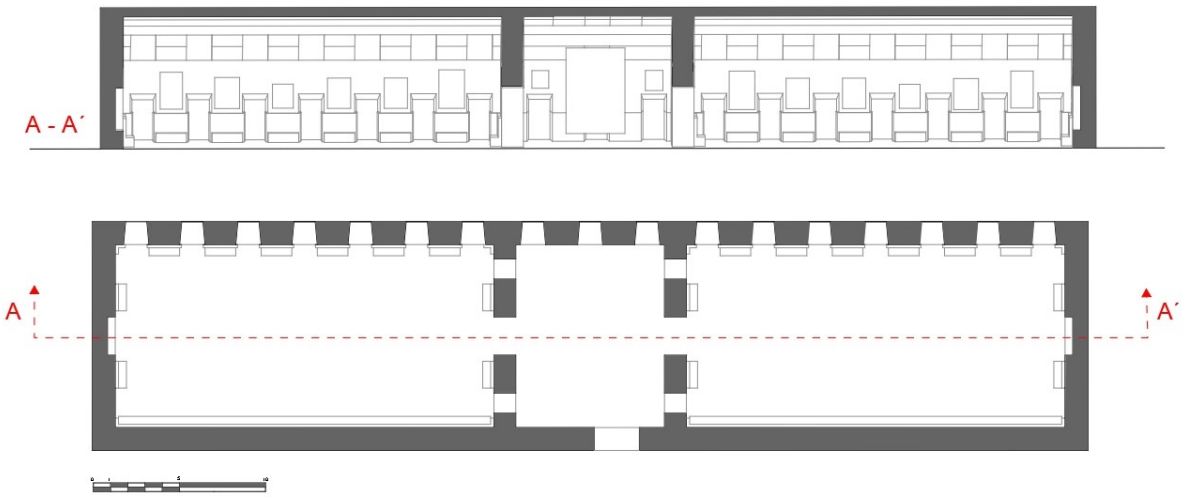


Figura 4.13: Planos de las Salas Capitulares del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta.

Las Salas Capitulares presentan una planta rectangular de 22,00 x 10,60 m. En los extremos enfrentados a las puertas de entrada desde el zaguán se sitúan dos altares, cuyas mesas tienen una anchura de 2,10 m y una altura de 1,10 m. Encima de estos altares se encuentran dos cuadros con la misma anchura que la mesa del altar y una altura de 2,50 m. A los lados de este altar se sitúan dos puertas del mismo tamaño que sus opuestas. Las puertas del lado Prioral dan acceso a la Sala Prioral Baja, mientras que las de la Sala Vicarial dan a un pasillo que permite bajar a los jardines del Monasterio. En el lado sur de las Salas se encuentra un orden de siete ventanas del mismo tamaño que las del zaguán. En los espacios entre las ventanas se sitúan pequeños grupos de asientos. La pared norte se encuentra cubierta por una larga sillería construidas en madera. La altura total de esta sillería es de 1,66 m, estando el asiento a 0,54 m del suelo.

Las paredes de las Salas Capitulares y del zaguán tienen una altura de 4,75 m y, tras superar la cornisa que los rodea, se encuentra un techo abovedado cuyo punto más alto se sitúa a 7,70 m del pavimento. Encima de las ventanas presentes en el lado sur de las salas, se abre un segundo orden de ventanas de 1,30 x 1,60 m. En el lado opuesto de la bóveda se construyeron huecos de idénticas dimensiones, pero no se colocaron ventanas debido a que esta pared da al Claustro Principal. Las bóvedas de las tres salas están pintadas al fresco con grutescos de estilo renacentista.

Los pavimentos de las dos Salas Capitulares y del zaguán están construidos con losas de mármol blanco y gris. Los marcos de las dos puertas de entrada a las salas y los de los altares son de piedra berroqueña. Las paredes del zaguán presentan una repisa de cerámica de 1,65 m de altura, cerrándose la pared en yeso. Las paredes de las dos Salas Capitulares fueron terminadas en yeso y las sillerías son madera. El techo de las tres salas es de yeso pintado al fresco.

Estas salas han albergado numerosas pinturas de gran calidad desde el siglo XVI, pero no se conoce cuales fueron o su posición. En 1849, José de Quevedo publicó un libro sobre la historia del Monasterio de San Lorenzo, en el que describe cada una de sus salas y menciona las pinturas colgadas en las Salas Capitulares de la siguiente forma: “Este espacio, tanto en el atrio como en las salas, está adornado de multitud de pinturas al óleo, que no me atrevo a describir, porque hace mucho tiempo que están sin colocación fija, y mezcladas con lienzos que no merecen ocupar aquel lugar” (Quevedo, 1849). En la actualidad, el zaguán tiene su pared sur cubierta por un cuadro del Greco (*El martirio de San Mauricio*), cuyas dimensiones son de 4,45 x 2,94 m. Además de este cuadro, se pueden encontrar seis más colocados sobre las ventanas y los marcos de las puertas de menor tamaño. La Sala Prioral tiene colgadas un total de veinte pinturas del siglo XVI, ocho sobre las puertas en los extremos este y oeste, una en el altar, cinco sobre la pared norte y seis entre las ventanas del lado sur. La Sala Vicarial está adornada por veintiún lienzos del siglo XVII colocados en la misma disposición, con la excepción de que hay un cuadro más en la pared norte.

Uso del espacio

La función principal de las Salas Capitulares era albergar los capítulos de la comunidad, que eran reuniones en las que se trataban asuntos concernientes al funcionamiento del Monasterio y

Figura 4.14: Interior de la Sala Prioral del Monasterio de San Lorenzo del Escorial.

se hacía confesión pública. Si el capítulo era presidido por el prior de la comunidad monástica, éste se realizaba en la Sala Prioral. En el caso de que fuera el vicario el que presidiera la reunión, se llevaba a cabo en la Sala Vicarial. Lo más probable es que el prior o el vicario se situaran cerca del altar de la sala correspondiente, mientras que los monjes de la comunidad ocuparían los asientos repartidos por las paredes del recinto.

Se tiene constancia de que las Salas Capitulares del Monasterio de San Lorenzo no se utilizaron exclusivamente para la realización de los capítulos, sino que también fueron utilizadas como salas de conciertos. Las veladas musicales organizadas en este espacio solían estar relacionadas con alguna figura de la realeza o la corte y era habitual la asistencia y participación de los músicos de la comunidad escurialense. Las entradas en las cuentas del infante don Gabriel muestran que en 1779, 1780 y 1782 se organizaron representaciones de teatro de sombras y academias musicales en estas salas:

> "Cuando la corte realizó la jornada en el Escorial, se volvió a bajar el clave del padre Soler, pero esta vez se instaló en las salas capitulares, donde Manuel Martínez había armado los bastidores de sombras y traído el órgano de vasos. A las academias realizadas en este real sitio acudieron, además del padre jerónimo, Nicolás Conforto, maestro de clave del infante; Francisco Manzano, que tocó el

> mandolino, y Francisco Javier Moreno que tocó el violín" (Martínez Cuesta, 2003; Sierra Pérez, 2019).

A pesar de que estas son las tres únicas noticias conservadas sobre interpertaciones de música teatral y de cámara en las Salas Capitulares, es muy probable que fuera algo habitual durante las jornadas que pasa la corte en el Monasterio.

Los pocos testimonios que se conservan relativos a la realización de estos conciertos no indican las posiciones ocupadas por sus participantes. Debido a la disposición de las salas, se ha tomado como hipótesis que los intérpretes ocuparían un espacio cercano al altar, mientras que los asistentes podrían situarse en los asientos disponibles en las salas o en sillas que habrían sido desplazas desde otros aposentos y repartidas por el resto del recinto.

4.2.3 Iglesia de Prestado

La Iglesia de Prestado, también conocida como la Iglesia Vieja, está situada en la cara oeste del Claustro Principal, en su extremo sur. Esta sala fue originalmente construida para que la comunidad monástica realizara en ella los oficios divinos mientras se terminaba de construir la Basílica. Por lo tanto, fue utilizada diariamente con este fin desde el traslado de la comunidad al Monasterio el 12 de junio de 1571 hasta la bendición de la Basílica el 9 de agosto de 1586.

La disposición de la Iglesia de Prestado en estos primeros años dista mucho de su estado actual. Lo único que se conserva sin modificaciones son las dimensiones del recinto y los altares. Junto a la escalera que sube al altar mayor existía originalmente una segunda escalera que bajaba a una bóveda – que continúa estando situada en este lugar, aunque no se puede acceder a ella desde la Iglesia – donde se depositaron provisionalmente los primeros cuerpos reales que fueron trasladados al Monasterio. El cambio más notable que se realizó en la reconstrucción de esta Iglesia se corresponde con la eliminación del coro. Este coro fue construido con una estructura semejante al coro de la Basílica, pero con dimensiones muy inferiores. Estaba construido en una posición elevada, a quince pies castellanos del suelo, y situado en la pared sur del recinto. Debajo de este coro se construyó un pequeño aposento y una tribuna desde donde el rey Felipe II pudiera seguir los oficios divinos. En 1587, una vez finalizada la Basílica, se modificó la geometría de la la Iglesia de Prestado hasta quedar como se conserva la actualidad (Quevedo, 1849).

Este recinto presenta una planta rectangular de 27,50 x 10,00 m que se extiende al oeste por un altar de casi 4,00 m de profundidad, lo que da al recinto una longitud total de 31,50 m. El altar está constituido por una doble altura: a nivel del suelo se encuentran dos altares laterales de 4,00 m de altura y 2,50 m de anchura; entre éstos, se sitúa una escalinata de siete gradas que sube hasta el altar mayor, con una altura de 6,65 m y una anchura de 4,30 m. Justo antes de la escalinata del altar mayor, en las paredes laterales, se abren dos arcos con una profundidad de 1,35 m. El arco situado en el lado sur presenta una puerta que da acceso a los claustros menores; el del lado norte está cerrado por una pared lisa y alberga un órgano de pequeño tamaño.

Después de estos dos arcos se presentan dos pilastras de piedra berroqueña conectadas mediante un arco, también de piedra, que cubre toda la anchura de la sala. Pasadas estas

Figura 4.15: Altar de la Iglesia de Prestado del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (orientación oeste).

pilastras, se encuentran en las paredes laterales otros dos arcos del mismo tamaño que los anteriormente mencionados. En este caso, ambos arcos presentan puertas: la del lado oeste lleva a los claustros menores y la opuesta es la puerta principal de la Iglesia de Prestado, que conecta esta sala con el Claustro Principal. En la pared del lado sur hay cinco ventanas, dos de ellas están situadas el nivel del pavimento y sus dimensiones son de 2,30 x 1,25 m y las otras tres están construidas a una altura de 5,00 m, siendo su anchura de 1,35 m y su altura dependiente del arco que cierra el techo. Todas las ventanas presentan un retranqueo de 1,30 m respecto a la pared y dan al Jardín de los Frailes.

Las paredes de este recinto se encuentran rodeadas por una cornisa de piedra berroqueña. A partir de esta cornisa, que está situada a una altura de 4,00 m, se construyó la bóveda que cierra el techo del recinto, cuyo punto más alto es de 7,85 m. Esta bóveda se encuentra dividida en tres secciones por dos arcos de piedra asentados sobre pilastras. Las paredes del recinto y el techo se encuentran terminadas en yeso. El suelo es de mármol blanco y gris y los altares fueron construidos en mármol sanguíneo, con decoraciones en jaspe y bronce.

La sillería de madera que estaba situada en el coro elevado fue posicionada en las paredes laterales de la Iglesia de Prestado tras su reconstrucción. La única decoración que presenta este recinto son dos órganos y nueve pinturas. El órgano de mayor tamaño está situado cerca

de los altares y de menor tamaño, al final de la sala. Es posible que estos órganos no sean los que tenía el recinto originalmente. De las nueve pinturas colgadas en las paredes de esta sala, tres de ellas se corresponden con las de los altares laterales y el altar mayor. Las paredes laterales presentan cuatro cuadros de gran tamaño, y el lado restante dos considerablemente más pequeños. Es de suponer que estos cuadros no se corresponden con los que decoraban este recinto en época de Soler, pero es imposible conocer el número exacto ni sus dimensiones. En 1849, José de Quevedo indica que la Iglesia de Prestado estaba adornada con veintinueve pinturas (Quevedo, 1849). Unos pocos años después, en 1862, Antonio Rotondo publica otro libro sobre el Monasterio donde indica la presencia de veintiún pinturas en este mismo recinto (Rotondo, 1862). Es muy probable que los cuadros que adornaban las paredes de los diferentes recintos del Monasterio de San Lorenzo fueran modificadas en numerosas ocasiones, siendo probablemente trasladadas a otras salas del mismo edificio.

Uso del espacio

Como se ha mencionado anteriormente, la Iglesia de Prestado fue utilizada diariamente entre los años de 1571 y 1587. A partir de este último año los ritos litúrgicos pasaron a realizarse en el coro de la Basílica, por lo que se redujo notablemente el uso de este recinto. Durante los siguientes dos siglos y medio la Iglesia de Prestado fue utilizada para realizar los oficios de difuntos de los monjes jerónimos (Rotondo, 1862; Rubio Álvarez, 1965).

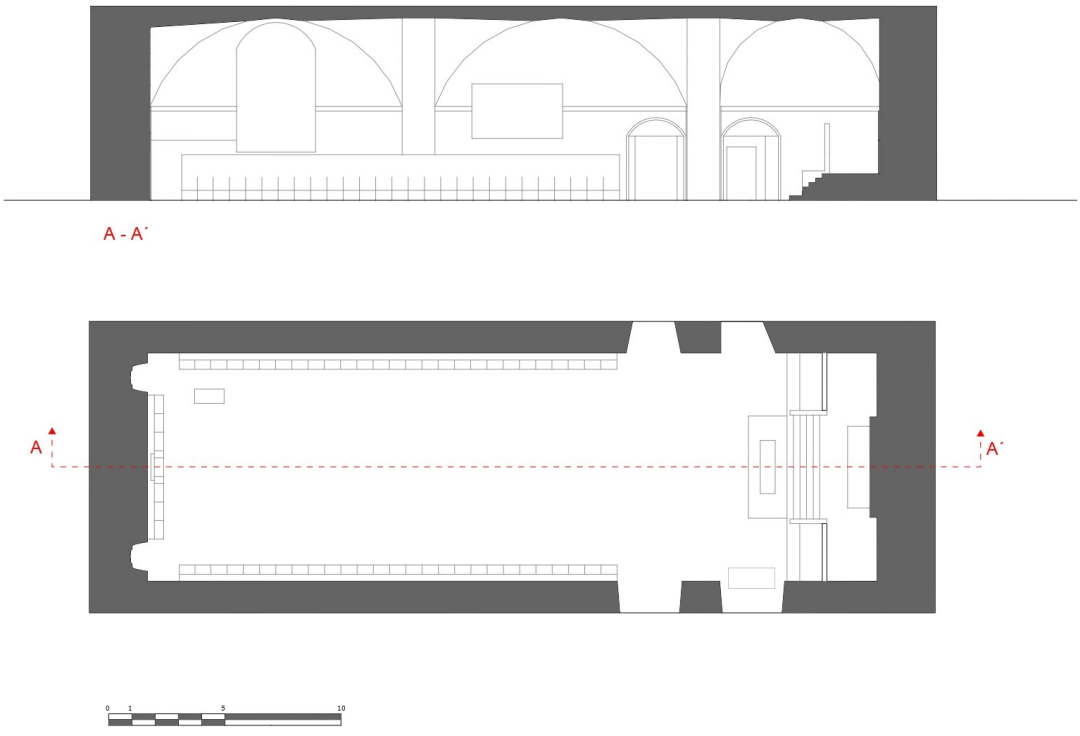


Figura 4.16: Planos de la Iglesia de Prestado del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta.

Figura 4.17: Interior de la Iglesia de Prestado del Monasterio de San Lorenzo del Escorial (orientación este).

Las celebraciones de las misas de difuntos eran un evento íntimo al que sólo asistía la comunidad jerónima. Este grupo, por lo tanto, constituía tanto a los ejecutantes como a la audiencia. La capilla musical y los oficiantes que presidían las ceremonias probablemente se situaban en el altar mayor o en una posición cercana, mientras que el resto de la comunidad ocupaba los asientos de la sillería que recorre las paredes del recinto. En las ocasiones en que se interpretaba música polifónica, esta sería ejecutada por la capilla musical, mientras que el canto llano sería entonado por todos los monjes presentes.

4.2.4 Sacristía

La Sacristía del Monasterio de San Lorenzo se encuentra en el lado este del Claustro Principal. Conecta con este claustro a través de una antesala, que también comunica la Sacristía con el altar de la Basílica. Forma parte de la zona del Monasterio perteneciente al convento y, actualmente, se considera de uso exclusivo de la comunidad agustina, por lo que no es visitable. Esta sala se continúa utilizando para guardar la indumentaria religiosa que utilizaban los ejecutantes de las celebraciones litúrgicas.

Se trata de una sala rectangular de 28,25 m de largo y 9,60 m de ancho. Las paredes tienen

una altura de 4,80 m y se encuentra cerrada por un techo de bóveda de cañón cuyo punto más alto está a 8,00 m del suelo.

La pared este de la sala presenta nueve aberturas de 1,60 m de ancho y 2,60 m de alto. Cinco de estas aberturas se encuentran retranquadas 1,25 m del plano de la pared y terminan en ventanas de 1,35 x 2,35 m que dan al Jardín de los Frailes. Las otras cuatro aberturas, que se sitúan entre cada par de ventanas, albergan gabinetes de madera. En la pared opuesta se encuentra una cajonera de 24,00 m de largo donde se guardan las vestimentas litúrgicas. Este mueble fue construido en madera y presenta dos alturas: una primera de 1,10 m de alto donde se disponen los cajones y, encima de esta y retrasada 1,20 m, una segunda altura de 1,20 m donde se construyeron armarios.

El elemento de mayor valor artístico de esta sala es el altar de mármol gris construido en su pared sur. Carlos II ordenó su construcción en 1684, después de haber prometido a la comunidad jerónima realizar un altar como compensación por la profanación del templo que llevaron a cabo los seguidores de Juan de Austria, hijo ilegítimo de Felipe IV. El estado original de esta pared no ha sido descrito en detalle por ninguno de los cronistas del Monasterio, pero dado que la construcción de la capilla fue anterior a la estancia de Soler en el Monasterio, es su estado actual el que resulta de interés para esta investigación.

Figura 4.18: Altar de la Sacristía del Monasterio de San Lorenzo del Escorial.

El altar ocupa toda la cara sur de la Sacristía, por lo que tiene una anchura de 9,60 m y se cierra por un arco cuya altura máxima es de 8,00 m. En este espacio destaca el cuadro situado sobre el altar mayor, realizado por Claudio Coello y denominado La Sagrada Forma, que representa el evento de traslación de una sagrada forma a la que Carlos II tenía especial devoción a este lugar. El tamaño del cuadro es de 2,70 x 5,70 m y se trata de la única representación pictórica que se conserva de la capilla musical del Monasterio. Tras este cuadro se abre un nicho en el que está situado un tabernáculo, dentro del cual se guarda dicha sagrada forma. El cuadro está enmarcado por cuatro columnas de mármol altamente decoradas. Entre estas columnas y las dos que se asientan próximas a la pared se encuentran dos puertas de madera decoradas en bronce. Encima de estas puertas y recubriendo el espacio del arco no ocupado por el cuadro, se sitúan numerosos relieves y estatuas de mármol, bronce y jade. Estas decoraciones representan santos y episodios bíblicos (Rotondo, 1862). La abundante decoración de este retablo choca con la sobria construcción del resto del Monasterio.

La estructura de la pared norte de la Sacristía se asemeja a la de la capilla, por lo que es posible considerar que la pared sur sería idéntica a ésta antes de su construcción. Situada en el centro de la pared se encuentra la puerta de entrada a la Sacristía, que tiene unas dimensiones de 2,70 x 4,50 m. A cada lado de la puerta principal se encuentran dos puertas de menor tamaño que se corresponden con las de la capilla. El arco que cierra esta pared está pintado al fresco con representaciones de historias bíblicas.

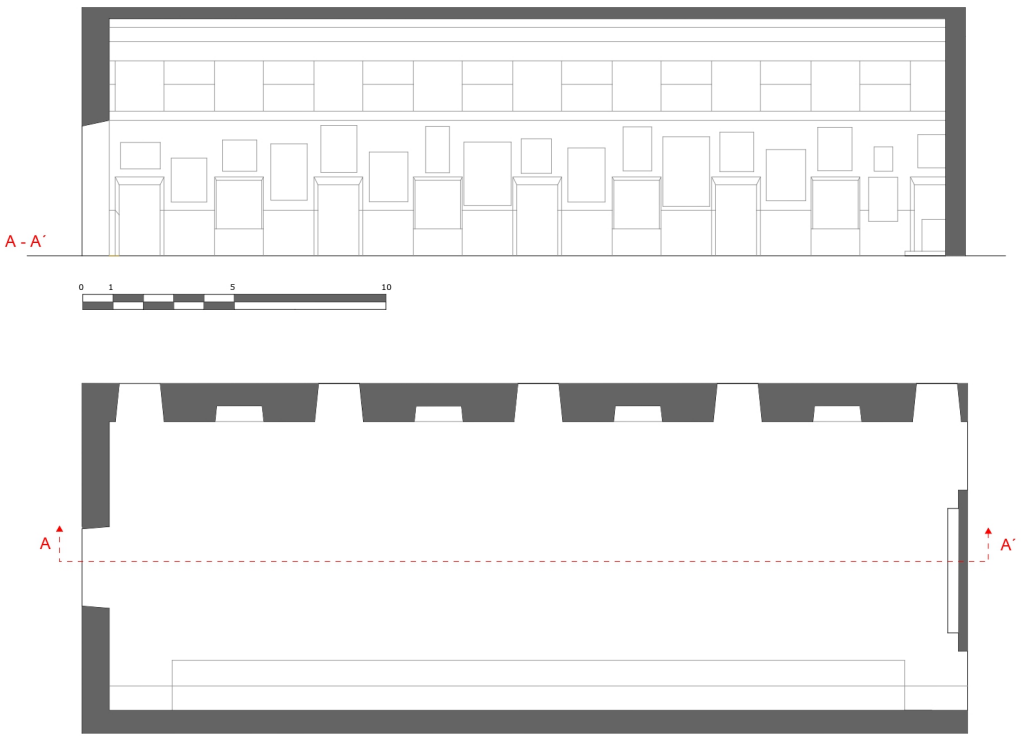


Figura 4.19: Planos de la Sacristía del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta.

La bóveda de cañón que constituye el techo de la Sacristía presenta en sus lados este y oeste nueve espacios para ventanas cuadradas de 1,60 m de lado. En el caso del lado este, en estos huecos se construyeron ventanas que dan al Jardín de los Frailes y que iluminan el espacio; mientras que en el lado oeste se realizaron pinturas que imitan ventanas. El resto del techo se encuentra decorado con grutescos pintados al fresco.

El suelo de la Sacristía fue construido con losas de mármol blanco y gris, al igual que el altar. Los cercos de las puertas del lado norte se ejecutaron en piedra berroqueña y el resto de la pared está terminada en yeso. La pared este y los recodos de las ventanas fueron construidos en dos materiales: losas de piedra desde el suelo hasta una altura de 1,50 metros y yeso hasta la bóveda. En el lado oeste, por encima de la cajonera, sólo es posible apreciar pared enyesada, aunque probablemente la construcción de esta pared se corresponda con su opuesta. La pared sur, correspondiente con la capilla, está construida en mármol, bronce y jade. El techo de la sala se terminó en yeso pintado al fresco.

Desde el siglo XVI este espacio ha albergado numerosas obras de arte, pero, al igual que se comentó en los dos recintos anteriores, conocer su número exacto, tamaño o localización es una tarea imposible. En la actualidad este recinto se encuentra decorado por veinticinco cuadros, sin contar el situado en el altar de la capilla. Siete de estos cuadros son de gran tamaño y se encuentran colocados sobre la cajonera. Los restantes son de menor tamaño y están posicionados sobre las ventanas y armarios y entre ellos. En 1849, Quevedo relató que recientemente se habían retirado veinticuatro obras de arte de esta sala y enumera los cuadros que se conservan en ella, cuyo número asciendía a cuarenta y dos (Quevedo, 1849).

Uso del espacio

A pesar de la falta de testimonios conservados sobre la interpretación de música en la Sacristía, los investigadores parecen estar de acuerdo en que en este espacio sí que se celebrarían actos litúrgicos que la incluyeran (Sierra Pérez, 1985a; Sierra Pérez, 2019). El evento más notable realizado en la Sacristía corresponde con la primera y segunda traslación de la sagrada forma que tuvieron lugar en los años 1684 y 1689, respectivamente (Quevedo, 1849; Sierra Pérez, 1996a).

La celebración de estos traslados presenta gran relevancia no sólo por los testimonios conservados, en los que los cronistas dedicaron especial atención a la música que se interpretó, sino por la posterior creación del cuadro de *La Sagrada Forma* que hoy preside el altar de la Sacristía. Este cuadro se trata de la única representación que existe de la capilla musical del monasterio escurialense, lo cual ha permitido a los investigadores conocer mejor el número de miembros que la formaban y los instrumentos que utilizaban. Se ha supuesto que este cuadro debe ser una representación fiel de la realidad musical del Monasterio debido a que su artífice fue el Padre Fray Francisco de los Santos, músico notable y maestro de capilla del Monasterio (Sierra Pérez, 1996a).

En su libro *Función Catholica* (de los Santos, 1962), de los Santos describe detalladamente la música que se interpretó durante las dos traslaciones de la sagrada forma, por la cual se realizaron actos tanto en la Basílica como en la Sacristía. Una noticia que recoge detalladamente el uso que se hizo de esta sala, y que se corresponde con la representación realizada por Coello,

Figura 4.20: Vista de la entrada de la Sacristía del Monasterio de San Lorenzo del Escorial.

fue escrita por José Quevedo en relación con la segunda traslación de la sagrada forma, que se realizó una vez estuvo el altar finalizado. Esta noticia menciona las interpretaciones realizadas en la Basílica por la Capilla Real y describe la procesión que ¡ finaliza con el depósito de la sagrada forma en el nuevo altar. Reproducimos el fragmento referente a los actos realizados en la Sacristía:

> "Describir lo que fue en aquel momento tan bellísimo salón, dar una idea del efecto que su vista causaba, es superior a las fuerzas humanas. Las innumerables luces con que estaba adornado, aumentadas por las que llevaban en las manos todos los concurrentes, y multiplicadas hasta el infinito por los reflejos de los recién bruñidos jaspes del nuevo altar, el brillo de los metales preciosos, de la costosa y variada pedrería, sembrada con profusión en el tabernáculo, en el frontaltar y en los sagrados ornamentos y vasos, no puede compararse a nada humano; solo podrá dar alguna idea la consideración de aquella luz inaccesible que baña eternamente el trono de la Divinidad. Mientras el prior decía las oraciones y desempeñaba las demás ceremonias, los reyes estaban de rodillas en un magnifica estrado sembrado de oro, colocado al lado del Evangelio: todos los demás rendían adoración a la forma santa en lo largo de la sacristía; la capilla entonaba con armoniosos acentos las divinas alabanzas y el humo de exquisitos aromas, mezclado con el fervor de

los corazones, subía hasta la presencia del Dios de Israel" (Quevedo, 1849).

Esta celebración representa un acto excepcional en la historia del Monasterio de San Lorenzo. Es muy posible que, de un modo más habitual, los únicos asistentes a los actos litúrgicos realizados en la Sacristía fueran un reducido grupo de monjes jerónimos. Los oficiantes de dichas ceremonias probablemente se situarían en el altar de la capilla, mientras que los demás asistentes, que participarían en la entonación del canto llano, estaría repartidos por el cuerpo de la sala.

4.2.5 Claustro Principal

El Claustro Principal del Monasterio de San Lorenzo es una galería situada en la planta baja del claustro de mayor tamaño del edificio. Se encuentra ubicado en la esquina sureste del Monasterio y sus galerías rodean el conocido como Patio de los Evangelistas. Durante casi tres siglos este claustro fue utilizado para la realización de procesiones, que accedían a la Basílica a través de una de sus puertas. Además de al templo, este claustro da acceso a otras salas de gran relevancia para la vida monástica, como son las Salas Capitulares, la Iglesia de Prestado y la Sacristía.

Figura 4.21: Pasillo del Claustro Principal del Monasterio de San Lorenzo del Escorial.

La galería del Claustro Principal presenta una planta casi cuadrada, con una longitud en el eje norte-sur de 58,90 m y de 57,80 m en su eje este-oeste. El techo de la galería es una bóveda de cañón y su altura central es de 7,80 m. En cada lado de la galería se construyeron once arcos de 2,75 m de ancho y 6,70 m de alto. Las esquinas del claustro están formadas por arcos de mayor tamaño, con una anchura de 5,70 m y una altura de 7,20 m. Los nichos de estas esquinas se encuentran cerrados por unas puertas de madera pintada, que al abrirse revelan altares. Toda la galería se encuentra construida en piedra berroqueña, a excepción del suelo, que está formado por losas de mármol blanco y gris.

Los nichos que se forman en los arcos de la parte interior de la galería del claustro se encuentran pintados al fresco, excepto once de ellos que se corresponden con accesos a otros espacios. En el lado norte del Claustro Principal se sitúa la conocida como Puerta de las Procesiones, que da acceso a la Basílica. En el lado este se sitúan dos puertas, la primera conecta con la sacristía, mientras que la segunda da acceso al aula de moral. El lado sur presenta una única puerta a través de la cual se accede a las Salas Capitulares. Por último, en el lado oeste se localizan cuatro puertas y la escalera principal. Una de las puertas da paso a la Iglesia de Prestado; otra, a la portería; y las dos últimas son tránsitos a los claustros menores. La conocida como escalera principal ocupa tres arcos y a través de ella se accede a la segunda planta de este claustro, que es donde se encuentran las celdas de los monjes.

Los frescos que adornan las paredes interiores de la galería del Claustro Principal representan

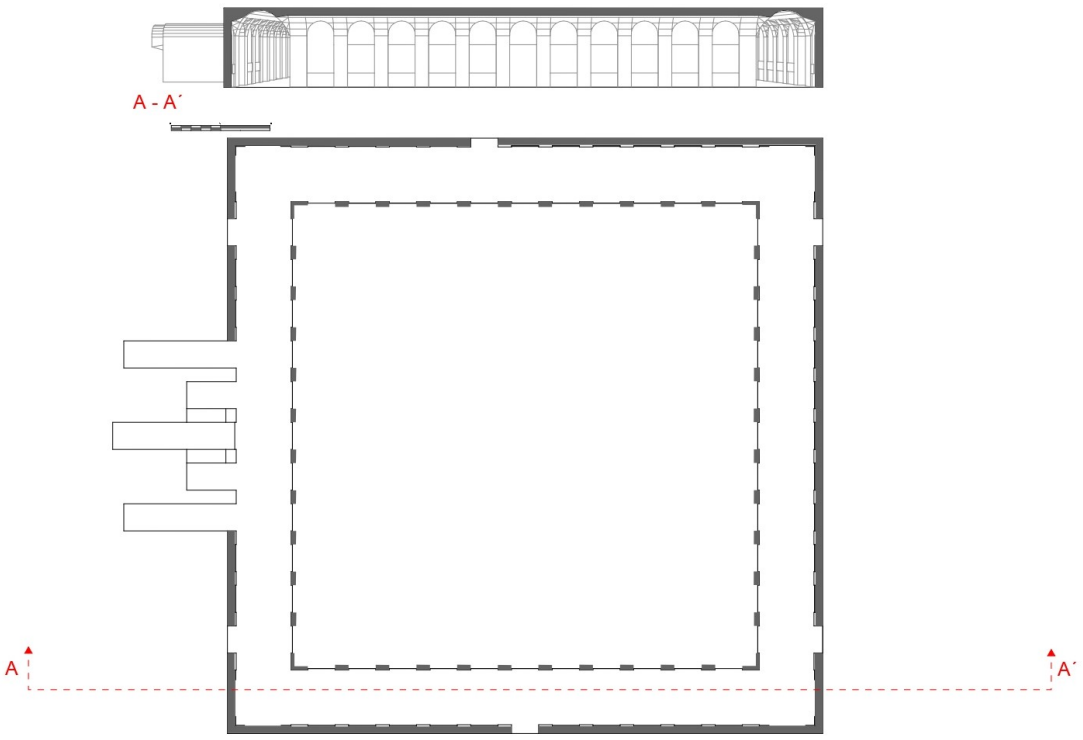


Figura 4.22: Planos del Claustro Principal del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta.

los episodios más importantes de la vida de Jesucristo. Las pinturas se ordenan alrededor de la Puerta de las Procesiones, que da acceso a la Basílica. El primer episodio, situado a la izquierda de la Puerta de Procesiones, representa el nacimiento de la Virgen. El último, que se encuentra en el lado derecho de la puerta, respuesta el Juicio Final. El diseño de los frescos fue realizado por Peregrini Tibaldi y fueron pintados por él mismo y sus oficiales (Quevedo, 1849). En total se representan cuarenta y una escenas y, en la actualidad, se han colocado pantallas protectoras de 0,95 m de alto delante de los frescos, que comienzan a 1,40 m del pavimento.

El arco central exterior de la galería se trata de la puerta de acceso al Patio de los Evangelistas. Todos los demás arcos exteriores se corresponden con ventanas que presentan un antepecho de 1,40 m de altura. Estos arcos estaban originalmente abiertos, pero en 1650 Felipe IV ordenó cerrarlos para preservar mejor el calor y las pinturas de la galería (Quevedo, 1849). Se construyeron ventanas de nogal y pino que ocupan el espacio entre el antepecho y la clave del arco; el resto del arco se cerró mediante vidrieras.

Uso del espacio

Las dos galerías que conforman el claustro que rodea el Patio de los Evangelistas son de gran relevancia para la vida litúrgica de la comunidad escurialense. Este espacio era utilizado para la realización de las procesiones que formaban parte del rito litúrgico. La comunidad monástica salía del coro y rodeaba, en primer lugar,la planta alta del claustro. Tras dar esta vuelta, bajaban por la escalera hasta el Claustro Principal y continuaban la procesión. Esta se detenía en cada una de las esquinas del Claustro para interpretar himnos, villancicos y danzas ante los altares situados en ellas:

> "Esta [la procesión] salió a dar la vuelta al claustro principal bajo, en cuyos cuatro ángulos estaban preparados de antemano ricos y vistosos altares, que realzaban notablemente su hermosura y majestad. En cada uno de ellos colocaba el prior la custodia, mientras la capilla cantaba un devoto y sentido villancico; y concluido el último, que se cantó en la nave principal de la iglesia, entraron en la sacristía" (Quevedo, 1849).

Una vez finalizada la vuelta al Claustro Principal, la procesión accedía a la Basílica a través de la Puerta de las Procesiones, desde donde se dirigía al altar mayor para continuar con los ritos:

> "El día siguiente se tocó a Coro a las siete y media. Cantada la Tercia bajó la Comunidad a la Iglesia y saliendo el Señor Obispo de la Sacristía con el mismo Acompañamiento del día antecedente, se principió a las gradas del Altar Mayor la Procesión y se hizo por el Claustro según se acostumbra los días de prior. A la estación de la escalera principal se comenzó por el Corrector y Cantores el Te Deum y se alternó a Coros hasta la Puerta de la Iglesia, que entró supliendo el Órgano un verso y cantando el coro el otro" (Sierra Pérez et al., 2004).

Estas procesiones eran realizadas durante todo el año por la comunidad monástica y los alumnos del colegio y el seminario. La función de los alumnos en estas procesiones consistía

Figura 4.23: Frescos (izq.) y ventanas (dcha.) de un pasillo del Claustro Principal del Monasterio de San Lorenzo del Escorial.

en la interpretación de villancicos y la realización de danzas:

> "Para el día del Corpus ya el claustro principal bajo estaba concluido de pintar, tanto los frescos, como los cuatro ángulos o estaciones al óleo, desembarazado de los andamios, y perfectamente limpio y bruñido el pavimento, se hizo por él la primera procesión, a que asistió el rey, el príncipe y demás caballeros de su corte, llevando las varas del palio. Los niños del seminario iban en medio de las dos filas ricamente vestidos, formando vistosas danzas, animando aquel cuadro verdaderamente grande y encantador" (Quevedo, 1849).

Si la procesión se realizaba durante las jornadas que el Rey y la corte pasaban en el Monasterio, o en alguna gran festividad para la que se hubieran desplazado al monumento, era habitual su presencia e intervención. El Rey solía ocupar una posición principal en estas procesiones, en las que a veces también participaban algunos caballeros de su corte. El resto de la familia real y de la corte solía quedarse en la Basílica esperando la vuelta de la procesión:

> "Concluida la misa, se ordenó la procesión, que no fue menos vistosa y sorprendente: a la entonces numerosa comunidad se unieron los muchos grandes y caballeros que habían venido con SM, con todos los dependientes del real palacio, lujosamente vestidos, que formaban dos largas filas. Entre ellas iban los coros de músicos y,

> en medio de ellos el hermoso organillo del emperador Carlos V, que era todo de plata sobredorada y perfectamente construido. Ocho monjes más ancianos y condecorados, vestidos con ricas capas de brocados, llevaban el palio, debajo del cual iba el prior, sosteniendo en sus manos la custodia, en que está colocada la Santa Forma, objeto de tan regio y majestuoso cortejo. Detrás iba Carlos II, con los grandes dignatarios de palacio, todos con velas encendidas: la reina, acompañada de sus damas, ocupaba la baranda del coro, para ver salir y entrar la procesión" (Quevedo, 1849).

4.2.6 Claustro de la Botica

El Claustro de la Botica es un espacio exterior que forma parte del conjunto arquitectónico del Monasterio de San Lorenzo. Se encuentra anexado al edificio por su esquina suroeste, por lo que queda fuera de los cuatro muros que lo delimitan. Este claustro pertenece a la zona del convento del Monasterio, más concretamente, al espacio ocupado por la Hospedería. Se puede acceder a él desde el interior del edificio, pero también es posible hacerlo desde el exterior, por la puerta de acceso al Jardín de los Frailes.

El patio del Claustro de la Botica presenta una planta cuadrada de 12,60 m de lado. En dos de sus laterales, los correspondientes al oeste y al norte, se encuentra una galería porticada formada por diez arcos de medio punto de casi 2,00 m de ancho y 4,00 m de alto. Encima de esta galería se construyó una segunda planta, en la que se abren cinco ventanas que caen sobre los arcos en cada una de las paredes. Las ventanas tienen un ancho de 1,50 m y una altura de 2,85 m. Todas las ventanas presentan barrotes de bronce de casi un metro de altura, por lo que podrían ser consideradas como balcones. Los lados sur y este del claustro están cerrados por una pared lisa de 9,80 m de alto, un metro más que las paredes de las otras dos caras. Las galerías que forman el claustro tienen una anchura de 2,70 m y un techo abovedado con una altura máxima de 4,70 m. En la pared contraria a los arcos se pueden encontrar puertas que dan acceso al interior del edificio. En el lado oeste de la galería se encuentra un pasillo que lleva a la puerta de acceso exterior, mientras que en el lado este está la puerta de acceso al Jardín de los Frailes.

El suelo, las paredes que dan al patio interior y los arcos y columnas que forman la galería fueron construidos en piedra berroqueña. Las paredes interiores de las galerías, al igual que sus techos, están terminados en yeso. Las puertas y ventanas, tanto las que dan al exterior o los jardines como las que dan al patio, están hechas de madera.

Uso del espacio

La Hospedería del Monasterio de San Lorenzo era el lugar en el que se hospedaban los visitantes al Monasterio, entre los que podían encontrarse "embajadores, nuncios, obispos, catedráticos y doctores y caballeros y parientes principales de frailes" (de Almela, 1962; Sierra Pérez, 1993). Según el cronista Sepúlveda, se trataba del lugar en el que los monjes escurialenses podían tener contacto con el mundo exterior (de Sepúlveda, 1924; Sierra Pérez, 1993). Numerosos escritos atestiguan la realización de fiestas en este entorno, en las que participaban tanto los monjes como los alumnos del colegio y del seminario.

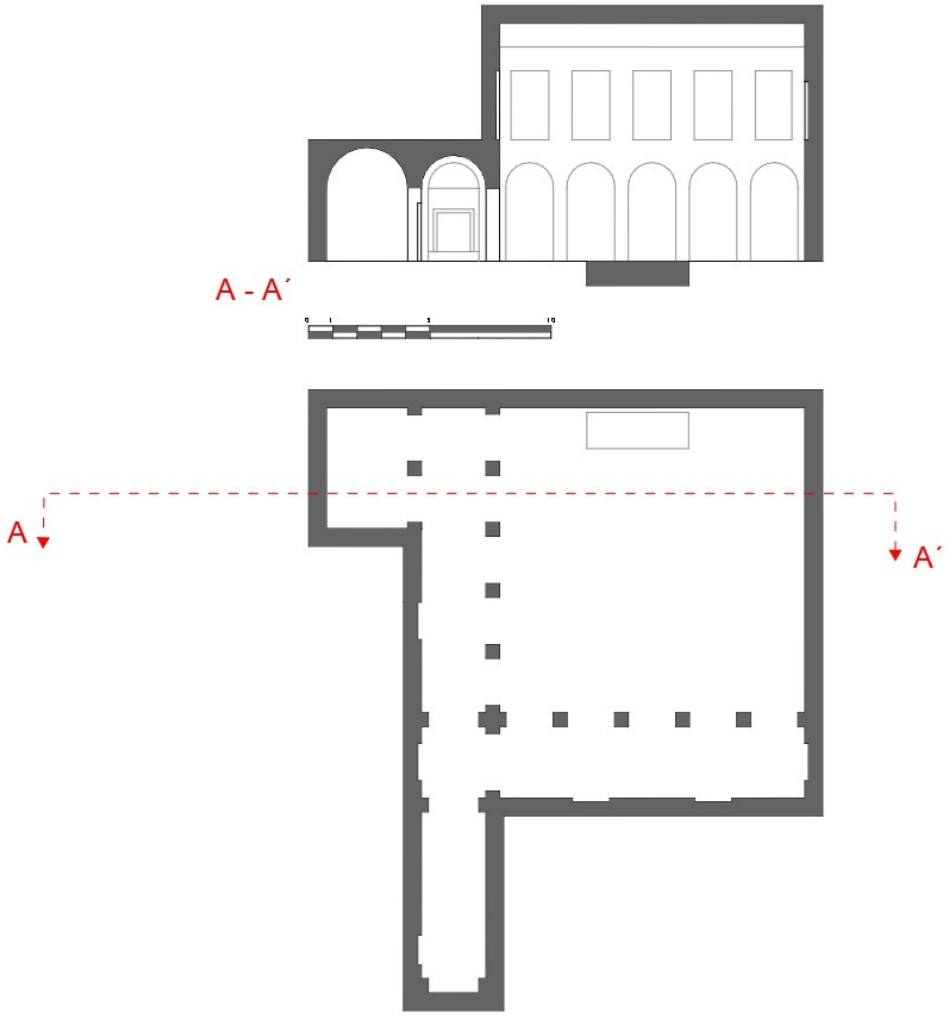


Figura 4.24: Planos del Claustro de la Botica del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta.

En las fiestas de la Hospedería solían representarse obras teatrales y, de entre todos los lugares disponibles, el Claustro de la Botica era el más adecuado para este tipo de interpretaciones:

> "En estos días [23 de junio de 1602] hubo en esta casa de San Lorenzo el Real una muy buena comedia, que la mandó representar el Rey a muy buenos farandureros. Estuvo el convento en ella y toda la corte que con el Rey anda. Representóse en el claustrillo de la botica, (...)" (de Sepúlveda, 1924).

Además de esta noticia relativa a una interpretación realizada por una compañía profesional, se tienen pruebas de la representación de piezas pertenecientes al teatro interno del Monasterio. Muchas de estas referencias pueden encontrarse en las propias partituras compuestas por los monjes escurialenses. Por ejemplo, se conserva una pieza de Soler fechada en 1754 donde en su portada se indica que es "para la función que se celebra en la hospedería" (Rubio Álvarez, 1980a). También se conservan otras obras que, aunque no hacen una mención directa al lugar

donde se iba a interpretar la pieza, hacen referencia a temas de la Hospedería, por lo que es de suponer que también se interpretarían en este entorno.

Los testimonios que se conservan no describen detalladamente las interpretaciones, siendo de especial interés para esta investigación las posiciones que ocupaban los actores, los músicos y la audiencia. Debido a la semejanza que presenta este espacio con el Teatro del Seminario, que en múltiples ocasiones ha sido alabado por los historiadores como un lugar idóneo para la representación de obras teatrales, se podría suponer que los intérpretes y asistentes ocuparían lugares semejantes a los descritos para este otro espacio. En tal caso, la audiencia que asistiera a las representaciones se situaría bajo los arcos de las galerías del claustro y en las ventanas superiores, como se conoce que era costumbre en el Teatro del Seminario. Los intérpretes estarían situados en el patio central, probablemente de espaldas a la esquina que forman las dos paredes lisas. No se ha encontrado ninguna mención en los testimonios conservados que describa la presencia de escenarios, por lo que se puede suponer que no se utilizaban (Sierra Pérez, 1993).

Figura 4.25: Claustro de la Botica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial.

4.2.7 Casita del Infante

La Casita del Infante, también conocida como Casita de Arriba, fue construida por orden del infante don Gabriel. La obra fue encargada al arquitecto Juan de Villanueva, al cual también se le encargó la construcción de una segunda casa de recreo para el príncipe don Carlos, futuro rey Carlos III, que es comúnmente conocida como la Casita del Príncipe o Casita de Abajo (Sambricio, 1986). Estas dos edificaciones se realizaron en la Dehesa de la Herrería, territorio situado al oeste del Monasterio.

La construcción de la Casita del Infante se llevó a cabo entre 1771 y 1773, aunque al año siguiente fue necesario realizar una modificación menor en el recubrimiento del tejado para evitar la presencia de goteras (Sancho Gaspar, 1995; Serrano García, 1998). Al estar situada en una posición alejada del Monasterio, Villanueva tuvo la posibilidad de llevar a cabo un diseño más libre, siguiendo menos rígidamente el estilo clásico herreriano del Monasterio. Enfocó el diseño de la Casita desde un estilo historicista, pero en su construcción se aprecia la influencia de las villas palladianas, tan populares en Italia pero que apenas se habían desarrollado en España (Moleón Gavilanes, 1984; Sambricio, 1986).

Los documentos del archivo de Palacio y del Monasterio de San Lorenzo referentes a la construcción de este edificio siempre hacen referencia a que su objetivo era “la diversión de

Figura 4.26: Vista exterior de la Casita del Infante.

su Alteza el Infante" (Martín Martín, 2011). El infante don Gabriel pudo disfrutar de esta propiedad desde que fue finalizada en 1773 hasta su fallecimiento en 1788, cuando pasó a formar parte del patrimonio de la Corona (Martín Martín, 2011). Dado que la intención de la construcción era servir de casa de recreo al Infante, una vez fallecido éste, el espacio quedó sin uso específico.

En 1808, durante la Guerra de la Independencia, se utilizó como almacén de avituallamiento (Martín Martín, 2011). Tras finalizar la guerra, volvió a permanecer vacía hasta 1878, cuando fue alquilada a la Escuela de Ingenieros de Montes de El Escorial para usarla como estación forestal (Sancho Gaspar, 1995). La Casita cumplió esta función hasta 1914, cuando la Escuela de Ingenieros abandonó el edificio (Martín Martín, 2011). En 1930 la construcción sufrió un incendio que destruyó parte de la cubierta, por lo que fue restaurada entre 1931 y 1934 (Sancho Gaspar, 2014). El arquitecto que dirigió las obras fue Miguel Durán, que publicó los primeros planos del edificio una vez finalizadas (Durán, 1934). Unos pocos años después, durante la Guerra Civil Española, la Casita fue utilizada como almacén de víveres (Martín Martín, 2011). En 1947 se llevó a cabo una segunda restauración, esta vez dirigida por Fernando Chueca, en la cual se realizaron modificaciones en su estructura original con el fin de convertirla en una residencia más habitable (Martín Martín, 2011). Tras unos pequeños retoques, durante los primeros años de 1960 sirvió de residencia a don Juan Carlos de Borbón durante sus años universitarios (Martín Martín, 2011; Sancho Gaspar, 1995). De esta restauración se conservan dos juegos de planos realizados por Diego Méndez, que muestran su estado antes y después de la renovación. La última intervención llevada a cabo en este recinto se realizó entre 1982 y 1986, cuando se modificó su decoración interior (Martín Martín, 2011).

La Casita del Infante se trata de una edificación de planta prácticamente cuadrada rodeada de amplios jardines. Las dos plantas de la construcción se organizar alrededor de un salón central cuadrado de 6,00 m de lado. Esta habitación tiene doble altura y presenta cuatro ventanas rectangulares de 0,80 x 1,65 m que conectan el salón con las habitaciones de la planta superior que dan a él. El salón se encuentra cerrado por una bóveda octogonal de 9,50 m de altura que presenta cuatro ventanas ovaladas.

Este salón central se encuentra rodeado, en cada planta, por ocho habitaciones. En el caso de la primera planta, cuatro de estas habitaciones tienen puertas de acceso a la residencia y la conectan con los jardines, por lo que funcionaban como vestíbulos previos al salón. Todas las habitaciones de la primera planta presentan techos abovedados, siendo su altura máxima de 4,00 m. Las habitaciones de la segunda planta presentaban una estructura idéntica, a excepción del vestíbulo de la entrada principal de la Casita, que en esta segunda planta se corresponde con una terraza. A diferencia de los techos del piso inferior, las habitaciones de la segunda planta se encuentran cerradas con bóvedas de cañón.

La fachada del edificio se encuentra construida en piedra berroqueña, al igual que el Monasterio de San Lorenzo, pero los materiales de su interior difieren del edificio monástico. El suelo de la primera planta es de mármol blanco y pardo, mientras que el de la segunda es un parqué de madera. Todas las paredes de la primera planta presentan un tramo inferior de 0,80 metros de altura de mármol. En el salón y las habitaciones principales el resto de la pared es de tela, mientras que las paredes de los vestíbulos y de la habitación donde se encuentra la escalera están enyesadas. Las paredes de las habitaciones de la segunda planta fueron terminadas en

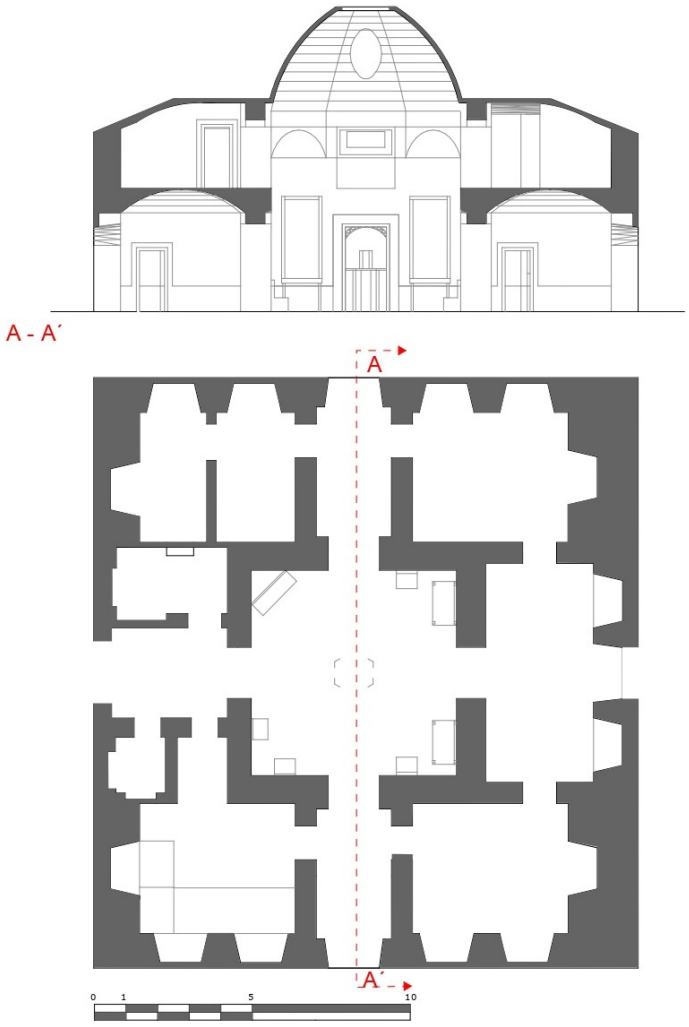


Figura 4.27: Planos del estado actual de la Casita del Infante del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta.

yeso. Todos los techos de la Casita se encuentran construidos en yeso, algunos de los cuales están pintados con grutescos.

Tras el fallecimiento del infante don Gabriel en 1788 se realizó una almoneda de sus bienes, entre los que se incluían los muebles que decoraban esta casa de recreo (Sancho Gaspar, 2014). Esta venta ha provocado que no sea posible conocer cuál era el mobiliario original de la Casita. La única noticia que se tiene de la decoración interior del edificio es que el mobiliario fue realizado por José López en 1774 siguiendo el gusto de la época y que las colgaduras de seda que adornarían ventanas y habitaciones fueron suministradas por Iruegas (Sancho Gaspar, 2014).

Además del cambio en la decoración interior, es necesario resaltar las dos modificaciones más notables que se hicieron en la restauración del edificio de 1947. En primer lugar, se eliminó la

escalera de caracol situada a la derecha del salón principal y, en sustitución, se construyeron unas nuevas en la primera habitación del lado derecho de la planta baja (Serrano García, 1998). El segundo cambio consistió en la división de la habitación superior izquierda en dos espacios diferenciados y la modificación de uso de algunas de las salas (Serrano García, 1998).

Uso del espacio

Las Casitas construidas por Villanueva para el Príncipe y el Infante serían disfrutadas por ellos como lugar de retiro y descanso. Estos espacios alejados del Monasterio y de la corte les permitiría llevar una vida más íntima junto a un reducido círculo de amigos (Sancho Gaspar, 1995). Dado que es bien conocido que la música tenía un papel fundamental en la vida del infante don Gabriel, muchos investigadores consideran que la construcción de esta residencia se hizo con la intención de realizar en ella conciertos y academias musicales (Chueca Goitia y de Miguel, 1949; Martín Martín, 2011; Sancho Gaspar, 1995). Incluso llegan a afirmar que el arquitecto tuvo en cuenta esta función a la hora de diseñar el edificio (Durán, 1934).

Además de la gran afición del infante don Gabriel por la música y las múltiples academias musicales que organizó, existen otras dos razones principales que han llevado a los investigadores a considerar que la realización de conciertos era el fin último de la Casita del Infante.

Figura 4.28: Salón central de la Casita del Infante.

En primer lugar, consideran que las pinturas de alegorías de música que adornan la bóveda del salón central son un signo del uso del espacio (Serrano García, 1998). Además, también en relación con este salón, consideran que su uso como sala de conciertos justifica su gran altura, así como las tres ventanas que dan al segundo piso (Martín Martín, 2011).

Estos mismos investigadores indican que, durante la realización de conciertos, los intérpretes estarían situados en las habitaciones del piso superior que tienen ventanas que dan al salón principal. Los asistentes a estas veladas musicales se situarían en el salón central, que sería utilizado como sala de audición, o en los jardines (Durán, 1934; Martín Martín, 2011; Serrano García, 1998). A pesar de que la disposición mencionada en estos artículos será considerada en la evaluación acústica de la Casita del Infante, es necesario mencionar que la autora de esta tesis no ha encontrado ningún testimonio contemporáneo al infante don Gabriel donde se mencione esta disposición de intérpretes y audiencia. El artículo más antiguo encontrado que mencione esta disposición fue publicado en 1934 por el arquitecto Miguel Durán (Durán, 1934).

Aunque la disposición ocupada por los intérpretes y los músicos se pueda poner en duda, sí que no hay razones para considerar que este espacio no fuera construido para la realización de conciertos. Un año después de la finalización de los jardines de la Casita de Arriba, en 1775, las cuentas del infante don Gabriel muestran que estuvo involucrado en una gran actividad musical, ya que realizó adquisiciones de partituras e instrumentos y organizó múltiples academias musicales (Martín Martín, 2011). Este aumento de la actividad podría haberse visto motivado por el nuevo espacio del que disponía para la realización de conciertos. Incluso, se ha supuesto en numerosas ocasiones que los *Quintetos para clave u órgano y cuarteto de cuerda* compuestos por Antonio Soler fueron encargados al músico con el fin de inaugurar este edificio (Martín Martín, 2011; Martínez Cuesta y Kenyon de Pascual, 1988).

4.2.8 Teatro del Seminario

El Teatro del seminario, también conocido como la Lonja del Colegio, era un paseo porticado situado entre dos claustros menores del Monasterio de San Lorenzo. Este lugar se encontraba dentro del espacio que antiguamente ocupaban el colegio y el seminario, que se corresponde con los cuatro claustros que ocupan el cuadrante noroeste del Monasterio. El Teatro del Seminario se situaba debajo del espacio techado que separa los dos claustros más próximos al Patio de los Reyes, es decir, los dos situados más al sur.

Este se trata del único espacio estudiado del entorno del Monasterio de San Lorenzo que se encuentra en un estado muy diferente a su construcción original. El espacio inicialmente ocupado por el colegio y el seminario del Monasterio jerónimo está ahora cedido al Colegio Alfonso XII, colegio concertado de la Comunidad Agustina. Durante el siglo XX se llevaron a cabo diversas reformas no destructivas en este entorno para adaptarlo a las necesidades del colegio. Entre ellas destaca la construcción del salón de actos en el espacio originalmente ocupado por el Teatro. Con este fin, los arcos del paseo se cerraron por su cara exterior con particiones de madera, mientras que en el interior fueron cubiertos con cortinajes, al igual que las ventanas de la segunda planta del paseo. El suelo original ha sido cubierto con una tarima de madera y encima de ella se han instalado butacas. También se erigió un escenario

elevado en el lado sur del paseo. A pesar de las muchas modificaciones que se han realizado en el entorno, todavía es posible observar la estructura original de piedra, por lo que ha sido posible tomar cotas del recinto y realizar una reconstrucción arquitectónica y acústica del entorno original.

El paseo del Teatro del Seminario ocupa un espacio rectangular de 26,00 x 10,00 m. Su lado sur se encuentra cubierto por dos arcos separados 4,00 m que abarcan toda la anchura del recinto. Por los otros tres lados se encuentra rodeado por un total de diecinueve arcos de medio punto, de los cuales diecisiete tienen una anchura de 2,30 m y una altura de 3,80 m. Los lados este y oeste presentan un total de ocho arcos, siete de ellos con las dimensiones anteriormente mencionadas y uno adicional de 2,70 m de ancho y 3,50 m de alto, situado entre los dos grandes arcos de lado sur del paseo. En el lado norte hay únicamente tres arcos, por lo que las columnas que los separan y sustentan son de mayor tamaño que en los otros lados. El paseo tiene una doble altura y a 4,40 m del suelo se encuentra un segundo orden de

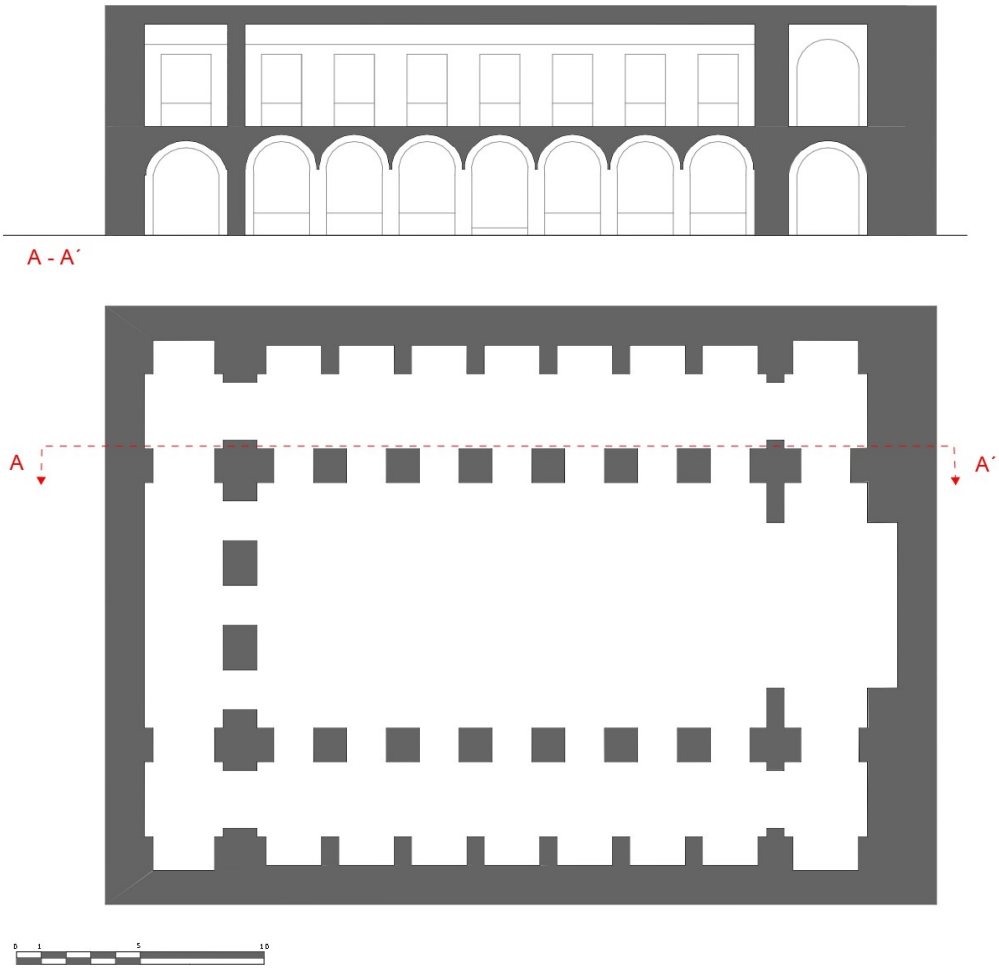


Figura 4.29: Planos del estado original del Teatro del Seminario del Monasterio de San Lorenzo del Escoria: (arriba) sección y (abajo) planta.

ventanas en igual número que los arcos. Estas ventanas tienen un tamaño de 1,60 x 2,90 m y presentan una barandilla de 0,90 m.

En ambas alturas, el paseo está rodeado por unas galerías que presentan un segundo orden de arcos que se corresponden con los del paseo en posición y tamaño. Estos arcos dan a los claustros menores entre los que se encuentra el paseo. En la planta baja, el arco central exterior de la galería es la puerta de acceso a los claustros, mientras que todos los demás, incluyendo también los arcos de la segunda planta, actúan como ventanas y presentan un antepecho de 0,90 m. Estos arcos estaban originalmente abiertos, pero fueron cerrados por orden de Felipe V en 1726 (Quevedo, 1849). A diferencia de los arcos del Claustro Principal, todo el espacio entre el antepecho y el arco fue cerrado con vidrieras. El techo de la galería que rodea el paseo en la primera planta es abovedado, con una altura de 4,10 m. En la segunda planta, el techo tiene la misma altura, pero está construido con vigas de madera.

El techo del paseo está situado a una altura de 7,70 m y a lo largo de su historia ha estado cerrado con dos materiales diferentes. El primer techo de este paseo era de madera artesonada, lo cual sabemos gracias al testimonio de Francisco de los Santos: "El techo es de artesonados, de vistosa y agradable pintura. Las formas que hacen los artesonados, ya cuadradas, ya redondas, por toda la distancia, adornadas de florones, grutescos, y follajes de diversos colores" (de los Santos, 1698). Este techo fue cubierto en la década de 1720 por un lienzo pintado al óleo por Francisco Llamas (Bassegoda i Hugas, 2002; Rotondo, 1862).

La piedra berroqueña fue el material utilizado para la construcción de todos los arcos, columnas, paredes y suelo del paseo. El pavimento de la galería de la planta baja también fue construido en piedra. Las paredes del lado norte de las dos galerías y los techos abovedados de la galería baja están terminados en yeso. En la segunda planta, el techo está construido en madera y el suelo es de losa cerámica.

Desde la construcción del Monasterio, el Teatro del Seminario ha pasado por varios estados que han modificado sus características acústicas. Esta investigación, que pretende recrear el estado de las salas que conoció Antonio Soler, se va a centrar en el estado que tenía el Teatro durante el siglo XVIII, que corresponde con los años en los que el compositor formó parte de la comunidad. Por lo tanto, en futuros capítulos, se hará referencia a las vidrieras que cierran los arcos exteriores de la galería y al lienzo que cubre el techo.

Uso del espacio

La principal actividad artística realizada por los alumnos del colegio y seminario del Monasterio de San Lorenzo era la interpretación de obras teatrales. Como se ha explicado en capítulos anteriores, estas piezas podían tener temática religiosa o profana y siempre iban acompañadas de partes musicales, que generalmente eran compuestas por monjes escurialenses.

El lugar más común para la interpretación de obras teatrales de temática profana era el Teatro del Seminario. Se conservan numerosas partituras en las que se indican que las piezas eran para el seminario, para el Curso de Artes, para el Curso de Teología, etc. (Sierra Pérez, 1981). Además de estas dedicatorias se conservan dos testimonios de la interpretación de obras teatrales en este recinto. La primera corresponde al siglo XVI y fue escrita por el padre

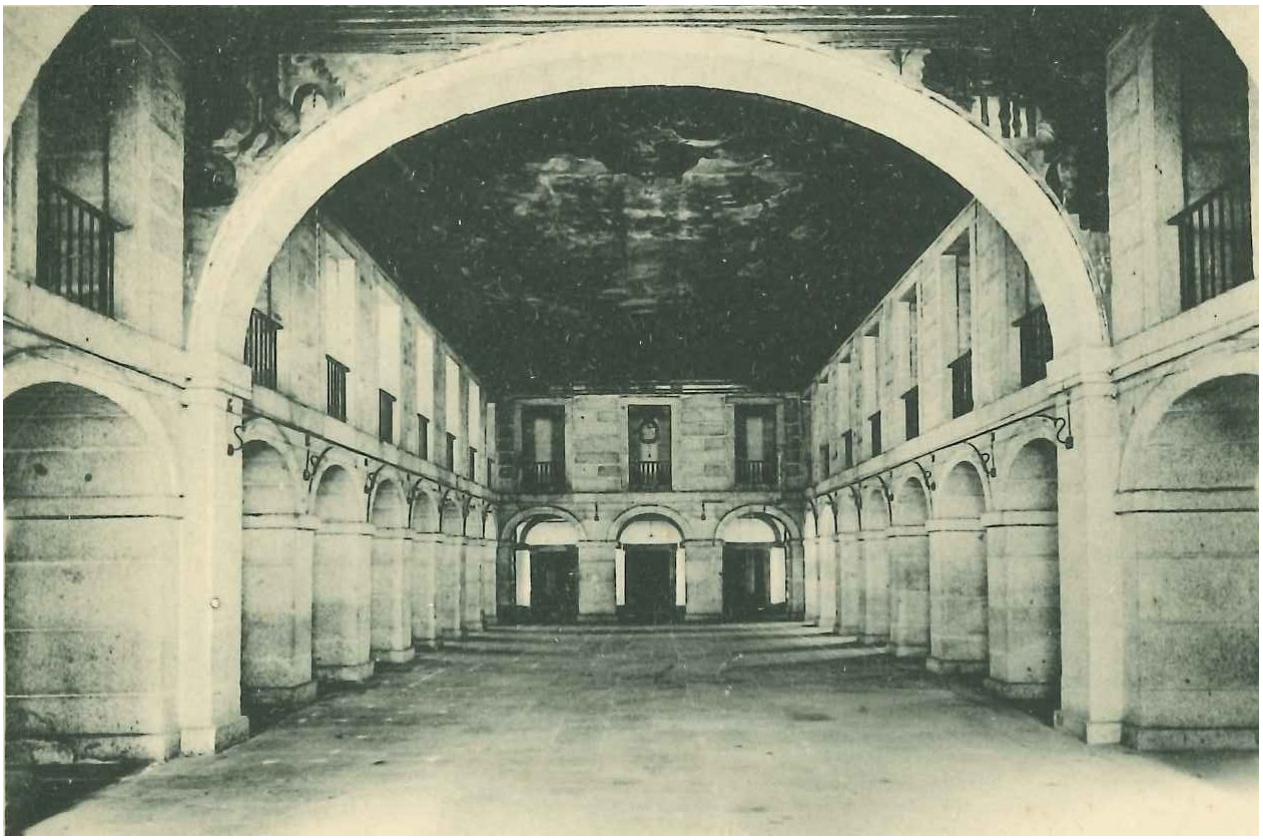


Figura 4.30: Estado original del Teatro del Seminario del Monasterio de San Lorenzo del Escorial.

José Sigüenza:

> "Encima de los arcos responde un orden de ventanas con parapetos de hierro que corren por el contorno y dan mucho ser a la lonja, porque parece un teatro hecho de propósito para actos públicos y representaciones, donde cabe y goza bien lo que se hace mucha gente. Así se representaron delante del fundador y del Príncipe que ahora es el Rey nuestro Señor y de otras personas reales, por los niños y estudiantes del seminario, algunas comedias devotas, gozándolo con ellas sus damas y caballeros, conventuales y colegiales y otra gente, sin embarazarse ni mezclarse: tanta es la comodidad y la anchura" (de Sigüenza, 1988).

La segunda, escrita por el padre Francisco de los Santos en 1698, demuestra que, a pesar de haber pasado más de un siglo, este lugar seguía siendo uno de los más utilizados para la representación de obras teatrales:

> "(...) y así se hicieron en él al fundador algunas comedias devotas por los niños del seminario, y colegiales de beca, de que gustaba mucho su majestad, y ahora también se hacen algunas veces, que salen muy bien aquí" (de los Santos, 1698).

Lo más probable es que la tradición de utilizar este entorno siguiera vigente durante el siglo XVIII, época en la que Soler compuso sus piezas.

Estos testimonios permiten conocer el variado público que tenía el teatro interno del Monasterio,

al cual no sólo asistían los monjes y los alumnos del colegio y seminario, sino también la realeza y la corte. La posición destacada en estos textos son las ventanas de la segunda planta, donde probablemente se situaban la familia real y los cortesanos cuando acudiesen a estas representaciones. Debido a la geometría que presenta la Lonja del Colegio se puede suponer que algunos de los asistentes también ocuparían el espacio debajo de los arcos que forman la galería de la planta baja. No hay ninguna noticia relativa a la utilización de un escenario en este entorno, por lo que la suposición evaluada en esta investigación corresponde con la localización de los actores y los intérpretes en una posición central del paseo, de forma que se pueda asegurar una buena visibilidad para todos los asistentes.

Capítulo 5

Mediciones de las características acústicas de los recintos

5.1 Metodología de medición

La caracterización acústica de las salas de interés del Real Monasterio de San Lorenzo del Escorial se llevó a cabo mediante la medición de respuestas al impulso. Las mediciones de las respuestas al impulso de cada sala se realizaron en un gran número de combinaciones fuente-receptor con el fin de caracterizar acústicamente todas las zonas de uso. A partir de las respuestas al impulso obtenidas se pudieron calcular los parámetros acústicos objetivos de cada sala. El único recinto que no se caracterizó acústicamente fue el Teatro del Seminario, ya que su estado actual es muy diferente del que presentaba en el siglo XVIII.

La medición de las respuestas al impulso y los cálculos para obtener los parámetros acústicos objetivos se realizaron siguiendo las especificaciones de la norma ISO 3382-1 (International Organization for Standardization, 1997). En las mediciones de la Basílica también se tuvieron en cuenta las recomendaciones propuestas en (Álvarez-Morales et al., 2014; Martellotta, 2008a).

El tamaño de las salas, el tiempo disponible para realizar las mediciones y la posibilidad de

Tabla 5.1: Resumen de la metodología de las mediciones acústicas.

Resumen de la metodología de las mediciones acústicas				
Método	**Fuente sonora**	**Señal de emisión**	**Receptor**	**Salas**
Método 1	Dodecaédrica	Barrido tonal sinusoidal	DPA HATS	Basílica
Método 2	Dodecaédrica	Barrido tonal sinusoidal	DPA	Salas Capitulares Iglesia de Prestado Sacristía
Método 3	Globos de 0,31 m de diámetro	Impulsiva	DPA	Claustro Principal Claustro de la Botica Casita del Infante

conectarse a la red eléctrica fueron los factores que determinaron los métodos de medición utilizados en cada sala. Se emplearon tres métodos distintos. Las diferencias entre ellos afectan al equipamiento utilizado para la emisión, a la señal emitida, al equipamiento de captación y al método de procesamiento.

Además del equipamiento empleado para realizar las mediciones acústicas, se utilizó una estación meteorológica con el fin de determinar las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa) en las que se llevaron a cabo las mediciones. La estación meteorológica utilizada es de la marca Vaisala, modelo VaisalaWXT 520.

5.1.1 Método 1

Las mediciones acústicas realizadas con este método se basaron en el *software* de acústica de salas Dirac 6, comercializado por la marca Brüel & Kjaer. Este *software* genera la señal sonora a emitir y procesa la señal captada por los receptores. El *software* estaba instalado en un ordenador conectado a una tarjeta de sonido externa de la empresa RME, modelo Fireface UFX. La señal de emisión se envió de la tarjeta de sonido a un amplificador de potencia modelo 2716C de Brüel & Kjaer y fue emitida por una fuente dodecaédrica omnidireccional de Brüel & Kjaer modelo 4292-L. Para medir la respuesta al impulso de la sala se utilizaron dos tipos de receptores diferentes: un micrófono de condensador omnidireccional modelo 4006A de la empresa DPA y un HATS (simulador de cabeza y torso) modelo 4100-D de Brüel & Kjaer. Los dos receptores no se utilizaron de forma simultánea. El micrófono DPA se utilizó para medir la mayor parte de las respuestas al impulso, mientras que el sistema HATS se empleó para obtener las respuestas al impulso biaurales de aquellas posiciones de escucha que tienen una gran relevancia histórica. Los diagramas de bloques de los sistemas de medición se muestran en las Figuras 5.1 y 5.2, respectivamente.

El método de medición empleado es el de la respuesta impulsiva integrada. La señal de emisión utilizada fue un barrido tonal sinusoidal exponencial de 10,90 s de duración. La respuesta

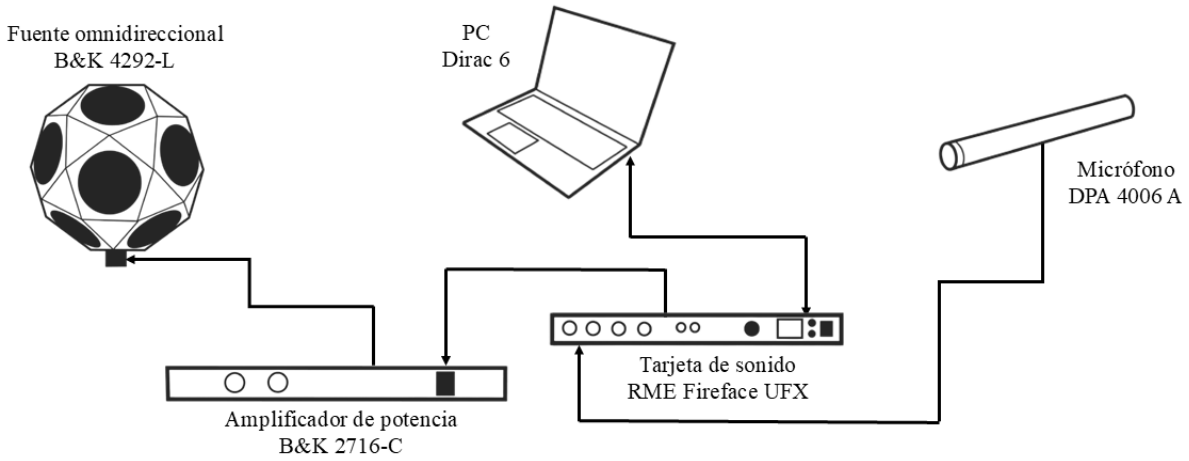


Figura 5.1: Diagrama de bloques del equipo utilizado en las mediciones monoaurales de la Basílica (método 1).

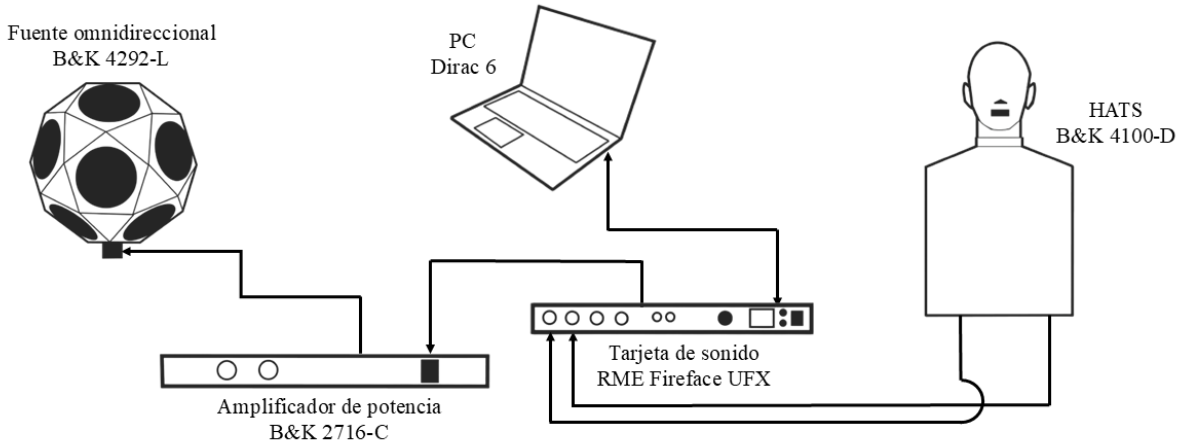


Figura 5.2: Diagrama de bloques del equipo utilizado en las mediciones biaurales de la Basílica (método 1).

al impulso de cada posición de medida se obtuvo mediante el promediado de tres barridos tonales. El sistema de medición fue convenientemente calibrado en cámara reverberante con el fin de cumplir los requisitos especificados en la norma ISO 3382-1 para medir el parámetro fuerza sonora G (International Organization for Standardization, 1997). Esta calibración se realizó siguiendo el procedimiento de campo difuso especificado en la ayuda de Dirac.

Este primer método de medición se utilizó únicamente en la Basílica del Monasterio. Las mediciones en este recinto se llevaron a cabo a lo largo de cinco días: 14 de junio, 5, 12 y 19 de julio, y 18 de octubre de 2021. Las mediciones se realizaron en horario de mañana, entre las 9:00 h y las 14:00 h.

5.1.2 Método 2

El segundo método de medición empleado difiere del anterior en el sistema de captación y el procesamiento de las señales medidas. La señal de emisión y el equipo utilizado para reproducirla son los mismos que en el método anterior. En este caso, el barrido tonal sinusoidal emitido es captado simultáneamente por tres micrófonos DPA 4006A. Estos micrófonos se situaron en tres posiciones de receptor diferentes entre las seleccionadas para caracterizar el recinto. El diagrama de conexiones del equipo utilizado en este método se muestra en la Figura 5.3.

Dado que se trabajó simultáneamente con tres micrófonos, no fue posible realizar las mediciones directamente en Dirac 6. Las señales emitidas por la fuente dodecaédrica se registraron mediante el *software* de audio digital Reaper. En cada una de las posiciones de medida se grabaron tres barridos tonales consecutivos. Estos barridos se procesaron posteriormente en Dirac 6, lo que permitió obtener las respuestas al impulso y los parámetros objetivos. Los parámetros acústicos de cada posición de medición se obtuvieron mediante el promediado de los resultados obtenidos para las tres respuestas al impulso.

Este método se utilizó en las Salas Capitulares, la Iglesia de Prestado y la Sacristía. Las

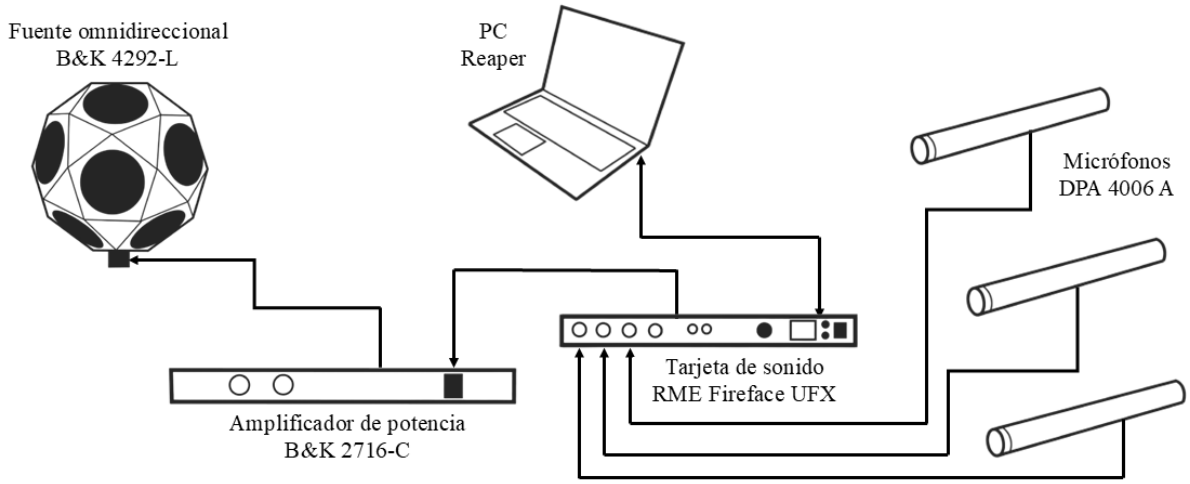


Figura 5.3: Diagrama de bloques del equipo utilizado en el segundo método de medición.

mediciones se llevaron a cabo el 29 de noviembre de 2021, en horario de 9:00 h a 16:00 h.

5.1.3 Método 3

El último método de medición se empleó en aquellos espacios del Monasterio en los que no se disponía de conexión a la red eléctrica. En este caso, el objetivo era medir directamente la respuesta al impulso de la sala mediante la utilización de señales impulsivas. La señal impulsiva utilizada fue la explosión de globos de 31 cm de diámetro.

El sistema de captación utilizado consistía en tres micrófonos omnidireccionales DPA 4006A midiendo simultáneamente. En este caso, la tarjeta de sonido utilizada fue el modelo F8n de la empresa Zoom. Las señales captadas por los micrófonos se registraban en Reaper y, posteriormente, se procesaron en Dirac 6 para obtener los parámetros acústicos objetivos. El diagrama de bloques de este método de medición se presenta en la Figura 5.4.

Los tres recintos en los que se utilizó este método de medida fueron el Claustro Principal, el Claustro de la Botica y la Casita del Infante. Los dos claustros se midieron el 7 de febrero de 2022, entre las 9:00 h y las 14:00 h. Las mediciones en la Casita del Infante se realizaron el 29 de noviembre de 2021, de 16:30 h a 18:00 h.

5.1.4 Criterio de selección de las posiciones de los equipos de medida

El número de posiciones de fuente sonora y receptor utilizadas en la caracterización acústica de las salas del Monasterio de San Lorenzo se seleccionó en función de su tamaño y de los usos del espacio. Estas posiciones se escogieron en función de dos criterios principales: la información relativa al uso histórico de los recintos procedente de los testimonios conservados, y la distribución de puntos de evaluación en todo el espacio útil de las salas.

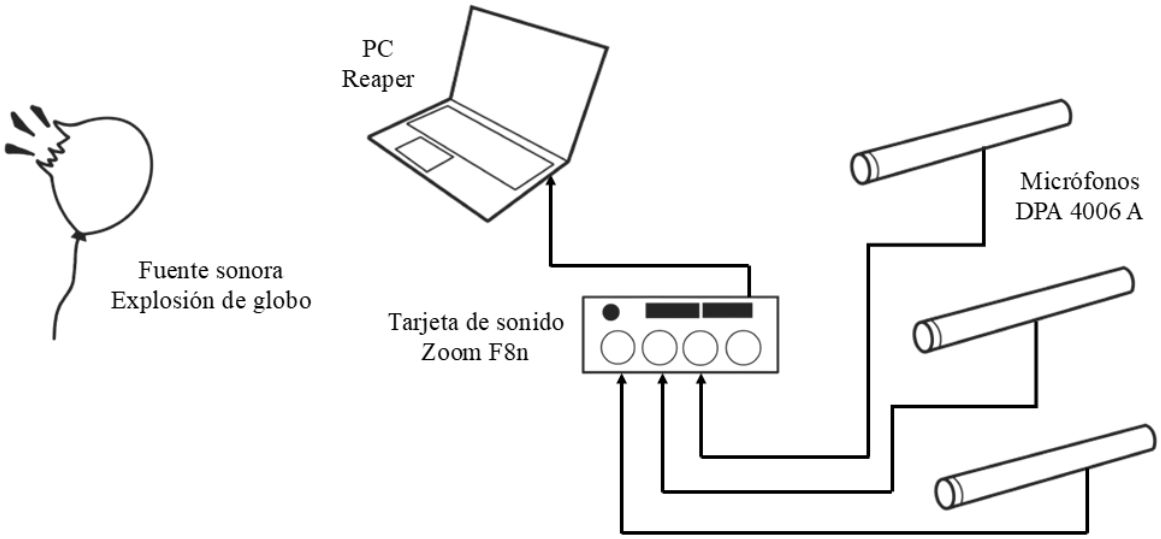


Figura 5.4: Diagrama de bloques del equipo utilizado en el tercer método de medición.

En primera instancia, se seleccionaron como posiciones de fuente y de receptor todos aquellos puntos sobre los que se han encontrado testimonios históricos que ejemplifican su uso como lugares de interpretación musical o de escucha. El resto de las posiciones de fuente y micrófono se ubicaron en el espacio restante del recinto con el fin de obtener una muestra de posiciones que garantizara una buena representación del comportamiento acústico de la sala. Las coordenadas exactas en las que se situaron los equipos de medida se muestran en el Anexo A.

En todos los recintos las fuentes sonoras se situaron a 1,50 m de altura. Los micrófonos DPA y el sistema HATS se colocaron a una altura de 1,20 m.

5.2 Resultados

Las respuestas al impulso medidas en las salas se procesaron en el *software* Dirac 6 para obtener los parámetros objetivos definidos en la norma ISO 3382-1 (International Organization for Standardization, 1997). Además del parámetro del tiempo de reverberación, que evalúa una característica fundamental de la sala, se calcularon los valores de otros parámetros objetivos relacionados con la sonoridad, claridad, inteligibilidad y espacialidad del sonido. Este conjunto de valores permite obtener una descripción más completa de las características acústicas de un recinto y proporciona información sobre su percepción subjetiva.

Los parámetros temporales definidos en la norma ISO 3382-1 están estrechamente relacionados con la reverberación del recinto, por lo que proporcionan información sobre la persistencia del sonido en la sala. Las dos magnitudes temporales evaluadas en este capítulo son el T_{20} y el EDT. Además de medir el tiempo que tarda en extinguirse el sonido en la sala, el EDT proporciona información sobre la percepción subjetiva de la reverberación, por lo que la comparación de ambos parámetros permite evaluar la linealidad de la curva de decaimiento de la energía sonora. De todos los parámetros definidos en la norma ISO 3382-1 para medir el

tiempo de reverberación, se ha utilizado el T_{20} debido a las limitaciones impuestas por las relaciones impulso a ruido (INR) de las respuestas al impulso. Las mediciones se realizaron en el único día de la semana en que el Monasterio de San Lorenzo no estaba abierto a visitas, lo que también coincidía con el día en que se llevaban a cabo diversos trabajos de limpieza y mantenimiento del edificio. A pesar de que los recintos estaban vacíos durante las mediciones acústicas, la realización de estos trabajos en espacios cercanos a las salas provocó un nivel de ruido de fondo mayor de lo deseado. Debido a esto, se han encontrado múltiples posiciones y bandas de frecuencia donde el INR no supera los 45,00 dB necesarios para poder calcular el T_{30}, pero sí que se superan los 35,00 dB requeridos para el cálculo del T_{20} en todos los casos.

Entre los parámetros energéticos que caracterizan la claridad del sonido percibida en la sala se han evaluado tres: el tiempo central T_s, la claridad musical C_{80} y la definición D_{50}. Estos parámetros evalúan la nitidez y claridad de la acústica del recinto en función de la relación existente entre la energía temprana y la energía tardía, considerando un margen temporal diferente como límite para la energía temprana en cada caso. Los resultados de los tres parámetros están estrechamente relacionados.

En este capítulo también se muestran los resultados obtenidos para el parámetro de inteligibilidad STI (*Speech Transmission Index*). Los resultados de este parámetro mostrados en las tablas se corresponden con el STI *male*, debido a que la audiencia de las interpretaciones musicales, ya fueran religiosas, teatrales o de cámara, estaba formada principalmente por monjes y alumnos del seminario, por lo que era predominantemente masculina.

En la Basílica se han evaluado adicionalmente otros dos parámetros objetivos: la fuerza sonora G, que representa la sonoridad existente en el recinto y la amplificación sonora resultante de las características acústicas de la sala; y el IACC (*Interaural Cross Correlation*), que es un parámetro de espacialidad que evalúa la semejanza entre las dos señales impulsivas obtenidas a partir de un sistema de captación biaural. El parámetro G solo se ha evaluado en la Basílica, ya que es el único recinto donde las mediciones se llevaron a cabo en formato *on-line*, lo que permitió la calibración del sistema de medición en cámara reverberante. Para obtener el IACC es necesario utilizar un sistema de captación sonora biaural, como el sistema HATS utilizado en algunas combinaciones fuente-receptor en la Basílica.

La definición de todos los parámetros acústicos objetivos utilizados en este capítulo, así como una pequeña explicación sobre su método de cálculo e interpretación, se puede encontrar en el Anexo B. En él se indican los rangos de valores típicos que toman estos parámetros según la norma ISO 3382-1 (International Organization for Standardization, 1997).

En este capítulo se muestran los resultados del promedio espacial, la desviación estándar y los valores máximos y mínimos de los parámetros objetivos mencionados para cada una de las salas estudiadas. Las tablas y gráficas presentadas muestran los resultados en bandas de octava. Con el fin de reducir el efecto que los valores atípicos puedan tener sobre los estadísticos del promedio y la desviación, se ha decidido calcular estos dos valores mediante un algoritmo de estadística robusta. El algoritmo utilizado, denominado algoritmo A, se describe en la norma ISO 13528:2022 (International Organization for Standardization, 2022). Los valores obtenidos para los parámetros objetivos de cada combinación fuente-micrófono evaluada se presentan en el Anexo C.

5.2.1 Basílica

La Basílica del Monasterio de San Lorenzo del Escorial es el espacio más importante de todo el complejo arquitectónico. Esta construcción, de aproximadamente 75.000 m^3, está construida casi en su totalidad de materiales altamente reflectantes, como la piedra berroqueña, el yeso y el mármol. La utilización del espacio de la Basílica dependía del acto litúrgico que se realizara, que variaba en función del día y de los residentes que habitasen en el Monasterio. En muy pocas ocasiones la Basílica fue utilizada en su totalidad, exceptuando algunas grandes festividades como el centenario y bicentenario de la construcción del Monasterio, las traslaciones de la Sagrada Forma o las celebraciones de Navidad, Corpus Christi, etc. (Quevedo, 1849; de los Santos, 1962; de Sigüenza, 1988). Por lo tanto, no se considera adecuado evaluar acústicamente este recinto como un espacio único.

El estudio de las características acústicas de la Basílica se ha realizado teniendo en cuenta sus zonas de uso. Se han diferenciado los espacios ocupados por las personas que llevaban a cabo los actos litúrgicos y los espacios ocupados por los asistentes a estos actos. Estas zonas se han definido a partir de los testimonios escritos por diversos historiadores y residentes del Monasterio. El edificio se ha dividido en cuatro zonas: el altar, la nave, el coro y el sotocoro. Las posiciones de fuente y receptor se repartieron entre dichas zonas de uso. En total, se utilizaron dieciocho posiciones de fuente y veintisiete de receptor.

En el altar de la Basílica se situaron cinco posiciones de fuente, S1-S5, y siete posiciones de micrófono, R1-R7. Todas las posiciones seleccionadas en este espacio se refieren a lugares en los que históricamente se han llevado a cabo interpretaciones litúrgicas y espacios de escucha ocupados por los habitantes del Monasterio. Por ejemplo, la segunda meseta del altar, correspondiente a la posición de fuente S2, desde donde se oficiaba la misa (de Sigüenza, 1988), los oratorios y las habitaciones de los reyes, correspondientes a las posiciones de micrófono R3-R5, desde donde Felipe II y su familia escuchaban los oficios litúrgicos (de Sigüenza, 1988), y las escaleras del altar, correspondientes a las posiciones de fuente S3 y micrófono R7, desde donde los alumnos del seminario escuchaban el sermón (de Sigüenza, 1988).

Las posiciones de fuente S6-S10 y las de micrófono R8-R12 se distribuyeron por la nave de la Basílica, ya que no se tiene constancia de posiciones exactas de uso. Los testimonios permiten saber que este espacio era utilizado durante las procesiones (Quevedo, 1849) y que, en ocasiones, era ocupado por los miembros de la corte que residían en el Monasterio durante las jornadas (Brambilla, 1832c; de los Santos, 1962).

En el sotocoro se situaron tres posiciones de fuente (S11-S13) y cinco posiciones de micrófono (R13-R17). De este conjunto, son especialmente importantes las posiciones de fuente S11 y S12, y las de receptor R13 y R14, situadas en el conocido como Coro de los Seminaristas, desde donde los niños del seminario realizaban diariamente la Misa del Alba (Hernández González, 1993d). Las demás posiciones se situaron en el interior del sotocoro con el fin de caracterizar acústicamente este espacio y así poder evaluar las condiciones de escucha que disponían las personas ajenas al Monasterio, ya que era en este lugar desde donde podían asistir a las misas, los sermones y las celebraciones litúrgicas (de Sigüenza, 1988).

Las restantes posiciones de fuente y micrófono en la Basílica, S14-S18 y R18-R27, se situaron en el coro. En este espacio se deseaba poder evaluar la emisión sonora desde la sillería, donde

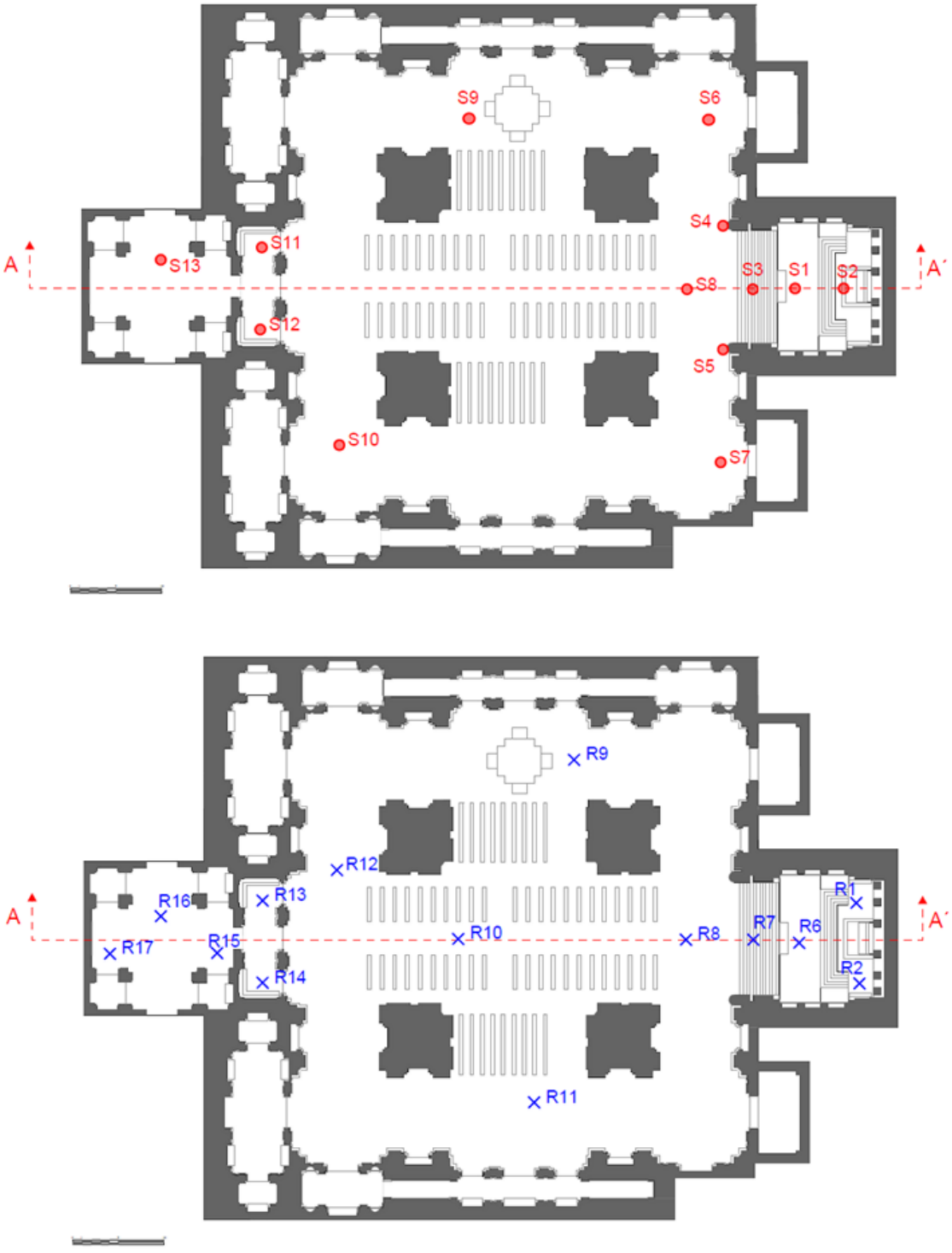


Figura 5.5: Vista en planta de la Basílica, donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo) en el altar, la nave y el sotocoro.

los monjes llevaban a cabo el oficio de las horas (de Sigüenza, 1988), así como la escucha desde la sillería y otras partes del coro donde se conoce que se situaban personas de la familia real y la corte (Brambilla, 1832d; de los Santos, 1962; de Sigüenza, 1988). Entre todas las posiciones evaluadas en este espacio destacan las posiciones de micrófono R18, situada en la baranda del coro, espacio habitualmente ocupado por la corte y la realeza (de los Santos, 1962; de Sigüenza, 1988), y R23, que se corresponde con la silla ocupada por Felipe II y sus sucesores durante el oficio divino (de Sigüenza, 1988).

Los resultados de las mediciones se agrupan en los próximos subapartados en función de la posición ocupada por la fuente. En estos subapartados se evalúa la acústica del recinto situando al oyente en la misma zona que la fuente, ya que la comunidad monástica era la que realizaba la liturgia y, por lo tanto, los intérpretes de los oficios divinos eran a su vez los asistentes a los mismos; y en aquellas zonas donde se conserven testimonios que describan la presencia de oyentes con la posición de fuente evaluada. En algunas zonas de emisión, por ejemplo, cuando la fuente se sitúa en el coro o en el sotocoro, no se evalúan todas las zonas de uso.

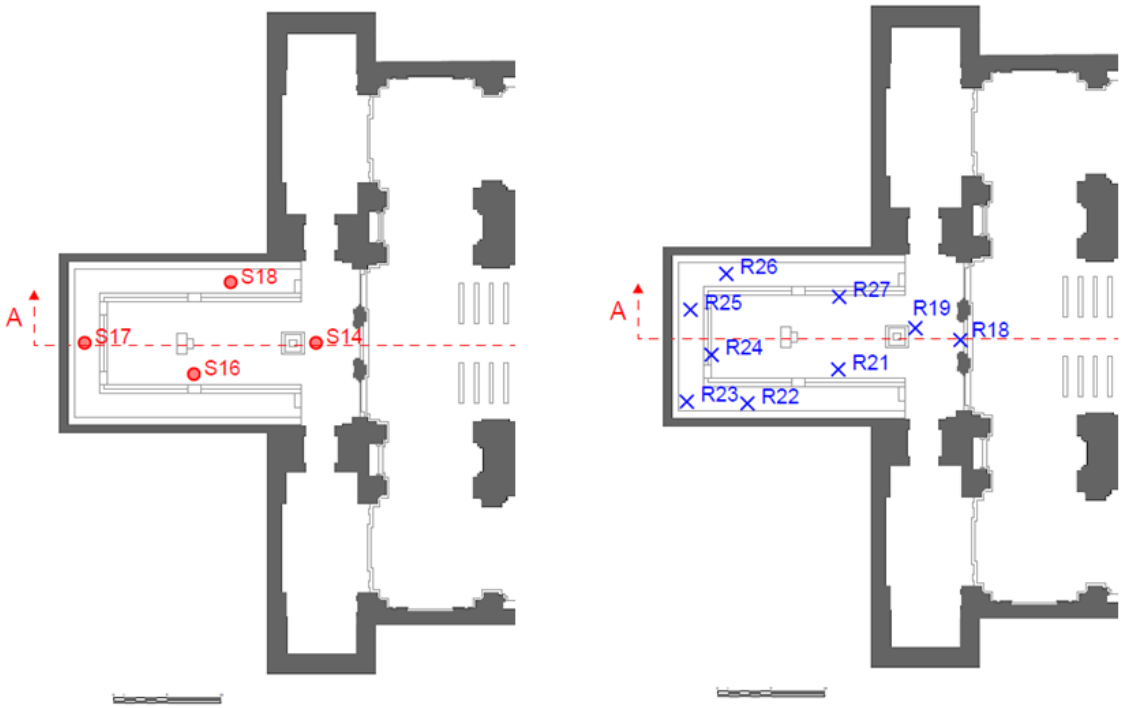


Figura 5.6: Vista en planta de la Basílica, donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo) en el coro.

5.2.1.1 Fuente en el altar

Las Tablas 5.2 y 5.3 muestran los valores promedio y las desviaciones de los parámetros temporales cuando la fuente se sitúa en el altar y los receptores en las cuatro zonas definidas en la Basílica. La Figura 5.7 representa los diagramas de cajas y bigotes de ambos parámetros para todas las zonas definidas en función de la frecuencia.

Tabla 5.2: Promedio y desviación estándar del T_{20} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar.

T_{20} (s) - Fuente en el altar								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	9,02	9,46	9,00	7,65	5,46	3,64	1,78
	Desv.	0,55	0,36	0,46	0,82	0,42	0,30	0,22
Coro	Prom.	9,49	9,70	9,48	8,60	6,73	4,50	2,76
	Desv.	0,29	0,28	0,17	0,12	0,06	0,06	0,13
Nave	Prom.	9,40	9,75	9,46	8,57	6,51	4,34	2,40
	Desv.	0,40	0,34	0,42	0,35	0,13	0,19	0,29
Sotocoro	Prom.	9,26	9,53	9,32	8,28	6,41	4,00	2,44
	Desv.	0,17	0,25	0,14	0,23	0,14	0,18	0,20

En primer lugar, se puede observar que el valor promedio obtenido para el T_{20} en todas las áreas de recepción es muy elevado, alcanzándose en la banda de 1 kHz valores de más de 8,00 s. Estos valores no resultan llamativos debido al elevado volumen del recinto y a los materiales con los que está construido. Los valores más altos del T_{20} en todas las zonas se encuentran en la banda de 250 Hz, en la que se tienen valores entre 9,50 y 10,00 s. A partir de esta banda, se puede apreciar una disminución del T_{20} con el aumento de la frecuencia, siendo esta reducción especialmente notable en las bandas de 2 a 8 kHz. La causa de esta disminución del T_{20} en altas frecuencias probablemente se deba a la absorción sonora producida por el aire.

Si se observan los resultados del promedio espacial del T_{20} para cada una de las áreas evaluadas, se tiene que son muy similares para las tres zonas situadas lejos de la fuente: la nave, el coro y el sotocoro. Entre estas tres zonas, el coro es el que presenta valores de tiempo de reverberación más elevados, seguido de la nave. Es posible que el T_{20} medido en el sotocoro sea algo inferior al obtenido en las otras dos zonas debido a que este espacio se encuentra separado del resto de la Basílica. El cuerpo principal de la Basílica y el sotocoro están conectados a través de tres arcos enrejados, por lo que la energía sonora que recibe el sotocoro cuando la fuente se sitúa en el altar es inferior a la que alcanza los otros dos espacios.

El diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.7 permite observar que la distribución de los valores medidos en estas tres zonas también es muy semejante, con diferencias muy pequeñas entre los valores del primer y tercer cuartil, lo que significa que el 50 % de la distribución de los datos se encuentra en un rango reducido. Las bandas de frecuencia donde hay una mayor diferencia entre ambos cuartiles y los valores máximos y mínimos son las de 125 a 500 Hz. La mayor variación de los datos medidos en estas bandas también puede observarse en la Tabla 5.2, donde la desviación alcanza sus valores máximos. De estas tres áreas, la nave es el espacio donde los resultados de las mediciones se reparten en un rango de valores más amplio.

El valor promedio del T_{20} medido con los receptores en el altar es ligeramente inferior al de los demás espacios en las bandas de 125 a 500 Hz. La diferencia entre el T_{20} medido en el altar y en los otros espacios aumenta progresivamente con el aumento de la frecuencia. También es destacable que la desviación de los datos medidos en esta zona, así como la diferencia entre sus valores máximos, mínimos y sus dos percentiles, son superiores a los obtenidos en los

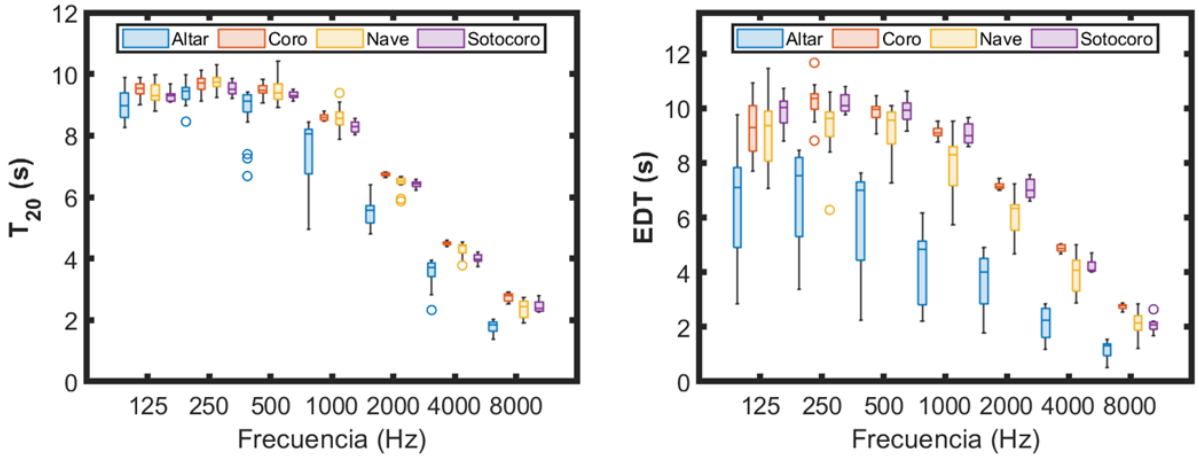


Figura 5.7: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_{20} y EDT cuando la fuente se sitúa en el altar.

otros tres espacios. Es posible que este mayor rango de resultados en el altar se deba a su geometría. El altar es un espacio de 12,50 m de ancho y 14,70 m de largo situado al final de la nave principal y altamente decorado. Los valores más bajos del T_{20} se obtenieron en las posiciones de micrófono situadas en el interior del altar, lo que puede deberse a que el número de reflexiones sonoras que se producen en este espacio sea superior y, por lo tanto, la energía sonora se absorba antes. En cambio, los valores máximos del T_{20} se obtienen en las posiciones de micrófono situadas en las escaleras del altar, que se encuentran muy próximas a la nave, y donde se obtienen valores de tiempo de reverberación semejantes a los de las otras tres zonas.

Los valores de la mediana obtenidos para el T_{20} en las posiciones de micrófono situadas en el altar son levemente superiores al valor promedio para las bandas de 500 a 8.000 Hz, lo que significaría que la distribución de estos datos presenta un leve sesgo negativo. En los otros tres espacios, el valor de la mediana y el promedio coinciden para todas las bandas de frecuencia, por lo que la distribución de los datos del tiempo de reverberación medidos en el coro, la nave y el sotocoro se puede considerar uniforme.

Los valores promedio calculados para el EDT muestran diferencias significativas con los resultados del T_{20} en todas de las zonas evaluadas. Esta discordancia entre ambos parámetros denota la falta de linealidad de las caídas del nivel de presión sonora. Cabe destacar la diferencia entre ambos parámetros para las posiciones de receptor en el altar, donde el valor del EDT es aproximadamente 3,00 s inferior al T_{20} en todas las bandas de frecuencia. Esta diferencia entre ambos parámetros indica que la caída inicial de la energía sonora es más abrupta, lo que da lugar a que la reverberación percibida en el altar cuando la fuente también se sitúa en este espacio sea menor a la existente. En el caso de los receptores situados en la nave, se puede observar que los valores del T_{20} son algo superiores, aunque la diferencia no alcanza los 0,50 s en ninguna banda de frecuencia. Los valores del promedio espacial del EDT obtenidos para el coro y el sotocoro son superiores a los del T_{20} para casi todas las bandas frecuenciales, lo que indica que la caída inicial de la energía sonora es más lenta y que la sensación de reverberación en estos espacios es algo mayor.

Tabla 5.3: Promedio y desviación estándar del EDT en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar.

EDT (s) - Fuente en el altar								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	6,33	6,86	6,11	4,39	3,76	2,18	1,18
	Desv.	2,29	1,82	1,89	1,45	1,04	0,60	0,33
Coro	Prom.	9,22	10,26	9,90	9,12	7,16	4,86	2,75
	Desv.	1,05	0,46	0,32	0,24	0,13	0,14	0,10
Nave	Prom.	9,09	9,44	9,16	7,95	6,13	3,99	2,08
	Desv.	1,22	0,74	1,00	1,29	0,95	0,75	0,52
Sotocoro	Prom.	9,88	10,18	9,90	9,08	7,05	4,20	2,07
	Desv.	0,67	0,43	0,52	0,45	0,42	0,26	0,31

Al igual que ocurría con el parámetro T_{20}, la zona donde existe una mayor variación entre los valores medidos en las distintas posiciones de recepción es el altar. En este caso, es notable que la diferencia entre los valores máximos y mínimos medidos es extremadamente amplia, lo cual probablemente se deba, como se ha mencionado anteriormente, a la geometría del altar y a la posición relativa entre la fuente y el micrófono. El valor de la mediana obtenido para las posiciones de micrófono del altar es superior al promedio en todas las bandas de frecuencia, por lo que se puede afirmar que la distribución de los datos en este espacio presenta un sesgo negativo.

El siguiente espacio con mayores variaciones entre los valores máximos y mínimos, al igual que con mayores márgenes intercuartiles, es la nave. Los valores de la mediana obtenidos para las posiciones en la nave también son superiores a los valores promedio del EDT, lo que significa que la distribución de los datos está sesgada negativamente.

Los resultados del EDT medidos para el coro y el sotocoro presentan un margen intercuartil muy reducido, que disminuye al aumentar la frecuencia. También es notable que la diferencia entre los valores máximos y los valores mínimos medidos es pequeña. En el coro se puede observar que, para la banda de 250 Hz, existen dos valores atípicos, uno superior al valor máximo y otro inferior al valor mínimo. Estos valores atípicos se corresponden, respectivamente, con las posiciones de recepción más cercana y lejana dentro del coro. Los valores de la mediana calculados para los resultados del coro y el sotocoro son prácticamente idénticos a los valores promedio en estos dos espacios, lo que indica que los datos se distribuyen de manera uniforme.

En la Tabla 5.4 se muestran los resultados obtenidos para el tiempo central cuando la fuente se sitúa en el altar. Se observan tres rangos de valores diferentes para este parámetro, que dependen de la zona donde se sitúan los receptores. El espacio que presenta valores del T_s más bajos es el altar, que es la zona más cercana a la fuente. Estos valores eran de esperar, ya que el T_s es un parámetro estrechamente relacionado con el EDT, que también presenta valores bajos en esta área en comparación con las demás zonas. Este resultado indica que, cuando la fuente se sitúa en el altar, los oyentes situados en el altar son los que presentan una mejor nitidez sonora. A pesar de ello, es interesante resaltar que los valores máximos y mínimos obtenidos en esta zona son muy distantes, con una diferencia de aproximadamente 250,0 ms

Tabla 5.4: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del T_s en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar.

T_s (ms) - Fuente en el altar								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	347,4	361,5	331,3	287,0	205,1	123,4	69,6
	Desv.	141,1	124,6	127,9	119,0	83,1	55,5	32,9
	Máx.	526,2	537,2	471,2	443,9	312,0	184,6	115,0
	Mín.	167,6	139,9	125,9	121,6	88,8	52,0	26,6
Coro	Prom.	794,6	875,0	848,4	794,5	649,3	461,2	267,6
	Desv.	160,8	168,2	151,8	130,3	137,4	127,7	135,6
	Máx.	1.050,4	1.123,3	1.048,8	990,4	824,2	620,8	452,1
	Mín.	560,0	669,8	704,6	685,1	520,4	364,1	143,1
Nave	Prom.	673,4	720,4	683,7	585,8	459,3	298,0	135,1
	Desv.	147,4	147,7	139,3	137,5	107,3	74,8	62,3
	Máx.	862,9	869,7	872,2	758,1	579,4	374,8	243,4
	Mín.	339,7	272,1	289,8	240,4	220,3	109,2	47,3
Sotocoro	Prom.	794,5	799,6	775,8	688,8	528,5	289,1	124,1
	Desv.	36,7	27,4	56,6	57,9	31,1	32,3	42,2
	Máx.	952,8	958,3	943,8	839,8	666,0	411,7	221,7
	Mín.	754,9	771,9	705,1	636,9	494,9	244,0	75,2

para casi todas las bandas de frecuencia. En el diagrama de cajas y bigotes correspondiente al T_s en la Figura 5.8 se puede observar que la diferencia entre el primer y el tercer cuartil es de 200,0 ms para el margen de 125 a 1.000 Hz, lo que concuerda con la desviación calculada. También destaca la diferencia existente entre los cuartiles y los valores máximos y mínimos medidos en este espacio para las bandas de 125 a 2.000 Hz. En el margen de 250 a 2.000 Hz, la mediana presenta valores más elevados que el promedio, lo que indica un sesgo negativo de los datos en este margen frecuencial. En las demás bandas de frecuencia, ambos estadísticos coinciden.

Cuando los receptores se encuentran en el coro, el análisis de los datos da lugar a los valores promedio y de desviación más elevados de todas las zonas evaluadas. En este caso, los valores del T_s para el margen de bajas y medias frecuencias oscilan entre 800,0 y 900,0 ms, lo que indica una nitidez del sonido extremadamente baja. Tanto la distancia entre los valores máximos y mínimos como la diferencia entre el primer y el tercer cuartil son muy elevadas. La gran dispersión de los valores medidos en este espacio podría deberse a las distintas posiciones ocupadas por los micrófonos, ya que la distancia entre las posiciones situadas más cerca del balcón del coro y las situadas al fondo de la sillería es de aproximadamente 20,00 m. La mediana obtenida para estas mediciones es inferior en todas las bandas de frecuencia al promedio. Este resultado indica una desviación positiva de la distribución de los datos, que se puede observar en la Figura 5.8.

El promedio de los resultados medidos en la nave es también muy elevado, aunque no alcanza valores tan altos como el promedio espacial del coro o del sotocoro. Los valores más altos se encuentran en el margen de 125 a 500 Hz, donde el T_s toma valores de aproximadamente 700,0 ms. En general, se puede estimar que la nitidez sonora en la nave de la Basílica es baja.

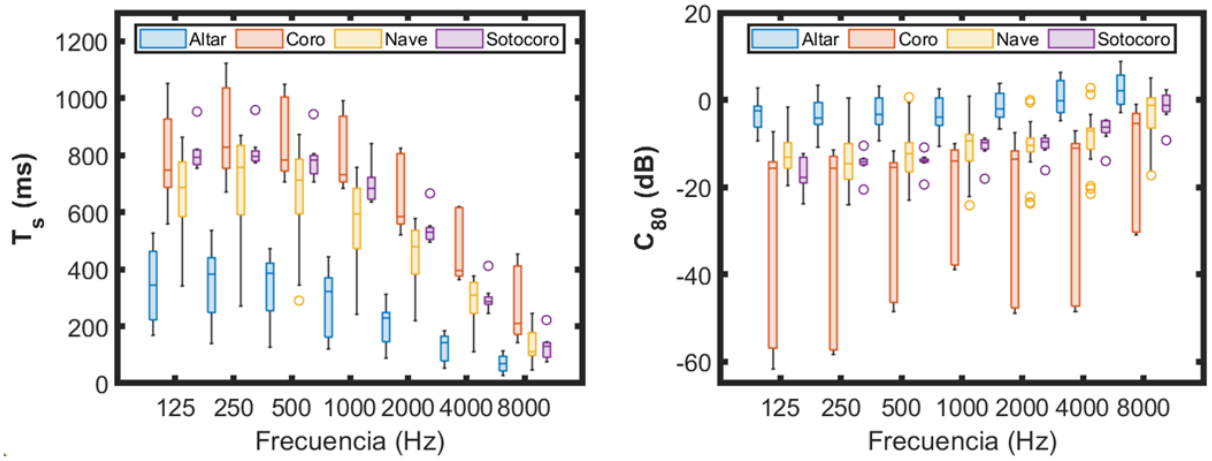


Figura 5.8: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s y C_{80} cuando la fuente se sitúa en el altar.

El diagrama de cajas y bigotes de este parámetro (véase Figura 5.8) permite observar que la nave es el espacio de la Basílica donde existen mayores diferencias entre los resultados de las posiciones medidas. El margen en el que se encuentran repartidos el 50 % de los datos, que se encuentra limitado por el primer y el tercer cuartil, es de aproximadamente 200,0 ms para casi todo el margen frecuencial (a excepción de las bandas de 4 y 8 kHz). Este margen es inferior al obtenido para los resultados del coro, pero se puede observar que la distancia entre el valor máximo y mínimo es mayor en la nave. Destaca especialmente la diferencia entre los valores mínimos y el primer cuartil, lo que podría señalar un sesgo negativo de la distribución de los valores del T_s en este espacio. Esto se ve confirmado por los valores de la mediana, que son ligeramente superiores al promedio en todas las bandas de frecuencia.

Por último, en el sotocoro, se obtienen valores elevados del tiempo central en todo el margen frecuencial. Estos valores promedio son superiores a los obtenidos en la nave, pero inferiores a los medidos en el coro. Lo que más destaca en comparación con otros espacios de la Basílica es el reducido margen de variación de los datos medidos, que se puede observar tanto en el resultado de la desviación como en el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.8. La desviación toma valores bajos y la diferencia entre el valor máximo y el mínimo es inferior a 200,0 ms en todo el margen frecuencial. El valor de la mediana es igual al promedio en todo el margen de frecuencias, por lo que la distribución de los datos medidos en este espacio se puede considerar uniforme. Cabe destacar la presencia de un valor atípico en todas las bandas de frecuencia, a excepción de 1 kHz, que se corresponde con la posición de micrófono R16, la cual se sitúa en la parte más interior del sotocoro.

El diagrama de cajas y bigotes situado a la derecha en la Figura 5.8 y la Tabla 5.5 muestran los resultados obtenidos para el parámetro de claridad musical C_{80} cuando la fuente sonora se sitúa en el altar. El C_{80} se trata de un parámetro altamente dependiente de la posición relativa entre la fuente y el receptor. Por lo tanto, cabía esperar que los valores más altos de este parámetro se encontraran en las posiciones de micrófono situadas en el altar. Los valores del promedio espacial obtenido para las bajas y medias frecuencias es de aproximadamente -3,00

dB, lo que indica que la energía tardía en este espacio es el doble que la energía temprana. En las bandas de 2 a 8 kHz, este valor aumenta y llega a alcanzar valores positivos. Los valores de desviación del C_{80} obtenidos para este espacio son elevados, de aproximadamente 4,00 dB, en todas las bandas de frecuencia. Esta variación de los resultados también puede observarse en la Figura 5.8, donde la diferencia de valor entre el primer y el tercer cuartil es de aproximadamente 5,00 dB para todo el margen frecuencial.

A pesar de que se trata de una variación relativamente alta para el tamaño del altar, hay que tener en cuenta que la diferencia entre los valores máximos y mínimos es aún mayor, de entre 11,00 y 14,00 dB. En el diagrama de cajas y bigotes se puede observar que la distancia entre el primer cuartil y el valor mínimo es superior a la diferencia entre el valor del tercer cuartil y el valor máximo para casi todas las bandas de frecuencia. A excepción de la banda de 125 Hz, donde la mediana toma un valor superior al promedio, en las demás bandas el valor de la mediana calculado es inferior, lo que indica un sesgo positivo en la distribución de los datos.

El coro, que se trata de la zona de la Basílica situada a una mayor distancia del altar, presenta los valores de nivel de claridad C_{80} más bajos. Los valores promedio obtenidos para este espacio varían entre los -30,00 y los -20,00 dB en el margen de 125 a 4.000 Hz. En la banda de 8 kHz, el valor promedio del C_{80} es de -13,00 dB. Estos valores son extremadamente bajos, lo que significa que el nivel de energía tardía presente en el coro cuando la fuente se sitúa en el altar es mucho más elevado que el de la energía temprana. Los valores de desviación obtenidos del algoritmo de estadística robusta para este espacio son muy elevados y presentan una gran diferencia respecto a las desviaciones calculadas para los resultados medidos en otras áreas. Esta desviación elevada concuerda con la gran diferencia existente entre los valores máximos

Tabla 5.5: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del C_{80} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar.

C_{80} (dB) - Fuente en el altar								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	-3,41	-3,46	-2,93	-2,94	-1,44	0,18	2,41
	Desv.	3,81	4,04	4,35	4,04	3,95	4,32	4,04
	Máx.	2,70	3,35	3,15	2,53	3,87	6,21	8,75
	Mín.	-9,38	-10,89	-9,51	-10,61	-6,75	-4,90	-2,90
Coro	Prom.	-29,07	-28,57	-25,24	-21,23	-23,89	-22,76	-12,96
	Desv.	24,50	24,02	18,01	14,15	19,98	20,77	14,60
	Máx.	-7,24	-11,50	-11,78	-10,13	-7,52	-7,04	-1,12
	Mín.	-61,70	-58,32	-48,47	-38,98	-48,95	-48,64	-31,07
Nave	Prom.	-12,69	-13,97	-13,01	-10,68	-10,75	-8,29	-2,81
	Desv.	4,86	5,96	6,93	6,55	6,29	6,39	6,19
	Máx.	-1,68	0,40	0,59	0,89	-0,07	2,72	5,12
	Mín.	-19,71	-24,12	-23,03	-24,20	-23,78	-21,59	-17,31
Sotocoro	Prom.	-17,03	-14,21	-13,95	-10,30	-9,94	-6,41	-1,16
	Desv.	4,42	1,28	1,05	1,49	1,79	1,99	3,06
	Máx.	-12,33	-10,52	-10,92	-8,79	-8,06	-4,55	2,36
	Mín.	-23,77	-20,56	-19,42	-18,09	-16,15	-14,04	-9,28

y mínimos, que varía entre los 30,00 y 50,00 dB en todo el margen frecuencial. En la Figura 5.8 se puede observar que el margen intercuartil en el coro es muy amplio, lo que representa que existe una gran variación entre los datos medidos. Las diferencias encontradas entre los primeros y terceros percentiles y los valores máximos y mínimos son muy reducidas. Lo que más llama la atención es el elevado valor que toma la mediana, que llega a ser más de 10,00 dB superior al promedio en muchas de las bandas de frecuencia. Las diferencias existentes en los resultados de estos dos estadísticos indican que la distribución de los valores medidos en el coro presenta un sesgo negativo elevado.

Cuando los receptores se sitúan en la nave, los valores promedio del C_{80} toman valores inferiores pero cercanos a -10,00 dB para el margen de 125 a 2.000 Hz, aumentando ligeramente en 4 kHz y alcanzando los -3,00 dB en la banda de 8 kHz. Estos valores de claridad pueden considerarse muy bajos e indican que el nivel de energía tardía en la nave de la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar es mucho mayor que el nivel de energía temprana. Al igual que cuando los micrófonos se situaban en el altar, el valor de la desviación se podría considerar relativamente bajo en comparación con la diferencia existente entre los valores máximos y mínimos. El margen en el que se reparten los valores en todas las bandas de frecuencia es de aproximadamente 20,00 dB, mientras que los valores de desviación calculados son de 6,00 dB. Estos resultados indican que, aunque se hayan medido valores C_{80} en un margen muy amplio, la mayoría de ellos se sitúan en un rango de valores más reducido. Esto se puede observar claramente en la Figura 5.8, donde se ve que existe una diferencia considerable entre los valores del primer y tercer cuartil y los valores máximos y mínimos. Destacan especialmente las bandas de 2 y 4 kHz, donde el margen intercuartil es más reducido, pero donde se localizan cinco valores atípicos. Dos de estos valores atípicos presentan un valor mayor que el extremo superior de la distribución y son causados por dos combinaciones en las que la fuente y el receptor se encuentran situados muy próximos (S3R8 y S4R8). Los otros tres presentan un valor más bajo que el del extremo inferior y se deben a las combinaciones fuente-receptor en las que los dos equipos se encuentran más alejados (S1R11, S1R9 y S2R11). Las bandas de 125, 250 y 2.000 Hz presentan valores de la mediana inferiores al promedio, mientras que en las demás bandas la mediana toma valores superiores. En las bandas con un valor del promedio inferior, la distribución de los datos está sesgada negativamente, mientras que en las bandas con un promedio superior, el sesgo será positivo.

El C_{80} promedio obtenido cuando los receptores se sitúan en el sotocoro presenta un valor de orden similar al de la nave. En las bandas de bajas frecuencias, los valores obtenidos en el sotocoro son inferiores, mientras que en el resto del espectro frecuencial son levemente superiores. Una vez más, llama la atención que los valores de la desviación obtenidos son relativamente bajos, aproximadamente 2,00 dB, mientras que la diferencia entre el valor máximo y mínimo es elevada, de alrededor de 10,00 dB. Si se observa el diagrama de cajas y bigotes, se puede ver que el margen intercuartil, es decir, donde se acumulan el 50 % de los valores medidos, es muy estrecho, y que los valores máximos y mínimos tan distantes se deben a valores atípicos. El valor de la mediana se corresponde con el del promedio en todas las bandas de frecuencia, por lo que los resultados del C_{80} en el sotocoro siguen una distribución uniforme.

En la Tabla 5.6, en la que se muestran los valores de definición D_{50} cuando la fuente se sitúa

en el altar, se puede observar que los valores promedio más elevados se midieron cuando los receptores también se encontraban en el altar. En esta zona, los valores más bajos se encuentran en el margen de 250 a 1.000 Hz, pero en ninguna de estas bandas se obtienen valores inferiores a 0,30. En la banda de 4 kHz se puede observar que las contribuciones de la energía temprana y la tardía se igualan, mientras que en 8 kHz se tiene que la energía temprana es superior. Llama especialmente la atención los elevados valores de la desviación obtenidos en esta zona para todo el margen de frecuencia, ya que este parámetro se encuentra estrechamente relacionado con el C_{80}, que presenta una desviación baja cuando la fuente y el receptor se encuentran en el altar. Estos valores de desviación concuerdan con la gran variación existente entre los valores máximos y mínimos, que en casi todas las bandas de frecuencia es de 0,60.

Si se observa la Figura 5.9, se puede ver que el margen intercuartil de los resultados medidos en el altar es muy amplio. A pesar de ello, se puede observar una diferencia notable entre los valores de los primeros y terceros cuartiles y de los valores máximos y mínimos. Esta representación muestra que los datos medidos cuando la fuente y los receptores se sitúan en el altar se encuentran repartidos en un margen muy amplio, sin que existan agrupaciones de valores ni valores atípicos. A excepción de la banda de 125 Hz, la mediana presenta valores inferiores al promedio, lo que indica que la distribución de los datos presenta un sesgo positivo.

Al situar los receptores en el coro, se obtienen los valores promedio del D_{50} más bajos de todo el recinto. En las bandas de 125 a 2.000 Hz el D_{50} no alcanza valores de 0,05, superándolo levemente en la banda de 4 kHz y acercándose a 0,20 en la de 8 kHz. Los valores tan bajos obtenidos para este parámetro en el coro no son sorprendentes, ya que la distancia entre la

Tabla 5.6: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del D_{50} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar.

D_{50} (-) - Fuente en el altar								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	0,41	0,33	0,36	0,36	0,43	0,51	0,62
	Desv.	0,19	0,19	0,21	0,20	0,21	0,23	0,20
	Máx.	0,70	0,68	0,67	0,64	0,71	0,81	0,88
	Mín.	0,18	0,08	0,10	0,08	0,17	0,24	0,34
Coro	Prom.	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,19
	Desv.	0,04	0,03	0,02	0,04	0,05	0,06	0,18
	Máx.	0,24	0,07	0,06	0,09	0,15	0,17	0,44
	Mín.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nave	Prom.	0,10	0,05	0,07	0,10	0,10	0,15	0,39
	Desv.	0,07	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,26
	Máx.	0,42	0,52	0,53	0,55	0,50	0,65	0,76
	Mín.	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Sotocoro	Prom.	0,05	0,04	0,04	0,09	0,09	0,19	0,44
	Desv.	0,04	0,01	0,01	0,03	0,04	0,07	0,17
	Máx.	0,10	0,08	0,07	0,12	0,14	0,26	0,63
	Mín.	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,11

fuente y el receptor es muy elevada y, además, se obtuvieron bajos valores del C_{80} en este espacio. Los valores de desviación calculados para el conjunto de datos medidos en el coro son muy bajos en todas las bandas de frecuencia, excepto en la banda de 8 kHz. Los valores máximos y mínimos obtenidos son relativamente semejantes, encontrándose las mayores diferencias en las bandas de 125, 2.000, 4.000 y 8.000 Hz. En todas las bandas de frecuencia, el menor valor de D_{50} medido es de 0,00, lo que implica una definición nula del sonido en al menos una de las posiciones de micrófono evaluadas. Al observar el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.9 correspondiente al D_{50}, se puede ver que la distancia entre el primer y el tercer cuartil es muy pequeña para todas las bandas de frecuencia excepto la de 8 kHz, al igual que la desviación. En las bandas de 4 y 8 kHz se aprecia una diferencia pronunciada entre el valor máximo y el tercer cuartil. La mediana coincide con el valor promedio en todas las bandas de frecuencia, por lo que los datos medidos siguen una distribución uniforme.

Las únicas dos bandas de frecuencia que no alcanzan valores promedio de definición superiores a 0,10 cuando la fuente se sitúa en la nave son 250 y 500 Hz. En el resto del margen frecuencial los valores promedio obtenidos son iguales a 0,10 en las bandas de 125, 1.000 y 2.000 Hz, y se superan en las dos bandas restantes. Al igual que ocurría cuando se consideraba el coro como área receptora, el valor promedio obtenido en la banda de 8 kHz es muy alto en comparación con las demás. Los valores máximos y mínimos medidos en la nave son muy diferentes entre sí, con un margen de diferencia de entre 0,40 y 0,70. En comparación, los valores de desviación calculados son muy reducidos, y únicamente se encuentra un valor de desviación elevado en la banda de 8 kHz.

En el diagrama de cajas y bigotes se puede observar que, según los valores de desviación calculados, el margen intercuartil es reducido para todas las bandas de frecuencia menos para la de 8 kHz. Al igual que ocurría con los receptores en el coro, el valor mínimo medido en todas las bandas de frecuencia es de 0,00. El valor máximo de la distribución estimado según la Figura 5.9 es considerablemente menor que el máximo medido. Los valores máximos medidos se corresponden con valores atípicos en casi todo el margen frecuencial. Estos valores atípicos se corresponden a las posiciones de micrófono F3R8 y F4R8, donde las fuentes se sitúan en los púlpitos y el micrófono en el principio de la nave central. Se trata de las dos posiciones fuente-receptor más cercanas, por lo que no es de extrañar que den lugar a valores de definición mucho más elevados que en el resto de la nave. La diferencia entre el valor que toma el tercer cuartil y el extremo superior de la distribución es de aproximadamente 0,07 para el margen de 125 a 2.000 Hz, y aumenta a 0,13 y 0,24 en las dos últimas bandas de frecuencia. Los valores de la mediana calculados para los datos medidos en la nave son prácticamente idénticos a los valores promedio, aunque en alguna banda de frecuencia se obtiene un valor levemente inferior. Se podría considerar que los valores del D_{50} medidos en la nave cuando la fuente se sitúa en el altar siguen una distribución uniforme.

Cuando los receptores se sitúan en el sotocoro, los valores del D_{50} son extremadamente bajos, no superando el valor de 0,10 en las bandas de 125 a 2.000 Hz. Los resultados obtenidos son muy similares a los calculados cuando los receptores se sitúan en el coro, excepto para las dos bandas de frecuencia más altas, donde el valor del D_{50} en el sotocoro es el doble. Los valores máximos y mínimos medidos en este espacio son muy semejantes, con diferencias superiores a 0,10 solo en las bandas de 2, 4 y 8 kHz. En consecuencia, los valores de desviación calculados

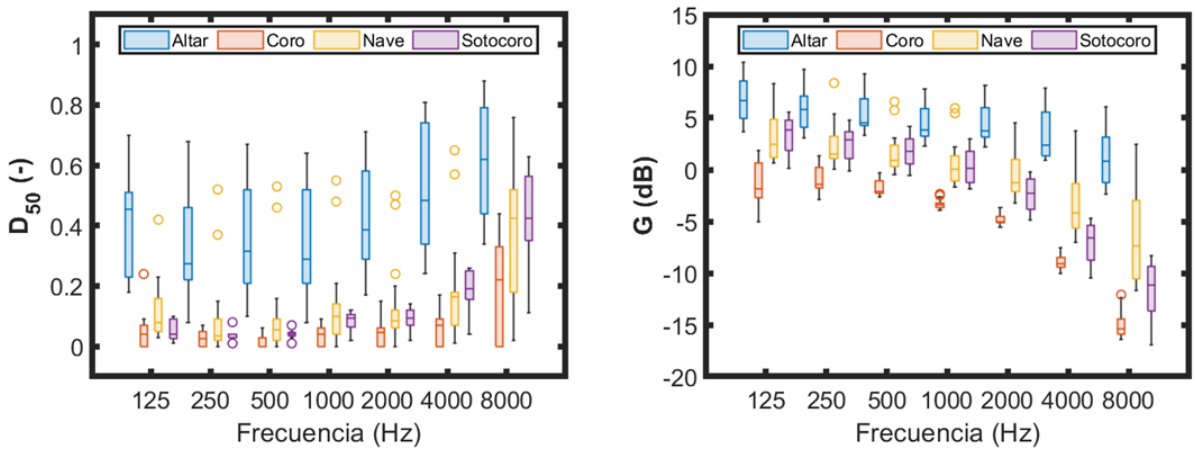


Figura 5.9: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros D_{50} y G cuando la fuente se sitúa en el altar.

son muy bajos. En el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.9 se puede observar que en estas dos bandas de frecuencia se obtienen dos valores atípicos, que se corresponden con los valores máximos y mínimos medidos. A excepción de la banda de 8 kHz, todas las demás presentan márgenes intercuartiles reducidos. A partir de la banda de 1 kHz, se puede observar que la diferencia entre los valores que toman el extremo inferior y el primer cuartil es notable. Los valores obtenidos para la mediana coinciden con los valores del promedio, por lo que la distribución de los datos es uniforme.

El parámetro objetivo denominado fuerza sonora G es un indicador de la amplificación sonora introducida por la sala y depende en gran medida de la posición relativa entre la fuente y el receptor. Los valores medidos para este descriptor deben evaluarse teniendo en cuenta la distancia existente entre la fuente y el receptor, por lo que el área en la que se ubican los micrófonos es muy relevante. Los resultados de los estadísticos calculados para G cuando la fuente se sitúa en el altar se muestran en la Tabla 5.7 y su diagrama de cajas y bigotes se representa en la Figura 5.9.

En primer lugar, se van a evaluar los resultados obtenidos cuando los receptores comparten espacio con la fuente, es decir, cuando se sitúan en el altar. El promedio espacial de los valores de G medidos da lugar a valores positivos en todo el margen de frecuencias. Los valores de fuerza sonora más altos se han medido en las bandas de frecuencia donde la reverberación del recinto es más elevada. Al evaluar estos resultados es necesario tener en cuenta que la distancia promedio entre la fuente y las posiciones de micrófono cuando ambos equipos están en el altar es de 8,60 m. Esta distancia es inferior a la distancia de referencia para el cálculo del parámetro G, por lo que es posible que los altos valores obtenidos en este espacio se deban a esa proximidad entre la fuente y el micrófono.

Al observar los resultados del G para cada posición individual evaluada en esta zona (se muestran en el Anexo C), se ha podido comprobar que los valores máximos se corresponden con las combinaciones de fuente y micrófono más próximas, cuya menor distancia es de aproximadamente 5,00 m. En el caso de los valores mínimos, estos se corresponden con las

posiciones de fuente y micrófono más alejadas, que llegan a estar separadas 18,00 m. A pesar de esto, se puede afirmar que la sala produce una amplificación del sonido, especialmente en las bandas de baja y media frecuencia, y que en algunas de ellas esta amplificación podría llegar a duplicar el nivel de energía sonora emitido por la fuente.

Los valores de la desviación calculados en todas las bandas de frecuencia presentan un valor aproximado de 2,00 dB, y la diferencia entre los valores máximos y mínimos varía entre 6,00 y 8,00 dB, en función de la banda de frecuencia. La única banda en la que se alcanzan valores negativos es en la de 8 kHz. El diagrama de cajas y bigotes muestra que el margen intercuartil en todas las bandas de frecuencia presenta un tamaño semejante, lo que concuerda con los valores de desviación calculados. Se puede observar que la diferencia entre el valor que toma el tercer cuartil y el valor máximo ronda los 2,00 o 3,00 dB para casi todas las bandas de frecuencia, mientras que la diferencia entre los valores mínimos y los del primer cuartil rara vez supera 1,00 dB. En este espacio no se han medido valores atípicos. Los valores de la mediana calculados para todas las bandas de frecuencia son inferiores al valor promedio, por lo que la distribución de los datos de fuerza sonora medidos en el altar presenta un sesgo positivo.

Los valores promedio de G obtenidos cuando los receptores se sitúan en el coro son negativos en todo el margen de frecuencias. En las bandas de 125 a 500 Hz, este valor se aproxima a cero y, a partir de 1 kHz, el nivel de fuerza sonora disminuye al aumentar la frecuencia. En este caso, es necesario tener en cuenta la gran distancia existente entre las posiciones de fuente y receptor, que en promedio es de aproximadamente 75,00 m. La elevada distancia existente entre las posiciones de ambos equipos implica una gran reducción de la energía de

Tabla 5.7: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del G en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar.

G (dB) - Fuente en el altar								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	6,67	5,74	5,53	4,50	4,59	3,39	1,29
	Desv.	2,21	1,91	2,17	1,95	2,25	2,71	3,09
	Máx.	10,41	9,72	9,27	7,79	8,16	7,89	6,07
	Mín.	3,66	3,07	3,31	2,32	2,16	0,89	-2,41
Coro	Prom.	-1,38	-1,06	-1,83	-3,35	-4,81	-8,99	-15,10
	Desv.	2,45	1,28	0,65	0,48	0,68	0,75	1,13
	Máx.	1,85	1,36	-0,30	-2,34	-3,70	-7,55	-12,09
	Mín.	-5,08	-2,85	-2,61	-3,90	-5,57	-10,02	-16,39
Nave	Prom.	2,96	2,03	1,29	0,32	-0,68	-3,59	-6,69
	Desv.	2,25	1,63	1,51	1,77	2,12	2,77	4,48
	Máx.	8,31	8,37	6,58	5,95	4,56	3,77	2,43
	Mín.	0,61	0,07	-0,51	-1,64	-3,26	-6,99	-11,69
Sotocoro	Prom.	3,31	2,48	1,78	0,30	-2,39	-7,09	-11,61
	Desv.	2,14	1,94	1,87	2,10	1,93	2,34	3,13
	Máx.	5,56	4,76	4,17	2,95	-0,21	-4,70	-8,36
	Mín.	0,11	-0,16	-0,53	-1,84	-4,84	-10,51	-16,93

la señal directa, que será tanto más elevada cuanto mayor sea la frecuencia. Por lo tanto, si se considera esta pérdida de energía, se puede afirmar que valores tan próximos a cero para la fuerza sonora implican que el recinto produce una amplificación muy elevada. Es interesante considerar que las bandas de 125 a 500 Hz, que son aquellas que presentan valores más próximos a cero, son también las bandas de frecuencia donde se han obtenido los valores de tiempo de reverberación más elevados.

Los valores de desviación obtenidos para la fuerza sonora cuando el micrófono está en el coro son muy reducidos para casi todo el margen de frecuencias, excepto para la banda de 125 Hz. También se puede observar que los valores máximos y mínimos son muy semejantes, y que en ocasiones la diferencia entre ambos no supera los 2,00 dB. En el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.9 se puede observar el reducido margen intercuartil existente en las bandas de 500 a 4.000 Hz. A excepción de la banda de 125 Hz, la diferencia entre el tercer cuartil y el valor máximo es superior a la existente entre el primer cuartil y el valor mínimo. Se destacan tres valores atípicos superiores al considerado extremo superior de la distribución, que se encuentran en las bandas de 1 y 8 kHz. Estos valores atípicos corresponden a medidas realizadas en las dos posiciones de micrófonos cercanas al balcón del coro (R20 y R21), que es la zona más cercana al altar de este espacio. En las bandas de 125 a 500 Hz el valor calculado para la mediana es inferior al valor promedio, por lo que en estas bandas la distribución de los datos presenta un sesgo positivo. En el resto de las bandas de frecuencias se puede afirmar que los resultados de G siguen una distribución uniforme.

Al disponer los receptores en la nave, los valores promedio obtenidos para el margen de 125 a 1.000 Hz son positivos, mientras que en las bandas restantes se obtienen valores inferiores a 0,00 dB. Al igual que ocurría en el coro, los valores de G más elevados se encuentran en las bandas de frecuencia donde se obtienen valores promedio del T_{20} más altos. En este espacio, la distancia promedio entre la fuente y el receptor es de aproximadamente 40,00 m, lo que también implica una importante reducción de la energía sonora de la señal directa. En consecuencia, los valores de G obtenidos para este espacio indican una gran amplificación de la energía sonora por parte del recinto.

Los valores de desviación de la fuerza sonora calculados para este espacio son semejantes a los obtenidos cuando los receptores se situaban en el altar. La diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo ronda los 8,00 dB para casi todas las bandas de frecuencia. Al igual que ocurre en los otros dos espacios, los valores máximos de G se han medido en las posiciones de micrófono más cercanas a la fuente, donde ambos equipos distan 7,30 m. Los valores mínimos se han obtenido en las posiciones de receptor y fuente más lejanas, donde se alcanzan distancias de 56,00 m.

En el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.9, se observa que los menores márgenes intercuartiles se encuentran en las bandas de 500 y 1.000 Hz, que también se corresponden con las dos bandas en las que se obtiene una menor desviación. En estas dos bandas se aprecian dos valores atípicos, que en ambos casos se corresponden a las combinaciones fuentes-receptor F3R8 y F4R8. El resto de las bandas de frecuencia presentan márgenes intercuartiles más amplios y, en todas ellas, la diferencia entre el tercer cuartil y el valor máximo de la distribución es elevada. En todo el margen frecuencial el valor de la mediana calculado es inferior al valor del promedio, por lo que los datos siguen una distribución que se encuentra

sesgada positivamente.

Cuando los receptores se encuentran en el sotocoro, se observa que los valores promedio de G para el margen de frecuencias de 125 a 1.000 Hz son semejantes a los obtenidos en la nave, mientras que en las demás bandas de frecuencias los valores obtenidos en este espacio son inferiores. La distancia entre las posiciones de fuente situadas en el altar y las posiciones de receptor situadas en el sotocoro es de aproximadamente 65,00 m. Esta distancia se parece más a la existente entre el altar y el coro, por lo que resulta curioso que los valores de G promedio obtenidos en las cuatro primeras bandas de frecuencias no sean más parecidos a los medidos en este otro espacio. Es posible que, a pesar de que el nivel de energía de la señal directa presente una reducción semejante en su viaje desde el altar hasta el coro y el sotocoro, la estructura geométrica del sotocoro, que provoca que este espacio actúe como una sala dentro de una sala, produzca una mayor amplificación sonora y dé lugar a valores de G más elevados.

Los valores de desviación calculados presentan un margen de variación semejante al medido en el altar y en la nave. Como se puede comprobar en la Figura 5.9, los márgenes intercuartiles también presentan un tamaño similar a los medidos en estas dos zonas. En esta ocasión, las bandas de 125, 4.000 y 8.000 Hz presentan una diferencia notable entre su valor mínimo y el del primer cuartil. En las bandas de 125 a 2.000 Hz la diferencia entre los valores máximos y mínimos es de aproximadamente 4,00 dB, y aumenta en las dos bandas de frecuencia más altas. Los valores de la mediana calculados son levemente más bajos en las bandas de 125 a 500 Hz que el promedio, por lo que en estas bandas frecuenciales la distribución presenta un leve sesgo positivo. En cambio, en las bandas de 2 a 8 kHz, la mediana es levemente superior, por lo que, en este caso, la distribución se encuentra sesgada negativamente.

En la Tabla 5.8 se muestran los promedios, la desviación y los valores máximos y mínimos del IACC para tres intervalos temporales: la respuesta al impulso completa, las reflexiones tempranas y el sonido reverberante. En el caso de la evaluación del coeficiente de correlación cruzada interaural en toda la respuesta al impulso, se puede observar que sus valores más elevados se encuentran en las bandas de 125 y 250 Hz, mientras que a partir de 500 Hz el valor cae considerablemente, estableciéndose en aproximadamente 0,25 para las bandas de 1 a 8 kHz. La desviación calculada para el IACC de la respuesta al impulso completa es muy baja en la banda de 125 Hz, donde los valores máximos y mínimos son muy semejantes, y aumenta en las demás bandas, alcanzando su máximo en la banda de 500 Hz.

Es de esperar que, en bajas frecuencias, los valores del IACC sea cercanos a uno, ya que las elevadas longitudes de onda provocan que los frentes se vean poco afectados por los elementos decorativos del espacio, por lo que la señal que reciben ambos oídos será semejante. En el caso de las altas frecuencias, las longitudes de onda son similares al tamaño de las decoraciones del altar, por lo que estas sí que presentarán una gran influencia. Esto implica que la semejanza entre la señal recibida en el oído izquierdo y derecho depende en gran medida del mobiliario y la decoración que rodean la posición de escucha. Debido a esta dependencia, los resultados obtenidos en altas frecuencias dan lugar a valores de IACC más dispares.

Las posiciones de receptor que dan lugar a valores del $IACC_{(0,+)}$ más bajos son aquellas en las que los micrófonos se encontraban dentro de los oratorios o aposentos de los reyes. También se han encontrado valores de IACC muy bajos en las posiciones R1 y R2, donde el sistema HATS

Tabla 5.8: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros $IACC_{(0,+)}$, $IACC_{(0,80)}$ e $IACC_{(80,+)}$ en la Basílica cuando la fuente y los receptores se sitúan en el altar.

IACC (-) - Fuente y receptores en el altar								
Parámetro		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
(0,+)	Prom.	0,93	0,77	0,45	0,27	0,25	0,24	0,22
	Desv.	0,03	0,11	0,25	0,17	0,17	0,17	0,14
	Máx.	0,97	0,91	0,80	0,69	0,66	0,65	0,58
	Mín.	0,90	0,64	0,13	0,07	0,09	0,09	0,09
(0,80)	Prom.	0,95	0,80	0,51	0,34	0,34	0,32	0,26
	Desv.	0,02	0,13	0,28	0,18	0,21	0,20	0,16
	Máx.	0,98	0,96	0,84	0,78	0,73	0,68	0,61
	Mín.	0,93	0,61	0,12	0,07	0,11	0,14	0,10
(80,+)	Prom.	0,91	0,75	0,39	0,22	0,12	0,12	0,10
	Desv.	0,03	0,09	0,23	0,16	0,08	0,05	0,03
	Máx.	0,96	0,87	0,75	0,55	0,41	0,51	0,37
	Mín.	0,86	0,65	0,15	0,08	0,03	0,05	0,06

se encontraba mirando al altar mayor, por lo que uno de los oídos se encontraba próximo a una pared. Esto pudo provocar que la señal recibida en ambos oídos no presentase grandes semejanzas.

Los parámetros $IACC_{(0,80)}$ e $IACC_{(80,+)}$ se han obtenido para evaluar las disparidades entre las respuestas al impulso medidas por cada oído para las reflexiones tempranas y tardías. Cuando la fuente y el receptor se sitúan en el altar, al igual que ocurría con la evaluación completa de la respuesta al impulso, se obtienen valores muy próximos a uno en las bandas de 125 y 250 Hz, y el valor de este parámetro disminuye notablemente en el resto de las bandas frecuenciales. Cabe destacar que los valores que evalúan las reflexiones tempranas dan lugar a resultados más elevados, lo que significa que existe una mayor semejanza entre la señal recibida por ambos oídos cuando solo se evalúan los primeros 80 ms. Cuando se tiene en cuenta únicamente el sonido reverberante, los valores de $IACC_{(80,+)}$ obtenidos son muy bajos, lo que significa que la similitud de la señal recibida a través de ambos oídos es prácticamente nula. Las desviaciones obtenidas son más elevadas para el parámetro $IACC_{(0,80)}$, y también es más alta la diferencia existente entre los valores máximos y mínimos.

Por último, se van a evaluar los valores promedio, la desviación y los valores máximos y mínimos de inteligibilidad obtenidos en cada zona de recepción cuando la fuente se sitúa en el altar. En la Tabla 5.9 se muestran los datos obtenidos del cálculo de los estadísticos del parámetro STI, mientras que en la Figura 5.10 se representa el diagrama de cajas y bigotes de este parámetro para cada área de recepción.

Los valores de inteligibilidad más altos se obtienen en las posiciones de micrófono situadas en el altar. Este resultado era de esperar, ya que es el espacio donde se sitúa la fuente y en el que se obtuvieron mejores resultados de claridad, nitidez y definición. El valor promedio que se obtiene en esta zona es 0,47, lo que corresponde a una inteligibilidad adecuada. La

Tabla 5.9: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del STI en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el altar.

Área receptor		STI (-) - Fuente en el altar
Altar	Prom.	0,47
	Desv.	0,11
	Máx.	0,63
	Mín.	0,33
Coro	Prom.	0,20
	Desv.	0,02
	Máx.	0,24
	Mín.	0,16
Nave	Prom.	0,27
	Desv.	0,06
	Máx.	0,52
	Mín.	0,21
Sotocoro	Prom.	0,23
	Desv.	0,02
	Máx.	0,26
	Mín.	0,15

variación de valores que toma este parámetro es amplia, ya que existe una gran diferencia entre su valor máximo y mínimo. Si se observa el diagrama de cajas y bigotes, se ve que el 50 % de los valores medidos del STI se reparten en un amplio margen, representado por el margen intercuartil. A pesar de ello, se observa una diferencia notable entre los valores del primer y el tercer cuartil y los valores máximos y mínimos. Los valores de STI medidos en este espacio muestran que la inteligibilidad en el altar varía entre pobre y buena cuando la fuente se sitúa también en el altar. El valor de la mediana es inferior al promedio, por lo que la distribución de los datos presenta un sesgo positivo.

Si se evalúan los resultados medidos cuando los receptores se encuentran en el coro, se puede observar que todas las posiciones dan lugar a una inteligibilidad considerada como mala, ya que el STI no supera en ninguna medición el valor de 0,30. El diagrama de cajas y bigotes muestra claramente que la variación de los valores del STI medidos en el coro se encuentra en un margen muy reducido, razón también por la cual la desviación obtenida es tan baja. El valor mínimo medido en este espacio corresponde con un valor atípico. El resultado de la mediana al evaluar el conjunto de valores medidos en el coro es igual al promedio, por lo que la distribución de los datos se puede considerar uniforme.

El valor del promedio espacial del STI cuando los receptores se encuentran en la nave da como resultado una inteligibilidad considerada como mala, por lo que se considera que la palabra no puede comprenderse adecuadamente en este espacio si la fuente se sitúa en el altar. Puede observarse que, en comparación con la diferencia existente entre el valor máximo y el valor mínimo, la desviación obtenida para este parámetro es muy reducida. Esto se debe a que, como se muestra en el diagrama de cajas y bigotes, existen dos valores del STI que dan lugar a valores atípicos. Estos se corresponden a las combinaciones fuente-receptor F3R8 y F4R8, que también dan lugar a valores atípicos en la definición, debido a la proximidad entre las

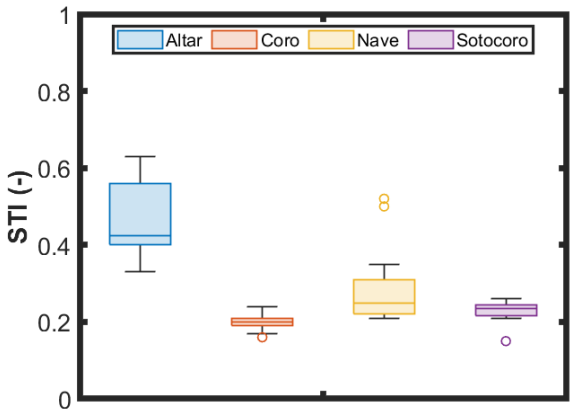


Figura 5.10: Diagrama de cajas y bigotes de los valores medidos para el parámetro STI cuando la fuente se sitúa en el altar.

posiciones de las fuentes y la del receptor. La diferencia entre el valor del primer y del tercer cuartil es de 0,10, lo que concuerda con la desviación calculada. La mediana obtenida para el STI cuando los receptores se encuentran la nave coincide con el promedio, por lo que la distribución de valores se puede considerar uniforme.

Los valores del STI obtenidos cuando los receptores se sitúan en el sotocoro son prácticamente idénticos a los encontrados en el coro. En el sotocoro, el valor del promedio y el máximo son algo superiores, aunque, al igual que ocurría en el coro, los valores nunca superan el umbral de 0,30, por lo que la inteligibilidad siempre se considera mala. Estos valores tan bajos se deben probablemente a la gran distancia existente entre la fuente y el receptor, que supera los 50,00 m en todas las posiciones. El margen intercuartil es muy reducido, lo que indica que los datos se encuentran repartidos en un rango limitado. Cabe destacar la presencia de un valor atípico inferior al considerado valor mínimo de la distribución. Este valor corresponde con la combinación F1R16, que es la única posición del sotocoro que no presenta una línea de unión directa e ininterrumpida con el altar, por lo que el nivel de energía temprana que recibe es muy bajo. El valor de la mediana coincide con el promedio, lo que significa que la distribución de los valores del STI en este espacio es uniforme.

5.2.1.2 Fuente en el coro

Los valores promedio y las desviaciones calculadas para los parámetros temporales T_{20} y EDT cuando la fuente sonora se sitúa en el coro y los receptores en el altar, el coro y la nave se muestran en las Tablas 5.10 y 5.11. Al observar los resultados del promedio espacial del tiempo de reverberación, lo primero que destaca es que, cuando el receptor se sitúa en el coro, los valores de T_{20} obtenidos son entre 1,00 y 2,00 s inferiores a los presentes en los otros dos espacios. Es posible que esta diferencia en la velocidad de caída de la energía sonora se deba a que el coro es un espacio semicerrado, situado a una altura de 8,00 m y con una sillería de madera altamente decorada. La presencia de este material más absorbente, al igual que el tamaño más reducido del espacio, podrían provocar una reducción más veloz del sonido. Los

Tabla 5.10: Promedio y desviación estándar del T_{20} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro.

T_{20} (s) - Fuente en el coro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	9,14	9,54	9,56	8,58	6,84	4,39	2,82
	Desv.	0,64	0,05	0,28	0,10	0,11	0,14	0,04
Coro	Prom.	8,47	8,66	8,33	7,45	5,59	3,17	1,76
	Desv.	0,64	0,64	0,56	0,51	0,43	0,32	0,15
Nave	Prom.	9,25	9,90	10,08	9,56	6,82	4,30	2,67
	Desv.	0,24	0,70	1,43	2,11	0,30	0,16	0,24

otros dos espacios presentan valores de T_{20} muy semejantes en las bandas de 125, 2.000, 4.000 y 8.000 Hz. En las restantes bandas los valores alcanzados en la nave son superiores, llegando a una diferencia de casi 1,00 s en la banda de 1 kHz. La diferencia de tamaño y elementos decorativos de ambas zonas podría explicar esta variación en el tiempo de reverberación.

Si se observa el diagrama de cajas y bigotes de este parámetro, que se muestra en la Figura 5.11, se puede ver que los resultados medidos en el altar presentan valores muy semejantes en todas las posiciones, lo que da lugar a un margen intercuartil pequeño y valores de desviación muy reducidos. En el coro, el margen intercuartil es algo más elevado y hay una mayor distancia entre los valores máximos y mínimos medidos. Aun así, los valores de la desviación obtenidos son bajos en todas las bandas de frecuencia, lo que indica poca variación entre los valores del T_{20} medidos en esta zona.

La distribución de los resultados medidos en la nave presenta mayores variaciones, especialmente para las bandas de 500 y 1.000 Hz. En la banda de 500 Hz se obtiene un margen intercuartil reducido, pero existe una gran diferencia entre el valor del tercer cuartil y el valor máximo. La banda de 1.000 Hz tiene un margen intercuartil muy amplio, lo que indica una gran variación entre los valores de T_{20} medidos en las distintas posiciones de la nave. Cabe destacar la presencia de un valor atípico en esta banda de frecuencia, donde el T_{20} toma un valor de aproximadamente 22,00 s. Se considera que este valor atípico se debe a un fallo de ajuste de la recta de mínimos cuadrados debido a que el nivel de ruido de fondo presente en esta medición para la banda de 1 kHz era elevado. A excepción de estas dos bandas de frecuencia, la desviación del tiempo de reverberación en este espacio presenta valores semejantes a los obtenidos en el altar.

Al evaluar los valores que toma la mediana del T_{20} se ha podido observar que, a excepción de las bandas de 250 a 1.000 Hz, cuando el receptor se sitúa en la nave, el valor de la mediana se corresponde con el promedio en todas las zonas y bandas de frecuencia. En la excepción mencionada se obtiene que el valor de la mediana es inferior al del promedio, lo que indica que la distribución de los datos medidos está sesgada positivamente.

Los valores del promedio espacial calculados para el EDT difieren mucho en función de la zona donde se sitúan los receptores. En su diagrama de cajas y bigotes se pueden observar dos márgenes de valores: el coro, con valores del EDT reducidos, casi siempre inferiores a 6,50

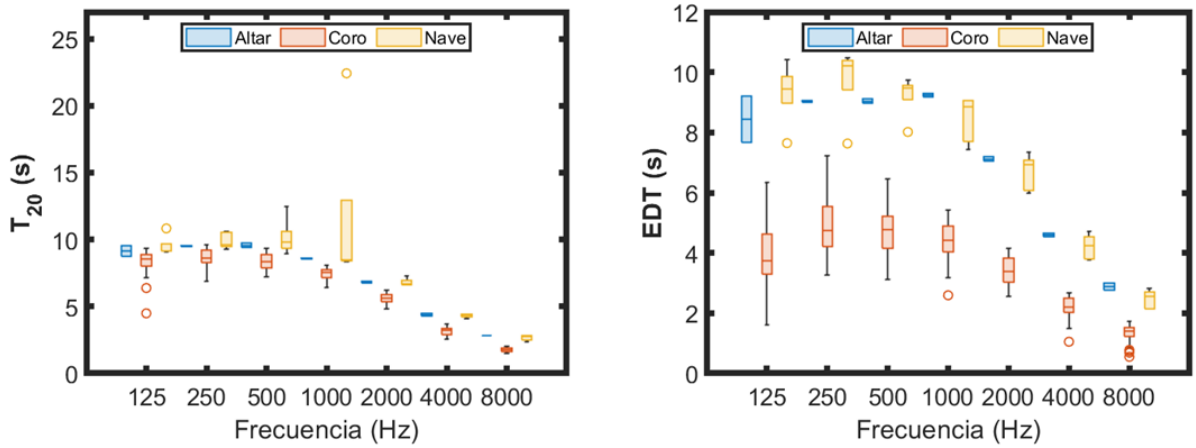


Figura 5.11: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_{20} y EDT cuando la fuente se sitúa en el coro.

s, y los valores medidos en el altar y en la nave, donde se alcanzan valores semejantes a los del T_{20}.

Al igual que ocurría con los valores del T_{20}, los valores del EDT medidos en el altar presentan una desviación muy baja, lo que también se representa en un reducido margen intercuartil. La única banda que presenta una mayor variación de valores es la de 125 Hz. Si se comparan los valores promedio del EDT que se muestran en la Tabla 5.11 con los del T_{20} (Tabla 5.10), se observa que el EDT es inferior al T_{20} en las bandas de 125 a 500 Hz, mientras que en el resto del margen frecuencial es mayor. La mayor diferencia entre ambos parámetros es de 0,70 s y se encuentra en las bandas de 125 y 1.000 Hz.

En el caso de la nave, la distancia entre el primer y el tercer cuartil tampoco es elevada, lo que significa que el 50 % de los valores medidos se encuentran repartidos en un margen estrecho, de aproximadamente 1,00 s. A excepción de la banda de 125 Hz, los valores máximos y mínimos se encuentran muy próximos a los primeros y terceros cuartiles. Al contrario de lo que ocurría en el altar, en esta zona los valores del EDT son mayores que los del T_{20} en las bandas de 125 y 250 Hz, mientras que en el resto del margen frecuencial son menores. Las mayores diferencias se encuentran en las bandas de 500 y 1.000 Hz, donde el EDT llega a ser 1,13 s inferior al T_{20}, lo que implicaría que la reverberación percibida en estas bandas sería inferior a la existente. En el resto de las bandas de frecuencia la diferencia entre ambos parámetros no supera los 0,20 s, por lo que se podría considerar que la caída de la energía sonora es lineal.

Por último, se puede observar que los valores del EDT medidos en el coro son muchos más bajos que los del T_{20} para todas las bandas de frecuencia. Para las bajas y medias frecuencias, los valores del EDT medidos son algo superiores a la mitad del T_{20}, lo que implica que la reverberación percibida en este espacio es mucho menor que la presente en él. Esta gran diferencia indica también la presencia de dos pendientes en la curva de decaimiento de la energía sonora. Las diferencias entre ambos parámetros en el margen de altas frecuencias son de entre 0,50 y 2,00 s, siendo siempre superior el valor del T_{20}. Estos resultados eran de

Tabla 5.11: Promedio y desviación estándar del EDT en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro.

EDT (s) - Fuente en el coro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	8,45	9,04	9,04	9,25	7,12	4,60	2,88
	Desv.	1,24	0,04	0,12	0,09	0,11	0,10	0,20
Coro	Prom.	3,91	4,87	4,75	4,40	3,41	2,23	1,37
	Desv.	0,93	1,03	0,79	0,70	0,52	0,29	0,26
Nave	Prom.	9,32	10,01	9,40	8,44	6,67	4,21	2,46
	Desv.	1,16	0,67	0,40	0,87	0,68	0,47	0,35

esperar debido a que la posición geométrica del coro provoca que actúe como una sala dentro de una sala.

Los valores de desviación obtenidos para el EDT en el coro son elevados, especialmente en el margen de bajas frecuencias. Esto se puede observar también en su diagrama de cajas y bigotes, donde se aprecia que el margen intercuartil es más amplio que en los otros espacios y, además, la diferencia entre los cuartiles y los valores máximos y mínimos es elevada. Esto quiere decir que, en el coro, los valores del EDT medidos presentan diferencias muy marcadas, que probablemente dependan de la posición del receptor y de su cercanía con respecto a la nave. En altas frecuencias, el margen de valores que toma el EDT se reduce, pero se pueden observar la presencia de valores atípicos. Estos valores se miden en las posiciones de micrófono R21, situada antes del facistol, y R27, situada en la segunda fila de asientos al fondo de la sillería.

Los valores de la mediana obtenidos del diagrama de cajas y bigotes se corresponden con los resultados del promedio en todas las zonas y todas las bandas de frecuencia, por lo que se puede afirmar que la distribución de los datos medidos para el EDT en cada zona de recepción es uniforme.

Los estadísticos de los resultados obtenidos para el T_s cuando la fuente se sitúa en el coro se muestran en la Tabla 5.12. Se observan dos márgenes de valores diferenciados: por un lado, el altar y la nave, donde los valores del T_s son muy elevados, y, por otro, el coro, donde los valores promedio del T_s son considerablemente más reducidos.

En el caso de los resultados medidos en el altar y la nave se puede observar que, para las bandas de 125 a 1.000 Hz, el valor promedio del T_s oscila alrededor de los 700,0 ms, lo que indica una nitidez del sonido muy baja. Para las bandas de 2, 4 y 8 kHz el valor del T_s se reduce con el aumento de la frecuencia, pero sigue siendo elevado. La diferencia más notable entre estos dos espacios es la distribución de los datos medidos. Cuando se observan los valores medidos en el altar, se puede ver que la desviación obtenida es muy reducida para todo el margen frecuencial, al igual que su margen intercuartil (que se muestra en la Figura 5.12) también es muy estrecho. En cambio, cuando los receptores se sitúan en la nave, se tiene que la diferencia entre el primer y el tercer cuartil es considerablemente alta, especialmente para las bandas de frecuencia de 125, 250, 1.000 y 2.000 Hz. En estas bandas de frecuencia también

se puede observar una diferencia notable entre el valor mínimo obtenido en las mediciones y el primer cuartil.

El valor de la mediana obtenido cuando los receptores se encuentran en el altar es idéntico al promedio, lo que significa que la distribución de los datos en este espacio es uniforme. En el caso de la nave, la mediana calculada es superior para las bandas de 125, 500 y 2.000 Hz, lo que implica que la distribución de los datos presenta un sesgo negativo. En las demás bandas frecuenciales, la mediana y el promedio coinciden en valor.

Al situar los receptores en el coro, los resultados obtenidos de las mediciones muestran valores del T_s muy inferiores a los de los otros dos espacios. En este caso, en ninguna banda de frecuencia se supera un valor de tiempo central de 300,0 ms, y el valor más alto se encuentra en la banda de 250 Hz. Este resultado concuerda con lo obtenido para el parámetro EDT, donde se encontraron valores mucho más reducidos en el coro que en el altar o la nave.

Cabe destacar que la desviación calculada para el T_s cuando la fuente está en el coro no es muy elevada, especialmente si se compara con la diferencia entre los valores máximos y mínimos. El margen en el que se reparten todos los valores del T_s es considerablemente amplio, de entre 150,0 y 300,0 ms, mientras que la desviación más alta obtenida es de 88,0 ms. Esta diferencia también puede observarse en el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.12, donde se aprecia una gran diferencia entre los valores de los primeros y terceros cuartiles y los valores máximos y mínimos. Incluso en múltiples bandas de frecuencia se encuentran valores atípicos. Estos resultados indican que el 50 % de los datos medidos en este espacio se encuentran en un margen de valores reducido, mientras que la mitad restante se reparten en un amplio rango. Los valores de la mediana y el promedio se corresponden para todas las bandas de frecuencia, lo que significa que la distribución de los datos medidos en el coro es uniforme.

Tabla 5.12: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del T_s en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro.

T_s (ms) - Fuente en el coro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	696,8	739,8	731,6	737,0	586,6	381,8	230,4
	Desv.	48,7	11,2	4,8	16,1	49,2	30,3	11,0
	Máx.	727,1	746,8	734,6	747,0	617,2	400,7	237,2
	Mín.	666,4	732,8	728,6	726,9	555,9	362,9	223,5
Coro	Prom.	252,1	295,7	280,0	260,7	211,8	130,1	71,2
	Desv.	73,2	88,1	73,8	79,3	71,0	45,7	33,0
	Máx.	437,6	454,5	430,5	401,1	335,9	228,9	158,2
	Mín.	73,2	108,9	105,6	94,3	76,4	36,9	20,2
Nave	Prom.	702,6	729,6	744,5	671,8	535,9	341,4	212,2
	Desv.	146,2	126,8	67,5	105,3	71,0	24,7	11,6
	Máx.	791,2	847,6	792,4	748,7	608,1	358,3	220,3
	Mín.	489,9	555,2	582,3	524,4	447,4	306,6	195,8

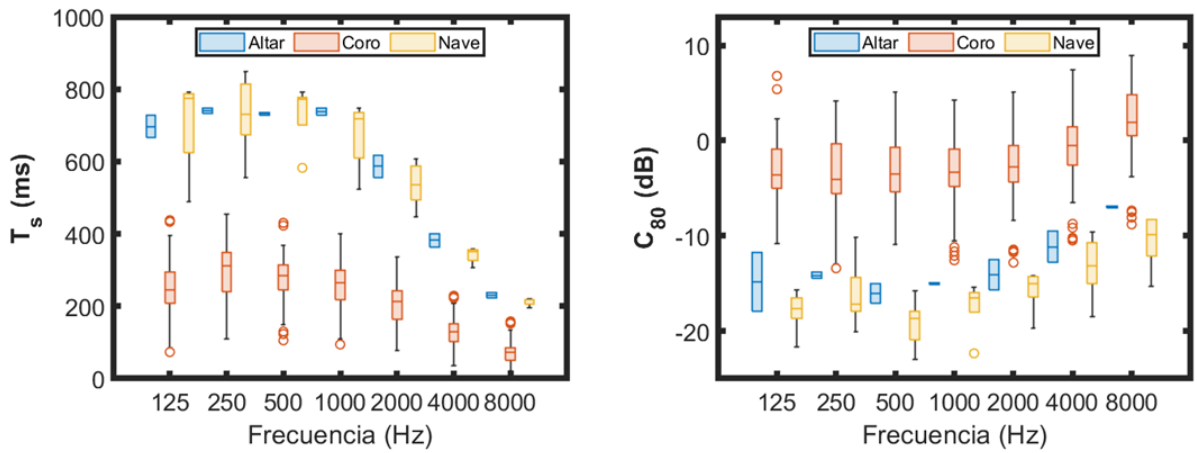


Figura 5.12: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s y C_{80} cuando la fuente se sitúa en el coro.

Cuando la fuente sonora se sitúa en el coro y los receptores se colocan en el altar, los valores del C_{80} obtenidos se pueden considerar muy bajos. El promedio de este parámetro, así como otros estadísticos como la desviación y los valores máximos y mínimos, se muestran en la Tabla 5.13 (en esta tabla también se pueden ver los resultados para los receptores del coro y la nave). El rango de 125 a 2.000 Hz presenta valores de claridad de aproximadamente -15,00 dB, siendo el más bajo el encontrado en la banda de 500 Hz. En 4 y 8 kHz aumenta levemente el nivel de la claridad, pero en estos casos también se puede considerar extremadamente bajo. Una claridad tan negativa implica que la energía temprana en el altar es mucho menor que la energía tardía, lo que se confirma con los elevados valores obtenidos en los parámetros temporales. La desviación del C_{80} en el altar es muy baja en las bandas de 250, 500 y 8.000 Hz, donde prácticamente es cero. En el resto de las bandas, el nivel es algo más elevado, pero los valores se pueden seguir considerando pequeños a excepción del obtenido en la banda de 125 Hz. El diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.13 confirma que, para las bandas de 250, 500 y 8.000 Hz, los valores medidos se encuentran en un rango extremadamente reducido, por lo que su distancia intercuartil es muy pequeña.

Los valores del promedio espacial calculados cuando los receptores se sitúan en el coro son los más altos de las tres áreas evaluadas. Este resultado concuerda con los valores obtenidos para el EDT y el T_s, donde los valores más bajos de ambos parámetros también se encuentran en el coro. Los niveles del C_{80} promedio obtenidos en el coro toman valores de aproximadamente -3,00 dB para casi todo su margen frecuencial. Esto significa que la energía tardía en este entorno es el doble que la energía temprana, lo que supone una diferencia considerablemente inferior a la obtenida en los otros dos espacios. Era de esperar que en este caso los resultados de C_{80} fueran más elevados, ya que se trata del área donde las posiciones de receptor están más próximas a la fuente.

La desviación obtenida para todas las bandas de frecuencia se encuentra en torno a los 4,00 dB, lo que no se puede considerar muy elevado si se tienen en cuenta los valores máximos y mínimos medidos en esta zona. La diferencia entre el valor máximo y el mínimo medido

Tabla 5.13: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del C_{80} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro.

C_{80} (dB) - Fuente en el coro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	-14,86	-14,17	-16,05	-15,02	-14,08	-11,17	-6,96
	Desv.	4,99	0,49	1,68	0,14	2,54	2,66	0,16
	Máx.	-11,75	-13,86	-15,00	-14,94	-12,49	-9,51	-6,86
	Mín.	-17,97	-14,47	-17,09	-15,11	-15,66	-12,83	-7,06
Coro	Prom.	-3,04	-3,51	-3,32	-2,99	-2,67	-0,85	2,14
	Desv.	3,33	4,11	3,69	3,97	3,72	3,69	3,93
	Máx.	6,79	4,11	5,08	4,25	5,09	7,39	8,94
	Mín.	-10,80	-13,42	-10,94	-12,58	-12,82	-10,50	-8,81
Nave	Prom.	-17,89	-16,08	-19,27	-16,79	-15,38	-13,24	-10,59
	Desv.	2,55	4,17	2,97	1,64	1,76	3,85	3,30
	Máx.	-15,70	-10,12	-15,79	-15,42	-14,19	-9,59	-8,29
	Mín.	-21,66	-20,06	-22,95	-22,35	-19,70	-18,51	-15,34

en el coro varía entre los 16,00 y los 20,00 dB, por lo que, en comparación, la desviación obtenida es pequeña. Si se observa la Figura 5.13, se puede ver que el margen intercuartil es reducido, de máximo 5,00 dB, mientras que los valores extremos que toma el C_{80} están muy lejos de los primeros y terceros cuartiles. Este resultado indica que el 50 % de los valores del C_{80} medidos en el coro se encuentran repartidos en un rango de 5,00 dB. Los valores de la mediana calculados son ligeramente inferiores a los valores promedio, por lo que se podría considerar que la distribución de los valores de claridad medidos es uniforme.

En el diagrama correspondiente al C_{80} de la Figura 5.13, llama la atención el elevado número de valores atípicos que se encuentran en los resultados del coro en las bandas de 1 a 8 kHz. Estos valores atípicos son cinco en cada una de las bandas mencionadas y son inferiores al valor considerado como extremo inferior de la distribución. Al observar los resultados de cada posición individualmente, se ha podido comprobar que estos valores atípicos se corresponden a las combinaciones F14R24 a F14R28. En estas combinaciones, la fuente se sitúa al comienzo del coro, cerca del balcón que lo conecta con el cuerpo principal de la Basílica, y las posiciones de receptor se encuentran en asientos interiores de la sillería. En el coro, este grupo de combinaciones son aquellas en las que fuente y receptor se encuentran más lejos, por lo que no es de extrañar que en ellas se obtengan los valores de C_{80} más bajos de este espacio.

Los niveles del C_{80} más bajos se obtienen cuando la nave se toma como área receptora, lo que era de esperar, ya que es la zona que presenta valores más elevados del EDT y del T_s cuando la fuente está en el coro. Los valores promedios obtenidos en todas las bandas de frecuencia son inferiores a -10,00 dB, siendo los valores más bajos los medidos en las bandas de 500 y 1.000 Hz, donde los promedios se aproximan a -20,00 dB. Cabe destacar que, a pesar de que las posiciones de receptor en la nave se encuentran más próximas al coro que las del altar, los valores de claridad medidos son inferiores. Es posible que estos resultados se deban a que el altar tiene unas dimensiones mucho más reducidas y, por lo tanto, la energía tardía que

persiste en este espacio es inferior, lo que da lugar a valores de claridad más elevados.

La desviación de los valores del C_{80} obtenidos en la nave es relativamente baja, lo que indica que la mayor parte de los datos se concentra en un margen de valores reducido. Esto también puede observarse en la Figura 5.13, donde el margen intercuartil presenta un rango máximo de 5,00 dB. La diferencia entre los primeros y terceros cuartiles con los valores máximos y mínimos no es muy elevada para casi todas las bandas de frecuencia, destacando únicamente las diferencias entre el tercer cuartil y el valor máximo en la banda de 250 Hz y entre el primer cuartil y el valor mínimo en las bandas de 2 a 8 kHz. Solo en la banda de 250 Hz se encuentra un valor de mediana que no coincide con el promedio espacial. En esta banda, la mediana presenta un valor inferior al promedio, lo que indica un sesgo positivo de la distribución. En el resto de las bandas se puede considerar que los valores medidos presentan una distribución uniforme.

Los resultados del parámetro D_{50} cuando la fuente se encuentra en el coro y se consideran las áreas de recepción del altar, el coro y el sotocoro se muestran la Tabla 5.14 y en la Figura 5.13. La tabla muestra los resultados del promedio y la desviación calculados mediante el algoritmo A de estadística robusta, así como los valores máximos y mínimos medidos. La Figura 5.13 representa el diagrama de cajas y bigotes de los resultados, que muestra el intervalo en el que se encuentran los datos medidos y la posible presencia de valores atípicos.

Las posiciones de receptor situadas en el altar dan lugar a valores muy reducidos del D_{50} para todo el margen de frecuencias, superándose un valor de 0,10 únicamente en la banda de 8 kHz. Los valores más bajos de definición se encuentran en las bandas de 500 y 1.000 Hz, donde el valor obtenido es 0,03. Este resultado concuerda con los valores obtenidos para el parámetro C_{80}, lo que significa que, cuando la fuente se sitúa en el coro, la definición del sonido que alcanza el altar es prácticamente nula. Los valores de desviación obtenidos son muy reducidos, lo que concuerda con la poca diferencia existente entre los valores máximos y los valores mínimos medidos. El diagrama de cajas y bigotes muestra que el margen intercuartil es muy reducido en esta zona y que ninguna de las mediciones ha dado lugar a valores atípicos. Los valores obtenidos para la mediana son idénticos al valor promedio, por lo que la distribución de los datos medidos en el altar es uniforme.

Al situar los receptores en el coro, al igual que la fuente, los valores de definición D_{50} medidos son mucho más elevados que en los otros dos espacios. En este caso, los valores obtenidos para el D_{50} varían entre 0,30 y 0,60, encontrándose los valores promedio más bajos en el margen de 250 a 1.000 Hz, y el más elevado en la banda de 8 kHz. En las bandas de 125 y 4.000 Hz, se obtienen valores de definición de 0,40, lo que significa que la contribución de la energía tardía y la temprana es similar, aunque la cantidad de energía tardía sigue siendo superior. En la banda de 8 kHz se obtiene un valor de 0,61, lo que indica que el nivel de energía temprana en esta banda de frecuencia es superior al nivel de energía tardía. Los valores de desviación obtenidos son relativamente elevados, de aproximadamente 0,19 para todo el margen de frecuencias. A pesar de ello, es notable que la diferencia entre los valores máximos y mínimos medidos es mucho más alta, de casi 0,70 en todas las bandas de frecuencia. Esto también puede observarse en la Figura 5.13, donde el margen intercuartil es amplio, de aproximadamente 0,20, pero la diferencia entre el primer cuartil y el valor mínimo y el tercer cuartil y el valor máximo es muy grande. En esta gráfica destacan especialmente

Tabla 5.14: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del D_{50} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro.

D_{50} (-) - Fuente en el coro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	0,06	0,04	0,03	0,03	0,04	0,08	0,17
	Desv.	0,03	0,01	0,01	0,00	0,02	0,04	0,01
	Máx.	0,08	0,04	0,03	0,03	0,05	0,10	0,17
	Mín.	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,05	0,16
Coro	Prom.	0,41	0,32	0,33	0,34	0,36	0,45	0,61
	Desv.	0,17	0,19	0,17	0,19	0,19	0,20	0,19
	Máx.	0,85	0,72	0,76	0,73	0,76	0,85	0,89
	Mín.	0,12	0,04	0,07	0,05	0,05	0,08	0,12
Nave	Prom.	0,05	0,03	0,01	0,02	0,03	0,05	0,09
	Desv.	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,04	0,05
	Máx.	0,07	0,09	0,03	0,03	0,04	0,10	0,13
	Mín.	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03

los numerosos valores atípicos que se encuentran en la banda de 8 kHz. Estos cinco valores atípicos son inferiores al extremo mínimo de la distribución y se corresponden con posiciones de receptor situadas al fondo de la sillería, es decir, la posición más alejada de las fuentes. La mediana calculada para todas las bandas de frecuencia es prácticamente idéntica al promedio, por lo que se puede considerar que la distribución es uniforme.

Los resultados del promedio espacial cuando los receptores se sitúan en la nave dan lugar a los valores de definición D_{50} más bajos. En ninguna banda de frecuencia se supera un valor promedio de 0,10, por lo que se puede considerar que la definición del sonido en todo el espacio es extremadamente baja. Los valores de desviación obtenidos son muy reducidos, al igual que la diferencia entre los valores máximos y mínimos. Los valores del D_{50} más bajos se han medido en las bandas de 500, 1.000 y 2.000 Hz. El diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.13 muestra que el rango de variación de los resultados, representado por el margen intercuartil y los bigotes, es muy reducido. Únicamente se aprecia una diferencia entre los valores extremos y los primeros y terceros cuartiles en las bandas de 2 a 8 kHz. Se pueden observar la presencia de tres valores atípicos en las bandas de 125 a 500 Hz, siendo uno de ellos el valor máximo medido. Curiosamente, estos valores corresponden con las tres posiciones de micrófono situadas más lejos de las fuentes, que también son las únicas que no presentan una línea directa entre la fuente y el receptor. Los valores de las medianas calculadas para cada banda de frecuencia coinciden con los valores promedio, por lo que la distribución de los datos es uniforme.

Los resultados del promedio y la desviación calculados para el parámetro G, así como los valores máximos y mínimos medidos, se muestran en la Tabla 5.15. En la Figura 5.13, en la gráfica de la derecha, se representa el diagrama de cajas y bigotes de los datos medidos. Se han evaluado los resultados de la fuerza sonora en tres áreas de recepción (el altar, el coro y la nave) cuando la fuente sonora se sitúa en el coro.

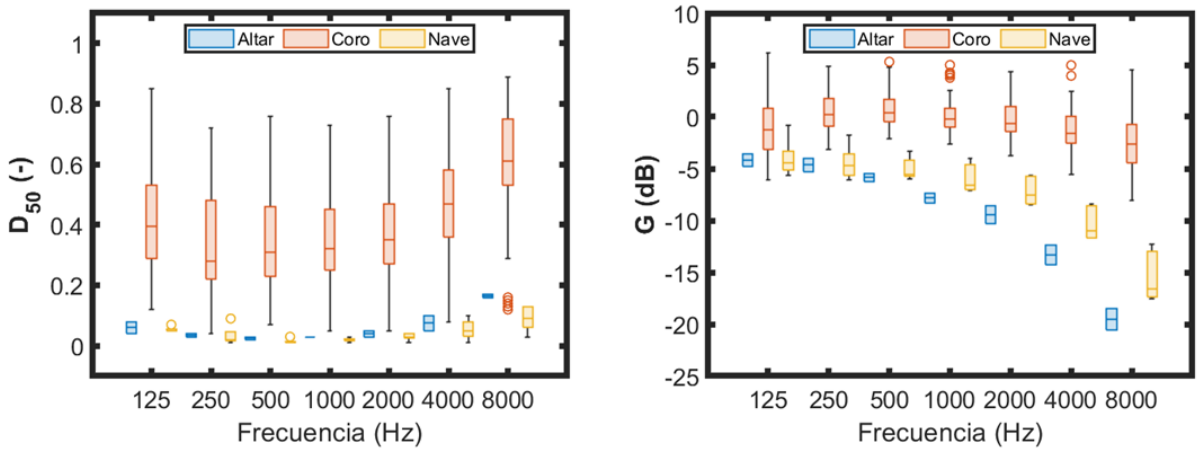


Figura 5.13: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros D_{50} y G cuando la fuente se sitúa en el coro.

Cuando la fuente se sitúa en el altar, los resultados de G medidos para todo el rango frecuencial son negativos. Los valores más elevados de fuerza sonora se encuentran en las bandas de 125 y 250 Hz, a partir de las cuales el valor promedio de G disminuye al aumentar la frecuencia. Este comportamiento frecuencial es comprensible, ya que el aire presenta una mayor absorción sonora en las bandas de alta frecuencia. Al igual que ocurría cuando la fuente se situaba en el altar y los receptores en el coro, la distancia que tiene que recorrer la señal sonora directa es de aproximadamente 75,00 m, por lo que se produce una gran reducción de la energía directa en el punto de recepción. Las bandas de 125 a 2.000 Hz presentan valores promedio superiores a -10,00 dB, lo que implica que, a pesar de la elevada reducción de la energía de la señal directa, la amplificación sonora producida por el espacio es elevada. Cabe destacar que los valores de fuerza sonora medidos en el altar cuando la fuente se sitúa en el coro son inferiores a la situación contraria, por lo que cabría suponer que la amplificación producida por el espacio en el altar es menor que la producida en el coro.

Los valores de desviación obtenidos en este espacio son extremadamente bajos, y como se puede observar en la Figura 5.13, el margen intercuartil es muy estrecho. En todas las bandas de frecuencia los valores del primer y el tercer cuartil coinciden con los valores máximos y mínimos. También es destacable que la mediana presenta valores muy similares al promedio, lo que indica que la distribución de los datos medidos es uniforme. Ninguna posición de micrófono en el altar da lugar a valores atípicos.

Al observar los resultados promedio del parámetro G obtenidos en el coro, que es el mismo espacio donde se sitúa la fuente, se comprueba que, para casi todas las bandas de frecuencia, los valores son aproximadamente cero. Únicamente se han obtenido valores inferiores a -1,00 dB en las bandas de 125, 4.000 y 8.000 Hz. Los valores de G obtenidos en el coro son superiores a los obtenidos en las otras dos zonas, siendo la menor diferencia existente de 3,00 dB, lo que supone el doble de energía sonora. En este espacio, la distancia promedio entre la fuente y el receptor es de aproximadamente 12,00 m, que es muy similar a la distancia de referencia utilizada para calcular este parámetro. Los resultados tan próximos a cero indican que la

amplificación sonora producida en este espacio es baja y únicamente compensa la disminución del nivel de energía de la señal directa. De hecho, en las bandas de altas frecuencias se puede observar una disminución del nivel de energía sonora en el coro. Es posible que esta falta de amplificación se deba a la presencia de la sillería, que está construida en madera, un material más absorbente que los utilizados en el resto de la Basílica.

La diferencia entre los valores máximos y mínimos para todas las bandas de frecuencia es muy alta, con variaciones de hasta 12,00 dB. Esta diferencia entre los valores medidos se debe a la posición relativa entre las fuentes y los receptores. En las posiciones cercanas a la fuente, el valor de G será más elevado, independientemente de la amplificación aportada por el recinto. Los valores mínimos se corresponden con las posiciones de fuente y receptor más alejadas. La desviación calculada para las mediciones del coro presenta valores elevados, que oscilan entre 1,50 y los 3,50 dB, lo que concuerda con el margen intercuartil obtenido del diagrama de cajas y bigotes. Se puede observar que el 50 % de los datos medidos, que se encuentran en el rango delimitado por el primer y el tercer cuartil, se agrupan en un intervalo relativamente reducido, especialmente si se compara con los valores que toman los máximos y mínimos de la distribución. Los valores de la mediana son ligeramente inferiores al promedio, aunque la diferencia entre ambos valores no supera los 0,30 dB en ninguna banda de frecuencia. Por lo tanto, se podría considerar que la distribución de los valores de G medidos es uniforme.

Cabe destacar la presencia de valores atípicos en las bandas de 500, 1.000 y 4.000 Hz. Estos valores son superiores al considerado extremo superior de la distribución y dan lugar a algunos de los valores máximos mostrados en la Tabla 5.15. Los valores atípicos encontrados se midieron en posiciones de receptor situadas muy cerca de la fuente sonora.

Cuando los receptores se encuentran repartidos en la nave de la Basílica, se puede observar que los valores promedio obtenidos son semejantes a los medidos en el altar. Para las bajas frecuencias, los valores promedio de G en ambos espacios son prácticamente idénticos, mientras

Tabla 5.15: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del G en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro.

G (dB) - Fuente en el coro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	-4,18	-4,65	-5,85	-7,84	-9,45	-13,31	-19,53
	Desv.	0,93	0,99	0,61	0,72	1,37	1,52	1,69
	Máx.	-3,60	-4,04	-5,47	-7,39	-8,59	-12,36	-18,47
	Mín.	-4,76	-5,27	-6,23	-8,29	-10,30	-14,25	-20,58
Coro	Prom.	-1,08	0,35	0,62	-0,01	-0,38	-1,33	-2,35
	Desv.	3,09	2,03	1,75	1,66	2,01	2,33	3,49
	Máx.	6,13	4,91	5,31	5,00	4,37	4,98	4,52
	Mín.	-6,08	-3,17	-2,14	-2,66	-3,79	-5,60	-8,10
Nave	Prom.	-4,02	-4,47	-4,99	-5,87	-7,17	-10,27	-15,40
	Desv.	2,08	1,89	1,25	1,59	1,56	1,86	2,77
	Máx.	-0,78	-1,79	-3,30	-3,98	-5,61	-8,41	-12,31
	Mín.	-5,67	-6,10	-6,02	-7,08	-8,53	-11,70	-17,51

que en el resto de las bandas la diferencia entre los parámetros medidos es cada vez más notable, siendo los valores obtenidos en la nave superiores. En este espacio, la distancia promedio entre la posición de la fuente y la del receptor es de aproximadamente 45,00 m, por lo que la reducción de la energía de la señal directa que se produce en la transmisión sonora es inferior a la del altar. Esta menor reducción de la señal directa podría explicar que los valores de G promedio sean superiores a los obtenidos en el altar. Otra posible justificación es que la nave produzca una mayor amplificación sonora, lo que estaría en consonancia con los mayores valores obtenidos para los parámetros temporales en este espacio.

Los valores de desviación obtenidos de los resultados cuando los receptores se sitúan en la nave son similares a los calculados para las posiciones del coro. La diferencia entre los valores máximos y mínimos para todas las bandas de frecuencia es de aproximadamente 5,00 dB. Se puede observar que los valores máximos medidos en la nave siempre son superiores a los valores máximos medidos en el altar. Esto probablemente se deba a la mayor proximidad de los receptores de la nave con respecto a la fuente y a la mayor reverberación existente en este espacio. El diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.15 muestra que los márgenes intercuartiles presentan un tamaño semejante al del coro, siendo más amplios en las bandas de 4 y 8 kHz. Las únicas dos bandas en las que se puede apreciar una diferencia notable entre el valor de uno de los cuartiles y los valores extremos son las de 125 y 250 Hz, donde el valor del tercer cuartil es aproximadamente 2,00 dB inferior al valor máximo. Los valores de la mediana son más bajos que el promedio en todo el margen de frecuencias, por lo que la distribución de los datos de G medidos en la nave presenta un sesgo positivo.

La Tabla 5.16 muestra los resultados obtenidos del análisis de la función de correlación cruzada interaural cuando la fuente se sitúa en el coro y los receptores en el altar y en el coro. Se ha evaluado la semejanza de la señal recibida en ambos oídos para toda la respuesta al impulso $IACC_{(0,+)}$, para los primeros 80 ms, que evalúan las reflexiones tempranas, $IACC_{(0,80)}$, y para las reflexiones tardías, que representan el sonido reverberante, $IACC_{(80,+)}$.

Cuando los receptores se sitúan en el altar, se observa que los valores de IACC más elevados se encuentran en las bandas de baja frecuencia. En la banda de 125 Hz, los valores superan 0,90, lo que indica que la señal recibida por ambos oídos es prácticamente idéntica. A partir de la banda de 500 Hz, los valores de este parámetro disminuyen notablemente. Al evaluar la respuesta al impulso completa, se puede observar que existe un mínimo en la banda de 4.000 Hz, donde la similitud entre las señales recibidas en cada oído es nula. Si se observan los resultados del IACC para los otros dos intervalos, se aprecia que esta caída en el parámetro se debe a las reflexiones tardías, ya que el $IACC_{(0,80)}$ en la banda de 4 kHz toma un valor promedio de 0,39.

En la tabla se puede observar la gran disparidad que existe en los resultados de los IACC que evalúan las reflexiones tempranas y tardías por separado. En las reflexiones tempranas, se puede observar que el $IACC_{(0,80)}$ presenta valores muy elevados en las bandas de 125 y 8.000 Hz, con un valor de 0,66 en la banda de 250 Hz y con un valor promedio de aproximadamente 0,35 para el resto de las bandas. En cambio, el comportamiento del $IACC_{(80,+)}$ da lugar a prácticamente los mismos valores que el $IACC_{(0,+)}$, por lo que se puede afirmar que las reflexiones tardías presentan una mayor influencia en la evaluación de la respuesta al impulso total que las reflexiones tempranas. Esto es de esperar, ya que el tiempo de integración del

Tabla 5.16: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros $IACC_{(0,+)}$, $IACC_{(0,80)}$ e $IACC_{(80,+)}$ en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro.

IACC (-) - Fuente en el coro								
Parámetro		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Receptores en el altar								
(0,+)	Prom.	0,94	0,74	0,37	0,22	0,13	0,06	0,34
	Desv.	0,03	0,17	0,31	0,24	0,07	0,04	0,39
	Máx.	0,97	0,88	0,76	0,53	0,20	0,12	0,95
	Mín.	0,92	0,54	0,11	0,05	0,06	0,03	0,05
(0,80)	Prom.	0,92	0,66	0,35	0,29	0,34	0,39	0,96
	Desv.	0,07	0,14	0,19	0,10	0,20	0,28	0,00
	Máx.	0,98	0,80	0,56	0,42	0,62	0,78	0,96
	Mín.	0,85	0,52	0,16	0,18	0,14	0,17	0,80
(80,+)	Prom.	0,94	0,74	0,37	0,22	0,13	0,06	0,30
	Desv.	0,03	0,17	0,31	0,24	0,07	0,04	0,34
	Máx.	0,97	0,88	0,76	0,53	0,20	0,12	0,94
	Mín.	0,92	0,54	0,11	0,05	0,06	0,03	0,05
Receptores en el coro								
(0,+)	Prom.	0,90	0,72	0,31	0,15	0,09	0,16	0,11
	Desv.	0,03	0,10	0,21	0,08	0,05	0,09	0,04
	Máx.	0,92	0,82	0,62	0,26	0,26	0,37	0,22
	Mín.	0,84	0,57	0,11	0,08	0,05	0,09	0,07
(0,80)	Prom.	0,90	0,75	0,43	0,26	0,20	0,26	0,15
	Desv.	0,04	0,13	0,23	0,12	0,13	0,13	0,06
	Máx.	0,95	0,93	0,78	0,43	0,36	0,43	0,24
	Mín.	0,84	0,64	0,24	0,12	0,09	0,13	0,08
(80,+)	Prom.	0,90	0,72	0,23	0,13	0,07	0,10	0,09
	Desv.	0,04	0,10	0,11	0,03	0,03	0,03	0,03
	Máx.	0,94	0,80	0,36	0,17	0,11	0,14	0,12
	Mín.	0,84	0,54	0,10	0,10	0,04	0,06	0,06

$IACC_{(0,80)}$ es mucho menor que el del $IACC_{(80,+)}$.

Los valores de desviación obtenidos para los parámetros $IACC_{(0,+)}$ e $IACC_{(80,+)}$ son prácticamente idénticos y comparten los valores máximos y mínimos en todas las bandas de frecuencia. En cambio, la desviación calculada para el parámetro $IACC_{(0,80)}$ presenta un comportamiento muy diferente, siendo prácticamente nula en la banda de 125 y 8 kHz y dando lugar a valores muy elevados en las bandas de 2 y 4 kHz. En estas dos últimas bandas las diferencias entre los valores máximos y mínimos alcanzan los 0,70. La gran diferencia de valores medidos en este parámetro probablemente se deba a los diferentes entornos y orientaciones en los que se dispuso el sistema de captación HATS.

Las posiciones de recepción en el coro se sitúan principalmente en diferentes asientos de la sillería, que está altamente decorada, por lo que cabría esperar que en el margen de alta

frecuencia los valores del IACC fueran relativamente bajos. En el caso de la evaluación de toda la respuesta al impulso, se puede observar una vez más que los valores más elevados se encuentran en las bandas de 125 y 250 Hz, mientras que el valor del $IACC_{(0,+)}$ disminuye hasta un valor de 0,30 en la banda de 500 Hz y continúa disminuyendo en las bandas superiores. El valor más bajo medido en el coro para este parámetro se encuentra en la banda de 2 kHz. Los valores de desviación obtenidos para el $IACC_{(0,+)}$ son extremadamente bajos para casi todo el margen de frecuencias, a excepción de la banda de 500 Hz, donde el valor de la desviación aumenta hasta 0,21. La diferencia entre los valores máximos y mínimos medidos para este parámetro también es muy reducida en todas las bandas, excepto en la de 500 Hz.

Al observar los resultados de los parámetros $IACC_{(0,80)}$ e $IACC_{(80,+)}$, se aprecia que los resultados promedio del parámetro que evalúa las reflexiones tempranas son superiores en todas las bandas de frecuencia. Esto significa que la similitud entre las primeras reflexiones que alcanzan los dos oídos es más mayor que la existente entre las señales recibidas para el sonido reverberante. A pesar de ello, es relevante señalar que los valores de IACC obtenidos en ambos parámetros son muy bajos. Los valores de desviación obtenidos para el parámetro $IACC_{(0,80)}$ son más elevados, y las diferencias entre los valores máximos y mínimos son también superiores para este parámetro.

Los valores más bajos medidos para los tres parámetros en el margen de 500 a 8.000 Hz se corresponden con las posiciones de receptor situadas en la segunda fila de asientos y cerca de las esquinas de la sillería, como pueden ser las posiciones R23 y R25. Las posiciones de micrófono que dan lugar a valores de IACC más elevados se corresponden con asientos de la primera fila, donde no hay superficies cercanas que provoquen diferencias notables en las reflexiones recibidas por cada uno de los oídos.

La Tabla 5.17 y la Figura 5.14 muestran los resultados del parámetro STI medidos en las tres áreas de recepción evaluadas cuando la fuente se sitúa en el coro. En la tabla se presentan los estadísticos del promedio y la desviación, así como los valores máximos y mínimos. En la gráfica se representa el diagrama de cajas y bigotes, que proporciona información sobre la

Tabla 5.17: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del STI en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el coro.

Área receptor		**STI (-) - Fuente en la coro**
Altar	Prom.	0,19
	Desv.	0,02
	Máx.	0,20
	Mín.	0,18
Coro	Prom.	0,46
	Desv.	0,08
	Máx.	0,66
	Mín.	0,34
Nave	Prom.	0,24
	Desv.	0,05
	Máx.	0,31
	Mín.	0,21

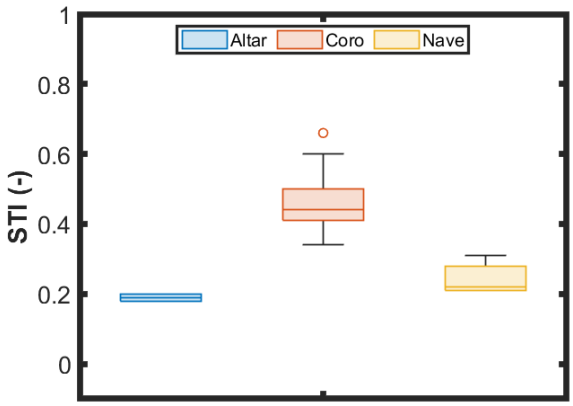


Figura 5.14: Diagrama de cajas y bigotes de los valores medidos para el parámetro STI cuando la fuente se sitúa en el coro.

distribución de los datos y la presencia de valores atípicos.

Cuando los receptores se sitúan en el altar, el valor promedio del STI es 0,19, con valores entre 0,18 y 0,20. Dado que el margen de variación de los datos medidos es muy pequeño, el valor de la desviación calculado es extremadamente bajo. Los resultados de estas mediciones indican que la inteligibilidad de la palabra en todas las posiciones del altar cuando la fuente se sitúa en el coro es muy baja. En la Figura 5.14 se puede observar que el margen intercuartil es muy reducido, coincidiendo los valores de los mínimos y máximos con el primer y el tercer cuartil. El valor de la mediana obtenido en este gráfico se corresponde con el valor del promedio, por lo que la distribución de los datos se puede considerar uniforme.

Al evaluar el coro como área de recepción, se observa que el valor promedio obtenido es de 0,46, lo que se traduce en una inteligibilidad aceptable. La desviación calculada para el STI en esta área de recepción es relativamente baja, sobre todo si se tiene en cuenta la variación existente entre el valor máximo y el mínimo. Este resultado indica que los datos de la distribución se agrupan alrededor de un valor. Esto puede observarse en la Figura 5.14, donde el rango intercuartil, que incluye el 50 % de los datos, es considerablemente inferior a la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de la distribución. Cabe destacar la presencia de dos valores atípicos, que se corresponden con las combinaciones fuente-receptor F16R22 y F16R23. En estas combinaciones la distancia entre la fuente y el micrófono es reducida, por lo que se espera que el valor del STI medido sea elevado. El valor de la mediana calculado para los datos medidos en el coro es algo inferior al valor promedio, por lo que la distribución de los datos presenta un leve sesgo positivo.

Teniendo en cuenta el rango intercuartil, que toma valores de [0,41, 0,50], se puede afirmar que la inteligibilidad en el coro depende de la posición y que, para el 50 % de los datos, varía entre pobre y aceptable. Solo en el caso de las dos posiciones que dan lugar a valores atípicos se obtienen valores de claridad que se consideran buenos. Es necesario tener en cuenta que estas mediciones se tomaron con el recinto completamente vacío. La presencia de la comunidad religiosa provocaría que la reverberación existente en este espacio fuera inferior y que, por lo

tanto, la inteligibilidad mejorase.

Al situar los receptores en la nave, los valores del STI medidos se corresponden con una inteligibilidad mala. Existe una excepción en la que se supera el margen de 0,30, lo que indica una claridad pobre. El valor de la desviación obtenido es considerablemente bajo, lo cual era de esperar al observar la poca diferencia existente entre el valor máximo y el mínimo medido. El diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.14 muestra que el valor del primer cuartil y del valor mínimo coinciden, mientras que el valor máximo y el tercer cuartil presentan valores distintos, cuya diferencia es de 0,03. El valor de la mediana calculado es algo inferior al valor promedio, por lo que la desviación presenta un ligero sesgo positivo.

5.2.1.3 Fuente en la nave

Los valores promedio obtenidos para el T_{20} en las zonas de recepción del altar, el coro y la nave cuando la fuente se sitúa en la nave se muestran en la Tabla 5.18. Se observa que estos valores son muy semejantes a los medidos en las zonas de escucha lejanas a la fuente en los dos apartados anteriores. En este caso, se tienen que los valores de tiempo de reverberación obtenidos para las posiciones de receptor en el altar y en el coro son prácticamente idénticos en todo el margen de frecuencias. Las posiciones de recepción en la nave dan lugar a tiempos de reverberación promedio levemente más altos en las bandas de 125 y 250 Hz, igualándose después con los resultados obtenidos en los otros dos espacios. Los resultados del T_{20} alcanzados en todas las zonas son extremadamente altos, obteniéndose el valor más elevado en la banda de 250 Hz, donde el tiempo de reverberación asciende a 9,80 s.

Los valores de desviación obtenidos mediante el algoritmo de estadística robusta son muy reducidos, encontrándose los valores más altos en las bandas de 125 a 500 Hz. Si se observa el diagrama de cajas y bigotes correspondiente al T_{20} en la Figura 5.15, se puede ver que este resultado concuerda con la distribución de los datos medidos en todas las zonas. En las tres áreas de recepción evaluadas para esta posición de fuente se tiene que el margen intercuartil es muy reducido. Los valores máximos y mínimos se encuentran muy próximos al primer y al tercer cuartil en las tres zonas, el espacio en el que estos valores presentan una mayor diferencia es la nave. El diagrama muestra la presencia de tres valores atípicos en las posiciones de recepción de la nave, que se reparten en las bandas de frecuencia de 250, 2.000

Tabla 5.18: Promedio y desviación estándar del T_{20} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave.

T_{20} (s) - Fuente en la nave								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	9,27	9,82	9,13	8,50	6,51	4,31	2,42
	Desv.	0,45	0,33	0,41	0,15	0,17	0,12	0,30
Coro	Prom.	9,25	9,73	9,37	8,55	6,69	4,49	2,70
	Desv.	0,48	0,18	0,22	0,13	0,10	0,04	0,12
Nave	Prom.	9,65	9,82	9,39	8,50	6,59	4,31	2,33
	Desv.	0,28	0,19	0,14	0,16	0,14	0,19	0,32

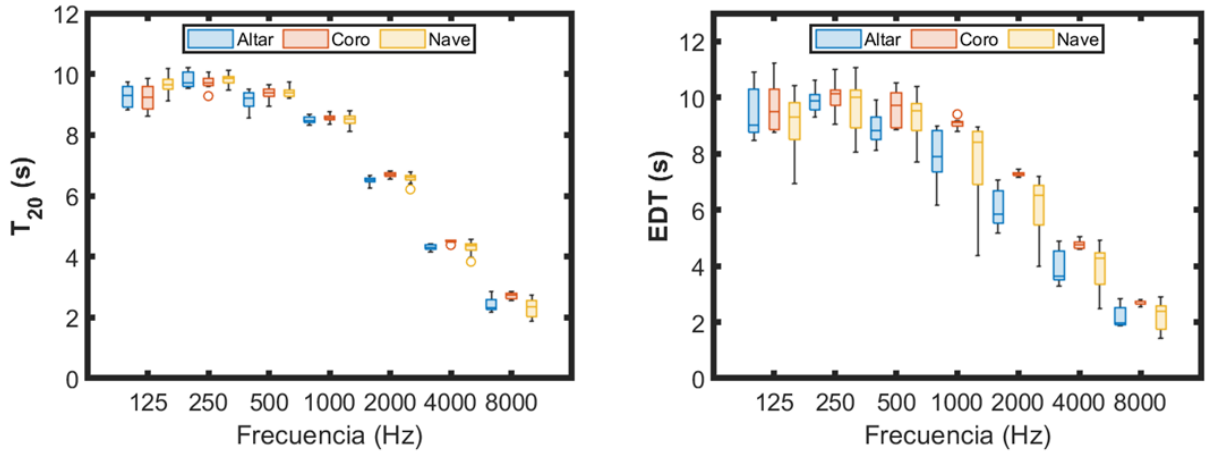


Figura 5.15: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_{20} y EDT cuando la fuente se sitúa en la nave.

y 4.000 Hz. La combinación fuente-micrófono que da lugar a estos valores atípicos es la S6R9. Los dos valores atípicos que se encuentran en las posiciones del coro corresponden con las combinaciones S8R20 y S8R22. Los valores obtenidos para la mediana en todas las áreas y todas las bandas de frecuencia se corresponden con el valor promedio, por lo que se puede afirmar que los valores del tiempo de reverberación medidos en las tres zonas de recepción presentan una distribución uniforme.

La Tabla 5.19 presenta los valores del promedio y la desviación del parámetro temporal EDT. En el caso del altar, se puede observar que el EDT medido es superior al T_{20} en las bandas de 125 y 250 Hz, mientras que en las demás bandas es inferior. La diferencia entre ambos parámetros, que varía entre 0,05 y 0,60, no es muy elevada, por lo que se podría considerar que la caída de la energía sonora en el altar cuando la fuente se sitúa en la nave es lineal. Al observar los valores del EDT cuando la zona de escucha es la nave, se tiene que los valores de este parámetro son menores que los del T_{20} para todas las bandas de frecuencia, siendo la diferencia más alta de 0,60 s. Este resultado implica que la reverberación percibida en la nave cuando la fuente se sitúa también en este espacio es ligeramente inferior a la reverberación

Tabla 5.19: Promedio y desviación estándar del EDT en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave.

EDT (s) - Fuente en la nave								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	9,46	9,87	8,92	7,92	6,05	3,96	2,21
	Desv.	1,13	0,55	0,75	1,27	0,85	0,75	0,47
Coro	Prom.	9,66	10,01	9,64	9,07	7,26	4,76	2,67
	Desv.	0,91	0,69	0,71	0,17	0,09	0,16	0,09
Nave	Prom.	9,15	9,59	9,25	7,93	6,21	4,00	2,21
	Desv.	1,00	1,05	0,82	1,16	0,89	0,76	0,52

real. A pesar de esta diferencia, no se puede considerar que la caída de la energía sonora en esta área presente dos pendientes diferenciadas. Por último, en el coro, se puede observar que los valores del EDT son superiores en todas las bandas de frecuencia al T_{20}, lo que significa que la reverberación percibida en este espacio es levemente superior a la existente. La mayor diferencia entre ambos parámetros es aproximadamente de 0,50 s, por lo que la caída del nivel en este espacio también se puede considerar lineal.

La gráfica correspondiente al EDT en la Figura 5.15 muestra que la distribución de los valores medidos en las tres zonas es más reducida que cuando la fuente se sitúa en el altar. Con la fuente en la nave, la zona que presenta menor diferencia entre el primer y el tercer cuartil es el coro. Los valores medidos presentan una distribución más amplia en el margen de 125 a 500 Hz, y se reduce notablemente para el resto del margen frecuencial. Las zonas del altar y la nave presentan márgenes intercuartiles más amplios, al igual que mayores diferencias entre los dos cuartiles y los valores máximos y mínimos medidos. Esta diferencia es especialmente notable en la nave, donde el valor mínimo es muy inferior al valor del primer cuartil para casi todas las bandas de frecuencia. En las zonas del altar y el coro, los valores de la mediana calculados en el diagrama de cajas y bigotes y los valores del promedio son prácticamente idénticos, lo que significa que la distribución de los datos es uniforme. En el caso de la nave, el valor de la mediana es algo superior al del promedio, lo que implica una leve desviación negativa de la distribución de los resultados.

En la Tabla 5.20 se muestran los resultados del promedio, la desviación y los valores máximos y mínimos del tiempo central cuando la fuente se sitúa en la nave. A primera vista, se puede observar que los valores obtenidos en todas las zonas son muy elevados, aunque existen diferencias en sus valores promedio y, especialmente, en sus desviaciones. Esto también puede observarse en el diagrama de cajas y bigotes que se encuentra representado en la Figura 5.16.

Cuando se consideran las posiciones de receptor situadas en el altar se puede observar que el valor del T_s más elevado se encuentra en la banda de 250 Hz, donde alcanza un valor superior a 800,0 ms. Las bandas de 125 y 500 Hz presentan valores de más de 700,0 ms y, a partir de 1.000 Hz, el valor del T_s disminuye al aumentar de la frecuencia. Todos los valores promedio obtenidos en el altar son muy elevados, lo que denotaría una nitidez sonora baja. Este espacio presenta los resultados de la desviación más elevados, al igual que los valores máximos más altos. A pesar de ello, cabe destacar que la diferencia entre sus valores máximos y mínimos, que llega a ser de 500,0 ms, no es la más grande de todas las zonas evaluadas. En la Figura 5.16 se puede observar que el primer y el tercer cuartil tienen valores muy diferentes, lo que concuerda con los resultados de la desviación. Es notable que para casi todas las bandas de frecuencia la diferencia entre el tercer cuartil y el valor máximo es superior a la diferencia entre el primer cuartil y el valor mínimo.

Las posiciones de receptor situadas en el coro dan lugar a los valores promedio del T_s más elevados para las tres zonas estudiadas. En este caso, las bandas de bajas frecuencias alcanzan valores de más de 800,0 ms, las medias frecuencias presentan valores de aproximadamente 750,0 ms y en las bandas de 2 a 8 kHz se reduce el valor del T_s hasta los 200,0 ms. Los valores de la desviación son considerablemente bajos y la distancia entre el valor máximo y el mínimo también es reducida, no superando los 300,0 ms en ninguna banda de frecuencia. Esto también puede observarse en la Figura 5.16, donde se muestra que el margen intercuartil

Tabla 5.20: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del T_s en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave.

T_s (ms) - Fuente en la nave								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	733,3	807,0	748,1	672,9	520,0	357,8	203,4
	Desv.	243,6	206,9	230,5	219,5	193,3	171,5	111,7
	Máx.	1.082,8	1.083,9	1.064,5	969,9	796,0	610,5	442,3
	Mín.	510,6	590,9	517,4	480,3	368,7	238,1	129,4
Coro	Prom.	822,4	841,6	783,4	751,5	599,4	393,3	210,8
	Desv.	73,6	122,6	143,4	102,9	104,5	112,2	100,3
	Máx.	953,7	1041,5	994,1	816,2	746,9	559,9	204,6
	Mín.	722,1	709,8	650,1	647,9	497,7	286,0	95,1
Nave	Prom.	656,1	705,7	718,1	626,8	472,1	304,9	159,6
	Desv.	171,4	177,3	168,1	166,2	144,6	104,2	79,2
	Máx.	932,1	982,7	967,7	920,2	744,4	556,3	245,7
	Mín.	285,9	273,5	342,7	282,4	227,7	154,5	52,6

cuando el área de recepción es el coro es considerablemente más pequeña que en los otros dos espacios, especialmente en las altas frecuencias. La diferencia entre el primer cuartil y el valor mínimo es pequeña en todas las bandas de frecuencia, mientras que la existente entre el tercer cuartil y el valor máximo es más elevada, excepto en la banda de 8 kHz. Los valores de la mediana obtenidos en todo el margen frecuencial son unos 30,0 ms inferiores al valor promedio, lo que indica un leve sesgo positivo de la distribución de los resultados.

Cuando los receptores se sitúan en la nave se obtienen los valores del tiempo central más bajos, a pesar de que en las bandas de 250 y 500 Hz se llegan a superar los 700,0 ms. La diferencia entre este espacio y las otras dos zonas no es muy grande, por lo que, a pesar de que la fuente también se encuentra situada en la nave, la nitidez sonora es baja en este espacio. La nave se

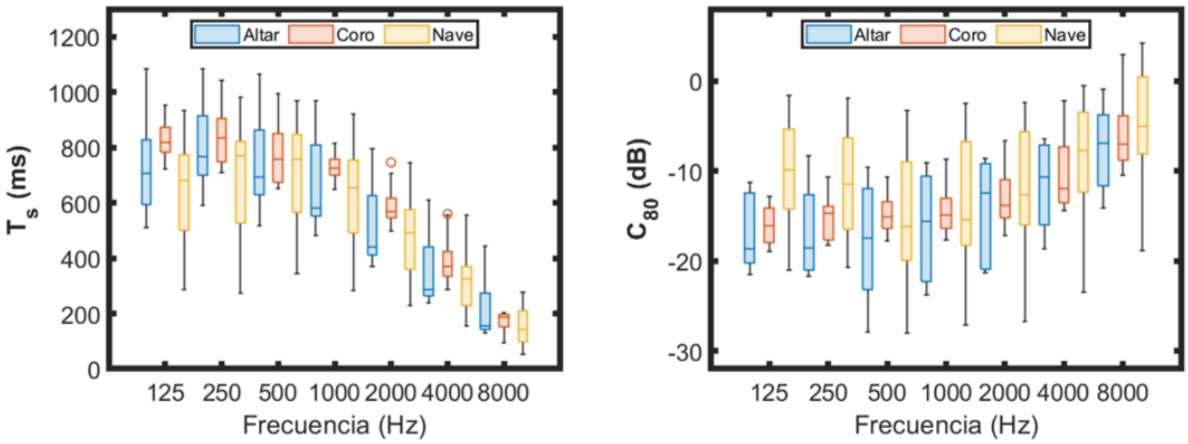


Figura 5.16: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s y C_{80} cuando la fuente se sitúa en la nave.

trata de la zona de la Basílica donde la diferencia entre los valores máximos y mínimos es mayor, alcanzando en algunas bandas de frecuencia diferencias de entre 600,0 y 700,0 ms. A pesar de ello, los valores de desviación obtenidos no son tan elevados. Esta diferencia significa que parte de los datos medidos se acumulan en un margen de valores reducido, lo que se confirma al observar los valores que toman el primer y el tercer cuartil en la Figura 5.16. El resto de los valores se encuentra repartido en un margen muy amplio, dando lugar a que las diferencias entre los valores del mínimo y del primer cuartil, así como los del máximo y el tercer cuartil, sean muy grandes. Los valores de la mediana obtenidos para las posiciones de receptor en la nave son más altos que el promedio para todas las bandas, a excepción de 8 kHz. Este resultado significa que los datos medidos presentan una distribución que está sesgada negativamente.

El resultado de los estadísticos del C_{80} cuando la fuente se sitúa en la nave se muestra en la Tabla 5.21, y en la Figura 5.16 se representa su diagrama de cajas y bigotes. Cuando las áreas de recepción evaluadas son el altar y el coro, las dos zonas situadas más lejos de la fuente, se puede observar que los valores de claridad obtenidos presentan valores promedio muy similares. Los promedios calculados para el C_{80} son extremadamente bajos, del orden de los -15,00 dB para las bandas de bajas y medias frecuencias. Este resultado indica que la cantidad de energía tardía en estos espacios es mucho mayor que la temprana. No se trata de un resultado que sorprenda si se tienen en cuenta los valores del EDT y el T_s obtenidos para estas áreas. Los valores promedio del C_{80} más bajos encontrados en el altar y en el coro se dan en la banda de 125 Hz. El promedio de los valores medidos es inferior en el coro para las bandas de 500 a 8.000 Hz.

Los valores de desviación calculados para las medidas realizadas en el altar son elevados, lo que era de esperar debido a que el C_{80} es un parámetro altamente dependiente de la posición relativa entre la fuente y el receptor. La desviación es superior para los resultados del altar

Tabla 5.21: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del C_{80} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave.

C_{80} (dB) - Fuente en la nave								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	-15,03	-13,68	-14,19	-13,18	-11,85	-9,68	-5,29
	Desv.	4,47	5,51	7,26	6,43	6,15	5,17	5,17
	Máx.	-11,31	-8,35	-9,57	-9,07	-8,61	-6,48	-0,90
	Mín.	-21,53	-21,67	-27,89	-23,76	-21,28	-18,68	-14,12
Coro	Prom.	-15,47	-14,57	-13,95	-13,27	-11,29	-7,93	-3,16
	Desv.	2,97	2,49	2,20	2,97	3,72	4,43	4,62
	Máx.	-12,85	-10,71	-10,65	-8,69	-6,60	-2,21	2,91
	Mín.	-18,80	-18,24	-17,80	-17,66	-17,14	-14,46	-10,43
Nave	Prom.	-7,51	-8,59	-10,62	-9,62	-8,00	-5,97	-1,30
	Desv.	5,23	5,73	7,14	6,82	7,15	6,72	6,85
	Máx.	-1,57	-1,89	-3,33	-2,48	-2,43	-0,51	4,16
	Mín.	-21,06	-20,74	-27,99	-27,13	-26,72	-23,51	-18,89

en todas las bandas de frecuencia. De hecho, llama la atención los reducidos valores de la desviación que se obtienen en el coro. En ambas áreas de recepción, los valores máximos y mínimos encontrados toman valores semejantes, aunque los valores mínimos son inferiores en el altar. Los valores más altos alcanzados para casi todo el margen de frecuencias (a excepción de las bandas de 4 y 8 kHz, que tienen valores más elevados) son del orden de -10,00 dB, y los más bajos están en torno a los -25,00 dB.

En el diagrama de cajas y bigotes correspondiente de la Figura 5.16 se puede observar que la diferencia entre el primer y el tercer cuartil en todo el margen de frecuencias cuando los receptores se sitúan en el altar es de aproximadamente 10,00 dB. Destaca la diferencia entre el valor mínimo y el valor del primer cuartil en la banda de 500 Hz, que también se ve representada en la desviación obtenida en esta banda. Cuando los receptores se sitúan en el coro, los márgenes intercuartiles son más reducidos, no superándose los 6,00 dB. En este área, se puede observar que la distancia entre el valor máximo y el tercer cuaril es superior a la diferencia entre el valor mínimo y el primer cuartil en todo el margen frecuencial. Los valores de la mediana son inferiores a los del promedio en todas las bandas de frecuencia para ambas áreas, lo que significa que la distribución de los datos presenta un sesgo positivo.

El promedio especial de los valores de claridad cuando las fuentes y los receptores se sitúan en la nave es inferior a los obtenidos en los otros dos espacios. En las bandas de 125 y 250 Hz la diferencia entre el promedio de la nave y las otras dos zonas es de 7,00 dB, mientras que en las demás bandas es de aproximadamente 3,00 dB. Aunque este estadístico indique que, en promedio, la nave se trata de un espacio con un mayor nivel de claridad, hay que tener en cuenta que los valores obtenidos se encuentran en el margen de -10,00 a -2,00 dB, lo que significa que la claridad en este espacio también es muy baja.

Los valores de la desviación calculados para este conjunto de datos son inferiores a los obtenidos en el altar, pero superiores a los del coro. El valor de desviación se puede considerar reducido si se compara con la diferencia entre los valores máximos y mínimos medidos. Esto puede significar que parte de los datos se acumulan en un rango de niveles pequeño. En la Figura 5.16 se puede ver que en muchas bandas de frecuencia se tienen márgenes intercuartiles de -10,00 dB, pero los valores mínimos medidos son del orden de -25,00 dB. En todas las bandas de frecuencia existe una diferencia de valor apreciable entre el primer y el tercer cuartil y los valores máximos y mínimos, siendo en casi todas las bandas más notables las diferencias entre el primer cuartil y el valor mínimo. Los valores calculados para la mediana son muy semejantes a los obtenidos para el promedio, no siendo nunca la diferencia entre ambos superior a 1,00 dB. La proximidad de estos dos estadísticos significa que los datos de C_{80} medidos en la nave siguen una distribución uniforme.

La Tabla 5.22 muestra los resultados del promedio, la desviación y los valores máximos y mínimos para la definición D_{50} cuando la fuente sonora se sitúa en la nave y los receptores en el altar, el coro y la nave. Esta tabla muestra que, para todas las áreas de recepción y todas las bandas de frecuencia, los valores promedio del D_{50} obtenidos son extremadamente bajos, por lo que la definición del sonido será pobre independientemente de la posición de recepción. Las mayores diferencias entre los resultados de las tres zonas de recepción se encuentran en los valores máximos alcanzados en cada espacio y en la desviación de los datos medidos, lo cual también puede observarse en el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.17.

Tabla 5.22: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del D_{50} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave.

D_{50} (-) - Fuente en la nave								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	0,07	0,04	0,03	0,04	0,06	0,09	0,19
	Desv.	0,08	0,05	0,05	0,05	0,06	0,09	0,20
	Máx.	0,16	0,13	0,10	0,11	0,12	0,18	0,45
	Mín.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coro	Prom.	0,04	0,02	0,03	0,03	0,05	0,07	0,19
	Desv.	0,03	0,02	0,03	0,03	0,06	0,09	0,24
	Máx.	0,07	0,08	0,08	0,12	0,18	0,38	0,66
	Mín.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nave	Prom.	0,16	0,10	0,06	0,08	0,11	0,17	0,32
	Desv.	0,13	0,10	0,07	0,10	0,13	0,16	0,28
	Máx.	0,47	0,39	0,32	0,36	0,36	0,47	0,72
	Mín.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Cuando los receptores se sitúan en el altar y en el coro los resultados del promedio espacial solo superan un valor de 0,10 en la banda de 8 kHz. Los valores obtenidos en ambos promedios son prácticamente idénticos y, en ambos casos, los valores mínimos se encuentran en las bandas de 250 a 1.000 Hz. Los valores de desviación obtenidos en ambos parámetros son muy semejantes en las bandas de 2 a 8 kHz, mientras que en las bandas de bajas y medias frecuencias los valores de desviación son más elevados en la zona del altar. Esta diferencia en los valores de la desviación es muy apreciable en el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.17, donde se observa el distinto tamaño que presentan los márgenes intercuartiles de ambas zonas.

En ambos espacios el valor mínimo medido es de 0,00 en todas las bandas de frecuencia. Cuando la fuente se sitúa en el altar, los valores máximos son superiores a los del coro en las bandas de 125 a 1.000 Hz. También es notable que los márgenes intercuartiles de los valores medidos en el altar para este margen de frecuencias son mucho mayores que los del coro. A partir de la banda de 2 kHz, los valores de la desviación se igualan, pero los valores máximos siguen siendo muy diferentes son muy diferentes. En este margen de frecuencias los valores máximos medidos en el altar son inferiores a los medidos en el coro, pero si se observa el diagrama de cajas y bigotes se ve que el margen intercuartil es más amplio en el altar. Esto se debe a que los valores máximos medidos en el coro en las bandas de 1 a 8 kHz son considerados valores atípicos. Estos valores fueron medidos en las combinaciones fuente-receptor S8R18 y S8R19, en las que los micrófonos se encuentran situados cerca del balcón del coro, que comunica este espacio con la nave. Los valores de la mediana calculados para ambos espacios son levemente inferiores al promedio, lo que indica que las distribuciones de los datos medidos en ambas zonas presentan un ligero sesgo positivo.

Al considerar las posiciones de recepción en la nave, que es el espacio en el que se encuentra la fuente sonora, se puede observar que los valores de definición son más elevados, superándose el

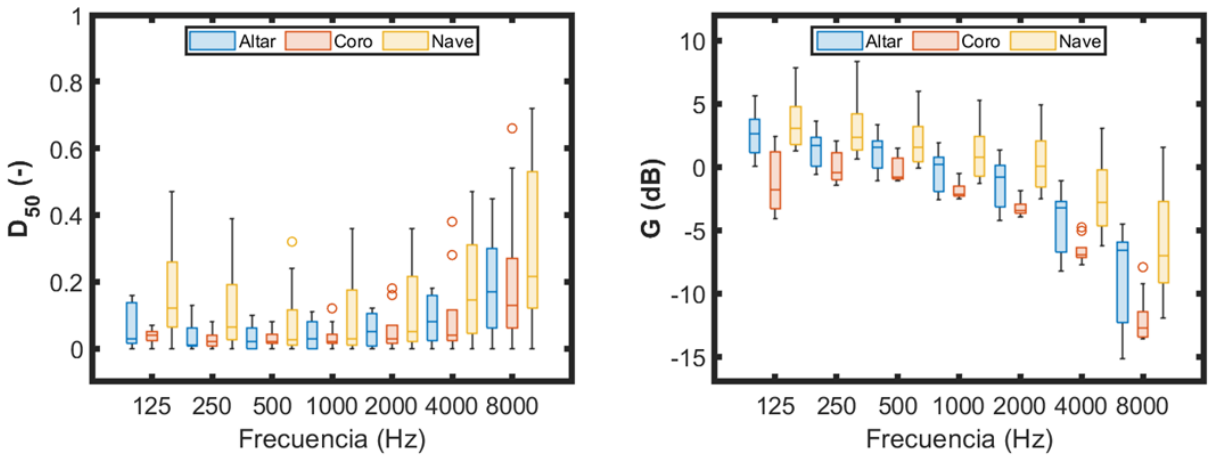


Figura 5.17: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros D_{50} y G cuando la fuente se sitúa en la nave.

valor de 0,10 en casi todas las bandas de frecuencia. Las únicas dos bandas que no lo superan se corresponden con las de 500 y 1.000 Hz. Los valores más altos del D_{50} se encuentran en las bandas de 125, 4.000 y 8.000 Hz. Estos resultados indican que la definición sonora en la nave cuando la fuente se encuentra en ella es más alta que en las otras dos zonas. A pesar de ello, hay que tener en cuenta que los valores del D_{50} medidos en la nave son muy inferiores a los obtenidos en el altar y en el coro cuando las fuentes y los receptores se han situado en el mismo espacio.

Los valores mínimos de definición medidos en la nave son 0,00, mientras que los máximos alcanzan valores considerablemente más altos. Los valores máximos medidos varían entre 0,35 y 0,72, encontrándose los de menor valor, que también dan lugar a los márgenes intercuartiles de menor tamaño, en las bandas de 500 a 2.000 Hz, y el más elevado en la banda de 8 kHz. En el diagrama de cajas y bigotes se puede observar que los márgenes intercuartiles en todas las bandas de frecuencia son notablemente más amplios que en los otros dos espacios. Cabe resaltar que existe una diferencia considerable entre el tercer cuartil y el valor máximo en todas las bandas de frecuencia, lo que puede indicar un sesgo positivo en la distribución de los datos. Esto queda confirmado al comprobar que los valores de la mediana son inferiores a los valores promedio para todo el margen frecuencial.

Los promedios, las desviaciones estándar y los valores máximos y mínimos calculados para el parámetro G cuando la fuente se sitúa en la nave se muestran en la Tabla 5.23. La representación gráfica de estos datos, que se representa en forma de diagrama de cajas y bigotes, se encuentra en la Figura 5.17.

Cuando los receptores se encuentran situados en el altar, se puede observar que los valores promedio de G en las bandas de 125 a 500 Hz toman valores positivos, mientras que los promedios se ven reducidos a valores inferiores a cero para el resto de las bandas frecuenciales. La distancia promedio entre las posiciones de fuente y las de receptor en esta situación es de aproximadamente 35,00 m, lo que implica una considerable reducción del nivel de energía sonora de la señal directa. Los valores positivos y los próximos a cero obtenidos para el

parámetro G en este espacio indican que la amplificación del recinto ha llegado a compensar la pérdida de nivel de la señal directa. Esto significa que la amplificación sonora que se produce en el interior de la Basílica es muy elevada. La desviación calculada para los valores medidos en al altar es relativamente alta, del orden de 2,00 dB para el margen de 125 a 2.000 Hz, aumentando en las dos bandas de frecuencia más altas. La diferencia entre los valores máximos y mínimos es de aproximadamente 5,00 dB para el margen de frecuencias anteriormente mencionado y aumenta hasta alcanzar diferencias de 10,00 dB en las bandas de 4 y 8 kHz.

El diagrama de cajas y bigotes muestra que los márgenes intercuartiles en las bandas de 4 y 8 kHz son considerablemente más amplios que los de las demás bandas de frecuencia, lo que concuerda con los valores de la desviación. Se puede observar que en ninguna banda de frecuencia coinciden los valores del primer y tercer cuartil con los valores máximos y mínimos, destacando la diferencia entre el primer cuartil y el valor mínimo en la banda de 8 kHz. Los valores de la mediana que se obtienen de esta representación son superiores a los valores del promedio en todas las bandas de frecuencia, por lo que se estima que la distribución de los datos del parámetro G medidos en el altar presenta un sesgo negativo.

Al evaluar los resultados de la fuerza sonora cuando los receptores se sitúan en el coro, se puede observar que los valores promedio obtenidos son los más bajos de las tres zonas evaluadas. Únicamente se encuentran valores próximos a cero en las bandas de 125 a 1.000 Hz, mientras que en el resto de bandas el valor de G se reduce con el aumento de la frecuencia. La distancia promedio entre las posiciones de fuente en la nave y las posiciones de receptor en el coro es de 45,00 m. Si se considera que la amplificación que aporta el recinto es constante, la mayor distancia existente entre la nave y el coro, en comparación con la nave y el altar, podría justificar la reducción del promedio del parámetro G que se produce en este espacio.

Los valores de desviación obtenidos de los datos medidos en el coro se pueden considerar relativamente altos en las bandas de 125, 250 y 8.000 Hz, mientras que en las demás bandas son

Tabla 5.23: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del G en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave.

G (dB) - Fuente en la nave								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	2,57	1,37	1,12	-0,39	-1,37	-4,43	-8,85
	Desv.	2,36	1,83	1,89	2,02	2,45	3,21	4,94
	Máx.	5,63	3,61	3,33	1,86	1,29	-1,08	-4,57
	Mín.	0,03	-0,58	-1,14	-2,62	-4,24	-8,26	-15,21
Coro	Prom.	-1,33	-0,05	-0,26	-1,89	-3,24	-6,69	-12,24
	Desv.	2,71	1,54	1,19	0,82	0,77	1,06	1,92
	Máx.	2,37	2,07	1,48	-0,50	-1,89	-4,79	-7,94
	Mín.	-4,11	-1,48	-1,14	-2,53	-3,93	-7,72	-13,61
Nave	Prom.	3,15	2,63	1,82	0,84	0,15	-2,53	-6,02
	Desv.	1,66	1,69	1,66	1,91	2,32	3,13	4,96
	Máx.	7,82	8,34	5,96	5,28	4,90	3,02	1,51
	Mín.	1,23	0,63	-0,08	-1,34	-2,55	-6,26	-11,93

muy reducidos. Lo mismo ocurre con la diferencia entre los valores máximos y los mínimos, que en las bandas más extremas alcanza valores de 5,00 dB, mientras que en las bandas centrales no llega a los 2,00 dB. Esta diferencia en los valores de la desviación según la frecuencia se ve representada en el diagrama de cajas y bigotes por la amplitud de los márgenes intercuartiles, que es considerablemente reducida en el margen de 500 a 4.000 Hz. Es destacable mencionar que en todas las bandas de frecuencia la diferencia de valor entre el tercer cuartil y el valor máximo es superior a la existente entre el valor mínimo y el primer cuartil. Además, en las bandas de 4 y 8 kHz se puede apreciar la presencia de tres valores atípicos, que se midieron en las dos posiciones de micrófono del coro más cercanas al balcón que lo conecta con el cuerpo de la Basílica, y que también han dado lugar a valores atípicos en el D_{50}. Los valores de la mediana obtenidos para esta distribución de datos son inferiores a los valores del promedio, por lo que se puede afirmar que se encuentra sesgada positivamente.

Las posiciones de micrófono situadas en la nave de la Basílica dan lugar a valores promedio algo superiores a los medidos en el altar, aunque esta diferencia sólo supera 1,00 dB en las bandas de 2, 4 y 8 kHz. Los valores promedio obtenidos en la nave cuando la fuente se sitúa también en ella son positivos para las bandas de 125 a 2.000 Hz. Estos resultados podrían llamar la atención si se comparan con los valores de G medidos en el altar cuando la fuente y el receptor se sitúan en el mismo espacio, donde los valores de fuerza sonora son mucho más elevados. En este caso se debe considerar que la nave de la Basílica se trata de un espacio de grandes dimensiones y que, por lo tanto, las posiciones de fuente y receptor estaban muy separadas. La distancia promedio entre los dos equipos en la nave es de 27,00 m. Es posible que el aumento de G se deba a dos fenómenos: por un lado, la menor pérdida de energía sonora que tendrá la señal directa, ya que la distancia que debe recorrer la onda sonora es menor; y, por otro, una mayor amplificación sonora debido al volumen de la nave.

El diagrama de cajas y bigotes muestra que los márgenes intercuartiles obtenidos para los datos medidos en la nave son muy semejantes en tamaño a los del altar. Esto concuerda con los valores de desviación calculados en ambos espacios, que presentan valores similares en todo el rango frecuencial. Las desviaciones y los márgenes intercuartiles obtenidos para las posiciones de recepción en la nave presentan valores análogos en las bandas de frecuencia de 125 a 1.000 Hz, aumentando ambos considerablemente en las tres bandas restantes. En este espacio destaca la diferencia de valores que toman los tercer cuartiles y los valores máximos para todas las bandas de frecuencia. Los valores de la mediana obtenidos en este diagrama son levemente más bajos que los del promedio, lo que indica que la distribución de los valores de G medidos en la nave presenta un leve sesgo positivo.

Los valores del parámetro STI calculados a partir de las mediciones de la respuesta al impulso realizadas cuando la fuente se sitúa en la nave se presentan en la Tabla 5.24 y la Figura 5.18. En primer lugar, cabe destacar que los valores promedio, los máximos y los mínimos del STI medidos en el altar y en el coro coinciden. En ambos casos, el valor promedio obtenido es 0,24, variando los datos en un margen de aproximadamente 0,17 a 0,29. Estos valores indican que la inteligibilidad de la palabra en ambas áreas cuando la fuente se sitúa en la nave es mala.

La mayor diferencia entre los resultados de ambas zonas es la desviación, que toma valores más bajos cuando los receptores se encuentran en el coro. Si se observa la Figura 5.18, se puede ver cómo el margen intercuartil de las mediciones realizadas en el altar presenta un

Tabla 5.24: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del STI en la Basílica cuando la fuente se sitúa en la nave.

Área receptor		STI (-) - Fuente en la nave
Altar	Prom.	0,24
	Desv.	0,06
	Máx.	0,29
	Mín.	0,17
Coro	Prom.	0,24
	Desv.	0,04
	Máx.	0,28
	Mín.	0,19
Nave	Prom.	0,26
	Desv.	0,09
	Máx.	0,44
	Mín.	0,17

tamaño que es aproximadamente el doble que el del margen intercuartil de las mediciones realizadas en el coro. También es posible observar una mayor diferencia entre los cuartiles y los valores extremos de la distribución en el coro que en el altar. La mediana obtenida de los datos medidos en el altar es superior al promedio, lo que significa que la distribución de los datos presenta un sesgo negativo. En cambio, cuando los receptores se sitúan en el coro, la mediana coincide con el promedio, por lo que se puede afirmar que la distribución de los valores del STI en este espacio es uniforme.

Los valores del STI medidos en la nave presentan una variación mucho más amplia que los medidos en los otros dos espacios, aunque el valor promedio es prácticamente el mismo. Cuando los receptores se sitúan en la nave se obtiene un STI promedio de 0,26, lo que significa que la inteligibilidad en este espacio es mala. El margen de los resultados obtenidos varía entre 0,17

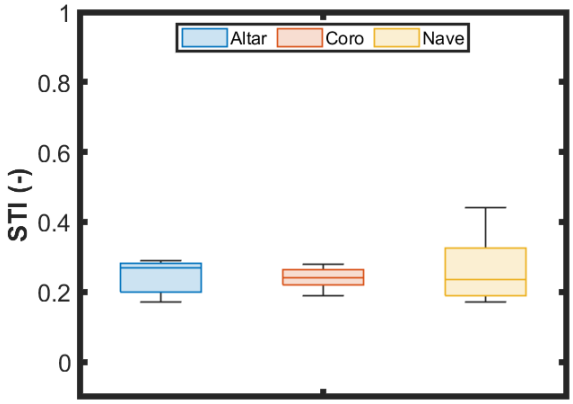


Figura 5.18: Diagrama de cajas y bigotes de los valores medidos para el parámetro STI G cuando la fuente se sitúa en la nave.

y 0,44. Esto significa que existen un conjunto de ubicaciones alejadas de la posición de fuente donde la inteligibilidad se definiría como pobre. En las posiciones más cercanas a las fuentes, donde se obtienen valores por encima de 0,40, se podría considerar que la inteligibilidad es aceptable, a pesar de que no llega a superar el umbral fijado en la definición del STI. En este espacio el valor de la desviación calculado es algo más elevado y, especialmente, se puede observar en la Figura 5.18 que el margen intercuartil y los valores extremos de la distribución se reparten en un rango de valores más amplio. Destaca la diferencia de valor que toma el tercer cuartil y el valor máximo de la distribución. El valor de la mediana obtenido para estos datos es levemente inferior al promedio, por lo que se puede considerar que los datos presentan un ligero sesgo positivo en su distribución.

5.2.1.4 Fuente en el sotocoro

Los valores promedio y las desviaciones del tiempo de reverberación medidos en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro se muestran en la Tabla 5.25. Cuando los receptores se sitúan en el altar y en la nave se puede observar que los valores del T_{20} son muy semejantes a los medidos en el recinto para otras posiciones de fuente. En este caso, los valores medidos en el altar son superiores a los obtenidos en la nave, especialmente en el margen de 250 a 1.000 Hz. Resulta llamativo que en la banda de 1 kHz la diferencia entre el valor del T_{20} medido en ambas zonas sea de casi 1,50 s. Los valores de desviación obtenidos mediante el algoritmo de estadística robusta presentan valores bajos para casi todo el margen frecuencial, a excepción de la banda de 1 kHz. En el caso de los resultados obtenidos en la nave, la desviación en esta banda de frecuencia es mayor, aunque todavía se mantiene en un valor reducido, mientras que en el caso del altar el valor de la desviación aumenta considerablemente en comparación con el resto de las bandas frecuenciales. Esta variación en la desviación también es notable en el diagrama de cajas y bigotes del T_{20} que se presenta en la Figura 5.19, en el que se puede observar la diferencia de tamaño entre los márgenes intercuartiles de la banda de 1 kHz y los del resto de bandas.

Cuando los receptores se sitúan en el sotocoro, el promedio del T_{20} medido en todas las bandas de frecuencia es muy inferior al obtenido en las demás situaciones evaluadas. En este caso, se tiene un tiempo de reverberación de casi 5,00 s en las bajas frecuencias, que disminuye a aproximadamente 4,00 s en el margen de medias y se reduce aún más en las altas.

Tabla 5.25: Promedio y desviación estándar del T_{20} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

T_{20} (s) - Fuente en el sotocoro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	9,47	10,16	10,40	10,29	6,70	3,83	2,37
	Desv.	0,40	0,15	0,09	1,05	0,00	0,10	0,04
Nave	Prom.	9,35	9,86	9,53	8,80	6,31	3,69	2,09
	Desv.	0,24	0,17	0,07	0,38	0,19	0,35	0,25
Sotocoro	Prom.	4,66	4,75	4,43	3,80	3,11	2,12	1,34
	Desv.	0,31	0,78	0,55	0,34	0,12	0,18	0,26

El valor del T_{20} más elevado se encuentra en la banda de 250 Hz, con valores muy semejantes en las bandas adyacentes. Estos valores del T_{20} tan reducidos se deben a las características geométricas del sotocoro. Como se ha descrito en el capítulo anterior, el sotocoro se trata de un espacio de bajo techo y reducidas dimensiones que conecta con la Basílica a través de tres arcos enrejados. De todas las zonas evaluadas, se trata de aquella que se encuentra más separada del cuerpo de la Basílica. Por lo tanto, no es de extrañar que el comportamiento acústico de este espacio sea independiente del resto del edificio. Cabe mencionar que, a pesar de que los valores del T_{20} medidos en este caso sean mucho menores a los obtenidos en otras áreas, el tiempo de reverberación se puede considerar muy elevado si se tienen en cuenta las reducidas dimensiones del espacio, cuyo volumen es de aproximadamente 2.000 m^3.

Los valores de desviación obtenidos en esta zona de recepción son relativamente altos en el margen de bajas y medias frecuencias, siendo superiores a los calculados para los otros dos espacios. En el diagrama de cajas y bigotes se puede observar que la distancia entre el primer y el tercer cuartil es más amplia en el margen de 125 a 1.000 Hz que para las bandas de alta frecuencia, en las que se reduce notablemente. Resalta la diferencia de valor existente entre los valores máximo y mínimo y el primer y tercer cuartil de la banda de 250 Hz.

Los valores de la mediana para todas las zonas y todas las bandas de frecuencia son prácticamente idénticos a los promedios calculados por el método de estadística robusta. Esto significa que la distribución de los valores medidos del T_{20} es uniforme en las tres zonas.

Los valores promedio del EDT en las zonas de recepción del altar y la nave son muy semejantes a los valores medidos del T_{20}, lo que indica que la sensación de reverberación percibida por un oyente se corresponde con la reverberación existente en la sala. La mayor diferencia entre ambos parámetros para estas zonas de escucha se encuentra en la banda de 125 Hz, en la que el EDT medido en el altar es casi 1,00 s superior al tiempo de reverberación, y el obtenido en la nave es 0,40 s inferior al T_{20}. Observando la Figura 5.19, en la gráfica correspondiente con el EDT, se puede ver que la mayor variación entre los valores medidos en el altar se da en las bandas de frecuencia de 125 y 500 Hz. En la Tabla 5.26 se puede observar que el valor de la

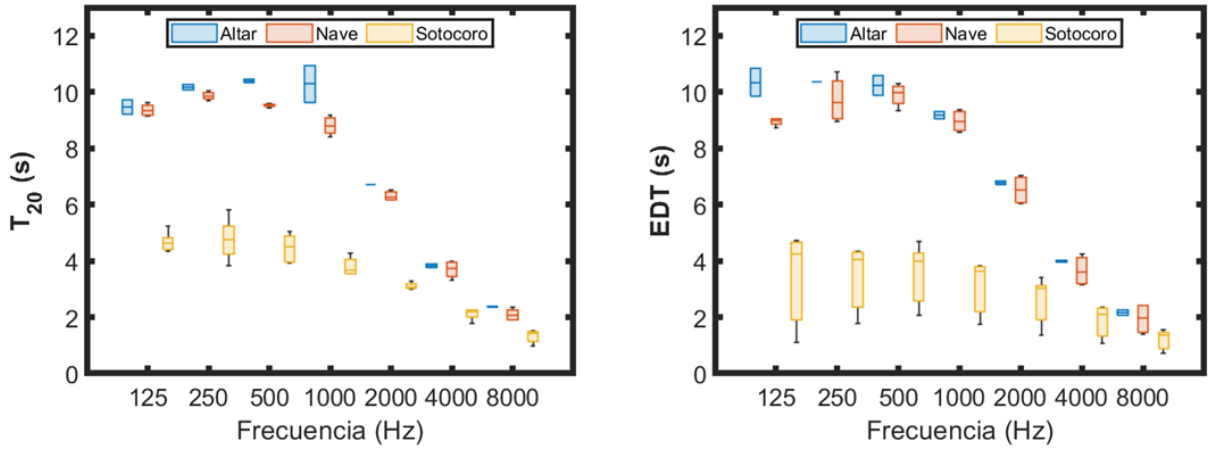


Figura 5.19: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_{20} y EDT cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

Tabla 5.26: Promedio y desviación estándar del EDT en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

EDT (s) - Fuente en el sotocoro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	10,34	10,35	10,24	9,17	6,76	3,98	2,16
	Desv.	0,81	0,01	0,56	0,21	0,10	0,06	0,14
Nave	Prom.	8,94	9,72	9,90	8,96	6,52	3,66	1,94
	Desv.	0,17	0,93	0,47	0,44	0,58	0,62	0,62
Sotocoro	Prom.	3,52	3,49	3,58	3,14	2,65	1,89	1,22
	Desv.	1,87	1,32	1,19	1,08	0,94	0,64	0,39

desviación también es más alto en estas dos bandas de frecuencia, mientras que en las demás es muy reducido. En el caso de la nave, los valores de desviación calculados son más elevados que los obtenidos para el T_{20}, lo cual se representa en un mayor margen intercuartil en el diagrama de cajas y bigotes. Los márgenes intercuartiles del EDT son más amplios que los del T_{20} en todas las bandas de frecuencia.

Los valores de la mediana obtenidos para las zonas del altar y de la nave presentan valores prácticamente idénticos a los del promedio, por lo que la distribución de los datos en estas dos zonas se puede considerar uniforme.

Los valores del EDT promedio cuando los receptores se encuentran en el sotocoro son aproximadamente 1,00 s inferiores al T_{20} para las bandas de 125 a 1.000 Hz. En las siguientes tres bandas, el EDT es también inferior, pero la diferencia entre ambos valores se reduce con el aumento de la frecuencia. La disparidad entre ambos parámetros indica la falta de linealidad de la caída de la energía sonora en el sotocoro, provocando así que la sensación de reverberación percibida en este espacio sea menor. Al igual que ocurría con el tiempo de reverberación, destacan los elevados valores que toma la desviación para este parámetro, lo que indica una gran variación entre los datos medidos en diferentes posiciones. En esta ocasión, los valores de desviación elevados se pueden observar en todo el margen de frecuencias. La gran variación entre los datos medidos también se ve representada en los amplios márgenes intercuartiles que se muestran en el diagrama de cajas y bigotes correspondiente de la Figura 5.19. Estos márgenes son especialmente amplios en las bandas de 125 a 1.000 Hz. Es notable que la diferencia entre el valor mínimo y el primer cuartil es superior a la distancia entre el tercer cuartil y el valor máximo en todas las bandas de frecuencia. Cabe destacar que los valores de la mediana son considerablemente superiores a los obtenidos para el EDT promedio. Este resultado indica que los datos medidos en el sotocoro cuando la fuente se sitúa en este espacio presentan una distribución con un sesgo negativo.

Los resultados de los estadísticos del T_s cuando la fuente se sitúa en el sotocoro se muestran en la Tabla 5.27, y en la Figura 5.20 se muestra su diagrama de cajas y bigotes. En primer lugar, se puede ver que cuando el área de recepción es el altar, que se trata del espacio de la Basílica más alejado del sotocoro, los valores del tiempo central obtenidos son muy altos para todas las bandas de frecuencia. En el margen de 125 a 500 Hz se tienen valores de T_s de más de 800,0 ms, reduciéndose a partir de 1 kHz con el aumento de la frecuencia. El valor

Tabla 5.27: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del T_s en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

T_s (ms) - Fuente en el sotocoro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	828,7	851,2	811,8	698,3	519,1	311,2	125,7
	Desv.	43,5	30,2	3,0	8,8	11,6	1,9	2,7
	Máx.	855,8	870,0	813,7	703,8	526,3	312,4	127,4
	Mín.	801,5	832,3	809,9	692,8	511,8	310,0	124,0
Nave	Prom.	596,7	721,8	788,6	675,9	492,0	255,2	106,6
	Desv.	116,0	169,2	134,9	141,6	113,8	89,9	55,6
	Máx.	688,9	855,5	892,4	797,2	579,7	327,1	156,8
	Mín.	501,4	567,3	684,8	556,1	400,6	185,7	56,3
Sotocoro	Prom.	261,5	268,0	274,2	241,2	202,4	143,0	92,5
	Desv.	105,9	94,1	86,6	94,1	74,5	51,2	36,9
	Máx.	349,1	353,0	363,1	324,3	290,5	207,9	140,8
	Mín.	129,2	145,4	170,2	120,9	110,1	81,6	54,3

más alto se encuentra en la banda de 250 Hz. La desviación obtenida para este parámetro es muy pequeña, lo que indica que la dispersión de los valores es baja. Esta característica de la distribución de los datos medidos también se puede observar en el diagrama de cajas y bigotes, en el que la distancia intercuartil es muy reducida para todas las bandas de frecuencia. Los valores obtenidos para la mediana se corresponden con los valores promedio, por lo que la distribución de los datos del tiempo central en el altar es uniforme.

En comparación con los resultados obtenidos en el altar, se puede observar una reducción del T_s cuando los micrófonos se sitúan en la nave, especialmente en la banda de 125 Hz. En el margen de 1 a 8 kHz, los resultados del T_s obtenidos para ambos espacios son similares. Al considerar las posiciones de receptor de la nave, el valor más elevado se encuentra en la banda 500 Hz, donde se alcanzan los 790,0 ms. Los valores de desviación calculados son muy elevados para todo el margen frecuencial, tomando valores que son aproximadamente la mitad de la distancia entre los valores máximos y mínimos. Esto sugiere que los datos se encuentran distribuidos en un amplio margen de valores, sin acumularse en un rango en particular. Si se observa la Figura 5.20, se puede ver que, tal y como se ha supuesto, la diferencia entre los valores máximos y mínimos y los cuartiles es muy reducida, lo que quiere decir que no existe una acumulación de los datos alrededor de ningún valor. Los valores obtenidos para la mediana coinciden con los promedios, lo que implica una distribución uniforme de los datos medidos.

El valor promedio obtenido para el T_s es considerablemente inferior cuando los receptores y la fuente se sitúan en el sotocoro, lo que implica una mejora en la nitidez sonora. Esto se debe tanto a la reducción de la distancia que existe entre la fuente y el receptor, como a las reducidas dimensiones del sotocoro y a su separación respecto al resto de la Basílica. Los valores se encuentran por encima de los 200,0 ms para el margen de 125 a 2.000 Hz, con el máximo en la banda de 500 Hz. Al igual que ocurría con los datos medidos en la nave, se puede observar que la diferencia entre el valor máximo y mínimo es aproximadamente el doble

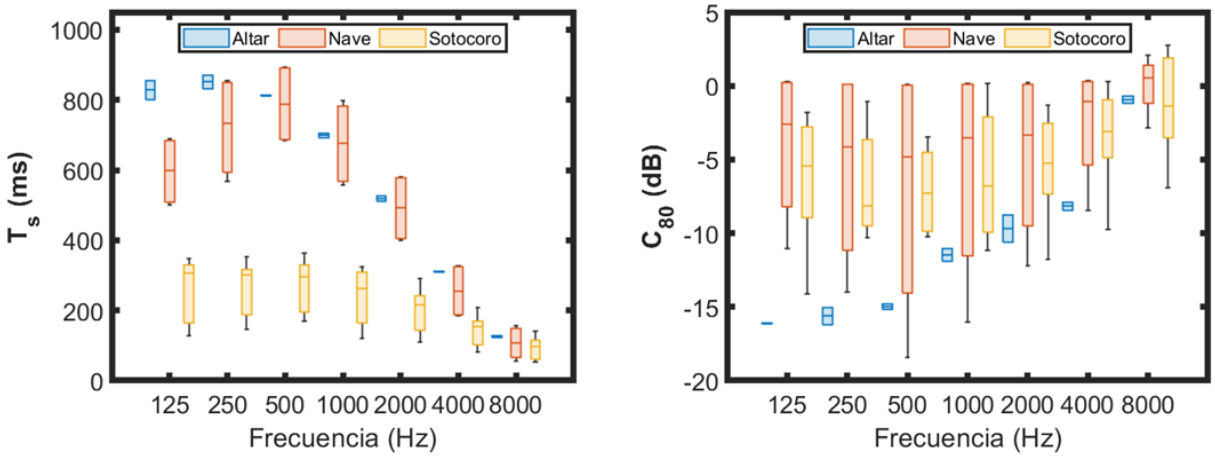


Figura 5.20: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s y C_{80} cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

que la desviación. Esto, en conjunto con el diagrama de cajas y bigotes de este parámetro, permite confirmar que los datos se encuentran dispersos, lo que implica una diferencia notable en los resultados obtenidos en distintas posiciones. Cuando los receptores están en el sotocoro, se puede observar que la distancia entre los valores extremos y los percentiles es algo mayor que cuando están en la nave. Los valores obtenidos para la mediana en este espacio son algo superiores a los valores promedio calculados, lo que significa que los resultados de las mediciones cuando la fuente y los receptores se encuentran en el sotocoro presentan una distribución con un ligero sesgo negativo.

En la Tabla 5.28 se presentan los resultados para el parámetro de claridad musical C_{80} cuando la fuente se sitúa en el sotocoro. Se pueden observar dos rangos de valores promedio diferentes: por un lado, los obtenidos en el altar y, por otro, los de la nave y el sotocoro. Cuando los receptores se sitúan en el altar el valor promedio obtenido es muy bajo, siendo negativo en todas las bandas de frecuencias, lo que quiere decir que la energía sonora tardía en el recinto es muy superior a la energía temprana. En el caso de las bandas de 125 a 500 Hz, se obtienen valores promedio de aproximadamente -15,00 dB, mientras que en las siguientes bandas el valor del C_{80} aumenta con la frecuencia. Estos resultados tan bajos se consideran razonables debido a que el C_{80} se trata de un parámetro altamente dependiente de la distancia relativa entre la fuente y el receptor, que en este caso es superior a 50,00 m. Los valores de desviación obtenidos para este parámetro son muy bajos en todas las bandas de frecuencia. Además, si se observa la Figura 5.20, que muestra el diagrama de cajas y bigotes de este parámetro, se puede ver que tanto el margen intercuartil como los valores máximos y mínimos varían en un rango extremadamente reducido. La mediana de los resultados con los receptores en el altar es prácticamente idéntica al promedio para todas las bandas de frecuencia, lo que quiere decir que los datos siguen una distribución uniforme.

Los resultados promedio obtenidos para los receptores situados en la nave y en el sotocoro son muy semejantes, llegando incluso a ser inferiores los medidos en el sotocoro para varias bandas de frecuencia. Este resultado es llamativo debido a que los promedios del T_{20}, el EDT

Tabla 5.28: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del C_{80} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

C_{80} (dB) - Fuente en el sotocoro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	-16,13	-15,61	-14,99	-11,49	-9,68	-8,18	-0,92
	Desv.	0,06	0,94	0,28	0,71	1,50	0,44	0,38
	Máx.	-16,09	-15,03	-14,81	-11,04	-8,75	-7,90	-0,68
	Mín.	-16,17	-16,20	-15,16	-11,93	-10,62	-8,45	-1,16
Nave	Prom.	-3,99	-5,54	-7,00	-5,73	-4,69	-2,56	0,09
	Desv.	6,09	7,83	10,08	8,67	6,79	4,67	2,35
	Máx.	0,28	0,13	0,08	0,15	0,20	0,38	2,06
	Mín.	-11,01	-14,00	-18,43	-16,01	-12,22	-8,45	-2,83
Sotocoro	Prom.	-6,16	-6,74	-7,19	-6,15	-5,52	-3,41	-1,29
	Desv.	4,60	4,06	3,21	4,99	3,96	3,35	3,93
	Máx.	-1,79	-1,09	-3,45	0,16	-1,32	0,26	2,78
	Mín.	-14,09	-10,29	-10,26	-11,19	-11,80	-9,73	-6,89

y el T_s con los receptores en el sotocoro son considerablemente inferiores a los medidos en la nave. Además, como se ha mencionado anteriormente, el C_{80} es un parámetro altamente dependiente de la distancia entre la fuente y receptor, por lo que llama la atención que receptores situados a una distancia tan diferente den lugar a valores promedio tan parecidos. La distancia máxima entre la fuente y el receptor en el sotocoro es de 17,00 m, mientras que la distancia máxima entre la fuente en el sotocoro y el receptor en la nave es de 57,00 m. Es posible que los materiales altamente reflectantes con los que está construido el sotocoro provoque que la energía sonora temprana sea muy reducida en comparación con la tardía, dando lugar a niveles de claridad tan bajos.

En el caso de los receptores situados en la nave, se puede observar tanto en la Tabla 5.28 como en la Figura 5.20 que los resultados obtenidos en cada posición dan lugar a valores muy diferentes. La desviación calculada para este entorno es muy elevada en todo el margen frecuencial, obteniéndose los valores más altos en las bandas de 500 y 1.000 Hz. El diagrama de cajas y bigotes muestra que la diferencia de valor entre el primer y el tercer cuartil es muy grande en todo el margen de frecuencias, reduciéndose únicamente en las bandas de 4 y 8 kHz. En todas las bandas el tercer cuartil y el valor máximo presentan valores muy parecidos, mientras que entre el primer cuartil y el valor mínimo hay una diferencia considerable. La mediana de los datos es superior al promedio en todas las bandas de frecuencia, lo que significa que la distribución de los resultados de las mediciones cuando los receptores se sitúan en la nave se encuentra sesgada positivamente.

La variación de los resultados obtenidos para el C_{80} en las mediciones realizadas con los receptores en el sotocoro es inferior a la obtenida en la nave, pero, aun así, se puede considerar muy elevada en comparación con los resultados obtenidos para otros parámetros en este mismo espacio. Los valores máximos y mínimos obtenidos para estos receptores son inferiores que los medidos en la nave para todas las bandas de frecuencia. La diferencia de valores entre el primer y tercer cuartil varía entre 4,00 y 7,00 dB, siendo mayor en las bandas de bajas

y medias frecuencias. En cambio, el valor obtenido para la desviación se puede considerar relativamente estable para todo el margen de frecuencia, ya que fluctúa entre 3,00 y 5,00 dB. En la Figura 5.20 se puede observar que la diferencia entre el valor mínimo y el primer cuartil es muy elevada para las bandas de 125, 2.000, 4.000 y 8.000 Hz. En las otras tres bandas es mayor la diferencia entre el tercer cuartil y el valor máximo. La mediana de los resultados obtenidos es menor que el promedio para las bandas de 125, 250, 1.000 y 2.000 Hz, lo que significa que la distribución de los datos se encuentra sesgada positivamente. Se puede considerar que los datos de las demás bandas de frecuencia siguen una distribución uniforme ya que su mediana y promedio presentan prácticamente el mismo valor.

El análisis de los datos medidos para el D_{50} en cada una de las áreas de recepción consideradas cuando la fuente se sitúa en el sotocoro se presenta en la Tabla 5.29 y en la Figura 5.21. Si se observan los resultados cuando los receptores están en el altar, se tiene que los valores de definición obtenidos son extremadamente bajos para casi todo el margen de frecuencias, a excepción de la banda de 8 kHz, donde la cantidad de energía temprana y tardía medida es muy semejante. Los valores de desviación obtenidos para todas las bandas frecuenciales son muy bajos, lo implica muy poca variación en los resultados medidos en las distintas posiciones. Esto también puede observarse en el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.21, en la que se ve que el margen intercuartil cuando el área receptora es el altar es muy reducido. La diferencia entre los valores máximos y mínimos en esta zona es muy pequeña y los valores de la mediana se corresponden con el promedio, por lo que la distribución de los datos es uniforme.

Con los receptores situados en la nave se obtiene un promedio espacial del D_{50} muy bajo para las bandas de 250 a 2.000 Hz, donde el valor de la definición varía entre 0,05 y 0,12. Es en las bandas de 125, 4.000 y 8.000 Hz donde se obtienen valores de definición más elevados. En el caso de la banda de 8 kHz, se supera un valor de 0,50, lo que significa que la energía temprana en esta zona es superior a la energía tardía. Llama la atención que los valores

Tabla 5.29: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del D_{50} en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

D_{50} (-) - Fuente en el sotocoro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	0,05	0,03	0,03	0,07	0,10	0,14	0,45
	Desv.	0,02	0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02
	Máx.	0,06	0,03	0,03	0,07	0,12	0,14	0,46
	Mín.	0,04	0,02	0,03	0,06	0,08	0,13	0,43
Nave	Prom.	0,21	0,09	0,05	0,09	0,12	0,27	0,52
	Desv.	0,11	0,06	0,05	0,09	0,09	0,15	0,19
	Máx.	0,31	0,13	0,10	0,16	0,20	0,38	0,70
	Mín.	0,12	0,04	0,01	0,02	0,05	0,13	0,34
Sotocoro	Prom.	0,32	0,20	0,18	0,23	0,24	0,32	0,44
	Desv.	0,16	0,16	0,10	0,20	0,15	0,16	0,20
	Máx.	0,52	0,44	0,31	0,51	0,42	0,51	0,65
	Mín.	0,14	0,09	0,09	0,07	0,06	0,10	0,17

del D_{50} obtenidos en la nave cuando la fuente se sitúa en el sotocoro son superiores a los alcanzados en la nave cuando la fuente se sitúa también en la nave. Es posible que esto se deba a que la cantidad de energía tardía presente en la nave es inferior cuando la fuente se sitúa en el sotocoro, por lo que la contribución de la energía temprana a la energía total es mayor. La desviación obtenida presenta un valor que se corresponde aproximadamente con la mitad de la diferencia entre el valor máximo y el mínimo, lo que representa que los datos no se encuentran acumulados alrededor de un valor determinado. Esto también puede observarse en la Figura 5.21, donde los márgenes intercuartiles obtenidos son relativamente amplios y, en casi todas las bandas, el primer y el tercer cuartil coinciden con los extremos de la distribución. Los valores de la mediana y del promedio son prácticamente idénticos en todas las bandas, lo que significa que la distribución de los datos es uniforme.

Los valores del D_{50} más altos obtenidos cuando la fuente se sitúa en el sotocoro fueron medidos con los receptores en este mismo espacio. La banda de frecuencia en la que se obtiene el valor promedio más bajo es la de 500 Hz, en la que el D_{50} toma el valor de 0,18; mientras que la más alta, en la que se alcanza un valor de 0,44, es la banda de 8 kHz. Al igual que ocurría cuando los receptores se sitúan en la nave, los valores más altos se han obtenido en las bandas de 125, 4.000 y 8.000 Hz. Estos valores promedio son más bajos que los obtenidos en otras zonas de la Basílica cuando la fuente y los receptores comparten espacio, lo que también ocurría con el parámetro de claridad C_{80}. Las desviaciones obtenidas son elevadas, encontrándose valores que son aproximadamente la mitad de la diferencia entre el valor máximo y el mínimo. Esto también se puede apreciar en el diagrama de cajas y bigotes, en el que se observa un margen intercuartil muy amplio en todas las bandas de frecuencia. En las bandas de 125 a 1.000 Hz se puede ver que hay una distancia considerable entre el valor del tercer cuartil y el valor máximo. En las demás bandas, la diferencia es mayor entre el primer cuartil y el valor mínimo. Los valores de la mediana obtenidos son más bajos que los valores promedio en el margen de 125 a 1.000 Hz, lo que denota un sesgo positivo en la distribución de los datos. Las demás bandas de frecuencia presentan valores muy parecidos en ambos estadísticos, por lo que se puede considerar que la distribución de los datos es uniforme.

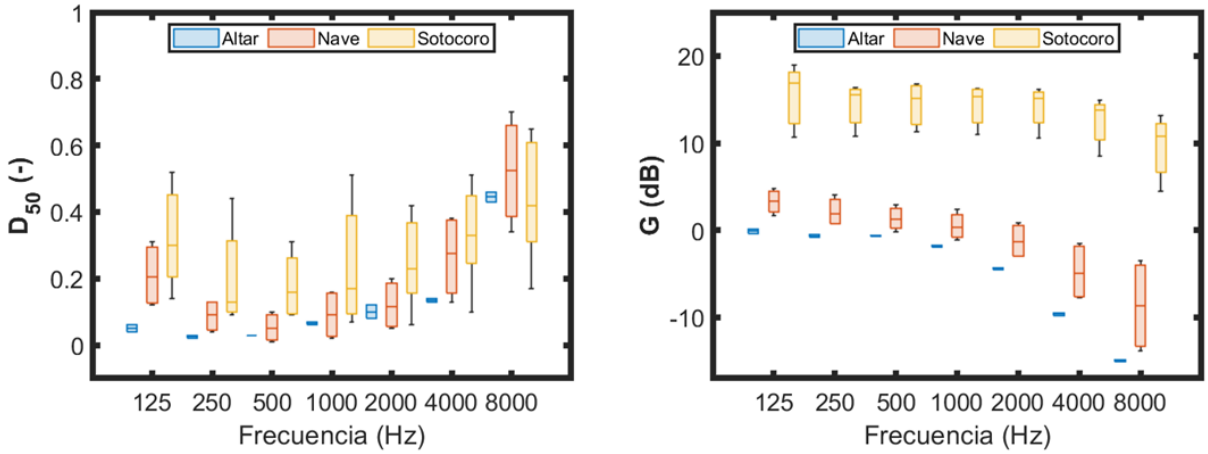


Figura 5.21: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros D_{50} y G cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

La Tabla 5.30 muestra los resultados del promedio, la desviación y los valores máximos y mínimos del parámetro G cuando la fuente sonora se sitúa en el sotocoro. Las áreas de recepción evaluadas en este caso son el altar, la nave y el sotocoro. En la Figura 5.21, en la gráfica de la derecha, se presenta el diagrama de cajas y bigotes obtenido de los datos de este parámetro.

Se puede observar que los resultados promedio cuando los receptores se sitúan en el altar son muy próximos a cero para el margen de 125 a 1.000 Hz, disminuyendo progresivamente al aumentar la frecuencia. La distancia promedio entre ambos espacios es de 65,00 m, lo que implica una reducción de la energía sonora directa muy elevada debido al gran recorrido que tiene que realizar el sonido. Esta reducción será especialmente notable en las altas frecuencias, donde la absorción del sonido producida por el aire es mucho mayor. Que los valores de G medidos en el altar sean tan cercanos a cero en las bandas de bajas y medias frecuencias significa que el recinto produce una amplificación muy alta, que compensa la pérdida de energía de la señal directa. En las bandas de altas frecuencia, la amplificación del sonido es inferior, pero igualmente puede considerarse elevada. Los valores de desviación medidos en el altar son muy reducidos, lo que también puede observarse en el estrecho margen intercuartil que presentan estos datos en la Figura 5.21. En todas las bandas de frecuencia los valores de los primeros y terceros cuartiles coinciden con los valores máximos y mínimos. Además, la mediana obtenida es prácticamente idéntica al promedio, lo que significa que la distribución de los datos es uniforme.

Los valores promedio de la fuerza sonora cuando los receptores se sitúan en la nave son más elevados que los obtenidos en el altar en todas las bandas de frecuencia. En este caso se alcanzan valores positivos en las bandas de 125 a 1.000 Hz, reduciéndose por debajo de cero para las tres bandas restantes. Es probable que los distintos valores de G medidos en ambos espacios se deban a la mayor proximidad de las posiciones de receptor en la nave con respecto al altar. Si se considera que la amplificación aportada por el cuerpo principal de la Basílica se mantiene constante, la obtención de un mayor o menor valor de G depende de la reducción de la energía sonora del sonido directo, que será mayor cuanto más grande sea la distancia.

La desviación obtenida para las mediciones en la nave es mayor que la calculada en las posiciones del altar, posiblemente debido a que las distancias entre las posiciones de receptor son más grandes en este espacio. Los valores más elevados de G que se han medido en la nave se encuentran en las posiciones de micrófono situadas más cerca del sotocoro. El diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.21 muestra que el margen intercuartil es relativamente constante para las bandas de 125 a 1.000 Hz, al igual que la desviación, y que aumenta progresivamente con la frecuencia. El mismo comportamiento se puede observar en las diferencias entre los valores máximos y mínimos, que para el margen de 125 a 1.000 Hz es de aproximadamente 4,00 dB y que aumenta en las siguientes bandas de frecuencia hasta 10,00 dB. Los valores de la mediana obtenidos son prácticamente iguales a los valores promedio, por lo que se puede considerar que los valores de G medidos en la nave siguen una distribución uniforme.

El promedio espacial de los valores de G medidos cuanto la fuente y los receptores se encuentran en el sotocoro es extremadamente alto, alcanzando valores superiores a 10,00 dB en casi todas las bandas de frecuencia. La única excepción es la banda de 8 kHz, en la que el promedio es de 9,75 dB. Estos valores son mucho más elevados que los encontrados en otras combinaciones

Tabla 5.30: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del G en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

G (dB) - Fuente en la sotocoro								
Área receptor		**Frecuencia (Hz)**						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Altar	Prom.	-0,12	-0,66	-0,65	-1,86	-4,43	-9,64	-14,99
	Desv.	0,38	0,19	0,12	0,18	0,24	0,20	0,10
	Máx.	0,12	-0,54	-0,57	-1,75	-4,28	-9,51	-14,92
	Mín.	-0,35	-0,78	-0,72	-1,97	-4,58	-9,76	-15,05
Nave	Prom.	3,29	2,13	1,32	0,48	-1,20	-4,76	-8,70
	Desv.	1,64	1,89	1,59	1,80	2,32	3,80	6,15
	Máx.	4,77	4,09	2,95	2,37	0,84	-1,49	-3,53
	Mín.	1,70	0,73	-0,15	-1,08	-3,02	-7,70	-13,84
Sotocoro	Prom.	15,65	14,37	14,47	14,48	14,29	12,67	9,75
	Desv.	3,93	2,56	2,61	2,58	2,63	2,95	3,93
	Máx.	18,98	16,37	16,73	16,29	16,16	14,91	13,18
	Mín.	10,70	10,78	11,30	11,03	10,56	8,53	4,43

en las que las fuentes y los receptores compartían un mismo espacio. Es probable que la principal causa de estos valores tan elevados sea la proximidad entre las fuentes sonoras y los receptores. La distancia más grande considerada entre los dos equipos es de 16,00 m, pero casi todas las combinaciones fuente-receptor se encontraban a menos de 10,00 m. Dado que las posiciones de fuente y receptor están situadas a una distancia inferior a la distancia utilizada como referencia en el cálculo del parámetro G, no se puede asegurar que los valores tan altos se deban exclusivamente a la amplificación producida por la sala. A pesar de ello, sí que se puede considerar que el sotocoro produce amplificación, ya que se ha comprobado que este recinto presenta un tiempo de reverberación alto, lo que implica una elevada persistencia del sonido y, por lo tanto, una amplificación del nivel sonoro.

El sotocoro se trata del espacio donde se han obtenido los valores de desviación más elevados, encontrándose las desviaciones más altas en las bandas de 125 y 8.000 Hz. Esto también puede observarse en el diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.21, en el que se aprecia que el margen intercuartil en estas dos bandas de frecuencia es más amplio que en el resto del espectro. Destaca la diferencia existente entre los valores que toman los primeros cuartiles y los valores mínimos en todas las bandas de frecuencia. El valor de la mediana obtenido en todo el margen frecuencial es superior al valor promedio, por lo que la distribución de los datos presenta un sesgo negativo.

Por último, los valores del STI calculados para las áreas de recepción del altar, la nave y el sotocoro cuando la fuente se sitúa en este último espacio se muestran en la Tabla 5.31. La Figura 5.22 muestra el diagrama de cajas y bigotes de los datos medidos.

El valor promedio del STI de las mediciones realizadas cuando los receptores se sitúan en el altar es bajo, al igual que el valor máximo y mínimo. Dado que el rango de valores entre los que varían los datos es tan reducido, era de esperar que la desviación calculada también lo fuera. Además, en la Figura 5.22 se puede observar que el margen intercuartil es extremadamente

Tabla 5.31: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos del STI en la Basílica cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

Área receptor		STI (-) - Fuente en el sotocoro
Altar	Prom.	0,22
	Desv.	0,02
	Máx.	0,23
	Mín.	0,21
Nave	Prom.	0,26
	Desv.	0,09
	Máx.	0,33
	Mín.	0,19
Sotocoro	Prom.	0,40
	Desv.	0,11
	Máx.	0,55
	Mín.	0,31

estrecho, y que los valores del tercer y del primer cuartil coinciden con los valores extremos. En todas las posiciones medidas en el altar cuando la fuente se sitúa en el sotocoro se ha obtenido que el valor del STI corresponde con una inteligibilidad mala.

Al situarse los receptores en la nave, los valores del STI obtenidos son levemente más altos, lo que era de esperar dado que estas posiciones de receptor se encuentran situadas más cerca de la fuente sonora. El valor promedio obtenido es de 0,26, que corresponde con una inteligibilidad mala. La desviación calculada para este parámetro no es muy elevada, lo que concuerda con los valores máximo y mínimo, ya que la diferencia entre ambos es de sólo 0,14. En algunas de las posiciones medidas, cuyo valor de STI asciende a 0,33, se consideraría que la inteligibilidad es pobre. El diagrama de cajas y bigotes de la Figura 5.22 muestra que los límites del margen intercuartil coinciden con los límites superior e inferior de la distribución. El valor de la mediana calculado es igual al promedio, por lo que se puede afirmar que la

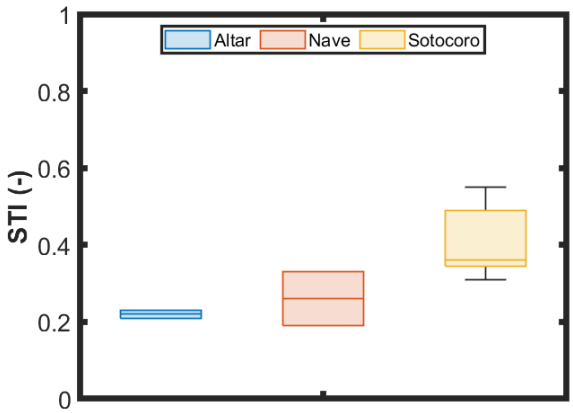


Figura 5.22: Diagrama de cajas y bigotes de los valores medidos para el parámetro STI cuando la fuente se sitúa en el sotocoro.

distribución de los datos es uniforme.

Cuando se considera el sotocoro como área de recepción, se puede observar que los valores del STI calculados presentan un valor promedio considerablemente más alto que en las otras dos áreas. A pesar de ello, el valor promedio se corresponde con una inteligibilidad pobre. El margen de variación de los valores del STI medido es amplio, de casi 0,20, lo que da lugar a que la inteligibilidad en este espacio varíe entre considerarse pobre y adecuada. El valor de la desviación es semejante al obtenido con los receptores situados en la nave y el diagrama de cajas y bigotes muestra que sus márgenes intercuartiles son del mismo tamaño. En el caso de las mediciones del sotocoro, los valores del primer y el tercer cuartil no coinciden con los valores máximo y mínimo. El valor de la mediana es inferior al del promedio, lo que indica que la distribución de valores del STI medidos en este espacio está sesgada positivamente.

5.2.2 Salas Capitulares

Las Salas Capitulares son dos recintos simétricos y rectangulares conectados por un zaguán donde se halla la puerta de acceso a este recinto. Los arcos que separan el zaguán de las Salas Prioral y Vicarial no presentan puertas, por lo que no hay una división física entre las salas. Las mediciones realizadas para evaluar las características acústicas de estos recintos se llevaron a cabo en la Sala Prioral, que es la que se sitúa en el lado este (izquierda desde la puerta de acceso). Las dos Salas Capitulares son simétricas, por lo que su geometría, materiales de construcción y mobiliario son idénticos. La única excepción es el número de cuadros presentes en cada sala que, aunque varíe, en ambos casos cubren la totalidad de las paredes del recinto. Debido a esta simetría y semejanza constructiva y decorativa, se consideró que los resultados

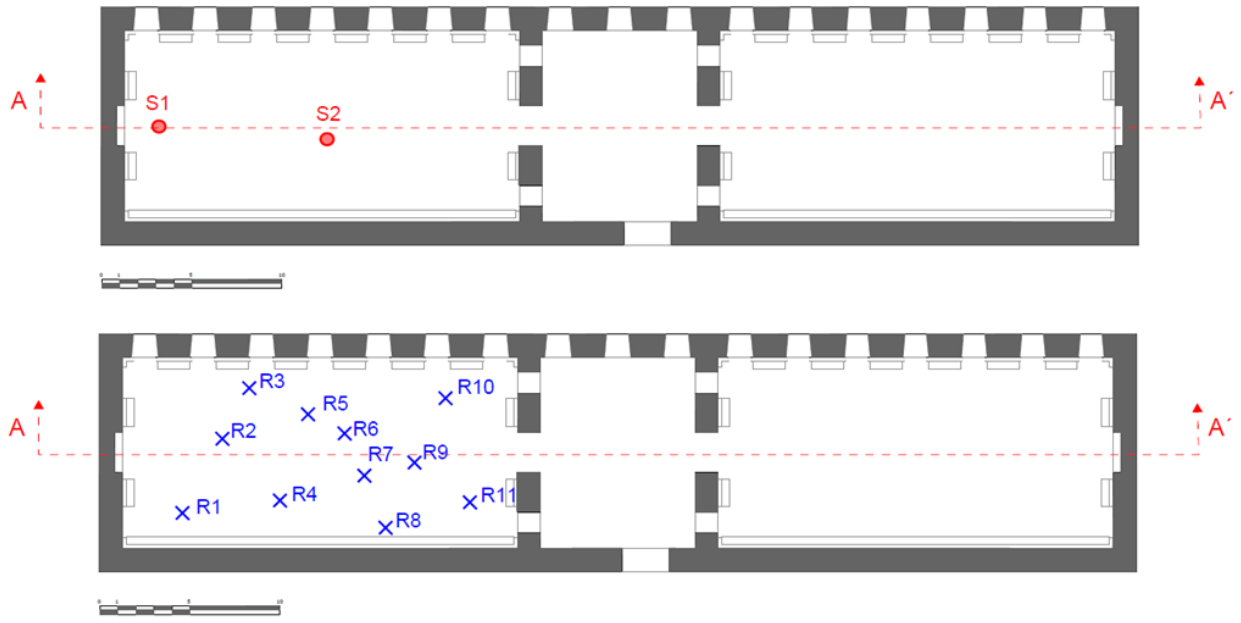


Figura 5.23: Plano de las Salas Capitulares donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo).

Tabla 5.32: Promedio espacial y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en las Salas Capitulares.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_{20} (s)	Prom.	3,66	3,50	3,73	3,90	3,42	2,40	1,45
	Desv.	0,18	0,13	0,15	0,07	0,08	0,06	0,05
EDT (s)	Prom.	3,47	3,38	3,60	3,88	3,36	2,23	1,29
	Desv.	0,36	0,26	0,23	0,19	0,17	0,14	0,18

de las mediciones acústicas obtenidos en la Sala Prioral se corresponderían también con las características acústicas de la Sala Vicarial.

En estos recintos se celebraban los capítulos de la comunidad y, durante el siglo XVIII, también se organizaban en ellos conciertos de música de cámara y representaciones de teatro de sombras (Martínez Cuesta, 2003; Quevedo, 1849; Sierra Pérez, 2019). A pesar de que los testimonios conservados atestiguan este uso, se desconocen las posiciones ocupadas por los oficiantes, intérpretes y asistentes. Se considera que, durante los capítulos, la comunidad probablemente ocuparía la sillería que rodea las paredes del recinto, pero no se puede asegurar que estos asientos fueran ocupados por el público durante las reuniones musicales. Dado que el objetivo de estas mediciones es evaluar el comportamiento acústico del recinto, las posiciones de fuente y receptor se han distribuido por todo el espacio. Se han utilizado dos posiciones de fuente: una situada en el altar de la Sala Prioral y otra a media sala; y once posiciones de receptor. En la Figura 5.23 se muestran las posiciones ocupadas por dichos equipos de medida.

Los valores del promedio espacial y las desviaciones de los parámetros temporales T_{20} y EDT se muestran en la Tabla 5.32. Los resultados del promedio espacial de los parámetros energéticos T_s, C_{80} y D_{50} y del parámetro de inteligibilidad STI, junto con sus desviaciones estándar, valores máximos y valores mínimos, se presentan en las Tablas 5.33 y 5.34.

Si se considera únicamente el tamaño de la Sala Prioral, que corresponde a un volumen de aproximadamente 1.660 m^3, podrían sorprender los elevados valores que toma el tiempo de reverberación en este recinto. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esta sala está conectada con el zaguán y la Sala Vicarial, y que fue construida mayoritariamente con materiales muy reflectantes, como el mármol, la piedra o el yeso. El bajo coeficiente de absorción de estos materiales provoca una mayor persistencia del sonido en el recinto, lo que da lugar a que el valor promedio del T_{20} en bajas y medias frecuencias tome valores entre 3,50 y 4,00 s. En las bandas de frecuencia más altas se puede observar una reducción del valor promedio del T_{20}. Esta disminución de la reverberación probablemente se deba a la mayor absorción que el aire presenta en altas frecuencias y a la absorción producida por los numerosos lienzos colgados en las paredes, cuyo coeficiente de absorción alcanza su máximo en este rango frecuencial. Cabe señalar que el valor del T_{20} más elevado se encuentra en la banda de frecuencia de 1.000 Hz.

Los valores calculados para el promedio espacial del parámetro EDT son prácticamente idénticos a los obtenidos para el T_{20}. En todas las bandas de frecuencia se tiene que el EDT promedio es ligeramente inferior al T_{20}, aunque en ningún caso la diferencia es superior a 0,20

Tabla 5.33: Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en las Salas Capitulares.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_s (ms)	Prom.	263,7	249,7	259,2	276,4	246,3	168,4	98,4
	Desv.	35,0	33,6	27,1	23,8	22,0	19,3	18,4
	Máx.	330,9	311,1	294,2	297,6	261,0	176,3	105,9
	Mín.	177,6	166,6	199,0	216,5	189,5	111,7	39,7
C_{80} (dB)	Prom.	-6,62	-6,68	-6,33	-6,14	-5,77	-3,34	0,37
	Desv.	1,90	2,61	2,02	1,71	1,65	1,51	2,75
	Máx.	-2,32	-0,26	-1,51	-1,81	-2,18	0,00	5,06
	Mín.	-10,10	-9,95	-9,62	-8,13	-8,21	-4,93	-2,52
D_{50} (-)	Prom.	0,26	0,19	0,20	0,20	0,21	0,32	0,51
	Desv.	0,07	0,13	0,11	0,09	0,10	0,12	0,51
	Máx.	0,47	0,49	0,41	0,40	0,38	0,50	0,76
	Mín.	0,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

s. La semejanza existente entre ambos parámetros indica que la curva de decaimiento de la respuesta al impulso se puede considerar lineal.

Los valores de desviación calculados a partir del tiempo de reverberación medido son muy bajos, lo que indica que este parámetro se mantiene estable en toda la sala. El valor de desviación más elevado se encuentra en la banda de frecuencia de 125 Hz, mientras que el valor más pequeño se encuentra en la banda de 1 kHz. El EDT presenta valores de desviación más elevados que el T_{20} en todas las bandas de frecuencia. A pesar de ello, siguen siendo muy reducidos en comparación con los valores promedio obtenidos. Es posible que esta mayor desviación se deba a que el EDT es un parámetro menos estable. En este parámetro, el valor de desviación más elevado se encuentra también en la banda de 125 Hz, mientras que el menor se encuentra en la banda frecuencial de 4 kHz.

Los parámetros energéticos T_s, C_{80} y D_{50} proporcionan información sobre la distribución energética del sonido en función del tiempo. Hay que tener en cuenta que estos parámetros dependen en gran medida de la posición relativa entre la fuente y el receptor, por lo que su desviación suele ser elevada.

Si se observan los resultados del promedio espacial para el parámetro T_s, se puede ver que son considerablemente altos. El comportamiento frecuencial que presentan estos valores se asemeja al obtenido para los parámetros temporales. Las bandas de frecuencia entre 125 y 2.000 Hz presentan resultados muy semejantes y elevados (el más alto se encuentra en la banda de 1 kHz), pero su valor promedio disminuye en las bandas de 4 y 8 kHz.

Los resultados del promedio espacial de los datos medidos para el C_{80} y el D_{50} muestran que la cantidad de energía temprana existente en la sala es considerablemente inferior a la energía tardía. Esto se refleja en valores negativos del parámetro C_{80} y en valores inferiores a 0,50 del D_{50}. La única banda de frecuencia en la que no se cumple esta relación es la banda de 8 kHz, donde el C_{80} alcanza un valor de 0,37 dB y el D_{50} equivale a 0,51. Estos resultados muestran que, en promedio, en esta banda de frecuencia la cantidad de energía temprana se iguala a la

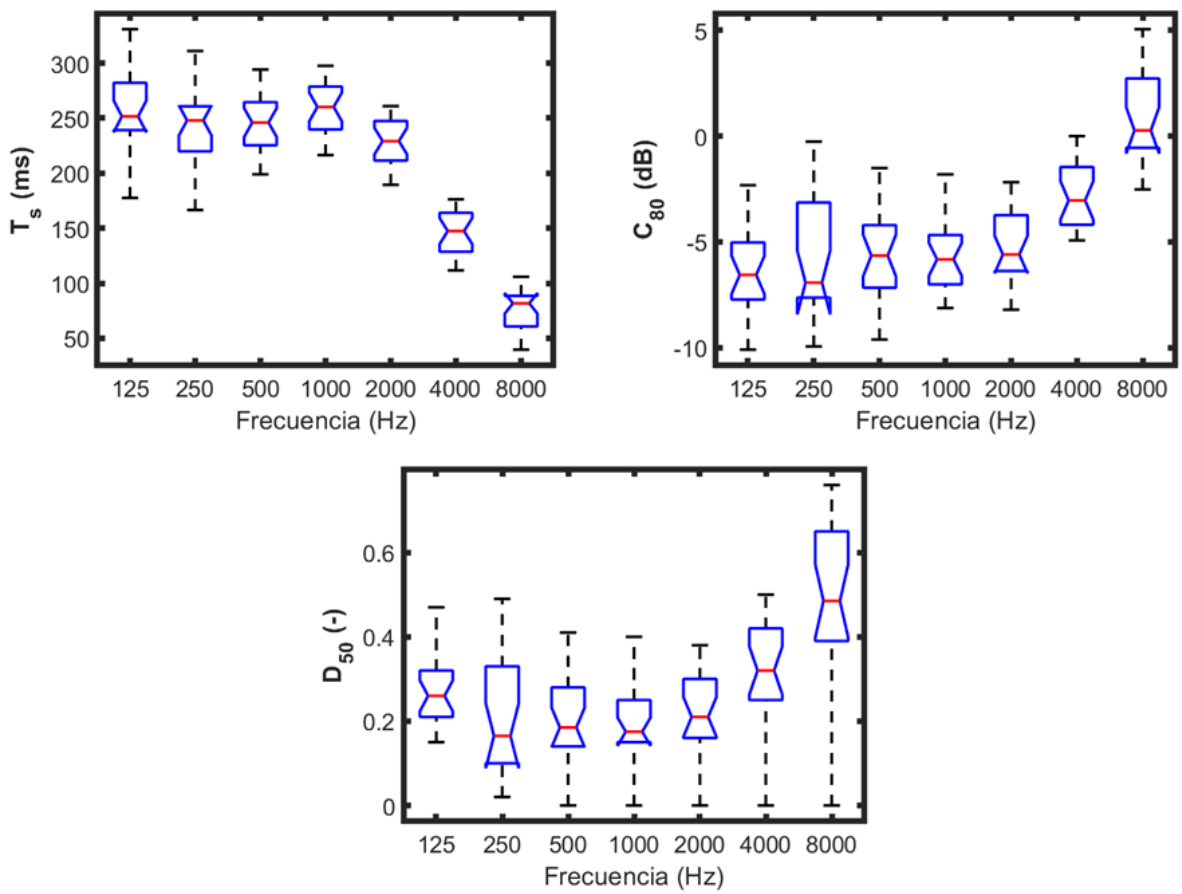


Figura 5.24: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en las Salas Capitulares.

energía tardía. El valor mínimo del C_{80} se encuentra en la banda de frecuencia de 250 Hz, mientras que el del D_{50} está en las bandas de 250 a 2.000 Hz.

En comparación con los valores de desviación obtenidos para los parámetros temporales, las desviaciones de estos tres parámetros energéticos son más elevadas. Aun así, merece la pena destacar que, en relación con los valores máximos y mínimos obtenidos, no presentan valores tan elevados como cabría esperar. Con el fin de evaluar con más detalle la dispersión de los resultados de los parámetros energéticos, se ha representado un diagrama de cajas y bigotes para cada parámetro, que pueden verse en la Figura 5.24.

En la gráfica correspondiente al parámetro T_s se puede observar que, para todas las bandas de frecuencia, la diferencia entre los valores del primer y el tercer cuartil es pequeña, no superando los 70,0 ms en ninguna banda. Esto significa que el 50 % de los datos obtenidos de las mediciones se encuentran en un rango reducido de valores. Las bandas que presentan una mayor diferencia entre los valores de los cuartiles y los valores máximos y mínimos son las que presentan frecuencias centrales de 125, 250 y 500 Hz. Los valores de la mediana calculados para el T_s son levemente más elevados que los valores promedio, lo que indica que la distribución de los datos está levemente sesgada hacia los valores negativos.

En la gráfica correspondiente al C_{80} se puede observar que los valores situados entre el primer y el tercer cuartil se encuentran distribuidos en un margen muy reducido, con una diferencia máxima de 4,50 dB en la banda de 250 Hz. Esta banda también es la que presenta una mayor diferencia entre los valores de los cuartiles y los valores máximos y mínimos. Es destacable que, para las bandas de 250, 1.000 y 8.000 Hz, el valor del primer cuartil es superior al límite del rango intercuartil, lo que podría indicar un sesgo positivo en la distribución de los datos. Al evaluar los valores obtenidos para la mediana en este análisis, se ha comprobado que esta es inferior al promedio en todas las bandas de frecuencia. La diferencia entre el valor promedio y la mediana oscila entre 0,40 y 2,00 dB. Esta diferencia entre ambos estadísticos confirma que la distribución de los datos está sesgada positivamente.

El D_{50} también presenta márgenes intercuartiles reducidos para todas las bandas de frecuencia. Los márgenes más amplios se encuentran en las bandas de 250 y 8.000 Hz, mientras que los menores se sitúan en las bandas de 125 y 1.000 Hz. Es interesante mencionar que, en todas las bandas, las diferencias entre estos cuartiles y los valores máximos y mínimos son altas. En el caso de las bandas de 250 y 1.000 Hz, se tiene que el valor del primer cuartil es superior al límite del margen intercuartil, como también ocurría en el C_{80}. Los valores de mediana obtenidos de esta representación son más bajos que el valor promedio en todas las bandas de frecuencia. La diferencia entre ambos estadísticos varía entre 0,03 y 0,07. Estos resultados indican que la distribución de los resultados obtenidos para el D_{50} presenta un leve sesgo positivo.

El valor del promedio espacial obtenido para el parámetro de inteligibilidad de salas STI es 0,39. Los valores máximos y mínimos no se alejan mucho de este valor, por lo que se puede considerar que la inteligibilidad en todo el recinto es pobre. Este resultado se corresponde con los valores obtenidos para los parámetros energéticos de claridad y definición.

Como se ha mencionado anteriormente, en las Salas Capitulares se celebraban los capítulos de la comunidad jerónima. Aunque el margen del parámetro STI obtenido para este recinto indicaría que la inteligibilidad no es adecuada para la comunicación de la palabra, es necesario tener en cuenta que la comunidad jerónima asistía casi al completo a estas reuniones. Esta comunidad estaba formada por entre 100 y 150 personas, cuya presencia reduciría considerable la reverberación del recinto, mejorando así su inteligibilidad y adecuándose mejor a las actividades que en él se realizaban.

Tabla 5.34: Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en las Salas Capitulares.

	STI (-)
Prom.	0,39
Desv.	0,05
Máx.	0,47
Mín.	0,33

5.2.3 Iglesia de Prestado

La Iglesia de Prestado es una sala de 2.300 m^3 con planta rectangular y techo abovedado construida casi en su totalidad con materiales altamente reflectantes. Los únicos materiales presentes en la sala con un coeficiente de absorción algo más elevado son la madera que conforma la sillería y los lienzos que se encuentran en el altar y repartidos por las paredes del recinto. Esta sala era utilizada para realizar los oficios de difuntos de los miembros de la comunidad (Quevedo, 1849; Sierra Pérez, 2019). Durante estos actos, los asistentes probablemente se situaban en la sillería que rodea las paredes del recinto. Dado que el objetivo de las mediciones es caracterizar acústicamente el comportamiento de todo el recinto, las posiciones de fuente y receptor se han repartido por todo el espacio. Se han utilizado un total de cuatro posiciones de fuente y doce posiciones de receptor, cuyas localizaciones se muestran en la Figura 5.25.

Los resultados obtenidos tras la aplicación del algoritmo A de estadística robusta para los parámetros temporales, energéticos y de inteligibilidad se muestran en las Tablas 5.35, 5.36 y 5.37.

Los valores del promedio espacial obtenidos para el parámetro T_{20} en todas las bandas de

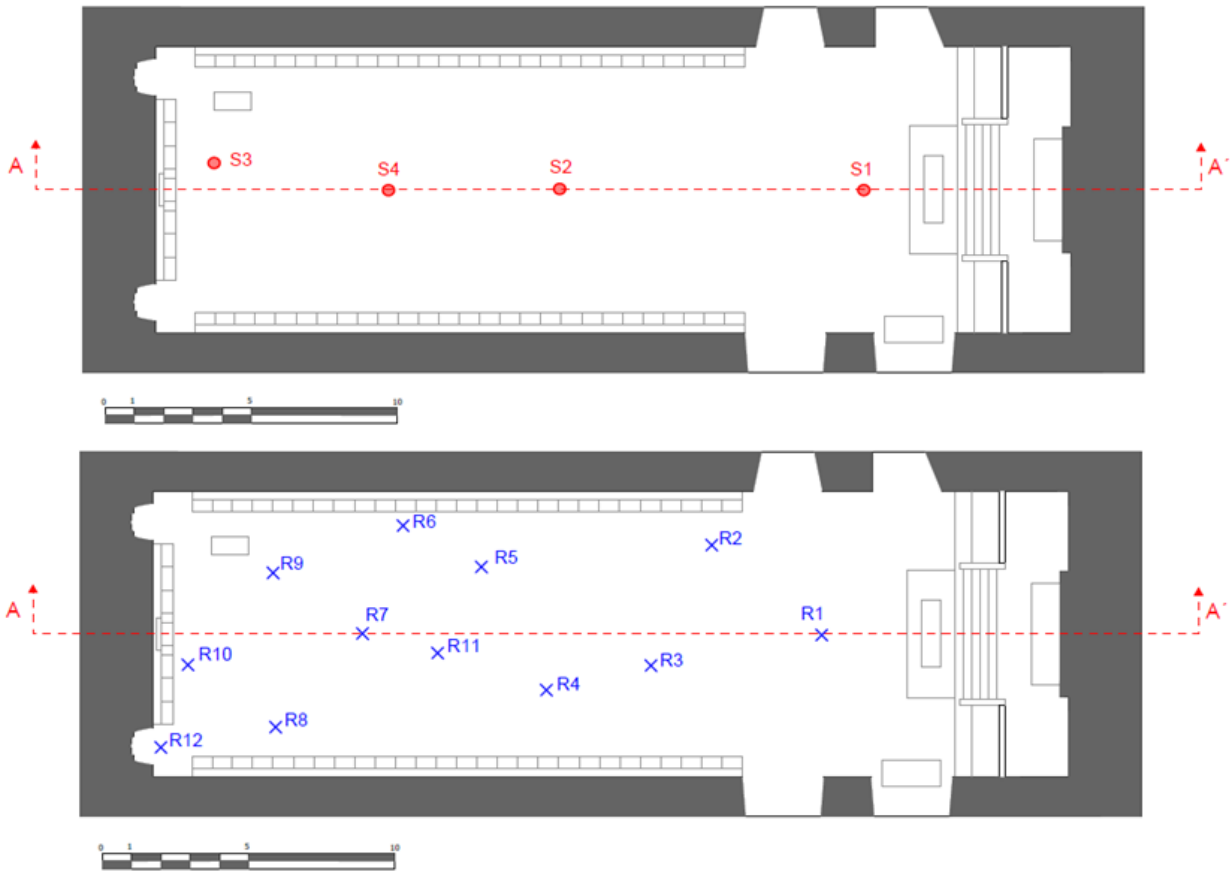


Figura 5.25: Plano de la Iglesia de Prestado donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo).

Tabla 5.35: Promedio y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en la Iglesia de Prestado.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_{20} (s)	Prom.	3,42	3,82	3,89	3,69	3,06	2,07	1,31
	Desv.	0,21	0,16	0,12	0,08	0,06	0,05	0,05
EDT (s)	Prom.	3,25	3,76	3,88	3,68	3,02	2,01	1,17
	Desv.	0,40	0,33	0,24	0,18	0,17	0,19	0,17

frecuencia son considerablemente altos, algo que no sorprende debido a las elevadas dimensiones del recinto y a los materiales con los que está construido. En la banda de 125 Hz, el tiempo de reverberación es 3,42 s, este valor aumenta hasta alcanzar un pico de 3,89 s en la banda de 500 Hz. A partir de esta banda, el valor del T_{20} comienza a disminuir con el aumento de la frecuencia, hasta reducirse a 1,31 s en la banda de 8 kHz. La disminución de la reverberación se debe al efecto simultáneo de la mayor absorción del aire en este margen frecuencial, que se ve incrementada por las condiciones ambientales en las que se realizaron las mediciones, y a la absorción del sonido causada por la madera y los lienzos.

Los resultados del promedio espacial del parámetro EDT presentan valores muy similares a los obtenidos para el T_{20}, aunque algo inferiores. El comportamiento frecuencial de este parámetro es idéntico al del tiempo de reverberación, con valores más elevados en el margen de 250 a 1.000 Hz y una reducción considerablemente en las altas frecuencias. La semejanza entre los valores de ambos parámetros implica que la pendiente de la curva de decaimiento de la energía sonora se puede considerar lineal. Además, el hecho de que ambos parámetros tengan valores similares también significa que la reverberación percibida por un oyente en este recinto se corresponde con la reverberación presente en la sala.

Teniendo en cuenta los valores promedio obtenidos para el T_{20} y el EDT, se puede considerar que las desviaciones calculadas para ambos parámetros son relativamente bajas. Las desviaciones son más elevadas en el margen de bajas frecuencias, se reducen en medias y alcanzan un valor bajo y estable en altas. Al igual que ha ocurrido en las Salas Capitulares, las desviaciones obtenidas para el EDT son, al menos, el doble de la desviación del T_{20}.

El parámetro energético T_s presenta un comportamiento frecuencial idéntico al observado en el T_{20} y el EDT. Los valores más elevados se encuentran en las bandas de 250 y 500 Hz, siendo el siguiente valor más alto el obtenido en la banda de 1.000 Hz. A partir de esta banda de frecuencia, los valores promedio calculados disminuyen al aumentar la frecuencia. Las desviaciones obtenidas para este parámetro presentan sus valores más elevados en baja frecuencia, siendo el máximo de 42,1 ms. Al comparar estos valores con la gran distancia existente entre los valores máximo y mínimos, se puede concluir que la desviación del T_s en este recinto es relativamente baja.

Los valores del promedio espacial de los parámetros C_{80} y D_{50} presentan las mismas variaciones en función de la frecuencia. En la banda de 125 Hz, ambos parámetros toman valores que se pueden considerar bajos para la interpretación de la música y la palabra. En las cuatro bandas frecuenciales siguientes, los valores del C_{80} y el D_{50} se reducen aún más, situándose

Tabla 5.36: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en la Iglesia de Prestado.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_s (ms)	Prom.	227,4	263,0	263,6	248,7	207,6	132,9	74,1
	Desv.	42,1	41,9	38,2	33,8	33,3	23,9	21,6
	Máx.	295,4	345,6	329,4	297,3	262,4	206,4	173,8
	Mín.	154,7	160,3	180,0	157,3	136,5	79,3	31,4
C_{80} (dB)	Prom.	-4,41	-6,05	-5,76	-5,21	-4,62	-2,19	1,16
	Desv.	3,17	2,53	3,06	2,68	2,48	2,09	2,89
	Máx.	0,46	1,63	0,34	0,54	0,72	2,62	7,43
	Mín.	-9,53	-10,88	-10,64	-9,21	-9,50	-8,47	-5,32
D_{50} (-)	Prom.	0,35	0,21	0,22	0,24	0,26	0,37	0,55
	Desv.	0,13	0,09	0,11	0,10	0,11	0,11	0,15
	Máx.	0,61	0,59	0,52	0,53	0,54	0,65	0,85
	Mín.	0,14	0,08	0,08	0,11	0,10	0,12	0,23

su valor más bajo en la banda de 250 Hz. A partir de esta banda, los valores aumentan con el aumento de la frecuencia, alcanzando su valor más alto en 8 kHz. Esta última banda frecuencial es la única en la que la cantidad de energía temprana es superior a la tardía. Al igual que ocurría con la desviación calculada para el T_s, los valores de desviación obtenidos en estos dos parámetros podrían considerarse no muy elevados, sobre todo si se compara con la gran diferencia existente entre sus valores máximos y sus valores mínimos.

Los diagramas de cajas y bigotes de los resultados de los parámetros energéticos en función de la frecuencia se presentan en la Figura 5.26. La característica más notable de estos diagramas es la presencia de múltiples valores atípicos en las gráficas de los tres parámetros. En la gráfica del T_s se observan un total de cuatro valores atípicos repartidos en las bandas de 4 y 8 kHz, donde estos valores son superiores a los valores máximos de la distribución. Estos valores atípicos se corresponden con las combinaciones fuente-micrófono S4R8 y S4R10. En la gráfica del C_{80} se encuentran tres valores atípicos: dos en la banda de 250 Hz, causados por las mediciones realizadas en las combinaciones fuente-receptor S3R9 y S3R10, y uno en la banda de 4 kHz debido a los resultados de la combinación S3R2. Los valores atípicos obtenidos en la banda de 250 Hz son superiores al valor máximo de la distribución, lo que probablemente se deba a la cercanía existente entre las posiciones de fuente y receptor. En la banda de 4 kHz, el valor atípico medido en la combinación S3R2 es inferior al valor mínimo de la distribución. Este valor tan reducido de la claridad probablemente se deba a la gran distancia existente entre la posición de la fuente y la posición del receptor, que se encuentran en lados opuestos de la sala. Por último, el D_{50} presenta cinco valores atípicos, cuatro de los cuales se sitúan en la banda de 250 Hz. Estos se deben a los resultados obtenidos en las posiciones S2R4, S2R5, S3R9 y S3R10. En todos los casos los valores atípicos son superiores a los valores máximos de la distribución y probablemente se deban a la proximidad de las posiciones de fuente y receptor.

En la gráfica que representa los datos medidos para el parámetro T_s se puede observar que el rango intercuartil es considerablemente reducido. La mayor diferencia encontrada entre

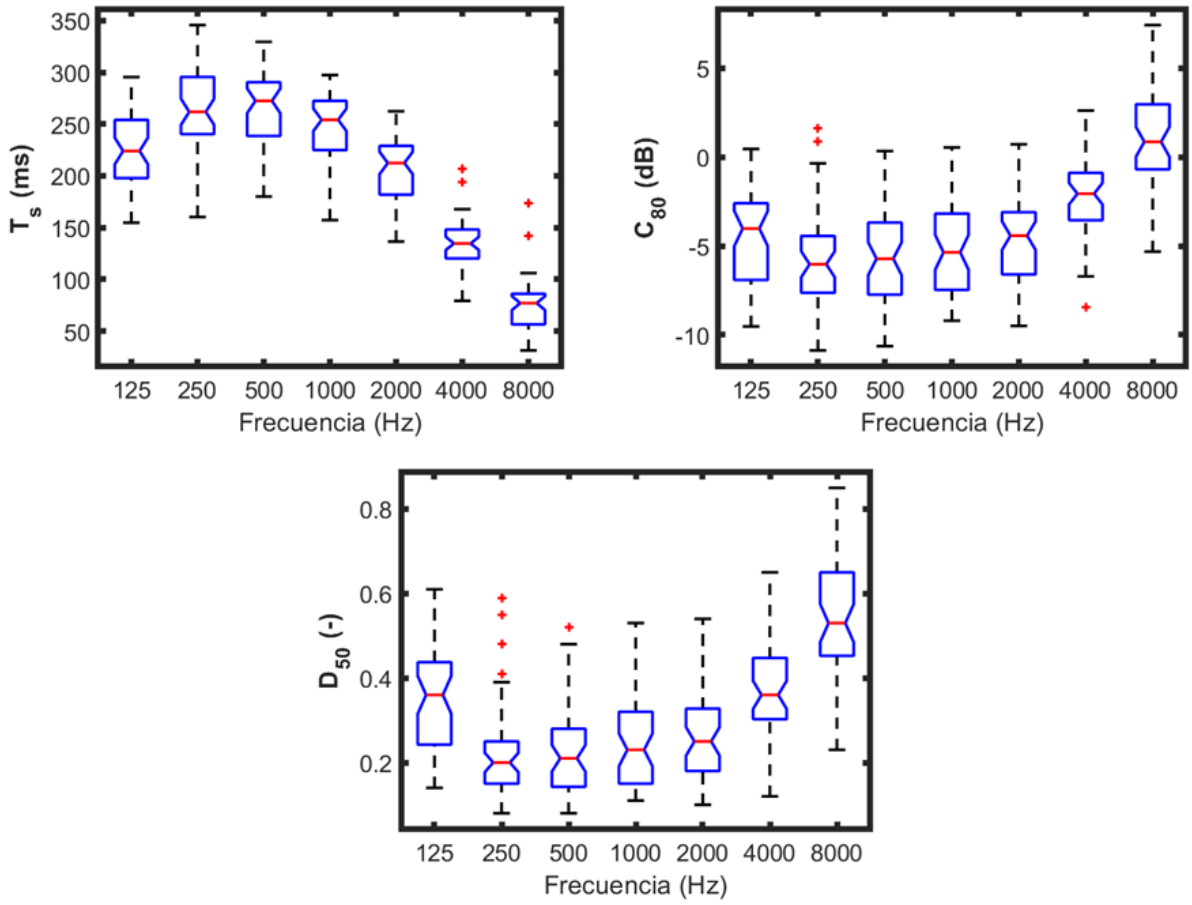


Figura 5.26: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en la Iglesia de Prestado.

el primer y el tercer cuartil es de 50,0 ms. Esto implica que el 50 % de los valores de T_s medidos se encuentran distribuidos en un margen reducido, lo que concuerda con los valores de desviación calculados. Cabe señalar que los valores mínimos medidos en este recinto son considerablemente inferiores a los resultados obtenidos para el primer cuartil, especialmente en las bandas de 250 a 1.000 Hz. En cambio, los valores máximos medidos presentan una menor diferencia con el tercer cuartil, excepto en la banda de 250 Hz. El valor de la mediana calculado para cada banda de frecuencia es muy similar al valor promedio, por lo que se podría afirmar que los datos presentan una distribución uniforme.

En la gráfica que muestra los resultados del C_{80} se puede observar que las diferencias entre el valor máximo y el tercer cuartil, y el valor mínimo y el primer cuartil son muy elevadas en todas las bandas de frecuencia. Además, también se da el caso de que los valores del primer y el tercer cuartil son considerablemente diferentes: la diferencia máxima es de 4,50 dB en la banda de 125 Hz, y la mínima, de 2,70 dB en 4 kHz. La mediana obtenida para este parámetro es aproximadamente 1,00 dB inferior al promedio espacial en todas las bandas de frecuencia. Esta diferencia entre el resultado del promedio y la mediana significa que la distribución de los datos del C_{80} está sesgada positivamente.

Tabla 5.37: Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en la Iglesia de Prestado.

	STI (-)
Prom.	0,42
Desv.	0,05
Máx.	0,54
Mín .	0,33

El D_{50} es el parámetro energético que presenta un mayor número de valores atípicos, casi todos ellos en la banda de 250 Hz. Los mayores márgenes intercuartiles se encuentran en las bandas de 125 y 8.000 Hz. Se puede observar que en todas las bandas el valor máximo es mucho mayor que el del tercer cuartil. En cambio, los valores mínimos y los primeros cuartiles son similares para las bajas y medias frecuencias, aumentando notablemente esta diferencia en las bandas de 4 y 8 kHz. Los valores de la mediana calculados para el D_{50} se corresponden con los valores del promedio espacial, lo que implica que los datos de este parámetro presentan una distribución uniforme.

Si se observan los resultados estadísticos del parámetro de inteligibilidad obtenidos en la Iglesia de Prestado, y presentados en la Tabla 5.37, se puede ver que casi todo el rango de valores medido se sitúa en la categoría de inteligibilidad pobre. Únicamente se considerarían como aceptables aquellas posiciones cuyo STI fuera superior a 0,45, lo que solo ocurre en posiciones de micrófono muy cercanas a las fuentes. La desviación obtenida es muy pequeña, lo que significa que la variación de los datos se encuentra dentro de un margen reducido.

5.2.4 Sacristía

La Sacristía es un recinto de aproximadamente 1.900 m^3 de volumen, construido casi en su totalidad con materiales altamente reflectantes, como son el mármol, la piedra berroqueña y el yeso. La planta es rectangular y se encuentra cerrada por un techo abovedado. La Sacristía es la única sala aparte de la Basílica de la cual se conservan testimonios pictóricos que permiten conocer la disposición de los agentes de las funciones litúrgicas (Brambilla, 1832a; Coello, 1690). En ellas, se puede observar que los oficiantes solían situarse en el altar, mientras que los asistentes se encontraban repartidos por toda la sala (de los Santos, 1962; Sierra Pérez, 1996a). Se utilizaron tres posiciones de fuente y doce de receptor para caracterizar acústicamente este recinto. Las posiciones que ocuparon dichos equipos se muestran en la Figura 5.27.

Las Tablas 5.38, 5.39 y 5.40 muestran los resultados de los parámetros temporales, energéticos y de inteligibilidad que se obtuvieron de la medición de las respuestas al impulso. Los resultados de estas tablas, que presentan el promedio espacial, la desviación y los valores máximos y mínimos, se calcularon utilizando el algoritmo A de estadística robusta (International Organization for Standardization, 2022).

El tiempo de reverberación obtenido del promedio espacial en este recinto concuerda con sus dimensiones y con los materiales con los que está construido. El tiempo de reverberación es alto, pero se observa que es un poco inferior al obtenido en otras salas de geometría y características constructivas similares, pero de mayor volumen, como son las Salas Capitulares

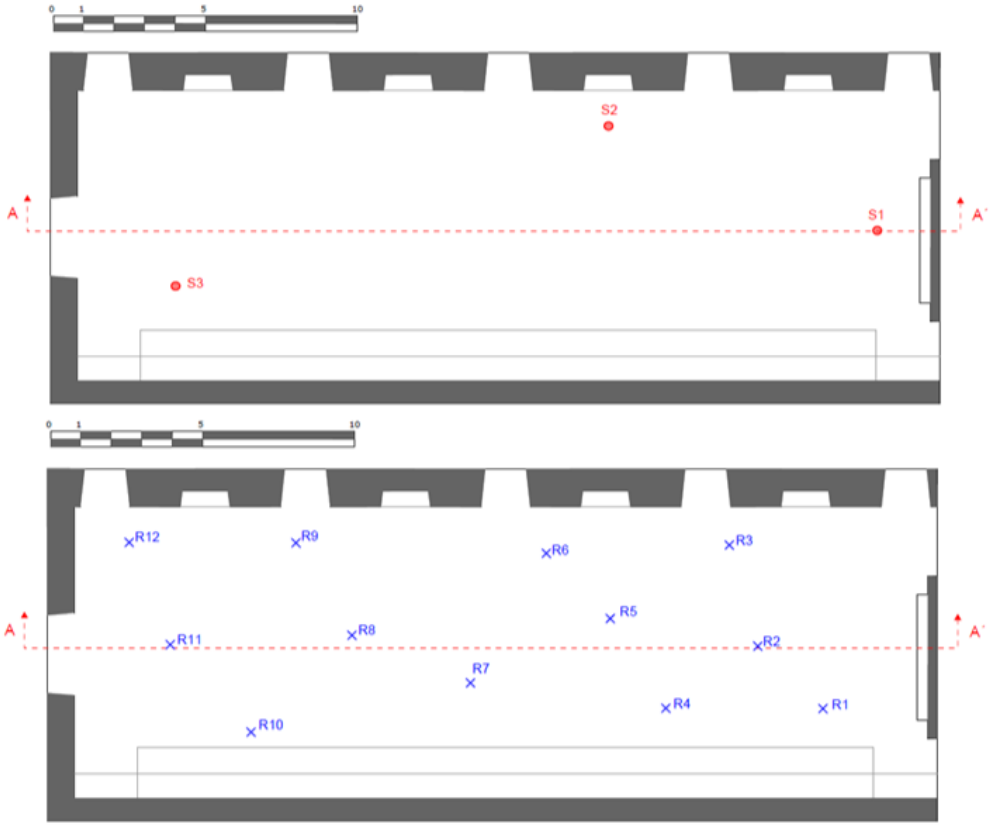


Figura 5.27: Plano de la Sacristía donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo).

y la Iglesia de prestado. La banda de frecuencia con el valor más elevado de T_{20} es la de 250 Hz, donde se alcanza un valor de 3,20 s. En las bandas adyacentes y en la de 1.000 Hz se obtienen también valores superiores a 3,00 s, reduciéndose a partir de la banda de 2 kHz. A partir de esta banda, el T_{20} se reduce al aumentar la frecuencia. Los valores más altos de desviación encontrados en este parámetro se corresponden con las bandas de 125, 250 y 1.000 Hz. aunque se consideran muy bajos para todo el margen frecuencial. Estos valores tan bajos de desviación muestran que el T_{20} es un parámetro estable en todo el recinto.

Los valores obtenidos del promedio espacial del EDT son prácticamente idénticos a los calculados para el T_{20}, aunque algo inferiores. Los valores más elevados también se sitúan en las bandas de 250 a 1.000 Hz, donde el valor obtenido supera los 3,00 s. El valor del EDT

Tabla 5.38: Promedio y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en la Sacristía.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_{20} (s)	Prom.	3,09	3,20	3,03	3,09	2,75	1,97	1,29
	Desv.	0,18	0,14	0,10	0,14	0,15	0,10	0,05
EDT (s)	Prom.	2,98	3,10	3,02	3,03	2,61	1,85	1,13
	Desv.	0,38	0,29	0,22	0,23	0,21	0,14	0,13

disminuye con el aumento de la frecuencia a partir de la banda de 2.000 Hz, que es también el margen en el que se encuentran mayores diferencias entre ambos parámetros, aunque en ninguna banda existen diferencias superiores a los 0,15 s. La semejanza existente entre ambos parámetros indica que la pendiente de la caída del nivel de la presión sonora es lineal, y que la reverberación percibida en el recinto se corresponde con la medida por el T_{20}. Aunque los valores de desviación obtenidos para este parámetro sean superiores a los del T_{20} (algo que también ocurre en las demás salas), estos se pueden seguir considerando bajos, lo que indica que el parámetro se mantiene estable independientemente de la distancia existente entre la fuente y el receptor.

Los valores del promedio espacial, la desviación y los valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos son también muy semejantes a los calculados para las Salas Capitulares y la Iglesia de Prestado. Dado que la reverberación medida en esta sala es inferior, los valores obtenidos para el T_s son también más bajos que los calculados en los otros dos recintos, mientras que los obtenidos para el C_{80} y el D_{50} son superiores.

El comportamiento en función de la frecuencia del parámetro T_s se corresponde estrechamente con el obtenido en el T_{20} y el EDT. Los resultados del promedio espacial obtenidos para las bandas de 125 a 1.000 Hz son muy semejantes, encontrándose el valor más alto en la banda de 250 Hz. A partir de la banda de 2 kHz se observa que el aumento de la frecuencia va acompañado de una disminución del T_s. Los valores de desviación más altos se encuentran en las bandas de 125, 500, 1.000 y 2.000 Hz, donde también se tiene una mayor diferencia entre los valores máximos y mínimos.

Los valores del promedio espacial calculados para el C_{80} son negativos en todas las bandas de frecuencia, excepto en la de 8 kHz. Esto significa que, para las bandas de 125 a 4.000 Hz, la energía tardía en la sala es mayor que la energía temprana. Esto también puede observarse en los resultados del parámetro D_{50}, que son inferiores a 0,50 en todo el margen frecuencial. Únicamente en la banda de 8 kHz las energías temprana y tardía se igualan. Los valores más

Tabla 5.39: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en la Sacristía.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_s (ms)	Prom.	206,2	217,3	205,8	199,5	173,8	121,3	72,3
	Desv.	36,0	32,1	39,7	30,9	33,5	27,5	26,2
	Máx.	310,2	297,4	265,6	252,7	228,3	167,2	113,9
	Mín.	146,0	110,0	109,1	99,6	79,2	40,9	18,3
C_{80} (dB)	Prom.	-4,73	-5,11	-4,74	-4,44	-3,80	-2,07	0,66
	Desv.	3,35	2,96	2,94	2,97	3,05	3,15	3,69
	Máx.	1,79	2,58	2,00	2,50	3,94	6,26	8,45
	Mín.	-13,09	-10,30	-10,56	-9,16	-8,59	-7,64	-5,52
D_{50} (-)	Prom.	0,36	0,24	0,26	0,27	0,30	0,39	0,53
	Desv.	0,14	0,11	0,12	0,12	0,14	0,16	0,20
	Máx.	0,65	0,64	0,61	0,64	0,71	0,81	0,87
	Mín.	0,10	0,09	0,08	0,11	0,12	0,15	0,22

bajos de ambos parámetros se sitúan en las bandas de 250 a 1.000 Hz.

Los valores de desviación obtenidos para los tres parámetros se pueden considerar bajos, sobre todo si se comparan con las grandes diferencias existentes entre sus valores máximos y mínimos. Con el fin de evaluar mejor la distribución de los datos medidos en este recinto para los tres parámetros energéticos, se han representado sus diagramas de cajas y bigotes, que se muestra en la Figura 5.28.

Lo primero que llama la atención de los diagramas de los tres parámetros energéticos representados en la Figura 5.28 es el elevado número de valores atípicos presentes en múltiples bandas de frecuencia. En el caso del T_s, hay un total de diecisiete valores atípicos repartidos entre las bandas de 250 a 4.000 Hz. Estos valores atípicos se midieron en siete combinaciones fuente-micrófono: S1R1, S1R2, S1R9, S2R5, S2R6, S3R10 y S3R11. A excepción de la posición S1R9, en la que se miden valores superiores al máximo de la distribución, en todas las demás posiciones se tienen valores inferiores al valor mínimo de la distribución.

El C_{80} muestra ocho valores atípicos, seis de los cuales se acumulan en la banda de 250 Hz, mientras que los dos restantes se encuentran en las bandas de 2 y 4 kHz. Las combinaciones

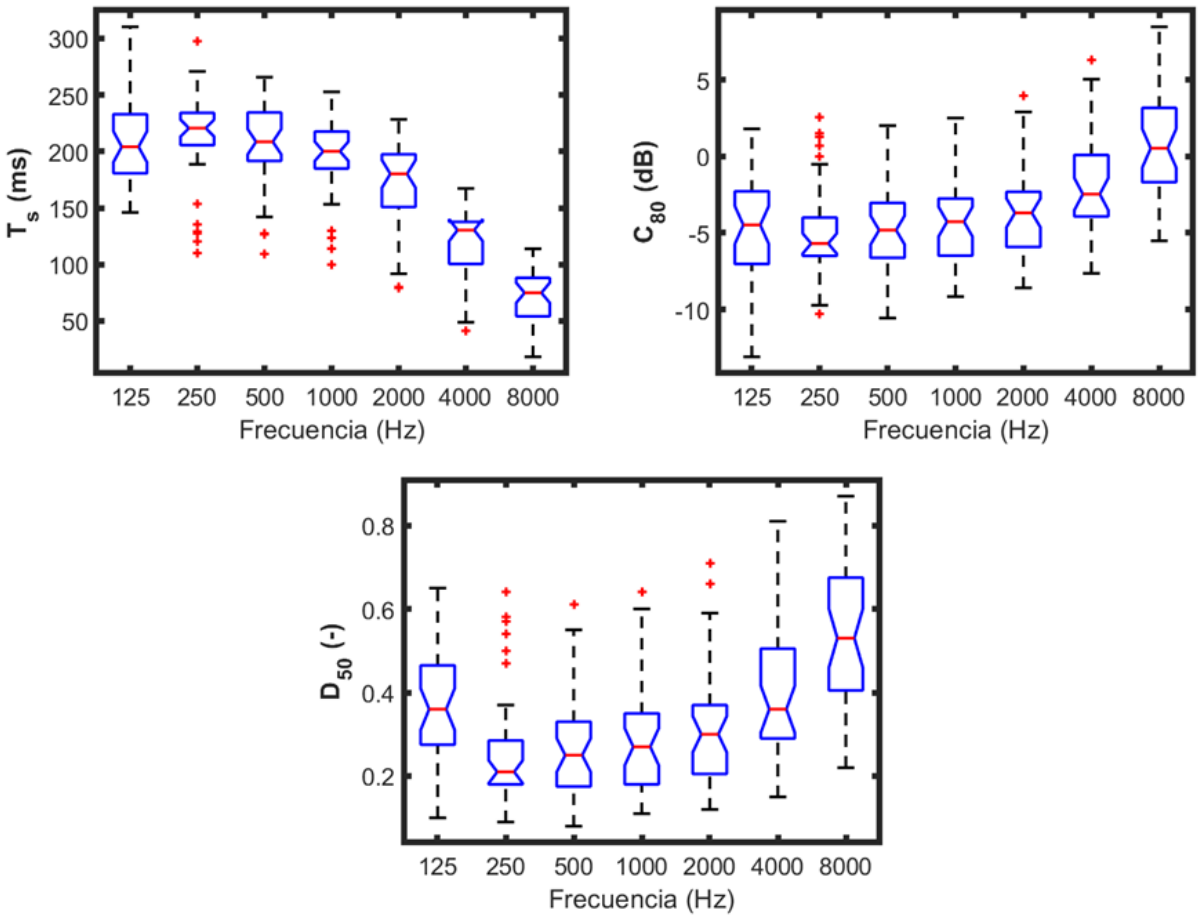


Figura 5.28: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en la Sacristía.

fuente-receptor que dan lugar a valores atípicos en este parámetro son S1R1, S1R2, S2R5, S2R6, S3R1, S3R10 y S3R11. Los valores obtenidos en estas posiciones son superiores al considerado como valor máximo de la distribución, excepto para la posición S3R1, donde el valor medido es inferior al mínimo. Por último, el D_{50} muestra la presencia de diez valores atípicos, que se reparten entre las bandas de 250 y 2.000 Hz. Las combinaciones fuente-micrófono que provocan estos valores atípicos son las S1R1, S1R2, S2R5, S2R6, S3R10 y S3R11. En todos los casos los valores de D_{50} obtenidos son superiores al valor máximo de la distribución.

Las combinaciones S1R1, S1R2, S2R5, S2R6, S3R10 y S3R11 dan lugar a valores atípicos para los tres parámetros. Se considera que estas combinaciones provocan resultados atípicos debido a la poca distancia entre los equipos, por lo que es normal que el nivel de energía temprana captado en ellas sea considerablemente superior al medido en el resto del recinto. En cambio, se considera que los resultados de las combinaciones S1R3 y S3R1 se deben a la gran distancia existente entre la fuente y el receptor. Además, en el caso de la combinación S1R9, también se cree que los resultados se pudieron ver afectados por la presencia de una pantalla de metacrilato que se encontraba situada cerca de la posición de recepción.

En el gráfico correspondiente al parámetro T_s de la Figura 5.28 se puede observar que el rango intercuartil para todas las bandas de frecuencia es pequeño. Por lo tanto, la distancia entre los valores intercuartiles y los máximos y mínimos obtenidos para cada banda de frecuencia es muy notable. Las dos bandas que presentan una menor diferencia entre los cuartiles y los valores máximos y mínimos son 250 y 8.000 Hz. En la banda de 125 Hz, se tiene que la diferencia entre el tercer cuartil y el valor máximo es superior a la existente entre el primer cuartil y el valor mínimo. Lo contrario ocurre en las bandas de 500 a 8.000 Hz. A pesar de que en la banda de 4 kHz se puede observar que el valor del tercer cuartil es inferior al límite superior del rango intercuartil, lo que podría denotar un sesgo negativo de los datos, los valores obtenidos para la mediana en todas las bandas de frecuencia son algo inferiores a los obtenidos para el promedio. Dado que la diferencia es inferior a 10,0 ms en todas las bandas, se considera que la distribución de los datos es uniforme para este parámetro.

Las gráficas que muestran los datos medidos para el C_{80} y el D_{50} presentan características muy semejantes. En ambos casos, se observa que la menor diferencia entre el primer y el tercer cuartil se encuentra en la banda de 250 Hz. Las mayores diferencias entre ambos cuartiles se observan en las bandas de 125, 4.000 y 8.000 Hz. En casi todas las bandas de frecuencia, para ambos parámetros, se puede observar que el valor del tercer cuartil es considerablemente inferior al valor máximo obtenido en las mediciones. Además, la mayoría de valores atípicos

Tabla 5.40: Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en la Sacristía.

	STI (-)
Prom.	0,44
Desv.	0,05
Máx.	0,62
Mín .	0,37

presentes en ambos parámetros se sitúan por encima de estos valores máximos. En el caso del C_{80}, el valor del promedio es ligeramente inferior al de la mediana para las bandas de 250, 4.000 y 8.000 Hz. Para el D_{50}, la mediana toma valores superiores para casi todas las bandas, a excepción de las de 250 y 4.000 Hz. Esta diferencia es muy reducida, pero podría indicar un leve sesgo de la distribución de los datos, que sería positivo para las bandas en las que la mediana es inferior y negativo para las bandas en las que la mediana presenta un valor superior.

Los resultados del parámetro STI muestran que la inteligibilidad se podría considerar aceptable en casi todo el recinto, ya que los valores máximos y mínimos obtenidos varían entre 0,37 y 0,62. Únicamente se consideraría que la inteligibilidad es pobre en aquellas combinaciones donde el STI es inferior a 0,45. Estos valores se pueden encontrar en aquellas posiciones de micrófono situadas más lejos a la fuente.

5.2.5 Claustro Principal

La planta baja del Claustro Principal del Monasterio de San Lorenzo se utilizaba para la realización de procesiones, que recorrían todo su perímetro desde la Escalera Principal hasta la Puerta de las Procesiones, que comunica este recinto con la Basílica (Quevedo, 1849; de Sigüenza, 1988). Este espacio tiene una planta casi cuadrada de 59,00 m de lado y un volumen aproximado de 10.000 m^3. Para evaluar acústicamente este entorno, se decidió seleccionar uno de sus lados y realizar en este espacio las mediciones de su respuesta al impulso. El lado elegido fue el lado norte del Claustro, cuyas características constructivas son idénticas a las de

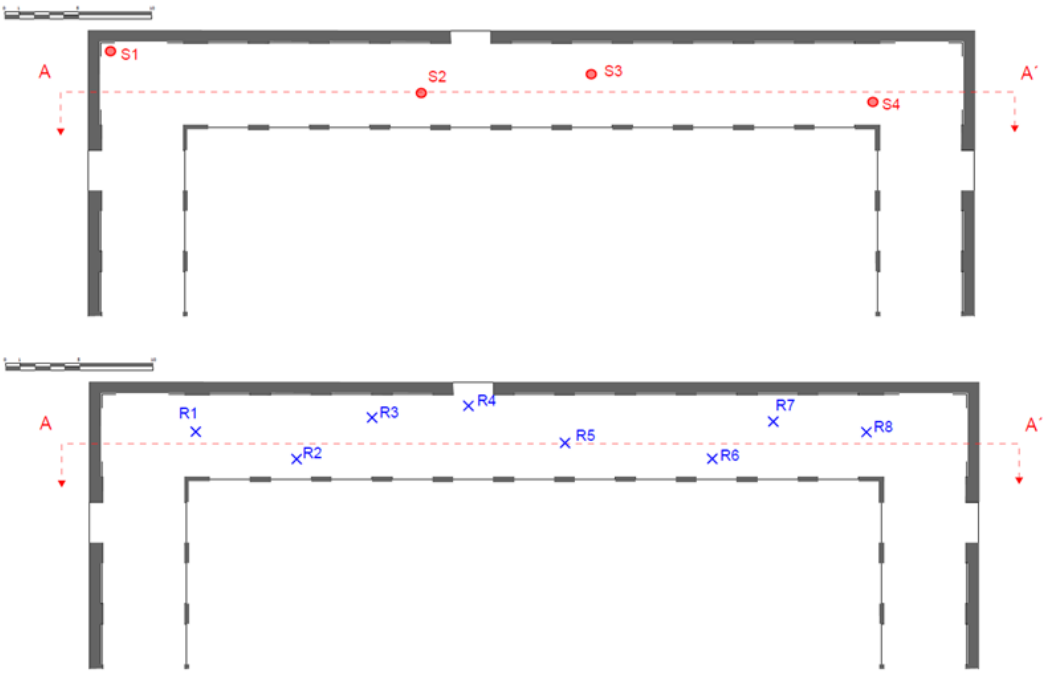


Figura 5.29: Plano del Claustro Principal donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (arriba) y de los receptores (abajo).

Tabla 5.41: Promedio espacial y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en el Claustro Principal.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_{20} (s)	Prom.	4,49	4,76	4,27	3,32	2,82	1,68	0,91
	Desv.	0,24	0,20	0,25	0,17	0,16	0,13	0,10
EDT (s)	Prom.	3,84	4,02	3,62	2,92	2,44	1,35	0,69
	Desv.	0,42	0,42	0,31	0,31	0,25	0,17	0,17

los lados sur y este. Por lo tanto, se considera que los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en el lado norte representan fielmente las características acústicas de los pasillos sur y este. El único espacio del claustro que no se considera caracterizado acústicamente por estas medicioes es el lado oeste, donde se sitúa la Escalera Principal, que conecta este claustro con la segunda planta del Monasterio. Las posiciones en las que se situaron los equipos se muestran en la Figura 5.29. En total, se utilizaron cuatro posiciones de fuente y ocho posiciones de receptor. Las Tablas 5.41, 5.42 y 5.43 muestran los valores del promedio espacial, la desviación y los valores máximos y mínimos de los parámetros temporales, energéticos y de inteligibilidad medidos.

Los valores promedio calculados para el T_{20} son muy elevados, especialmente en el margen de bajas y medias frecuencias. Este comportamiento era de esperar en un recinto de tales dimensiones y construido mayoritariamente con materiales altamente reflectantes. Las bandas de 125 a 500 Hz superan los 4,00 s de tiempo de reverberación, siendo el más elevado el de la banda de 250 Hz, donde el T_{20} asciende a 4,76 s. A partir de la banda de 1 kHz, el T_{20} disminuye notablemente con el aumento de la frecuencia, hasta alcanzar un valor mínimo de 0,91 s en la banda de 8 kHz. Esta disminución tan notable del T_{20} probablemente se deba a la elevada absorción del aire en este margen de frecuencias, que se ve potenciada por las condiciones ambientales en las que se realizaron las mediciones. Los valores de desviación calculados son más elevados que los obtenidos en otros recintos del Monasterio, pero, aun así, se pueden considerar bajos en relación con el valor del promedio espacial. La obtención de una desviación más alta puede deberse a la presencia de pasillos laterales, que provocan que en ciertas posiciones las reflexiones provenientes de ellos influyan en los resultados.

Lo primero que llama la atención al observar los valores promedio calculados para el EDT es que existe una diferencia notable entre los resultados de este parámetro y los del T_{20}. La menor diferencia encontrada entre ambos parámetros se encuentra en la banda de 8 kHz y es de 0,22 s, mientras que la diferencia más alta alcanza los 0,70 s en la banda de 250 Hz. Esta diferencia entre ambos parámetros significa que la pendiente del decaimiento del nivel sonoro en los primeros 10,00 dB es más pronunciada que la aproximada para los primeros 20,00 dB. Tras evaluar las curvas de decaimiento de las respuestas al impulso medidas, se ha podido concluir que, efectivamente, existe un leve cambio en la pendiente tras la caída de los primeros 10,00 dB que afecta a la linealidad de la curva. A pesar de ello, este cambio de pendiente no es lo suficientemente pronunciado como para determinar la existencia de dos pendientes de caída diferenciadas. Dado que el EDT es el parámetro temporal que mejor correlación tiene con la percepción subjetiva de la reverberación, este resultado indica que la

Tabla 5.42: Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en el Claustro Principal.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_s (ms)	Prom.	259,7	284,7	254,8	205,5	166,5	87,2	45,8
	Desv.	68,5	49,5	59,7	53,5	42,3	26,8	18,7
	Máx.	377,8	360,2	318,4	280,5	243,6	130,6	82,1
	Mín.	155,7	149,2	131,3	97,9	104,8	43,5	15,6
C_{80} (dB)	Prom.	-5,88	-6,95	-6,92	-5,17	-3,83	-0,01	3,74
	Desv.	4,83	3,57	4,50	3,49	3,14	2,81	3,42
	Máx.	2,48	-0,30	-0,20	1,52	0,67	5,11	10,16
	Mín.	-12,64	-13,62	-13,89	-9,74	-9,46	-3,99	-1,92
D_{50} (-)	Prom.	0,34	0,19	0,20	0,25	0,31	0,50	0,69
	Desv.	0,18	0,11	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15
	Máx.	0,66	0,48	0,49	0,59	0,54	0,76	0,91
	Mín.	0,10	0,04	0,04	0,10	0,10	0,29	0,39

reverberación percibida por un oyente en el Claustro Principal es inferior a la reverberación presente en el recinto.

A pesar de la diferencia existente con el T_{20}, los valores del promedio espacial calculados para el EDT también se consideran elevados. La banda de frecuencia con mayor valor es la de 250 Hz, donde el EDT supera los 4,00 s. Al igual que ocurría en el tiempo de reverberación, los valores del EDT obtenidos para las bandas de 125 y 500 Hz son elevados, aunque en este caso no alcanzan los 4,00 s. A partir de la banda de 1.000 Hz el EDT se reduce a valores inferiores a 3,00 s, y, al igual que con el T_{20}, en las bandas siguientes el EDT disminuye notablemente con el aumento de la frecuencia.

Los valores del promedio espacial calculados para los parámetros energéticos muestran que en este recinto existe una mayor cantidad de energía tardía en casi todas las bandas, exceptuando las de 4 y 8 kHz. Esto se puede observar en los elevados valores que se obtienen en las bandas de bajas y medias frecuencias para el T_s, así como en los resultados negativos del C_{80}. En el caso del D_{50}, se puede observar que la energía tardía es superior a la temprana para las bandas de 125 a 2.000 Hz. En la banda de 4 kHz, la contribución de la energía temprana y la tardía es igual, siendo la energía temprana superior a la tardía en la banda de 8 kHz.

El comportamiento en frecuencia de los valores de los parámetros energéticos es similar al de los parámetros temporales. En el caso del T_s, se tiene que los valores más elevados se encuentran en el margen de 125 a 500 Hz, y disminuyen a partir de la banda de 1 kHz con el aumento de la frecuencia. Para el C_{80} y el D_{50}, que se correlacionan negativamente con el T_{20}, se puede observar que su valor más bajo se encuentra en la banda de 250 Hz, y aumenta progresivamente con la frecuencia hasta alcanzar su valor más elevado en la banda de 8 kHz.

Las desviaciones calculadas para todos los parámetros energéticos evaluados son elevadas, especialmente la del D_{50}. Esta gran variación entre los resultados de las mediciones también puede observarse en los diagramas de cajas y bigotes de los tres parámetros, que se muestran en la Figura 5.30. En estas representaciones se puede observar que los márgenes intercuartiles

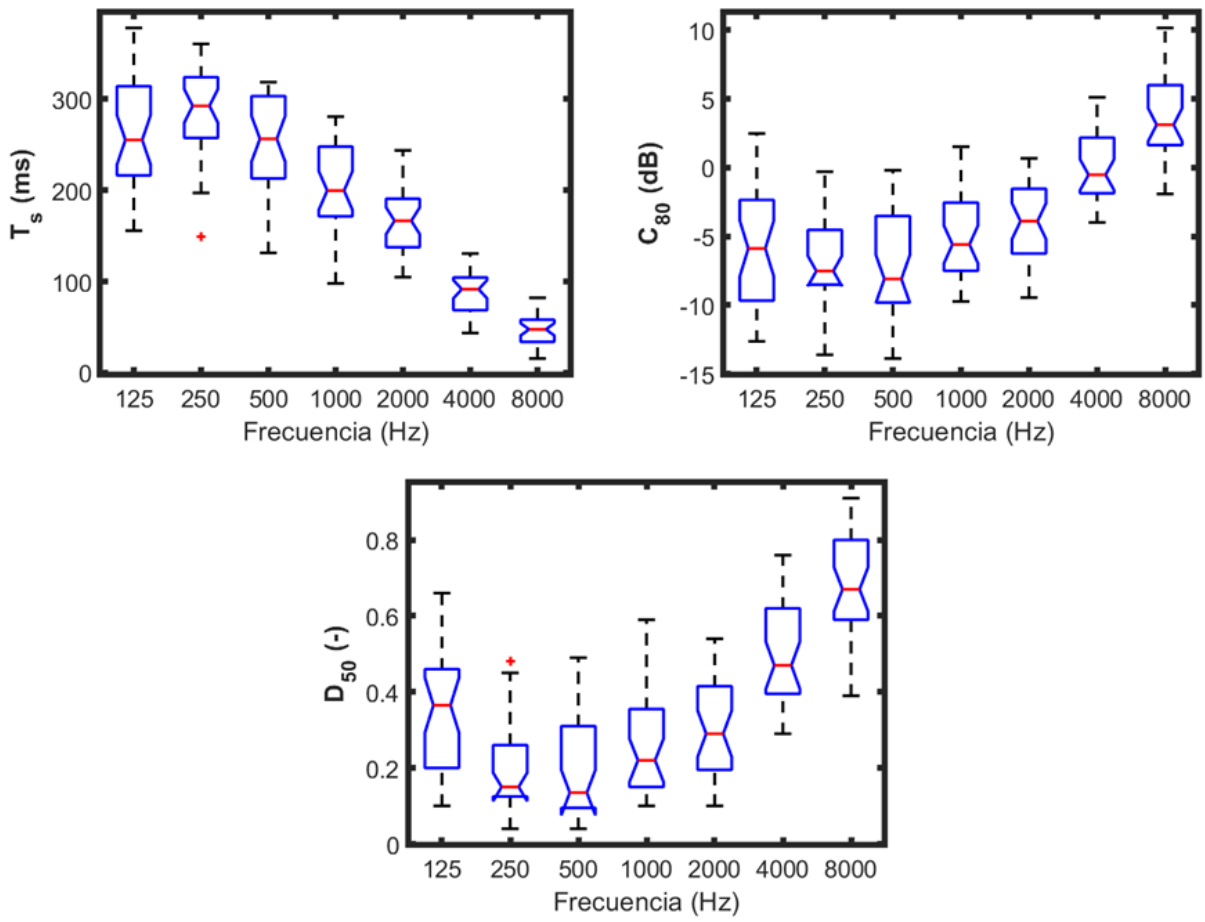


Figura 5.30: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en el Claustro Principal.

son amplios y que los valores del primer y el tercer cuartil son considerablemente diferentes. Los únicos márgenes de variación reducidos que se pueden apreciar en dicha figura son los correspondientes a las bandas de 4 y 8 kHz del T_s. La variación tan amplia entre los resultados medidos en distintas posiciones para estos parámetros se debe a la dependencia que presentan con la posición relativa entre la fuente y el receptor. En esta sala se abarcan distancias de hasta 50,00 m y, además, hay que tener en cuenta que algunas de las posiciones de ambos equipos se encuentran en el centro de los pasillos, mientras que otras se sitúan en las capillas de las esquinas que conectan dos lados del Claustro.

En la gráfica que representa los datos del T_s medidos en el Claustro, se puede observar la gran diferencia existente entre los valores del primer cuartil y del valor mínimo de la distribución, que alcanza diferencias de entre 60,0 y 80,0 ms para las bandas de 125 a 1.000 Hz. También hay una gran diferencia entre los valores máximos y el tercer cuartil en las bandas de 125 y 2.000 Hz, siendo bastante similares en las restantes. Se puede observar que, en la banda de 250 Hz, una de las combinaciones fuente-micrófono da lugar a un valor atípico, que es inferior al valor mínimo de la distribución de datos. La posición causante de este valor atípico es la S4R8. En esta posición tanto la fuente como el receptor se encuentran situados en uno de los

extremos del lado norte, cerca de la esquina que conecta este espacio con el pasillo este. Es posible que la proximidad con otro espacio provoque que el nivel de energía tardía que recibe el micrófono sea inferior debido a que las reflexiones del sonido se dispersen por el otro pasillo. Los valores de la mediana calculados para el tiempo central son prácticamente idénticos a los valores promedio, excepto en las bandas de 125 y 1.000 Hz, donde el valor de la mediana es 10,0 ms inferior al promedio. Esta diferencia es tan pequeña que la distribución de los datos se podría considerar uniforme en todo el margen frecuencial.

La representación del diagrama de cajas y bigotes de los datos obtenidos para el C_{80} muestra que las diferencias entre los cuartiles y los valores máximos y mínimos son muy grandes. Las menores diferencias entre estos valores se encuentran en las bandas de 2 y 4 kHz. Además, también se puede observar la diferencia de nivel existente entre el primer y el tercer cuartil, lo que indica que el 50 % de los datos representados se encuentran repartidos en un margen muy amplio, de mínimo 4,00 dB. Este valor mínimo se encuentra en la banda de 250 Hz, donde también se puede observar que el primer cuartil es superior al límite del rango intercuartil, lo que podría indicar un sesgo positivo en la distribución de los datos de esta banda. Los valores de la mediana obtenidos son, para todas las bandas de frecuencia, entre 0,70 y 2,60 dB menores. Este resultado confirma que los datos del C_{80} medidos en el Claustro Principal presentan una distribución sesgada positivamente en todas las bandas de frecuencia.

La representación del D_{50} muestra que los datos medidos para este parámetro presentan un comportamiento muy similar al de los otros dos parámetros energéticos. En este caso, las mayores diferencias se observan entre el valor máximo y el tercer cuartil, siendo la distancia entre el primer cuartil y el valor mínimo menor (excepto para la banda de 8 kHz). La diferencia entre los valores del primer y tercer cuartil también es alta para todas las bandas de frecuencia, variando entre 0,14 y 0,26. La menor diferencia entre los cuartiles se encuentra en la banda de 250 Hz, al igual que en el C_{80}. Es notable que los primeros cuartiles de las bandas de frecuencia de 250 y 500 Hz superan los límites del rango intercuartil, lo que podría indicar un sesgo positivo de la distribución de los datos en estas dos bandas. Este sesgo se ve confirmado por el valor que toma la mediana en dichas bandas, que es inferior al promedio. En el resto de las bandas frecuenciales, el valor del promedio espacial y el valor de la mediana son prácticamente iguales.

Cabe destacar la presencia de un valor atípico en la banda de 250 Hz, en la que se obtiene que este valor es ligeramente superior al valor máximo de la distribución. La combinación fuente-micrófono causante de este valor atípico es la S1R3. La posición de micrófono R3 se encuentra situada próxima a una de las paredes del Claustro, construidas en piedra berroqueña.

Tabla 5.43: Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en el Claustro Principal.

	STI (-)
Prom.	0,46
Desv.	0,07
Máx.	0,59
Mín .	0,37

Es posible que la cercanía con esta superficie provocase la captación de múltiples primeras reflexiones temporalmente cercanas a la llegada de la señal directa, lo que provocaría un aumento de la energía temprana recibida y, por lo tanto, un alto valor de D_{50}.

El valor obtenido del promedio espacial del índice STI es de 0,46, lo que sitúa la inteligibilidad del recinto en el límite de lo que se considera aceptable. El valor de la desviación, junto con los valores máximo y mínimo medidos, indica que la variación de valores del STI en el recinto es alta, lo que era de esperar debido a la dependencia de este parámetro con la distancia entre la fuente y el receptor. El valor de la mediana obtenido para el STI coincide con el valor promedio, lo que significa que la distribución de los datos es uniforme. Teniendo esto en cuenta y observando los valores máximos y mínimos, se podría suponer que la mitad de las posiciones evaluadas, probablemente aquellas más cercanas a la fuente sonora, se encuentran dentro de la clasificación de aceptable, mientras que en la otra mitad la inteligibilidad se consideraría pobre.

5.2.6 Claustro de la Botica

A pesar de la existencia de documentos que confirman la tradición de representar obras teatrales en el Claustro de la Botica, no se conservan testimonios que describan las posiciones ocupadas por los intérpretes y los asistentes (Rubio Álvarez, 1980a; de Sepúlveda, 1924). A la hora de seleccionar las posiciones de fuente y receptor para este espacio, se tomaron como referencia los testimonios conservados de las representaciones teatrales realizadas en el Teatro del Seminario (de Sigüenza, 1988). Conforme a estos testimonios, se ha supuesto que los intérpretes se situaban en el patio central del Claustro, mientras que los asistentes se situaban debajo de los arcos y en las ventanas del segundo piso. Se utilizaron dos posiciones de fuente sonora, ambas en el patio central, y seis posiciones de micrófono, tres situadas en el patio y tres bajo los arcos que lo rodean (véase Figura 5.31). No se utilizaron posiciones de receptor en las ventanas altas debido a que no fue posible acceder a ellas.

Un resumen de los resultados obtenidos de las mediciones realizadas para caracterizar acús-

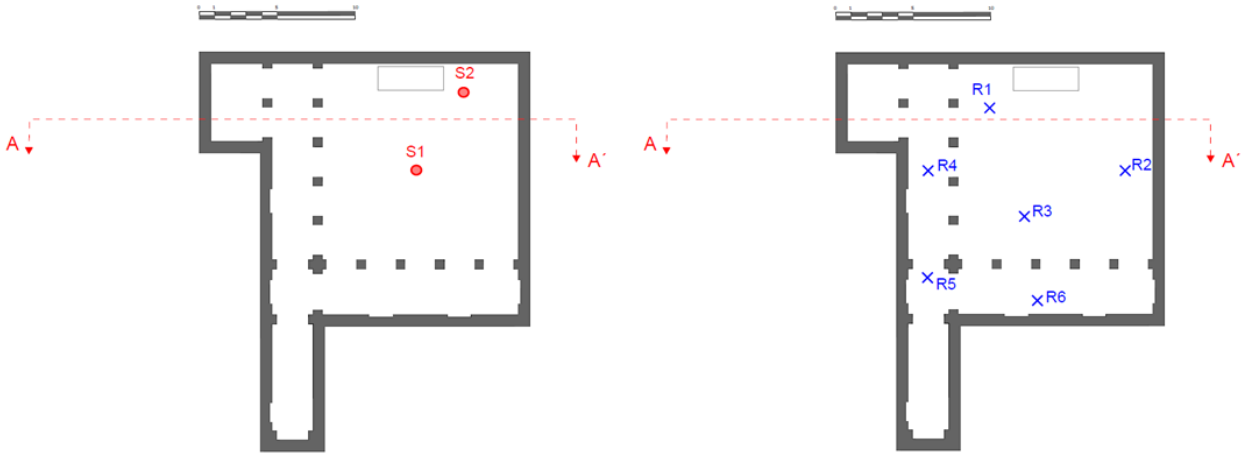


Figura 5.31: Plano del Claustro de la Botica donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras (izq.) y de los receptores (dcha.).

Tabla 5.44: Promedio y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en el Claustro de la Botica.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_{20} (s)	Prom.	2,70	2,43	2,10	1,76	1,56	1,15	0,72
	Desv.	0,37	0,15	0,11	0,07	0,07	0,04	0,05
EDT (s)	Prom.	2,46	2,22	1,98	1,66	1,48	1,08	0,59
	Desv.	0,19	0,21	0,17	0,15	0,10	0,08	0,09

ticamente el Claustro de la Botica se presenta en las Tablas 5.44, 5.45 y 5.46. La primera de dichas tablas muestra el valor del promedio espacial y la desviación de los parámetros temporales T_{20} y EDT. La segunda y la tercera tabla presentan los valores del promedio espacial, la desviación y los valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos (T_s, C_{80} y D_{50}) y de inteligibilidad.

Los valores del promedio especial del tiempo de reverberación obtenidos para el Claustro de la Botica son relativamente bajos, como era de esperar, ya que se trata de un recinto semiabierto. El valor más elevado del parámetro T_{20} se encuentra en la banda de 125 Hz, con un valor de 2,70 s. Este tiempo de reverberación disminuye con el aumento de la frecuencia hasta reducirse a un valor de 0,72 s en la banda de 8 kHz. Al tratarse de un recinto semiabierto, se podrían haber esperado valores del T_{20} aun más bajos, pero hay que tener en cuenta que el patio central de este claustro está rodeado por dos paredes de 9,80 m de altura y que está construido con materiales altamente reflectantes, siendo el más abundante la piedra berroqueña.

La única banda de frecuencia que presenta una desviación del T_{20} que podría considerarse alta es la de 125 Hz. Tras observar los valores obtenidos para cada combinación fuente-receptor individual, se ha podido observar que este aumento de la desviación en comparación con otras bandas frecuenciales probablemente se debe a que el resultado medido en la posición S1R3 supera los 3,00 s. Dado que esta posición no se encuentra cerca de superficies muy reflejantes, se considera que este valor elevado del T_{20} puede deberse a la captación de algún modo propio que se forme entre las paredes paralelas del recinto.

Los promedios espaciales del EDT calculados para todas las bandas de frecuencia presentan valores muy similares a los obtenidos para el T_{20}. En ninguna banda la diferencia entre los valores de ambos parámetros supera los 0,30 s. La similitud entre ambos parámetros indica que la reverberación percibida en el Claustro de la Botica se corresponde con la medida por el T_{20}. Además, esto también indica que la pendiente de la curva de caída de la energía sonora es lineal. En este recinto los valores de desviación calculados para el EDT son muy semejantes a los del T_{20}, y la desviación del EDT es incluso inferior en la banda de 125 Hz.

Los resultados del promedio espacial calculado para el parámetro T_s presentan valores más bajos que los medidos en otros espacios del Monasterio. Al igual que los parámetros temporales, su valor más alto se encuentra en la banda de 125 Hz, donde toma un valor de 173,8 ms, y disminuye progresivamente en las demás bandas al aumentar la frecuencia. Los valores de desviación obtenidos para este parámetro no son estable, sino que varían considerablemente

Tabla 5.45: Promedio, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en el Claustro de la Botica.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_s (ms)	Prom.	173,8	161,8	137,5	106,6	95,0	55,6	28,1
	Desv.	44,3	26,9	44,0	21,7	15,5	16,5	8,4
	Máx.	237,8	204,1	187,6	143,1	117,3	77,1	36,5
	Mín.	122,3	83,4	82,3	84,0	57,0	31,3	9,4
C_{80} (dB)	Prom.	-4,04	-4,07	-3,47	-1,34	-0,85	2,63	6,49
	Desv.	4,44	2,92	4,32	2,00	1,74	2,16	2,22
	Máx.	1,37	2,37	1,86	1,25	2,39	6,01	12,21
	Mín.	-12,77	-9,57	-10,19	-4,27	-3,01	-0,18	4,03
D_{50} (-)	Prom.	0,45	0,29	0,34	0,42	0,45	0,64	0,81
	Desv.	0,14	0,13	0,21	0,11	0,10	0,11	0,08
	Máx.	0,61	0,63	0,61	0,57	0,63	0,80	0,94
	Mín.	0,10	0,10	0,09	0,27	0,33	0,49	0,72

según la frecuencia. Las desviaciones más altas se encuentran en las bandas de 125 y 500 Hz, seguidas por las de 250 y 1.000 Hz. Este comportamiento se corresponde con los valores máximos y mínimos, que presentan las mayores diferencias en las bandas de 125 y 250 Hz.

En el caso del C_{80}, el valor más bajo se alcanza en las bandas de 125 y 250 Hz, seguido de la banda de 500 Hz. A partir de esta última banda frecuencial, los valores del nivel de claridad comienzan a aumentar, alcanzando valores positivos para las bandas de 4 y 8 kHz. En el margen de 125 a 500 Hz, donde los valores del C_{80} son inferiores a -2,00 dB, se puede considerar que el nivel es demasiado bajo para la interpretación de música o teatro.

A pesar de que el C_{80} y el D_{50} evalúan la cantidad de energía temprana existente en un recinto, hay que tener en cuenta que el margen de energía inicial considerado por ambos parámetros es diferente (80 ms en el C_{80} y 50 ms en el D_{50}), por lo que no debe extrañar que su variación en función de la frecuencia no sea la misma. En este claustro, el D_{50} presenta su valor mínimo en la banda de 250 Hz, el siguiente valor más bajo se encuentra en la banda de 500 Hz, seguido por 125 y 1.000 Hz. Al igual que en el C_{80}, no es hasta las bandas de 4 y 8 kHz cuando se encuentran valores que indican que la energía temprana recibida es superior a la energía tardía.

Las desviaciones más elevadas del C_{80} y del D_{50} se encuentran en las bandas de 125 y 500 Hz, que también presentan la mayor diferencia de nivel entre los valores máximos y mínimos. Las demás bandas presentan valores de desviación que podrían considerarse bajos, dada la gran variabilidad que suelen tener estos parámetros. Con el fin de evaluar mejor la distribución de los datos medidos en este recinto para los parámetros energéticos, se han representado en la Figura 5.32 sus diagramas de cajas y bigotes.

En los diagramas de cajas y bigotes se puede observar que, tal y como indicaban los valores de la desviación, las bandas de frecuencia de los tres parámetros energéticos que presentan el mayor rango intercuartil se corresponden con 125 y 500 Hz. Estas bandas frecuenciales son también las que presentan la mayor diferencia entre los valores máximos y mínimos de

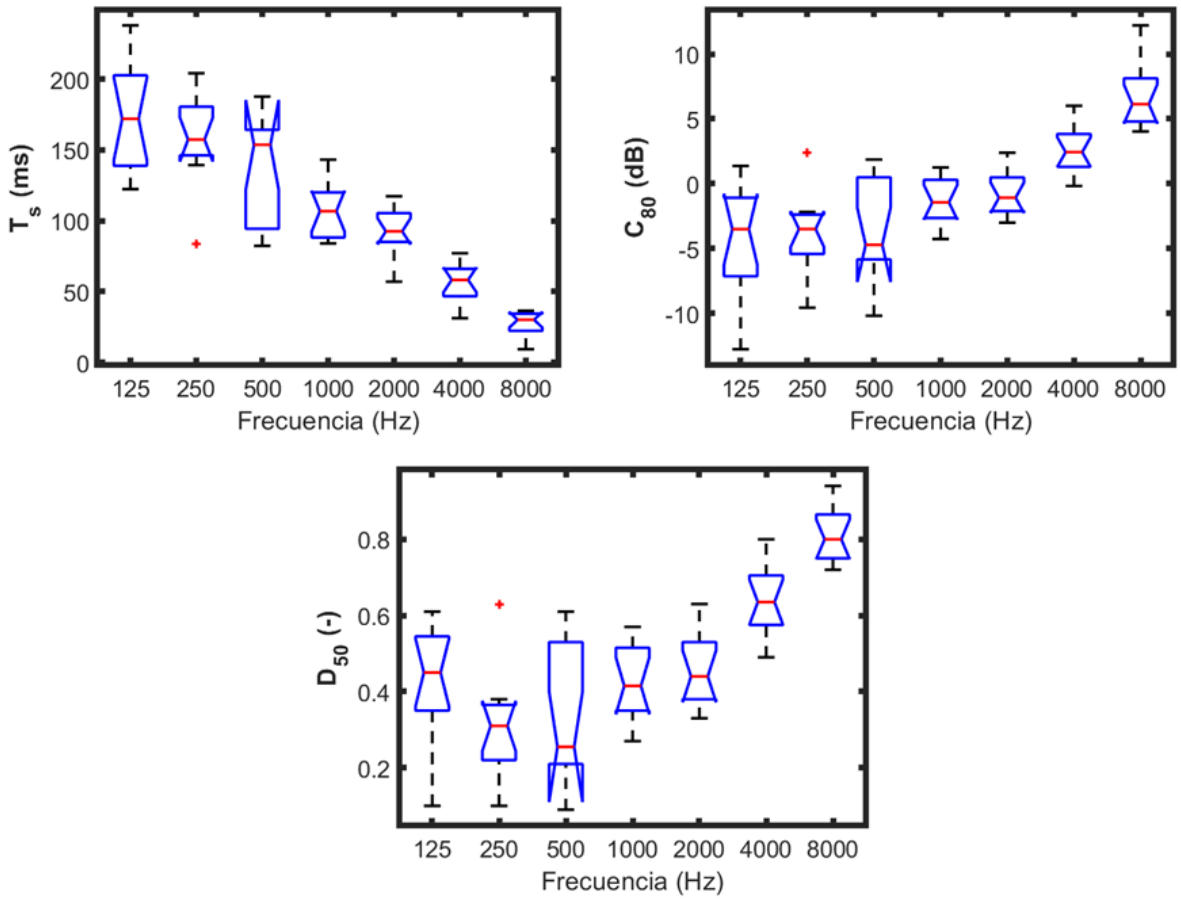


Figura 5.32: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en el Claustro de la Botica.

la distribución. Esta gran dispersión de los valores probablemente se deba a las diferentes condiciones acústicas existentes entre las posiciones de receptor situadas en el patio del Claustro y las colocadas bajo los arcos del pórtico.

En el diagrama del parámetro T_s se puede observar que, a excepción de la banda de 125 Hz, la distancia entre el primer y el tercer cuartil es inferior a la distancia intercuartil. Las bandas de frecuencia de 250 y 2.000 Hz tienen un primer cuartil de valor superior al límite inferior del margen intercuartil, mientras que las demás presentan un valor de tercer cuartil inferior a límite superior del margen intercuartil. Este comportamiento es especialmente notable en la banda de 500 Hz. Los valores obtenidos para la mediana son ligeramente inferiores para las bandas de 250 y 2.000 Hz, lo que indica un sesgo positivo en la distribución de los datos. La mediana presenta valores superiores en la banda de 1.000, lo que denota una distribución con sesgo negativo. En las demás bandas de frecuencia, el valor de la mediana y el promedio son prácticamente idénticos.

La gráfica correspondiente con los valores del C_{80} muestra que el tercer percentil es levemente inferior al límite superior del rango intercuartil en las bandas de 125 y 250 Hz, lo que podría

indicar un leve sesgo negativo. En el caso de la banda de 500 Hz, se puede observar claramente que el primer cuartil es considerablemente superior al límite inferior del margen intercuartil. En las bandas de 1.000 y 2.000 Hz, se observa el mismo fenómeno, aunque con una diferencia mucho menor. A excepción de la banda de 250 Hz, los valores obtenidos para la mediana son inferiores al promedio en todos los casos. Esta diferencia entre el promedio y la mediana es especialmente notable en la banda de 500 Hz y significa que la distribución de los datos de la claridad presenta un sesgo positivo.

En el diagrama del D_{50} se puede observar que, en la banda de 250 Hz, el valor del tercer cuartil es algo menor que el límite superior del rango intercuartil. En las tres bandas siguientes, 500 a 2.000 Hz, se muestra que el valor del primer cuartil es superior al límite inferior del margen intercuartil. La mayor diferencia entre ambos valores se encuentra en la banda de 500 Hz. Los valores de la mediana presentan una diferencia notable con el promedio únicamente en la banda de 500 Hz, por lo que se puede confirmar que los datos medidos en esta banda tienen una distribución sesgada positivamente.

En las gráficas de los tres parámetros energéticos se puede observar la presencia de un valor atípico. En el caso del tiempo central, el valor atípico es inferior al valor mínimo de la distribución, mientras que en los otros dos parámetros el valor atípico es superior al máximo. La combinación fuente-receptor causante de estos valores atípicos es la S1R2. Los valores obtenidos indican que la cantidad de energía temprana medida en esta posición de micrófono es superior a la presente en otros puntos del recinto. Este fenómeno podría deberse a la corta distancia entre las posiciones de fuente y receptor, que es de sólo 3,70 m, y a que el micrófono y la fuente se encuentran en el patio del Claustro, que carece techo. Esta situación provocaría, por un lado, que la cantidad de energía temprana recibida por el micrófono fuera muy elevada debido a su cercanía con la fuente y, por otro, que la energía tardía fuera menor debido a la abertura del techo.

Los resultados obtenidos para el parámetro de inteligibilidad STI muestran una desviación muy reducida, además de una pequeña diferencia entre los valores máximos y mínimos. Esto significa que los datos del STI se encuentran repartidos en un margen muy reducido. La mediana y el promedio presentan el mismo valor, lo que también implica que los datos se encuentran distribuidos uniformemente. Todas las posiciones presentan un nivel STI que se equivale a una inteligibilidad apropiada.

A pesar de que no se ha encontrado ningún testimonio que indique las posiciones exactas ocupadas por los intérpretes y el público que asistían a las obras de teatro que se realizaban en el Claustro de la Botica, se ha supuesto que su disposición coincidiría con la utilizada en el

Tabla 5.46: Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en la Iglesia de Prestado.

	STI (-)
Prom.	0,55
Desv.	0,02
Máx.	0,64
Mín .	0,50

Tabla 5.47: Promedio espacial de todos los parámetros evaluados cuando las posiciones de receptor se sitúan bajo los arcos del Claustro de la Botica.

	Frecuencia (Hz)						
Parámetro	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_{20} (s)	2,65	2,48	2,16	1,78	1,58	1,17	0,75
EDT (s)	2,54	2,32	2,04	1,76	1,55	1,14	0,60
T_s (ms)	195,6	176,7	162,8	120,2	100,2	62,8	31,8
C_{80} (dB)	-6,20	-5,60	-6,18	-2,35	-1,27	1,89	5,79
D_{50} (-)	0,37	0,24	0,21	0,37	0,43	0,61	0,79
STI (-)				0,53			

Teatro del Seminario: los intérpretes en el patio central y los asistentes bajo los arcos que lo rodean. Con el fin de comparar si las características acústicas percibidas por los oyentes se asemejan a los valores promedio obtenidos para todo el espacio, se ha calculado el promedio espacial de las posiciones de recepción situadas bajo los arcos para todos los parámetros evaluados. Los resultados de dicho promedio se muestran en la Tabla 5.47.

Los valores obtenidos del promedio espacial para los parámetros temporales T_{20} y EDT son ligeramente superiores al promedio espacial de todo el recinto. A pesar de ello, la diferencia entre ambos promedios no supera un JND en ninguna banda de frecuencia para ninguno de los dos parámetros, por lo que la reverberación percibida no varía en función de la posición del oyente.

Dado que los parámetros energéticos son dependientes de la posición relativa entre la fuente y el receptor, cabía esperar que existiera una mayor diferencia entre los valores obtenidos para ambos promedios. Los resultados mostrados en la Tabla 5.47 para el T_s son entre 10,0 y 20,0 ms más elevados que el promedio global para las bandas de frecuencia de 125 a 1.000 Hz. Esta diferencia se corresponde con una distancia de entre uno y dos JND, lo que significa que sí es perceptible para un oyente. Los resultados obtenidos para los parámetros C_{80} y D_{50} en las posiciones de micrófono situadas bajo los arcos son inferiores que los promedios globales en todas las bandas de frecuencia. Para el C_{80} existen dos bandas de frecuencia en las que las diferencias entre ambos promedios son perceptibles: las bandas de 125 y 500 Hz, con una distancia entre los valores promedios de 2,70 y 3,00 JND, respectivamente. Es llamativo que, al considerar solo las posiciones de micrófono situadas bajo los arcos, el nivel mínimo se encuentre en la banda de 500 Hz, en vez de en la banda de 250 Hz, como ocurre con el promedio global. El D_{50} presenta una diferencia superior a un JND entre el promedio de las posiciones situadas bajo los arcos y el promedio global para las bandas de 125 y 500 Hz. Al igual que en el C_{80}, el valor mínimo obtenido en este parámetro se encuentra en la banda de 500 Hz. Por último, se puede observar que el valor del parámetro de inteligibilidad obtenido es algo superior.

A pesar de que no hay una diferencia notable en la reverberación del recinto, sí que se perciben cambios en los niveles de claridad y definición bajo los arcos. Es especialmente llamativo que el valor del C_{80} y el D_{50} se reduzcan en este espacio, mientras que la inteligibilidad mejora ligeramente. Al igual que en las Salas Capitulares, hay que tener en cuenta que los valores de

los parámetros acústicos medidos representan el comportamiento acústico de la sala cuando está vacía, pero en las interpretaciones teatrales acudirían casi todos los seminaristas y monjes. El aumento de absorción provocado por la audiencia mejoraría los niveles de claridad y de inteligibilidad, lo que facilitaría la comprensión del texto de las obras.

5.2.7 Casita del Infante

La Casita del Infante, como su propio nombre indica, se trata de una casa de recreo construida para el esparcimiento y entretenimiento del infante don Gabriel. Este edificio consta de numerosas estancias con diversas funciones. Las estancias que se han caracterizado acústicamente son aquellas en las que se tiene constancia de que se llevaban a cabo actividades musicales. El espacio más importante del edificio es el salón central, donde se colocaban los oyentes y donde se han situado los cuatro puntos de recepción. Las demás salas consideradas en la investigación son las habitaciones de los pisos superiores conectadas con el salón a través de ventanas, detrás de las cuales se supone que se colocaban los músicos durante las interpretaciones, y la habitación adyacente al salón central que lo conecta con los jardines. En estas cuatro habitaciones y en el salón central se han repartido las posiciones de emisión. Se han utilizado un total de seis fuentes sonoras: dos se situaron en el salón central (S1-S2), tres en las habitaciones de la planta superior (S3-S5), y una última en la habitación adyacente al salón central, S6. La Figura 5.33 muestra las posiciones ocupadas por las fuentes y los receptores.

Los valores promedio del T_{20} obtenidos para este recinto son muy bajos en todas las bandas de frecuencia. El valor máximo obtenido del promedio espacial del T_{20} es de 1,62 s y se encuentra en la banda de 125 Hz. Los valores del T_{20} disminuyen con el aumento de la frecuencia, alcanzando su valor más bajo en la banda de 8 kHz. Este comportamiento frecuencial es inversamente proporcional a la capacidad de absorción del material que conforma las paredes acolchadas, que probablemente sean las principales causantes de los bajos tiempos de reverberación medidos, junto con el reducido volumen del salón. La desviación calculada

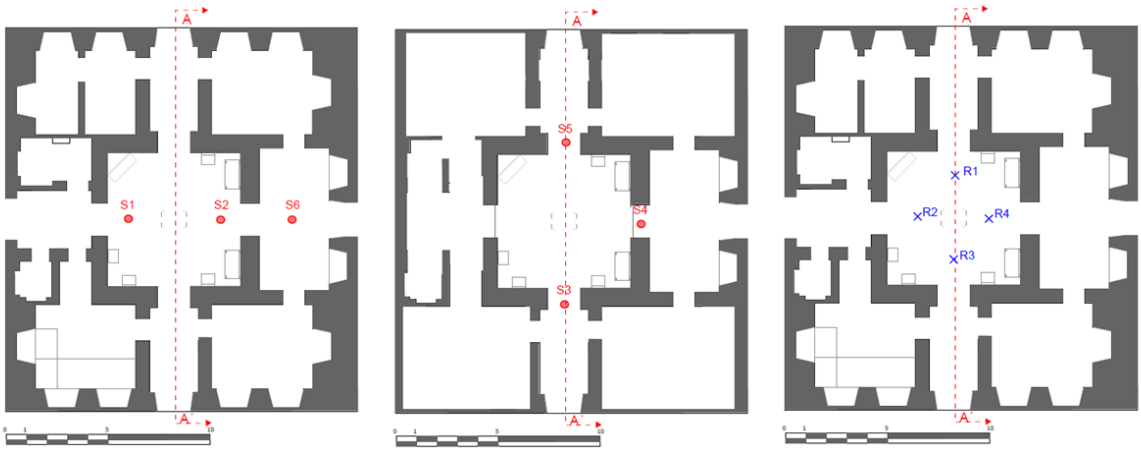


Figura 5.33: Plano de la Casita del Infante donde se indican las posiciones de las fuentes sonoras en la planta baja (izq.), planta alta (centro) y de los receptores en la planta baja (dcha.).

Tabla 5.48: Promedio espacial y desviaciones estándar de los parámetros temporales medidos en la Casita del Infante.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_{20} (s)	Prom.	1,62	1,30	1,17	0,98	0,83	0,65	0,49
	Desv.	0,29	0,07	0,06	0,08	0,04	0,05	0,05
EDT (s)	Prom.	1,47	1,32	1,27	1,01	0,78	0,62	0,47
	Desv.	0,25	0,13	0,11	0,12	0,11	0,13	0,11

para este parámetro es muy reducida en casi todo el margen frecuencial. La excepción se encuentra en la banda de 125 Hz, donde la desviación es tres veces mayor que la siguiente desviación más elevada. Al observar los resultados individuales de cada posición se ha llegado a la conclusión de que esta desviación tan alta se debe a que el T_{20} medido con las posiciones de fuente en el salón central presenta valores más altos que cuando la fuente se encuentra en otras estancias. Los valores del T_{20} solo son superiores en las posiciones de fuente S1 y S2 para la banda de 125 Hz, siendo inferiores en todas las demás bandas frecuenciales. Es posible que este aumento del tiempo de reverberación en la banda de 125 Hz se deba a la excitación de algún modo propio del salón.

Los valores obtenidos del promedio espacial del parámetro EDT son muy semejantes a los obtenidos para el T_{20}, aunque existe una ligera diferencia. En las bandas de frecuencia de 125, 2.000, 4.000 y 8.000 Hz se obtienen valores algo inferiores, mientras que en las demás bandas de frecuencia son un poco más elevados. La diferencia más alta entre ambos parámetros se encuentra en la banda de 125 Hz, donde alcanza los 0,20 s. En las demás bandas esta diferencia no supera los 0,12 s. La semejanza existente entre el T_{20} y el EDT indica que la pendiente del decaimiento de la energía en la sala es lineal. Esto también significa que la sensación de reverberación percibida por un oyente en este recinto se corresponde fielmente con la reverberación presente en la sala. Las desviaciones obtenidas para el EDT presentan valores más altos que las del T_{20}, pero su comportamiento frecuencial es el mismo. A pesar de que los valores de desviación son muy bajos en todo el rango frecuencial, destaca el valor obtenido para la banda de 125 Hz.

Los valores del promedio espacial obtenidos para los parámetros energéticos T_s y C_{80} presentan un comportamiento frecuencial estrechamente relacionado con los resultados obtenidos para el T_{20}. Al igual que ocurría en el tiempo de reverberación, en el tiempo central el valor más elevado se encuentra en la banda de 125 Hz y disminuye según aumenta la frecuencia. El C_{80}, que se correlaciona negativamente con la reverberación del recinto, tiene el valor más bajo en la banda de 125 Hz. A medida que aumenta la frecuencia y disminuye el valor del T_{20}, los valores del C_{80} aumentan, alcanzando valores positivos a partir de la banda de 2.000 Hz.

Dado que ambos parámetros energéticos dependen en gran medida de la posición relativa entre la fuente y el receptor, los valores obtenidos varían mucho en función de las posiciones de estos equipos. Esta dependencia da lugar a valores de desviación considerablemente altos y, especialmente, a grandes diferencias entre los valores máximos y mínimos. El menor valor de desviación para ambos parámetros se encuentra en la banda de 250 Hz.

Tabla 5.49: Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los parámetros energéticos medidos en la Casita del Infante.

		Frecuencia (Hz)						
Parámetro		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_s (ms)	Prom.	132,5	107,8	100,1	71,6	54,9	43,0	32,4
	Desv.	19,1	10,1	18,0	21,5	21,0	18,5	15,3
	Máx.	164,9	122,2	117,4	91,0	77,7	63,1	49,3
	Mín.	92,4	69,3	57,4	35,8	24,6	18,2	12,9
C_{80} (dB)	Prom.	-4,74	-2,88	-2,40	-0,04	1,91	3,74	5,88
	Desv.	3,21	1,52	1,75	2,51	2,98	3,50	3,74
	Máx.	2,05	1,31	2,98	4,56	6,62	9,40	10,61
	Mín.	-8,12	-5,82	-4,64	-3,01	-1,59	-0,01	1,88
D_{50} (-)	Prom.	0,41	0,34	0,37	0,50	0,60	0,69	0,77
	Desv.	0,14	0,08	0,09	0,14	0,16	0,16	0,14
	Máx.	0,64	0,58	0,67	0,74	0,82	0,90	0,92
	Mín.	0,19	0,21	0,26	0,33	0,41	0,50	0,61

El parámetro D_{50} presenta un comportamiento frecuencial distinto al de los otros dos parámetros energéticos. En este caso, los valores mínimos en frecuencia se encuentran en las bandas de 250 y 500 Hz. A partir de la banda de 1 kHz, los valores de la definición aumentan con la frecuencia. También es a partir de esta banda donde se obtienen valores superiores a 0,50. Estos resultados significan que, para las bandas de 125 a 500 Hz, la energía temprana en la sala es inferior a la energía tardía; en la banda de 1.000 Hz, ambas energías se igual; y, para bandas de frecuencia superiores, la cantidad de energía temprana presente en el recinto es superior. Las bandas de frecuencia con menores valores de desviación se corresponden con aquellas que presentan los valores promedio más bajos, es decir, las de 250 y 500 Hz.

Las gráficas representadas en la Figura 5.34 se corresponden con los diagramas de cajas y bigotes de los resultados medidos para los tres parámetros energéticos. En estas gráficas, se puede observar la presencia de un valor atípico en la banda de 500 Hz para los tres parámetros, y otro en la banda de 250 Hz solo para el D_{50}. Todos estos valores atípicos provienen de los resultados de la combinación fuente-receptor S2R3. En el caso del tiempo central, el valor obtenido en esta posición es inferior que el valor mínimo de la distribución. En los otros dos parámetros, estos valores atípicos adquieren valores superiores al valor máximo. Es posible que estos valores de claridad y definición más elevados, así como el menor tiempo central, se deban a que las posiciones de fuente y micrófono se encontraban muy próximas, lo que haría que la cantidad de energía temprana recibida en dicha posición fuera superior a la energía tardía. A pesar de ello, es necesario destacar que la distancia existente entre estas posiciones de fuente y micrófono no es única en la evaluación de este recinto, sino que se tienen distancias parecidas entre otras combinaciones fuente-receptor que no han dado lugar a valores atípicos.

En la gráfica correspondiente al parámetro T_s se puede observar que las diferencias entre los valores del tercer y del primer cuartil son menores en las tres bandas de frecuencias más bajas. En las bandas de 125 y 500 Hz se aprecia una gran diferencia entre los valores del primer cuartil y los valores mínimos, y también entre el valor máximo y el tercer cuartil de la banda de 125 Hz. En las bandas de frecuencia de 1.000 y 2.000 Hz, es notable que el valor del tercer

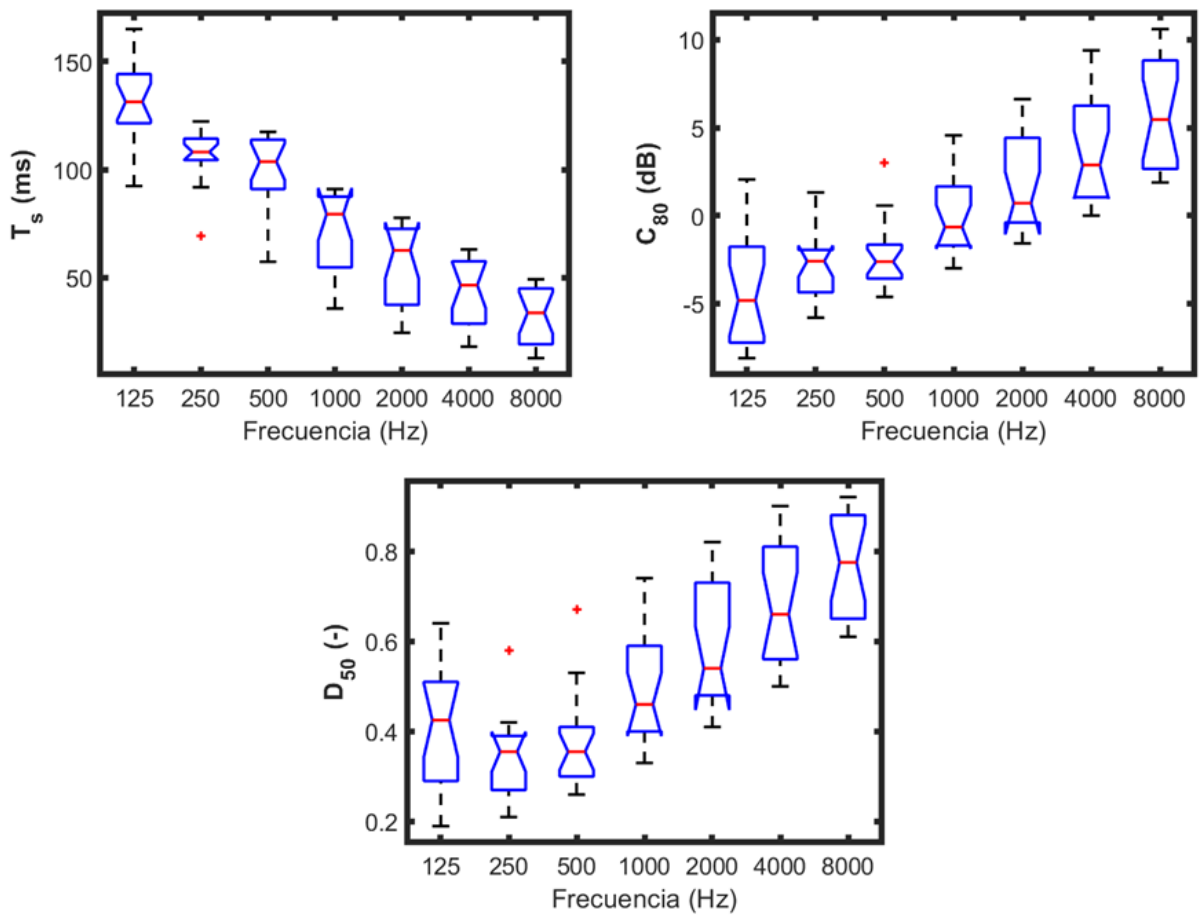


Figura 5.34: Diagramas de cajas y bigotes de los valores medidos para los parámetros T_s, C_{80} y D_{50} en la Casita del Infante.

cuartil es inferior al límite del rango intercuartil, lo que podría significar que los datos están sesgados negativamente. Esta hipótesis se confirma al observar que los valores de la mediana para estas dos bandas de frecuencia son mayores que el valor promedio.

El diagrama de cajas y bigotes correspondiente al parámetro C_{80} muestra que, para todas las bandas de frecuencia, la diferencia entre el valor mínimo alcanzado en el recinto y el primer cuartil es muy pequeña. En cambio, la diferencia entre el tercer cuartil y el valor máximo es notable. Esto podría indicar que los datos evaluados presentan una distribución sesgada positivamente. Para comprobar esta hipótesis, se tiene en cuenta, en primer lugar, que el primer cuartil es superior al límite del rango intercuartil para las bandas de 1 a 4 kHz, y, en segundo lugar, que la mediana obtenida en todas las bandas de frecuencia es inferior al valor promedio, llegando a alcanzar una diferencia de 2,00 dB en las bandas de 2 y 4 kHz. Por lo tanto, se puede afirmar que la distribución de los valores del C_{80} presenta un sesgo positivo.

La última gráfica de la Figura 5.34 representa los valores obtenidos para el D_{50}. En esta representación se puede observar que los menores rangos intercuartiles se encuentran en las bandas de 250 y 500 Hz, como ocurre también en el C_{80}. Las demás bandas presentan rangos

Tabla 5.50: Promedio espacial, desviación estándar y valores máximos y mínimos del parámetro de inteligibilidad STI medidos en la Iglesia de Prestado.

	STI (-)
Prom.	0,63
Desv.	0,02
Máx.	0,71
Mín .	0,58

intercuartiles elevados, lo que concuerda con los valores de desviación calculados. Los datos de este parámetro también presentan una distribución sesgada positivamente en las bandas de 1 y 2 kHz, en las que la mediana es menor que el promedio y el valor del primer cuartil es superior al límite del rango intercuartil. El valor de la mediana en las demás bandas de frecuencia es casi idéntico al valor promedio. Por último, es relevante mencionar que la diferencia entre el tercer cuartil y el valor máximo es mucho mayor que la existente entre el valor mínimo y el primer cuartil.

Los valores obtenidos para el parámetro de inteligibilidad STI presentan un margen de variación reducido si se tiene en cuenta la gran dependencia de este parámetro con la posición relativa fuente-receptor. El valor promedio y la mayor parte del rango de valores que adquiere este parámetro indican una inteligibilidad buena. Los valores mínimos alcanzados, que se corresponden con un STI de 0,58, estarían en el margen superior de los valores considerados como aceptables. Este valor se obtuvo cuando la fuente estaba situada en la posición S5, que se encuentra en el piso superior.

Muchos investigadores consideran que, durante las interpretaciones musicales realizadas en esta casa de recreo, los músicos se situarían en la planta alta y los oyentes, en el salón central. Por lo tanto, se ha decidido evaluar las características acústicas de este recinto teniendo en cuenta únicamente estas posiciones de fuente y receptor. Los valores del promedio espacial obtenidos al considerar solo las posiciones de fuente en la segunda planta se muestran en la Tabla 5.51.

Los valores promedio obtenidos para el T_{20} cuando las fuentes sonoras se encuentran en el piso superior son más elevados que los promedios para todas las posiciones de fuente en el rango de 250 a 8.000 Hz, mientras que el de la banda de 125 Hz es menor. En las bandas de 125, 1.000, 4.000 y 8.000 Hz esta diferencia supera un JND, lo que significa que es notable perceptualmente. Los valores del promedio de las posiciones de fuente del piso superior para el parámetro EDT también son más altos en las bandas de 500 a 8.000 Hz, pero inferiores en las bandas de 125 y 250 Hz. Estas diferencias son superiores a un JND para casi todas las bandas, siendo inferiores solo en las de 125, 250 y 500 Hz.

En el caso del T_s y el D_{50}, se tiene que las diferencias existentes entre los dos promedios son superiores a un JND para las bandas de 1 a 8 kHz, por lo que las diferencia entre el valor promedio del recinto y el promedio con las posiciones de fuente situadas en la planta alta es perceptible en altas frecuencias para ambos parámetros. En el T_s, los valores del promedio para las fuentes situadas en la planta alta son superiores, mientras que en el D_{50} son inferiores.

El parámetro que presenta más bandas de frecuencia con diferencias superiores a un JND

Tabla 5.51: Promedio espacial de todos los parámetros evaluados cuando las posiciones de fuente se sitúan en la segunda planta de la Casita del Infante.

	Frecuencia (Hz)						
Parámetro	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
T_{20} (s)	1,51	1,32	1,18	1,04	0,86	0,70	0,53
EDT (s)	1,43	1,30	1,32	1,09	0,87	0,73	0,73
T_s (ms)	139,2	111,1	110,5	86,2	71,1	57,8	45,1
C_{80} (dB)	-6,15	-3,68	-3,16	-1,53	-0,28	0,99	2,76
D_{50} (-)	0,35	0,30	0,33	0,41	0,48	0,56	0,65
STI (-)				0,60			

entre ambos promedios es el C_{80}. Estas bandas de frecuencia corresponden con las de 125 Hz y de 1 a 8 kHz. En todos los casos, el promedio con las fuentes en la segunda planta es inferior al promedio espacial considerando todas las fuentes. Las diferencias entre ambos promedios oscilan entre 0,70 y 4,00 dB.

Por último, el valor del STI se ha visto reducido en un 3 %, una variación que, si bien no es muy grande, coincide con el valor de un JND para este parámetro (Bradley, 2011). Esta disminución significa que la pérdida de inteligibilidad causada por situar las fuentes en el piso superior podría ser notable por un oyente situado en el salón central.

La evaluación de las características acústicas de la Casita del Infante cuando las fuentes sonoras se sitúan en la planta alta muestra que existe una diferencia perceptual notable con el promedio espacial global del recinto. Esta diferencia era de esperar debido a la complejidad geométrica del edificio, que está dividido en múltiples habitaciones con distintos materiales de construcción y mobiliario. Se ha comprobado que, cuando las fuentes se sitúan en la segunda planta, el nivel de reverberación percibido en el salón central es superior y la claridad, definición e inteligibilidad son inferiores. La modificación de las características acústicas se hace patente en las medias y altas frecuencias. Esta disminución de la claridad y la definición del sonido podría resultar perjudicial para la escucha de una interpretación musical.

5.3 Incertidumbre de medida

Al realizar una medición, se obtiene una estimación de mensurando, que es desconocido y está sujeto a diferentes incertidumbres. Por lo tanto, el resultado de una magnitud física debe exprerse mediante un rango de valores, que se encuentra centrado en el promedio de la medición (u otro estadístico semejante), y cuya dispersión está relacionada con la incertidumbre. La incertidumbre de medición se define como el "parámetro asociado al resultado de la medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mesurando" (BIPM et al., 2008). Esta incertidumbre representa la duda acerca del resultado de una medida, que dependerá de los errores que se han producido debido a diversos factores relacionados con la medición y el tratamiento posterior de los datos (Tronchin, 2021).

En el campo de la acústica, el cálculo de la incertidumbre es fundamental en algunas especialidades, como la acústica de la edificación, la acústica ambiental y el control de ruido.

Esto se debe a que, en muchas ocasiones, los resultados de las mediciones deben compararse con valores establecidos por la legislación o la normativa vigente. En estas disciplinas, las normas que rigen la realización de mediciones suelen incluir un desarrollo detallado del cálculo de la incertidumbre para facilitar su obtención. En el caso de la acústica de recintos, se ha prestado poca atención al cálculo de las incertidumbres, ya que no hay muchas limitaciones legales que requieran su determinación. De hecho, en el caso de la norma ISO 3382-1 (International Organization for Standardization, 1997), relativa al proceso de medida y cálculo de los parámetros de acústica de salas, solo se define el cálculo de la incertidumbre del tiempo de reverberación.

La *Guía para la expresión de la incertidumbre de medida* (GUM), publicada por primera vez en 1995, es un documento escrito por el Comité Conjunto de Guías en Meteorología (JCGM/WG1) con el fin de establecer "las reglas generales para la evaluación y expresión de la incertidumbre de medida" (BIPM et al., 2008). El cálculo de la incertidumbre según esta guía se basa en una metodología de siete pasos, en la que se contempla el efecto que múltiples componentes pueden tener sobre los resultados. Estos componentes pueden agruparse bajo dos definiciones: los errores considerados aleatorios, que pueden determinarse mediante el análisis estadístico del conjunto de mediciones; y los errores considerados sistemáticos, que están relacionados con la precisión de los equipos y los métodos de ensayo y deben determinarse mediante una metodología diferente (BIPM et al., 2008).

El conjunto de equipos y métodos de procesamiento que conforman la cadena de medida utilizada para determinar la respuesta al impulso da lugar a una gran cantidad de componentes que pueden causar errores. La evaluación teórica de la incertidumbre implicaría la determinación del conjunto de factores del sistema de medida que pueden provocar errores y la determinación de su influencia sobre el resultado final. Por lo tanto, la definición del modelo de función de la medida de la respuesta al impulso necesaria para el cálculo de su incertidumbre se convierte en una tarea ardua y difícil de abordar. Por este motivo, múltiples investigadores han dejado de lado la formulación teórica y optado por un enfoque empírico para la determinación de la incertidumbre (Witew y Vitale, 2009). En estos casos, la incertidumbre introducida por un factor individual de la cadena de medición se evalúa midiendo reiteradamente la respuesta al impulso y los parámetros acústicos de interés de una sala, modificando el factor bajo estudio entre medidas (por ejemplo, la directividad de la fuente o las condiciones ambientales). Incluso, se ha evaluado empíricamente la incertidumbre de un factor mediante la utilización de simulaciones (Dietrich, 2013; Witew et al., 2014; Witew y Vitale, 2009), con el fin de eliminar otros posibles factores de influencia que puedan existir durante el proceso de medición.

De todos los factores que influyen sobre la incertidumbre de medición, los que más se han investigado son: el método de post-procesado de la señal medida (Katz, 2004; Lundeby et al., 1995; Tronchin et al., 2005), la directividad de la fuente (Knüttel et al., 2013; San Martín y Arana, 2008; San Martín et al., 2007; Witew y Behler, 2005), la directividad del receptor (Witew, Lindau et al., 2010), la posición del receptor (Christensen et al., 2013; Witew, Dietrich et al., 2010;) y la variación de las condiciones ambientales (Guski y Vorländer, 2014; Tronchin, 2021).

En 1995, (Lundeby et al., 1995) realizaron un estudio interlaboratorio en el que evaluaron dos métodos diferentes de procesado de las respuestas al impulso, ambos contemplados por

la norma ISO 3382-1. La investigación consistió en la medición de la respuesta al impulso de una sala utilizando diez combinaciones fuente-micrófono. Los resultados muestran que las respuestas al impulso medidas son altamente reproducibles en todo el ancho de banda y que la desviación obtenida para los parámetros acústicos es baja, lo que da lugar a una incertidumbre reducida. En el caso de los parámetros T_{30}, EDT, T_s y D, la desviación se encuentra en el margen de un 5 - 10 %, mientras que para C y G no supera los 0,50 dB. Se encontraron mayores desviaciones para el parámetro LF. Los autores de dicha investigación consideraron que las desviaciones en los resultados se deben a los diferentes algoritmos utilizados para el filtrado, el enventanado, la compensación de ruido y el cálculo de la integral inversa. Concluyeron que, si los algoritmos de post-procesado siguen las especificaciones de la norma, la incertidumbre debida al algoritmo utilizado no sería perceptible, ya que los valores obtenidos para cada parámetro acústico son iguales o inferiores a un JND.

Una década más tarde, (Katz, 2004) realizó un nuevo estudio interlaboratorio con el fin de evaluar el efecto del post-procesado sobre los resultados de los parámetros acústicos. En esta ocasión, los cálculos se realizaron sobre una respuesta al impulso enviada por Katz a un total de treinta y nueve participantes, donde se evaluaron veinticinco algoritmos de cálculo diferentes. El 40 % del *software* utilizado era de uso comercial, mientras que el 60 % restante era de diseño propio. Los parámetros acústicos que evaluaron fueron T_{20}, T_{30}, EDT, C_{50}, C_{80}, D_{50}, LF e IACC. Los resultados mostraron que había diferencias sustanciales en los valores obtenidos para los parámetros acústicos mediante diferentes algoritmos. Las mayores variaciones se observaron en el margen de baja frecuencia. En la banda de 1 kHz, la variación promedio del tiempo de reverberación fue inferior a un JND (entre 2 y 4 %). Para los valores de claridad, la desviación se encontraba entre los 0,60 y los 1,00 dB, lo que también la situaba por debajo de un JND. El resto de los parámetros mostraron valores de desviación inferiores a un JND cuando no se consideraban los valores atípicos de la medición, pero si se tenían en cuenta todos los valores, la desviación podía llegar a ser superior al umbral perceptual. Katz consideró que estas diferencias se debían a los distintos métodos aplicados para el tratamiento del ruido de fondo.

(Tronchin et al., 2005) también decidieron evaluar la incertidumbre causada por los métodos de post-procesado. En esta ocasión, el análisis se realizó mediante la utilización de cuatro *softwares* comerciales y cuatro respuestas al impulso obtenidas de la medición de un mismo recinto. Evaluaron el margen de frecuencias de 125 a 4.000 Hz para los parámetros T_{30}, EDT, C_{50}, C_{80}, D_{50}, LF e IACC. Los resultados les permitieron observar que, en general, las diferencias entre los valores obtenidos para los parámetros eran inferiores en altas frecuencias (1 a 4 kHz). Para los parámetros temporales obtuvieron desviaciones muy pequeñas, siendo del 2 % la del EDT y algo superior la del T_{30}. Para el IACC también obtuvieron valores de desviación muy bajos, de alrededor del 4 %. En el caso de estos tres parámetros, se consideró que la incertidumbre de medida era inferior a un JND, lo que podría significar que las diferencias no son perceptibles. No obstante, para el resto de los parámetros las desviaciones obtenidas fueron superiores al umbral diferencial (por ejemplo, entre 13 – 25 % para los parámetros de claridad), por lo que los autores consideraron que deben tenerse en cuenta.

Las especificaciones que deben cumplir las fuentes sonoras utilizadas en la realización de ensayos acústicos vienen definidas en la norma ISO 3382. Esta normativa detalla las condiciones que

debe cumplir una fuente para ser considerada omnidireccional en todo el margen frecuencial. A pesar de estos requerimientos, las fuentes sonoras que se utilizan habitualmente durante los ensayos acústicos no presentan un patrón de emisión omnidireccional en altas frecuencias. Con el fin de evaluar el efecto que el lobulado del diagrama de directividad tiene en la medición de parámetros acústicos, Witew y Behler (Witew y Behler, 2005) y San Martín et al. (San Martín et al., 2007), llevaron a cabo dos campañas de mediciones.

En (Witew y Behler, 2005) se evaluó el efecto del patrón de directividad de cuatro altavoces. Las mediciones se realizaron utilizando seis posiciones de micrófonos fijas y, entre cada medición, se rotó 10° la fuente sonora. Se evaluaron las desviaciones en los parámetros acústicos T_{30}, EDT, C_{80}, D_{50} y LF, concluyéndose que los valores de desviación más elevados se encuentran por encima de 1 kHz. Al evaluar los valores únicos de estos parámetros, cuyo cálculo está definido en la norma ISO 3382-1, observaron que, en ocasiones, la desviación en los parámetros evaluados era superior al umbral perceptual.

(San Martín et al., 2007) evaluaron el efecto de la directividad sobre los resultados de las mediciones utilizando dos fuentes dodecaédricas que cumplían las especificaciones dadas por la norma ISO 6926 (International Organization for Standardization, 2016). Evaluaron veinticuatro orientaciones de fuente, rotando la fuente 5° entre medidas, de forma que se pudiera apreciar el efecto de la directividad en un ángulo de 120°. Observaron que las diferencias más notables entre las respuestas al impulso se encontraban en los primeros 500,0 ms, especialmente en los primeros 100,0 ms, donde las diferencias superaban un JND. También observaron que la parte final de la respuesta al impulso apenas se veía afectada. Por lo tanto, consideraron que los parámetros acústicos con tiempos de integración inferiores a 100,0 ms serían los más afectados por la directividad de la fuente. Con respecto al comportamiento en frecuencia, comprobaron que la directividad de la fuente tiene muy poca influencia en las bajas frecuencias, donde estos equipos suelen tener un patrón de directividad omnidireccional. En cambio, entre 1 y 4 kHz, los parámetros acústicos presentaban cambios notables en función de la orientación de la fuente. En este margen, la desviación estándar tomaba valores muy semejantes al JND y, por encima de 2 kHz, incluso superiores para más de la mitad de los parámetros acústicos evaluados. El experimento se repitió en otras tres salas y los resultados mostraron que la incertidumbre era inferior al umbral perceptual para las bandas de frecuencia de 500 Hz e inferiores, mientras que para frecuencias más altas las desviaciones eran superiores al JND para todos los parámetros evaluados, a excepción del T_{30}. Consideraron que los valores más afectados por la orientación de la fuente son la claridad, la fuerza sonora y el IACC.

Siguiendo esta línea de investigación, (San Martín y Arana, 2008) decidieron utilizar simulaciones para evaluar el efecto de la directividad de la fuente, eliminando así otros factores de influencia. El estudio evaluó el efecto de la directividad de cuatro fuentes sonoras, cuyo patrón de directividad se había medido previamente en cámara anecoica, sobre los parámetros T_{30}, EDT, C_{50}, C_{80}, T_s, G y LF para ocho bandas de frecuencia. Las simulaciones se realizaron rotando la fuente 5° entre iteraciones. Los resultados obtenidos son similares a los presentados en (San Martín et al., 2007): por debajo de 1 kHz el efecto de la directividad de la fuente es despreciable, pero en esta banda y superiores su efecto no puede ignorarse. De todos los parámetros evaluados, los que más se vieron afectados por la rotación de la fuente fueron los de claridad.

Otro de los factores que influyen sobre la incertidumbre de una medición es la posición en la que se sitúa el receptor. (Witew, Dietrich et al., 2010) evaluaron el efecto sobre el parámetro C_{80} de un leve cambio en la posición del micrófono de medida. Para ello, se realizaron mediciones sobre un array de micrófonos, con una separación entre dos transductores de 0,05 m. Se consideró la diferencia de valores medidos para el C_{80} entre cada pareja de micrófonos adyacentes. Los resultados que obtuvieron mostraron que, en promedio, un desplazamiento leve del micrófono no supone una modificación notable del parámetro evaluado. Mediante una simulación de Montecarlo, Witew et al. determinaron la incertidumbre del parámetro C_{80} en función de la distancia entre micrófonos. La distancia necesaria para obtener una diferencia en el C_{80} superior a un JND, que se corresponde con 1,00 dB, es de 0,30 m.

(Christensen et al., 2013) también evaluaron el efecto de la posición del micrófono, en este caso sobre los parámetros acústicos T_{30}, EDT, T_s, C_{80} y D_{50}, utilizando mediciones y simulaciones. Consideraron siete posiciones de micrófono repartidas alrededor de una posición central, con una distancia mínima entre posiciones de 0,10 m y una distancia máxima de 0,30 m. Al comparar ambos métodos, observaron que el efecto de la posición del micrófono es menor en las simulaciones que en las mediciones, lo que atribuyeron a que en las simulaciones no se tiene en cuenta la fase de las ondas sonoras. Al evaluar el efecto de la posición únicamente sobre las mediciones, pudieron observar que las variaciones en los resultados obtenidos eran superiores en bajas frecuencias, pero que en ningún caso se superaba una desviación de 1,20 JND. Para la banda de 1 kHz, todos los parámetros evaluados presentaron desviaciones inferiores a 0,70 JND.

En (Witew, Dietrich et al., 2010) se realizó una evaluación preliminar sobre la influencia de la exactitud de la posición de medición sobre los resultados de los parámetros acústicos. Una década después, Witew publicó una investigación detallada de la incertidumbre debida a la posición del micrófono (Witew, 2022), evaluando su influencia en todos los parámetros de la norma ISO 3382-1. La investigación realizada por Witew siguió los pasos propuestos en GUM (BIPM et al., 2008), por lo que se dividía en dos pasos principales: la determinación del modelo de la función, en la que se muestra el efecto que tiene el desplazamiento del micrófono sobre el campo sonoro, y el estudio de cómo la incertidumbre en la determinación de la posición afecta a la incertidumbre de la medición del campo sonoro, lo que se evaluó mediante la ley de propagación de incertidumbres.

Debido a la complejidad de los campos sonoros, la determinación del modelo de función de la medición de la respuesta al impulso y de los parámetros acústicos se realizó de forma empírica. Witew llevó a cabo un total de veintiséis series de mediciones en las que se evaluaron seis salas diferentes. Cada serie de mediciones se realizó mediante la utilización de una estructura movible capaz de evaluar un área de 5,30 x 8,00 m con una resolución de 0,05 m. En cada serie de mediciones se obtuvieron 16.960 respuestas al impulso. Mediante una comparación completa por pares de todas las respuestas al impulso de cada sala, determinaron empíricamente la función de probabilidad de distribución de cada parámetro acústico. Esta se determinó en función de la distancia entre dos posiciones de receptor y, siguiendo lo indicado en (BIPM et al., 2008), esta representación puede considerarse el modelo de función de la medición de cada parámetro. Dado que esta función no representa una relación binaria entre los parámetros de entrada y el resultado obtenido, sino que se trata de un rango de posibles resultados, aplicaron

un método de Montecarlo para evaluar la propagación de incertidumbres y determinar el valor de la incertidumbre expandida de cada parámetro. Los resultados de la incertidumbre expandida son: 0,05 s para el T_{30}; 0,12 s para el EDT, 0,79 dB para la claridad; 4 % para la definición; 4,0 ms para el tiempo central y 0,37 dB para la fuerza sonora. Witew consideró que la incertidumbre debida a la posición de medida es muy reducida en todos los parámetros, siendo inferior a un JND para el C_{80}, el D_{50}, el T_s y la fuerza sonora. En el caso del T_{30} y el EDT, se sigue considerando muy baja, pero debido a que el JND de estos parámetros se trata de un porcentaje del valor medido, es posible que existan algunos recintos donde la incertidumbre pueda ser superior al umbral diferencial.

Las condiciones ambientales existentes en un recinto durante la medición de la respuesta al impulso también influyen en los resultados obtenidos. (Guski y Vorländer, 2014) evaluaron la incertidumbre introducida en el resultado del tiempo de reverberación debida a cambios en la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del aire. Para ello, llevaron a cabo una serie de mediciones en el auditorio de la universidad de Aquisgrán durante un periodo de veinticuatro horas. Las modificaciones de las condiciones ambientales se realizaron de forma controlada, mediante la utilización del sistema de ventilación del auditorio. Cada 45,0 s se llevaba a cabo la medición de una respuesta al impulso, al igual que la toma de información relativa a la temperatura y la humedad de la sala. Los resultados de las mediciones muestran un aumento considerable de la desviación estándar del T_{20} cuando el sistema de ventilación de la sala se encontraba activado. A pesar de ello, los autores consideran que las fluctuaciones son muy reducidas, inferiores al 1 % de la magnitud medida, por lo que no se puede considerar que la modificación de las condiciones ambientales tenga una influencia determinante sobre la incertidumbre de la medición.

Otro investigador que evaluó la incertidumbre causada por la temperatura, la humedad y la velocidad del aire es Tronchin (Tronchin, 2021). En esta ocasión, se evaluaron los efectos de las condiciones ambientales sobre todos los parámetros definidos en la norma ISO 3382-1. Al igual que en el artículo anterior, las variaciones en la temperatura, la humedad y la velocidad del aire se controlaron mediante un sistema de ventilación. Las variaciones más elevadas en las condiciones ambientales fueron de 5° para la temperatura, del 17 % para la humedad relativa y de 0,56 m/s para la velocidad del aire. Tronchin concluyó que la velocidad del aire es el factor que más influye en los resultados obtenidos para los parámetros acústicos, siendo especialmente notable la desviación provocada en bajas frecuencias para los parámetros temporales y en medias para los energéticos. Consideró que los parámetros más afectados por las condiciones ambientales son el T_{30} y el C_{80}, mientras que el EDT y el D_{50} son los que presentan menos fluctuaciones.

La última publicación relativa a la incertidumbre de los parámetros de acústica de salas, así como la investigación más extensa que se ha hecho hasta la fecha sobre el tema, fue realizada por Witew (Witew, 2022). El objetivo principal de la investigación que llevó a cabo era determinar la incertidumbre en una medición causada por el posicionamiento de los micrófonos en una sala (un resumen de la metodología seguida con este fin y de los resultados obtenidos se encuentra en párrafos anteriores). Además de este estudio, Witew evaluó mediante el método GUM (BIPM et al., 2008) la incertidumbre de la respuesta al impulso, así como la de los diferentes parámetros acústicos de salas, con el fin de determinar

Tabla 5.52: Balance de la incertidumbre de medición de la respuesta al impulso de una sala (Witew, 2022).

Símbolo b_i	Distribución de probabilidad	Tipo	Coeficiente de sensibilidad c_i	Incertidumbre típica $u(b_i)$ [dB]
$b_{\text{LS-dir}}$	Normal	Aleatorio	1	0,38
b_{Setup}	Normal	Aleatorio	1	0,35
$b_{\text{LS-level}}$	Normal	Sistemático	1	0,26
$b_{\text{Mic-cal}}$	Normal	Sistemático	1	0,21
b_{LTI}	Normal	Aleatorio	1	0,20
$b_{\text{LS-spec}}$	Normal	Sistemático	1	0,16
$b_{\text{Mic-spec}}$	Normal	Sistemático	1	0,15
b_{Filter}	Normal	Sistemático	1	0,12
$b_{\text{Meteo-}\vartheta}$	Normal	Sistemático	1	0,12
$b_{\text{Meteo-p}}$	Normal	Sistemático	1	0,07
$b_{\text{Mic-dir}}$	Normal	Aleatorio	1	0,07
$b_{\text{Mic-field}}$	Normal	Aleatorio	1	0,01
	Incertidumbre combinada		u_c (b_{Equip})	0,71
	Factor de cobertura		k	2
	Incertidumbre expandida (95 %)		$u_{c,k=2}$ (b_{Equip})	1,42

un rango de valores que ejemplifiquen su magnitud.

Con el fin de calcular la incertidumbre de los parámetros acústicos, Witew comenzó por evaluar la incertidumbre en la medición de la respuesta al impulso. En primer lugar, realizó una evaluación de los posibles factores de influencia sobre la medición de la respuesta al impulso, separando estos factores en aquellos que daban lugar a errores sistemáticos y los que daban lugar a errores aleatorios. Los factores considerados por Witew en la investigación, así como su contribución a la incertidumbre, se presentan en la Tabla 5.52. Los valores de incertidumbre mostrados para estos factores de influencia provienen de las especificaciones de los equipos utilizados en sus investigaciones y de la literatura existente.

Witew considera que, dado que los parámetros acústicos se derivan de la respuesta al impulso, su modelo de función se refiere a la propagación de incertidumbres desde esta respuesta hasta el valor del parámetro. Por lo tanto, considera que el modelo de función de cada parámetro acústico es la fórmula utilizada para su cálculo. Estas fórmulas vienen definidas en la norma ISO 3382-1 (International Organization for Standardization, 1997). Debido a las complicadas formulaciones obtenidas, el autor llevó a cabo dos métodos de control: por un lado, un segundo investigador desarrolló de forma independiente las fórmulas del cálculo de las incertidumbres y, por otro, se realizaron simulaciones Montecarlo para validar los resultados. Para la validación del modelo se utilizó un conjunto reducido, de aproximadamente un 1 %, de las respuestas al impulso medidas en veintiséis series de mediciones, en cada una de las cuales se obtuvieron un total de 16.960 respuestas. En primer lugar, determinaron la incertidumbre de los parámetros acústicos de este subconjunto siguiendo la formulación desarrollada y, posteriormente, fue determinada mediante una simulación Montecarlo. Consideraron que las formulaciones desarrolladas eran correctas debido a las similitudes de los resultados obtenidos utilizando ambas metodologías.

Una vez validadas las fórmulas definidas para el cálculo de la incertidumbre de los parámetros

Tabla 5.53: Incertidumbre típica de los parámetros acústicos de banda ancha basada en la incertidumbre de más de 400.000 mediciones de la respuesta al impulso (Witew, 2022).

Parámetro de acústica de salas	**Incertidumbre típica**		
	Cuantiles		
	Mediana	**15,9 %**	**84,1 %**
T_{30}	3,8 x 10^{-5} s	3,3 x 10^{-5} s	4,8 x 10^{-5} s
EDT	1,6 x 10^{-4} s	1,2 x 10^{-4} s	2,5 x 10^{-4} s
C_{80}	5,9 x 10^{-2} dB	4,6 x 10^{-2} dB	8,4 x 10^{-2} dB
D_{50}	3,8 x 10^{-1} %	2,9 x 10^{-1} %	5,0 x 10^{-1} %
T_s	0,6 ms	0,5 ms	0,9 ms
G	3,0 x 10^{-2} dB	2,1 x 10^{-2} dB	5,3 x 10^{-2} dB

acústicos de salas, Witew calculó la incertidumbre de las más de 400.000 respuestas al impulso medidas. En la Tabla 5.53 se presentan los valores de la mediana y de los percentiles inferior y superior de la incertidumbre estándar obtenida para los parámetros acústicos. Witew considera que el valor del percentil superior podría tomarse como el límite superior del valor de la incertidumbre de estos parámetros (Witew, 2022; Witew y Vorländer, 2023).

Tras la revisión de la bibliografía disponible sobre la incertidumbre de medida de los parámetros acústicos de salas, se ha podido comprobar el largo proceso que implica su determinación. El trabajo más exhaustivo que se ha realizado en la materia es el recientemente publicado por Witew (Witew, 2022), en el que los resultados obtenidos muestran que el límite superior de la incertidumbre de los parámetros acústicos es muy bajo. El propio autor de esta investigación se cuestiona si, dado los reducidos valores obtenidos para la incertidumbre, un trabajo tan complejo merece la pena (Witew, 2022).

Dado que la caracterización acústica de las siete salas del Monasterio de San Lorenzo del Escorial anteriormente evaluadas no es el objetivo final de esta investigación, se ha decidido no calcular las incertidumbres particulares de las respuestas al impulso medidas. Se considerará que la incertidumbre estándar de las mediciones realizadas se corresponde con el valor del percentil superior determinado por Witew y presentado en la cuarta columna de la Tabla 5.53. Estos valores son inferiores a los JND de todos los parámetros evaluados, por lo que no se considera que la incertidumbre sea un factor significativo en el resultado final.