



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE DE TÉCNICAS DE GRABACIÓN DE
COROS DE MÚSICA SACRA

AUTOR

Iván David Valarezo Granja

AÑO

2020



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE DE TÉCNICAS DE GRABACIÓN DE
COROS DE MÚSICA SACRA

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero de Sonido y Acústica

Profesor Guía

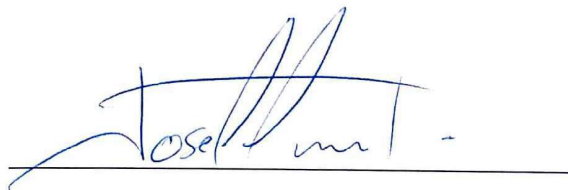
Mg. José Álvarez Torres

Autor: Iván David Valarezo Granja

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Revisión del estado del Arte de técnicas de grabación de coros de música sacra, a través de reuniones periódicas con el estudiante Iván David Valarezo Granja, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'José Antonio', is written over a horizontal line.

José Antonio Álvarez Torres Yépez

Magister en Musicología

CI: 1708232267

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Revisión del estado del arte de técnicas de grabación de coros de música sacra, del Iván David Valarezo Granja, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Juan Francisco Jiménez Pacheco

Máster Universitario en Postproducción Digital

CI: 1717340192

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

"Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes".



Iván David Valarezo Granja

CI:1722318449

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos que me han apoyado durante todo el proceso de mis estudios y me han tenido paciencia sin dejarme solo en el trayecto y a toda mi familia que ha estado siempre pendiente de mi bienestar; a mis amigos que han caminado junto a mi brindando el soporte necesario para continuar en todo momento y a mis profesores que supieron enseñarme y guiarme, más allá de los conocimientos académicos.

DEDICATORIA

A mis padres que a pesar de las caídas nunca me dejaron solo y me han apoyado para continuar siempre en el camino y para no dejar de luchar nunca ni darme por vencido.

También se lo dedico a mis hermanos que con su ejemplo me han mostrado el camino a seguir y me han motivado a seguir mejorando siempre.

RESUMEN

En este trabajo se presenta, analiza y discute, la actualidad respecto a las técnicas de grabación de coros de música sacra. La investigación abarca múltiples publicaciones y escritos sobre el tema, así como también experiencias prácticas de varias personas entrevistadas, quienes presentan su perspectiva en el trabajo de microfonía, sobre todo en iglesias. La revisión se limita a los estudios publicados en los últimos diez años. En base a la documentación, este trabajo comparativo interrelaciona las propuestas teóricas y prácticas. Entre las técnicas más populares se encuentran las técnicas estéreo espaciadas (de las cuales resalta la configuración AB), seguidas de las semicoincidentes (la técnica ORTF es la más utilizada). También se trata las técnicas de grabación inmersivas, que ofrecen una mayor sensación de espacialidad que las configuraciones estéreo. Dentro de las entrevistas se resalta la importancia del reconocimiento del género musical para las grabaciones, al igual que la acústica del lugar donde se realiza el registro auditivo. Se discute de igual manera con los entrevistados, el futuro que podrían tener las grabaciones de coros en cuanto a las técnicas manejadas. A pesar del desarrollo tecnológico en las técnicas de grabación y las amplias posibilidades que existen para realizar estas prácticas, las técnicas de grabación estéreo continúan siendo las más utilizadas.

Palabras clave: Técnicas de grabación, técnicas estéreo, coros, música sacra.

ABSTRACT

In this work, the current situation regarding the recording techniques of sacred music choirs is presented, analyzed and discussed. The research includes multiple publications and writings on the subject, as well as practical experiences of several interviewees, who present their perspective on the work of microphony, especially in churches. The review is limited to studies published in the last ten years. Based on the documentation, this comparative work interrelates the theoretical and practical proposals. Among the most popular techniques are spaced stereo techniques (of which the AB configuration stands out), followed by semi-incident techniques (the ORTF technique is the most used). Immersive recording techniques, which offer a greater sense of spatiality than stereo configurations, are also discussed. Within the interviews, the importance of the recognition of the music genre for the recordings is emphasized, as well as the acoustics of the place where the audio recording is made. The future of choir recordings in terms of techniques is also discussed with the interviewees. Despite the technological development in the recording techniques and the wide possibilities that exist to carry out these practices, the stereo recording techniques continue being the most used.

Keywords: Recording techniques, stereo techniques, choirs, sacred music.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Alcance.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
2. Marco teórico	3
2.1. Coros.....	3
2.1.1. Tipos de voces.....	4
2.1.1.1. Rangos agudos.....	5
2.1.1.2. Rangos medios	5
2.1.1.3. Rangos graves.....	6
2.1.2. Tipos de coros	6
2.1.2.1. Por épocas.....	6
2.1.2.2. Por género interpretado	7
2.2. Música Sacra.....	8
2.2.1. Exponentes.....	9
2.2.2. Espacios de escucha.....	9
2.3. Micrófonos.....	10
2.3.1. Características.....	10

2.3.1.1.	Principio de transducción	11
2.3.1.2.	Patrón Polar	11
2.4.	Técnicas de microfónica en estéreo	14
2.4.1.	Técnicas estéreo coincidentes.....	15
2.4.1.1.	XY	15
2.4.1.2.	MS.....	16
2.4.1.3.	Blumlein	17
2.4.2.	Técnicas estéreo semi coincidentes	18
2.4.2.1.	ORTF	18
2.4.2.2.	NOS	19
2.4.2.3.	DIN.....	19
2.4.2.4.	Binaural.....	20
2.4.3.	Técnicas de grabación separadas.....	21
2.4.3.1.	AB	21
2.4.3.2.	Decca tree.....	22
3.	Metodología.....	23
3.1.	Investigaciones.....	24
3.2.	Entrevistas.....	24
3.3.	Comparación	25
4.	Desarrollo	25
4.1.	Antecedentes de la grabación de coros de música sacra .	25

4.2.	Actualidad de la grabación de coros de música sacra	27
4.2.1.	Libros.....	27
4.2.1.1.	Modern Recording Techniques	27
4.2.1.2.	Recording Classical Music	28
4.2.1.3.	Recording Music on Location Capturing the Live Performance, Practical Recording Techniques.....	28
4.2.1.4.	The Recording Engineers Handbook	28
4.2.1.5.	The Art of Digital Audio Recording	29
4.2.1.6.	Mic It!: Microphones, Microphone Techniques, and Their Impact on the Final Mix	29
4.2.1.7.	Audio in Media	29
4.2.1.8.	Recording on a Budget	30
4.2.2.	Estudios informales	30
4.2.2.1.	Jonathan Gazeley	31
4.2.2.2.	David Pickett	33
4.2.2.3.	Justin Peacock.....	33
4.2.3.	<i>Papers</i>	34
4.2.3.1.	Creating an Anechoic Choral Recording	34
4.2.3.2.	A comparative perceptual evaluation of the timbral variations in choral location recordings created by four common stereo microphone techniques	35
4.2.3.3.	Revisiting the Space—Applying 5.1 Surround Sound	36
4.2.3.4.	Tetrahedral Microphone: A Versatile “Spot” and Ambience Receiver for 3D Mixing and Sound Design.....	37

4.2.4.	Videos.....	38
4.3.	Entrevistas.....	39
4.3.1.	Santiago Sáenz	42
4.3.2.	Joffre Amaguaña	43
4.3.3.	Omar Miranda.....	44
4.3.4.	Tony Faulkner.....	44
4.3.5.	John Newton y Blanton Alspaugh.....	47
5.	Análisis de resultados.....	48
5.1.	Análisis de investigaciones	48
5.2.	Análisis de entrevistas	49
5.3.	Comparación entre investigaciones y entrevistas	51
6.	Conclusiones y recomendaciones.....	53
6.1.	Conclusiones	53
6.2.	Recomendaciones	55
	Referencias	56

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En cuanto a investigaciones del estado del arte de técnicas de grabación de coros de música no se encuentran estudios previos que se hayan realizado. Es de gran importancia tomar en cuenta que, con el avance de la tecnología, se abren muchas posibilidades que generan grandes transformaciones para todo tipo de actividad y profesión. Ciertamente, para el canto coral no es distinto. Este tipo de cambios se aprecian en diferentes aspectos en cuanto a las grabaciones y se han podido escuchar grandes variaciones en el sonido resultante. En varias publicaciones se puede confirmar como el mundo de la música revolucionó cuando se creó la posibilidad de realizar grabaciones.

En el libro de Mark Katz, *Capturing Sound: How Technology Has Changed Music* se expresa lo siguiente: “Aquellos reunidos al rededor del fonógrafo estaban experimentando música en formas inimaginables no muchos años atrás. Ellos podían escuchar las mismas piezas una y otra vez sin cambios.” (2010) Esto demuestra como en el pasado solamente se podía disfrutar de la música en vivo y gracias a la invención del fonógrafo, las personas lograron por primera vez escuchar música en su propio hogar, aunque con algunas limitaciones, pero gracias a este dispositivo se creó la posibilidad de poder escuchar música, cuando la persona decida.

Gracias a la invención del micrófono de tubo de vacío, que tuvo un gran impacto en su época por la fidelidad de reproducción que se obtenía y desde ese entonces, por el desarrollo tecnológico que han tenido los micrófonos, se puede buscar y obtener cada vez sonidos más puros. En una tesis doctoral de la Universidad de Miami, llamada *Vocal Recording Techniques for the Modern Digital Studio*, se dice: “La meta final de una grabación de voces es intentar capturar la voz tan precisa y pura como esta existe acústicamente en la naturaleza” (Garner, 2014).

Con el paso del tiempo, se crearon técnicas que ayudan a grabar de distintas formas y de obtener resultados novedosos con lo cual, se ha podido progresar y no solo buscando la pureza en las grabaciones, sino también la inmersión de la persona en lo que escucha. En una investigación realizada en Arizona en el año 2013, que lleva por nombre: *The Evolution of Choral Sound: In Professional Choirs from the 1970s to the Twenty-First Century*, el autor hace encuestas a diferentes directores de coros, acerca de cómo han evolucionado los coros con el desarrollo de la tecnología y se puede observar diferentes opiniones, entre éstas se encuentran personas que aceptan los cambios, como positivos y como una oportunidad para, a través de la edición, tener grabaciones de mejor calidad.

Sin embargo, otros directores opinan que las grabaciones actuales al ser demasiado perfectas quitan el sentimiento de la música, por las diferencias que tienen respecto a los conciertos en vivo y que permiten que las personas se fijen más en los errores de interpretación.

Estas publicaciones tienen una pequeña semejanza al estudio actual, de manera que muestran parcialmente evoluciones que ha tenido la música en aspectos específicos, sin embargo, estas investigaciones son significativas con el fin de tener constancia de cuáles son las prácticas más utilizadas en la actualidad y las diferentes posibilidades que se tiene, para realizar grabaciones a coros, según los resultados que se busquen.

1.2. Alcance

Con este estudio se planea conocer las técnicas que se utilizan actualmente para la grabación de coros de música sacra. A partir de esta investigación se espera obtener nuevas líneas de trabajo que permitan conseguir mejores resultados. De igual manera se plantea verificar si existen prácticas posibles que no hayan sido exploradas, de las cuales puedan sugerir nuevas investigaciones para el futuro, para el desarrollo de este tipo de grabaciones y mejorarlas.

Los resultados obtenidos se compararán entre investigaciones internacionales y nacionales, para verificar los conocimientos en el país y mejorar las grabaciones, donde sea posible.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el desarrollo que han tenido en los últimos 10 años las técnicas de grabación de coros de música sacra.

1.3.2. Objetivos específicos

Investigar acerca de los avances en cuanto a la grabación de coros de música sacra.

Comprobar las diferencias que existen entre las investigaciones de otros países respecto a las investigaciones en el Ecuador.

Proponer posibles investigaciones a futuro para continuar con el desarrollo de las técnicas de grabación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Coros

Un coro es un grupo de personas que coordinadamente cantan una canción o pieza musical, ya sea en unísono o haciendo armonías a varias voces. Estos pueden ser femeninos, masculinos, infantiles o mixtos.

A diferencia del canto como solista, a pesar de que las técnicas básicas de canto son las mismas, es de gran importancia para una agrupación coral que las voces sean lo más imperceptibles de forma singular con el fin de que el sonido que se produzca sea homogéneo.

Para lograr esta homogeneidad, los cantantes adaptan las vocales, se eliminan el vibrato y no utilizan ligado, aunque esto depende del arreglo. Otro factor que influyen en esto es la formación utilizada por el coro, es decir en qué ubicación se encuentra cada cantante y grupo vocal.

La formación en bloque es una de las más utilizadas, en ella los grupos de voces femeninas se ubican en la parte frontal y las masculinas en la parte posterior, como se observa en la figura 1. Una variación de ésta es ubicar a la izquierda a

contraltos, al centro bajos y tenores y a la derecha sopranos. También se puede ubicar al coro formando un semicírculo, como lo muestra la figura 2, este posicionamiento ayuda a que los cantantes se escuchen mejor y tengan más interacción entre ellos.



Figura 1. Ejemplo de formación coral. Recuperada de Coro Sinfónico de la Rioja, s.f.

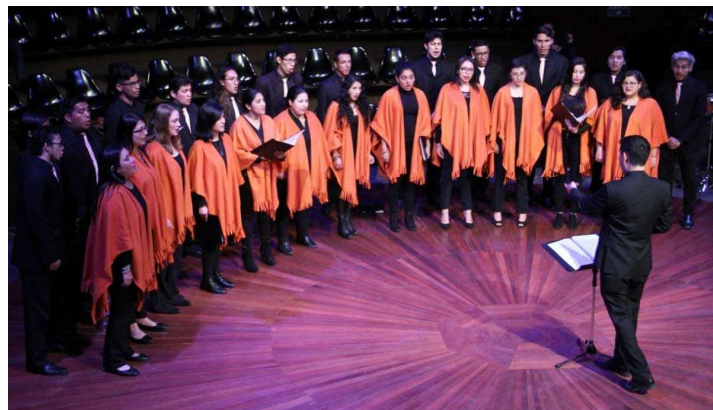


Figura 2. Formación coral en semicírculo. Recuperada de Coro de la Casa de la Cultura Ecuatoriana, 2019.

2.1.1. Tipos de voces

Los coros se conforman por diferentes tipos de voces según el rango vocal. Las voces de mujeres y niños manejan el registro agudo donde se tiene a sopranos, mezzo sopranos y contraltos. Los hombres por su parte ocupan los registros graves, barítonos, tenores y bajos.

En la figura 3 se pueden apreciar las diferencias en notas y frecuencia de cada uno de estos registros.

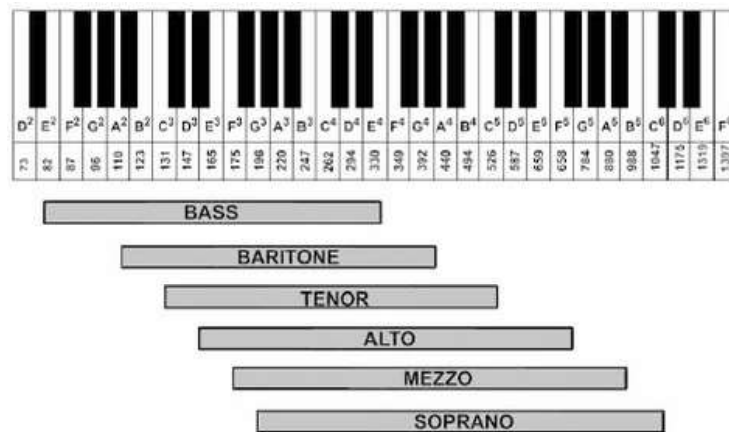


Figura 3. Rangos de los grupos de voces. Tomada de Nair, 2007, p.634

2.1.1.1. Rangos agudos

En el caso de las mujeres el rango agudo es de las sopranos, que pueden cantar desde D4 hasta A6 aproximadamente, las diferentes subcategorías que puede tener una soprano para la ópera son: coloratura, coloratura lírica, lírica, *spinto* o dramática. La voz de soprano coloratura es la voz que alcanza las notas más altas.

En el caso de los hombres, el tenor es la voz más aguda. Sin el uso del falsete suelen cantar notas entre C3 y A5 y es la voz preferida para roles heroicos en la ópera. En el caso del tenor las subcategorías que se pueden encontrar son: ligero, lírico, *spinto* y dramático. El tenor ligero llega a las notas más altas y suele utilizarse en arias barrocas.

2.1.1.2. Rangos medios

En este rango se tiene a las mezzo sopranos, que suelen cantar entre las notas A4 y F5. Una subcategoría es mezzo soprano coloratura, llegando a las notas más altas de este grupo.

Los barítonos por su parte pueden cantar en un rango entre G2 y F4. Se dividen en líricos y dramáticos. Los líricos alcanzan fácilmente las notas agudas de su

registro, mientras que los dramáticos se caracterizan por su gran fuerza y rendimiento, especialmente en los sonidos más graves.

2.1.1.3. Rangos graves

La contralto es la voz más grave de las mujeres, el rango aproximado en el que cantan va desde G3 hasta D5. Esta voz es la más difícil de encontrar y no tiene subcategorías.

En el caso de los hombres, los bajos son los que llegan a las notas más graves. Pueden cantar notas entre C2 y D4. Este tipo de voz tiene dos subcategorías: bajo cantante y bajo profundo, ésta última siendo rara y difícil de encontrar.

2.1.2. Tipos de coros

Hay múltiples maneras de clasificar las estructuras corales, por ejemplo, pueden especializarse en diferentes tipos de música, esto provee identidad al ensamble diferenciándose de otros. A esto se le puede incluir la posibilidad de que el coro sea acompañado por otro instrumento, por ejemplo, un piano o un instrumento de percusión.

Otra forma de clasificación es según el grupo que representan. En este caso los coros pueden ser: de iglesia, universitarios o de escuelas, comunitarios o profesionales.

La división cronológica es una de las formas de clasificación más conocidas, en ésta se marcan transiciones musicales significativas. En estos periodos se conformaron variedades de coros en concordancia con la música interpretada en esos lapsos, lo que permite que se los pueda clasificar en consonancia al tiempo a la que pertenecen.

2.1.2.1. Por épocas

Ciertos coros se concentran en periodos musicales por épocas, por ejemplo: clásico, moderno, romántico, barroco, entre otros.

Respecto a la música clásica, ella consiste en composiciones realizadas entre los años 1750 y 1820 aproximadamente. Época de músicos importantes como Wolfgang Amadeus Mozart, y Joseph Haydn. Las composiciones para coro eran

principalmente misas, oratorios, óperas y otras piezas musicales religiosas. Un ejemplo donde participaba un coro de esta época es la Missa Brevis alla capella de Joseph Haydn.

Otro ejemplo sumamente significativo es el de la música romántica, época que comienza con el final del clasicismo aproximadamente en 1820 hasta principios del siglo XX. Algunos de los compositores que marcaron este tiempo fueron: Ludwig van Beethoven, Felix Mendelsohn, Franz Liszt, entre otros. Se creó un nuevo género, la sinfonía coral, de la cual hay ejemplos de gran importancia, como "la novena" de Beethoven o Lobgesang de Mendelsohn.

La música barroca tuvo su auge a partir del siglo XVII, hasta la muerte de Johan Sebastian Bach en 1750, para dar paso al clasicismo. En este tiempo se encontró músicos importantes, como el mismo J.S. Bach, al igual que muchos de sus familiares, Claudio Monteverdi y Antonio Vivaldi, entre otros. Algunas de las obras más representativas del barroco son: Gloria de Vivaldi o la misa en G menor de J. S. Bach.

La época denominada moderna comienza a inicios del siglo veinte y se extiende hasta 1975 aproximadamente. Sobresalen compositores de gran importancia como: Claude Debussy, Igor Stravinsky, Carl Orff y Arvo Pärt. Varios ejemplos de piezas importantes de este periodo son: Nocturnes de Debussy, De profundis, de Arvo Pärt y de Carl Orff la famosa obra Carmina Burana.

2.1.2.2. Por género interpretado

Los coros se pueden especializar en algún género musical específico como góspel, jazz, música sacra, música tradicional de uno o varios países, música popular, entre otros. Si un coro interpreta solamente arreglos de música específica lo enmarcamos en un tipo de coro correspondiente.

Si tomamos el caso del tango, que es un género tradicional argentino, del cual se genera el baile que lo caracteriza, observamos que la música nació de una mezcla de culturas asentadas en Buenos Aires, surgió de las habaneras de Cuba y de la milonga criolla. Dentro de este género se pueden encontrar muchos coros

que se han enfocado en distintos compositores de tango, como los basados en canciones de Astor Piazzolla, importante músico y compositor de tango.

De igual forma, está el góspel, género históricamente importante, parte de la cultura afroamericana, música que es principalmente religiosa, que proviene del blues y los espirituales. Existen coros que usan arreglos basados en góspel, por ejemplo, se puede hablar de la canción Ride the Gospel Train de Glenda Franklin.

2.2. Música Sacra

Desde muchas perspectivas se ha cuestionado qué es la música sacra y qué obras cuentan como parte de este tipo de música, de hecho, en distintos periodos de la historia han existido diferentes opiniones respecto a los factores que intervienen para que la música sea sagrada. Al ser expresiones de fe y de lo que es sagrado, no se puede decir que solo entra en esta categoría lo que suena tradicionalmente en una iglesia o en una sinagoga.

Se pueden establecer algunas prioridades para descubrir lo sagrado, ubicando en primer lugar las liturgias o ritos importantes, en esta categoría entran las misas cantadas o salmos. Aparte de estos ritos, se puede tomar en cuenta de igual manera los cantos que expresen devoción, pues, a pesar de no ser específicamente cantos para ritos, son cantos que expresan aspectos básicos de las religiones, por lo que pueden ser valorados como sagrados.

De igual forma, se puede considerar la música que haya sido inspirada en la vida de los santos o que provengan de pasajes bíblicos, aunque no tenga un sentido litúrgico, es decir, cuando no forma parte de un rito específico, por ejemplo, una misa. Esto comenzó a suceder en el siglo XVIII, cuando este tipo de género musical empezó a sonar no solo en las iglesias sino también en salas de concierto, debido entre otros factores, a la longitud de las obras que superaban el tiempo de las liturgias.

Si bien la intención de este tipo de música está fundamentada en las liturgias, en las salas de conciertos se pueden apreciar las interpretaciones más allá de las

creencias, incluso para las personas que no tienen fe y que asisten a conciertos de este tipo de música.

2.2.1. Exponentes

Existen muchos exponentes en cuanto a la música sacra, principalmente en las épocas en las cuales la mayoría de las composiciones consistía en misas, oratorios y diferentes formas de rendir culto. Algunos ejemplos serían: Johann Sebastian Bach, Beethoven, Bruckner y Mendelsohn. Por lo tanto, en aquellos tiempos la mayoría de los compositores eran parte de los exponentes de este tipo de música. Arvo Pärt y Henryk Górecki son ejemplos de compositores contemporáneos parte de este género musical. Entre las piezas de estos artistas se encuentran un sinnúmero de arreglos corales interpretados a través de la historia.

Actualmente, se pueden encontrar coros que interpretan este tipo de música, como, por ejemplo: The Cathedral Choirs of Gloucester, The Chapel Choir of Marlborough College, The Choir of Ely Cathedral, The Girls and Men of Exeter Cathedral. También en Finlandia se puede encontrar la asociación de coros de música eclesial, donde existen más de 400 coros y The Patriarch Tikhon Russian-American Music Institute, que tiene varios que cantan música sacra ortodoxa, entre otros.

2.2.2. Espacios de escucha

Los espacios adecuados para este tipo de eventos son las salas de conciertos o de ópera e iglesias o catedrales. Es importante recalcar que ningún lugar va a poder ofrecer las mismas cualidades sonoras que otro debido a las diferencias de construcción y acondicionamiento.

Es vital que en una sala de conciertos se tenga los parámetros necesarios para poder captar bien los diferentes cambios en la dinámica de un pasaje y para esto necesita tener un buen tiempo de reverberación, así como la claridad e inteligibilidad necesaria. Estos parámetros definirán si una sala está optimizada para realizar conciertos de orquesta o de ópera. Usualmente no se podrá tener una acústica que ayude a la realización de ambos tipos de evento de la mejor

manera y se necesitará que los músicos puedan adaptarse también a diferentes espacios, debido a que no siempre tendrán presentaciones en la misma sala o en el mismo tipo de condiciones.

Para el caso de las iglesias, que para la música sacra es uno de los lugares donde más se realizan presentaciones, predominan largos tiempos de reverberación (la frecuencia que resuena dependerá de los materiales utilizados), debido a su gran tamaño y a que las superficies que usualmente se encuentran en este tipo de recinto reflejan las ondas sonoras. Se debe recalcar que este parámetro varía según el tipo de iglesia o catedral que se considere y muchas veces de la época de éstas. En un ejemplo de esto en estudios ha visto que en iglesias góticas aumenta la reverberación en bajas y medias frecuencias, mientras en iglesias barrocas esto sucede para el rango de las frecuencias medias. Otro de los parámetros importantes para este tipo de sala es la claridad, que suele favorecerse cuando existen atenuaciones en las bajas frecuencias. Esta característica no se favorece mucho en iglesias góticas, por el carácter de su reverberación.

Varias iglesias construidas en los últimos años son más pequeñas y suelen absorber las frecuencias bajas, por lo que disponen de claridad y brillo. De este tipo de construcción un ejemplo es la iglesia Schlosskirche en Darmstadt. Ésta dispone de un tiempo de reverberación de dos segundos y su acústica suele favorecer las interpretaciones musicales, especialmente de coros y pequeños ensambles.

2.3. Micrófonos

Los micrófonos son transductores acústico-mecano-eléctricos. Es uno de los principales elementos de una cadena electroacústica y una parte fundamental para poder realizar grabaciones de calidad.

2.3.1. Características

Dos de las características más importantes de los micrófonos son el principio de transducción y los patrones polares.

2.3.1.1. Principio de transducción

Los micrófonos se pueden clasificar según el principio de conversión que utilicen. En esta clasificación los micrófonos pueden ser: de cinta, de bobina móvil y de condensador.

Los micrófonos de bobina móvil, más conocidos como micrófonos dinámicos tienen un diafragma (usualmente de metal) pegado a una bobina hecha de alambre. Ésta se encuentra rodeada por un imán. Cuando el sonido atraviesa el diafragma la bobina comienza a vibrar junto al campo magnético, lo cual causa que se genere una señal eléctrica, que emula a las ondas sonoras.

Los micrófonos de cinta son tienen un principio de funcionamiento muy similar al de los dinámicos. En este caso se tiene igual un campo magnético, pero se tiene una lámina de metal (generalmente aluminio) muy delgada que funciona tanto como bobina y diafragma, que está suspendida en éste. Al igual que en el caso anterior al pasar los sonidos la cinta vibra y se genera la señal eléctrica.

En los micrófonos de condensador se tienen dos placas que están eléctricamente cargadas, una fija y una móvil, que se puede decir que actúa de forma similar a un diafragma, para poder crear los cambios de voltaje. El sistema formado por ambas placas es un capacitor. Cuando el diafragma interactúa con las ondas sonoras y varían las distancias respecto a la placa fija, se crean cambios de voltaje que serán amplificados por válvulas o transistores. Para funcionar, este tipo de micrófonos necesitan ya sea baterías o *phantom power*, que es un método de alimentación de voltaje que se encarga de polarizar el condensador del micrófono y de alimentar el transformador de impedancia que estos tienen integrado. Este tipo de alimentación de voltaje se recibe por lo general, de una fuente externa.

2.3.1.2. Patrón Polar

Los patrones polares indican cómo se comporta y como varía la sensibilidad en diferentes ángulos respecto al eje del micrófono y pueden ser omnidireccionales o direccionales.

El patrón omnidireccional tiene la característica de recibir el sonido de todas las direcciones con la misma sensibilidad, como se ve en la figura 4.

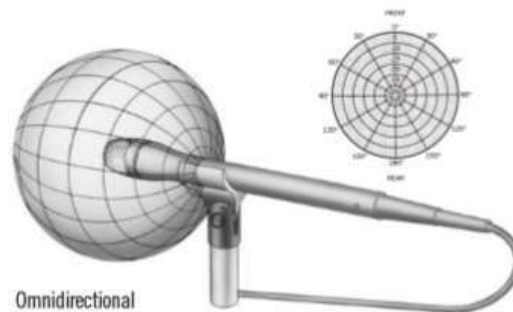


Figura 4. Patrón polar omnidireccional. Tomada de Sigismondi, 2017, p.26

Se parte del patrón omnidireccional que incluye la totalidad del círculo y del patrón bidireccional, para crear diferentes alternativas que constituyen los patrones direccionales. Éstos pueden ser cardiode, supercardioide e hipercardiode.

El patrón bidireccional conocido también como figura ocho, es sensible a los sonidos de dos direcciones opuestas, tanto la que está frente al micrófono como la que está detrás del mismo. Si se emite sonidos, ya sea desde el lado izquierdo o derecho no se los captarán. Esto se aprecia en la figura 5.

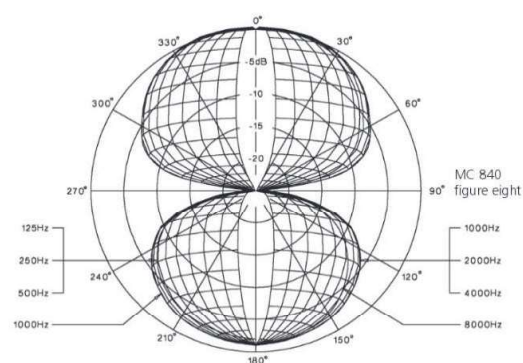


Figura 5. Patrón polar bidireccional. Recuperada de Equaphon University, 2015.

El patrón cardioide toma en cuenta principalmente los sonidos que provienen de donde está apuntando el diafragma del micrófono, pero toma también sonidos de los lados con menor intensidad. Sin embargo, los sonidos que provienen de la parte trasera no serán captados (figura 6).

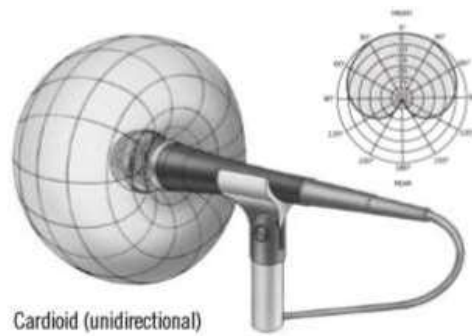


Figura 6. Patrón polar cardioide. Tomada de Sigismondi, 2017, p.26

Los micrófonos supercardioides (figura 7) son más sensibles que los cardioides por el frente (para un sonido que se emita a la misma distancia y de la misma intensidad, un micrófono supercardioide va a generar mayor cantidad de voltaje que un cardioide) y permiten discriminar más los sonidos que provengan de los lados, además, empiezan a recibir un poco los sonidos de la parte trasera del micrófono.

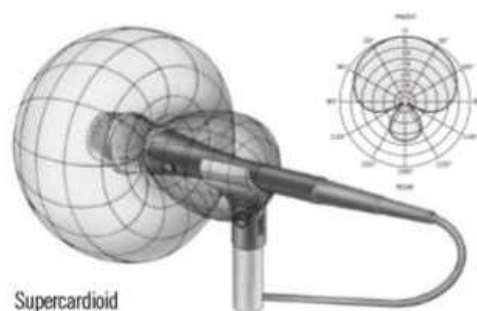


Figura 7. Patrón polar supercardioide. Tomada de Sigismondi, 2017, p.26

Finalmente, el patrón hipercardiode (figura 8) es el más direccional de todos. Estos micrófonos pueden captar sonidos estando más alejados y tienen la característica de receptor sonidos con muy buena inteligibilidad de la palabra.

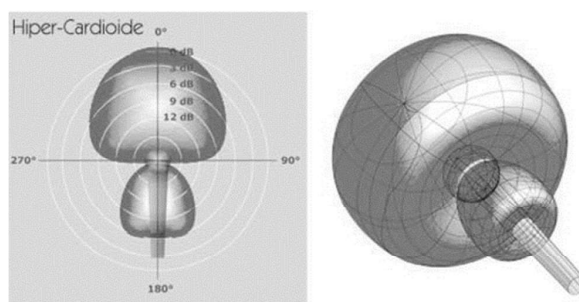


Figura 8. Patrón polar hipercardiode. Adaptada de Thomann, s.f.

En la figura 9 se puede ver una comparación entre todos los patrones polares que hay junto con diferentes características.

Características de diferentes patrones de directividad de micrófono						
	omnidireccional	subcardioid	cardioid	supercardioid	hipercardioid	bi-direccional
Patrón						
Ángulo de -3 dB	360°	164°	131°	116°	105°	90°
Ángulo de -6 dB	360°	236°	180°	157°	141°	120°
Ángulo de -10 dB	360°	360°	223°	191°	170°	143°
Nivel relativo a 90°	0 dB	-3,6 dB	-6 dB	-8,5 dB	-12 dB	- inf
Nivel relativo a 180°	0 dB	-9,9 dB	- inf	-12,0 dB	-6 dB	0 dB
Ángulo de mínima captación	-	180°	180°	+/- 127°	+/- 110°	90°
Factor de directividad Q (DI)	1,0 (0 dB)	2,1 (3,2 dB)	3,0 (4,8 dB)	3,7 (5,7 dB)	4,0 (6 dB)	3,0 (4,8 dB)
Índice de unidireccionalidad	0 dB	4,5 dB	8,5 dB	11,4 dB	8,5 dB	0 dB
Factor de distancia	1	1,4	1,7	1,9	2	1,7

Figura 9. Comparación de patrones polares. Recuperada de Doctor ProAudio, s.f.

2.4. Técnicas de microfónica en estéreo

Este tipo de técnicas son muy utilizadas debido a la espacialidad y coherencia que poseen. Al realizar grabaciones con éstas es de gran importancia fijarse en

el posicionamiento de la fuente y su distribución en el espacio. En la figura 10 se pueden observar algunas de las más usadas.


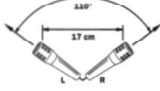
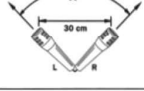

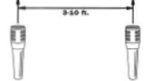
STEREO PICKUP SYSTEMS	MICROPHONE TYPES	MICROPHONE POSITIONS	
X-Y	2 - CARDIOID	AXES OF MAXIMUM RESPONSE AT 135° SPACING: COINCIDENT	
ORTF (FRENCH BROADCASTING ORGANIZATION)	2 - CARDIOID	AXES OF MAXIMUM RESPONSE AT 110° SPACING: NEAR-COINCIDENT (7 IN.)	
NOS (DUTCH BROADCASTING FOUNDATION)	2 - CARDIOID	AXES OF MAXIMUM RESPONSE AT 90° SPACING: NEAR-COINCIDENT (12 IN.)	
MS (MID-SIDE)	1 - CARDIOID 1 - BIDIRECTIONAL	CARDIOID FORWARD-POINTED; BIDIRECTIONAL SIDE-POINTED; SPACING: COINCIDENT	
SPACED	2 - CARDIOID OR 2 - OMNIDIRECTIONAL	ANGLE AS DESIRED SPACING: 3-10 FT.	

Figura 10. Técnicas de grabación estéreo. Tomada de Sigismondi, 2017, p.22

2.4.1. Técnicas estéreo coincidentes

Este tipo de técnicas de microfonía estéreo consiste en ubicar los diafragmas de los micrófonos lo más cercanos como sea posible, para minimizar las diferencias de tiempo entre sí y crear imágenes estéreo estables. El efecto estéreo se genera por las diferencias de niveles en los micrófonos.

2.4.1.1. XY

Para realizar la técnica XY (figura 11), se deben utilizar dos micrófonos cardioides de condensador de las mismas características. Estos deben ubicarse, a un máximo de treinta centímetros de distancia, de forma que sus cápsulas estén lo más cerca posible, una encima de otra, mientras forman un ángulo, que puede estar entre noventa grados y ciento treinta y cinco grados, dependiendo del tamaño de la fuente y del sonido que se quiere obtener.

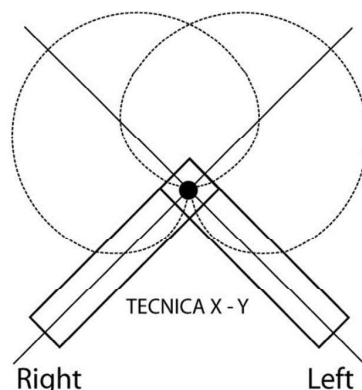


Figura 11. Técnica XY. De propia autoría.

Esta técnica de grabación tiene una muy buena compatibilidad mono, es decir, si se escucha a través de un solo altavoz no se tendrán cancelaciones de frecuencias por problemas de diferencias de fase, o éstas serán mínimas, debido a que las cápsulas reciben el sonido al mismo tiempo aproximadamente, por la ubicación que tienen entre sí.

Debido a los ángulos entre los micrófonos para realizar esta técnica, la espacialidad obtenida puede ser limitada, esto podría volverse una desventaja en el caso en que la fuente sonora sea muy grande, pues si ésta sea de mayor tamaño que la cobertura que pueden tener los micrófonos, se perderá la capacidad del estéreo.

2.4.1.2. MS

Para grabar con esta técnica se necesitan dos micrófonos, uno cardioide y uno de patrón bidireccional. Como se aprecia en la figura 12, se debe direccionar el micrófono cardioide hacia el frente (*mid*) y el micrófono bidireccional hacia los lados (*side*), la imagen estéreo se logra a través de una matriz que suma las señales *mid* y *side* por un lado y las resta por el otro.

La imagen estéreo proporcionada es buena y fácilmente controlable a través de la mezcla que se haga entre los niveles de los micrófonos *mid* y *side* (en el caso

que se trabaje como señales independientes), incluso después de haber realizado la grabación.

Esta técnica de grabación es totalmente compatible si se la escucha en mono, pues al sumar las señales a mono, debido a la matriz que se utiliza para lograr el estéreo, se eliminan las señales recibidas por el micrófono bidireccional y se tiene como resultado la señal central.

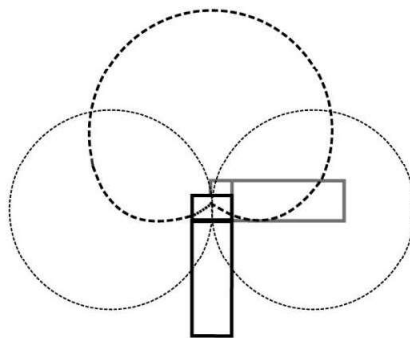


Figura 12. Técnica MS. De propia autoría.

2.4.1.3. Blumlein

Esta técnica recibe el nombre por su inventor, Alan Blumlein. Se utilizan dos micrófonos bidireccionales con sus diafragmas lo más cerca posible y con un ángulo de 90 grados entre ellos (figura 13). Esta técnica genera muy buenos resultados en cuanto al ambiente estéreo. Un problema que presenta esta técnica es la posibilidad de coloraciones indeseadas (variaciones respecto del sonido original), debido a que la fuente sonora no está en eje con ninguno de los micrófonos y podrían existir cancelaciones de fase por las reflexiones laterales.

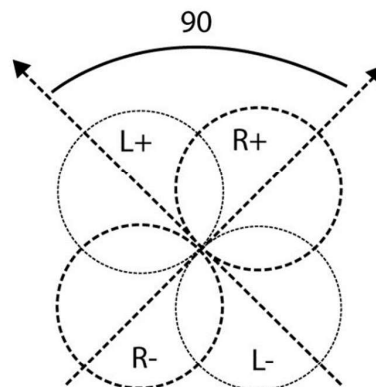


Figura 13. Técnica estéreo Blumlein. De propia autoría.

2.4.2. Técnicas estéreo semi coincidentes

Las técnicas semi coincidentes utilizan dos micrófonos cardioides de las mismas características. En este tipo de configuraciones se encuentran dos factores que pueden definir qué tan grande es la imagen estéreo y son: la separación a la que se encuentran las cápsulas de los micrófonos y los ángulos que tengan éstos entre sí.

2.4.2.1. ORTF

Se puede ver en la figura 14 que, para realizar esta técnica los micrófonos se deben ubicar con un ángulo de 110 grados entre sí (ángulo de recepción más común de las personas) y sus diafragmas tienen que separarse por una distancia horizontal de 17 centímetros. Esta separación se relaciona con la que existe en promedio entre los oídos de las personas. Estas condiciones permiten que usualmente se ubique los sonidos más precisamente.

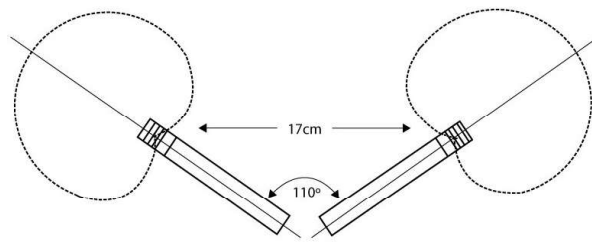


Figura 14. Técnica ORTF. De propia autoría.

2.4.2.2. NOS

La técnica NOS (figura 15) consiste en utilizar dos micrófonos con un ángulo de 90 grados entre sí y una separación de 30 centímetros de distancia entre sus diafragmas. Utiliza una combinación de diferencias de nivel en las cápsulas para crear la imagen estéreo y normalmente se la ubica cerca de la fuente.

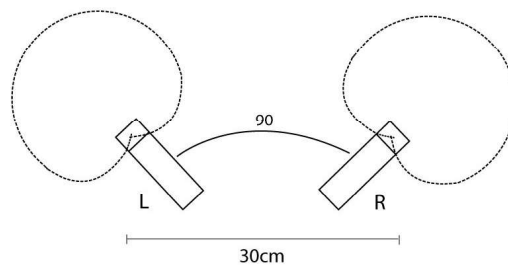


Figura 15. Técnica NOS. De propia autoría.

2.4.2.3. DIN

Al igual que la técnica NOS, esta técnica utiliza un ángulo de 90 grados entre los micrófonos, pero distancia a la que se encuentran los diafragmas es de 20 centímetros, como se puede ver en la figura 16. El efecto estéreo se obtiene

mediante una mezcla de diferencias de nivel y de tiempo. Se recomienda usar en distancias cortas.

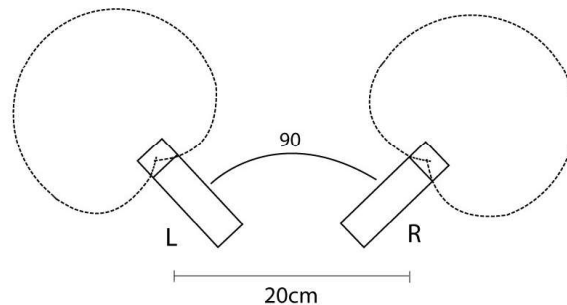


Figura 16. Técnica DIN. De propia autoría.

2.4.2.4. Binaural

Esta técnica de grabación utiliza un modelo de cabeza artificial que imita muchas de las características de una persona promedio. Entre los rasgos que se toman en cuenta para su creación son: la nariz, oído externo y los canales auditivos. Un ejemplo de este caso es el micrófono fabricado por la empresa Neumann que se puede ver en la figura 17. Los micrófonos se ubican de tal forma que los diafragmas coinciden con los canales auditivos, razón por la que este tipo de grabación permite localizar de buena forma la ubicación espacial de los sonidos.



Figura 17. Dummyhead Neumann KU100. Recuperada de Funky Junk, s.f.

Existen también micrófonos que están pensados para colocarse en los oídos, diseñados para realizar este tipo de grabaciones, a diferencia del método anterior se obtiene una sombra acústica por medio de la propia cabeza de quien las realiza.

La reproducción de este tipo de grabaciones debería realizarse a través de audífonos. De lo contrario no se podrá apreciar la espacialidad que tiene y habrá conflictos en las localizaciones de los sonidos.

2.4.3. Técnicas de grabación separadas

Este tipo de técnicas utilizan dos o más micrófonos del mismo tipo, fabricante y modelo, separados entre sí una cierta distancia. La imagen estéreo que se crea se va a formar por las diferencias de tiempo y amplitud que recibe en cada micrófono.

2.4.3.1. AB

Esta técnica utiliza dos micrófonos separados entre uno y tres metros aproximadamente, dependiendo del tamaño que tenga la fuente. Esto definirá la sensación de espacialidad que tendrá la grabación. Para esta técnica se utilizan micrófonos omnidireccionales o cardioideos (figura 18).

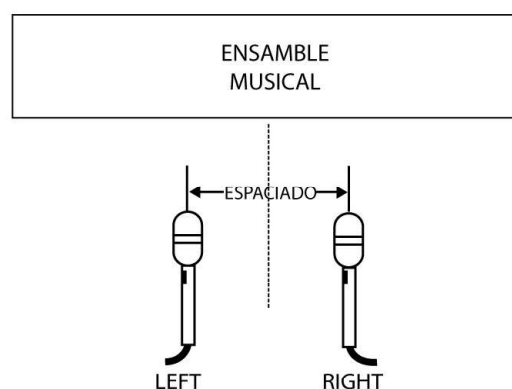


Figura 18. Técnica AB vista desde arriba. De propia autoría.

La mayor desventaja que tiene esta técnica ocurre debido a las distancias de separación que hay entre los micrófonos, por esta razón se generan retardos

entre la llegada del sonido a cada uno de ellos. Si se escucha esta configuración en mono, se suman las dos señales con retardos, causando cancelaciones en algunas frecuencias, por lo que se puede decir que no es mono compatible.

Para poder obtener la menor cantidad de cancelaciones, o que estas se den en un rango de frecuencias que no sea relevante, es recomendable optimizar las posiciones de los micrófonos, escuchando las grabaciones tanto en mono como en estéreo.

Debido a las diferencias de tiempo a las que llegan los sonidos, puede haber una tendencia a escuchar principalmente los sonidos ubicados en el centro (porque los sonidos llegan al mismo tiempo a los dos micrófonos) y el resto se vuelvan un poco difusos.

2.4.3.2. Decca tree

Para utilizar esta técnica se utiliza tres micrófonos de condensador omnidireccionales, esto se puede apreciar en la figura 19. Los micrófonos de izquierda y derecha separados aproximadamente dos metros entre sí y el tercero ubicado en el centro de los dos (ayuda a estabilizar la imagen central), generalmente un metro frente a ellos. Esta técnica suele utilizarse para grabar orquestas.

Originalmente para este arreglo fueron utilizados micrófonos Neumann M50, y las separaciones de los micrófonos eran de un metro aproximadamente entre los micrófonos de izquierda y derecha y el central se ubicaba a medio metro frente a estos dos. Este arreglo se posicionaba a una altura entre tres y cuatro metros sobre el director de la orquesta.

Decca Records ha utilizado varios micrófonos aparte del M50, por ejemplo, los modelos: M49, KM56, TLM50, M50, Brauner VM1 o el DPA 4003 con esferas APE.

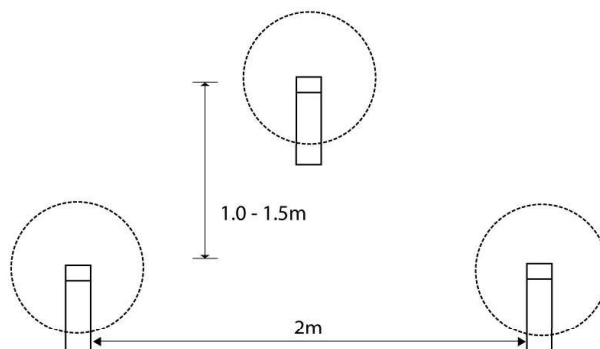


Figura 19. Técnica estéreo decca tree. De propia autoría.

En la práctica se suelen modificar las diferentes características de esta técnica de grabación, de acuerdo con las necesidades, especialmente según el tamaño de la fuente, con lo que se puede cambiar las distancias entre los micrófonos, o patrones omnidireccionales por cardioides o supercardioides.

En algunas situaciones se han utilizado técnicas de par coincidente en vez del micrófono central. La idea de estas configuraciones, que cambian la técnica decca tree es variar el tamaño de la imagen estéreo.

3. METODOLOGÍA

La metodología propuesta es cualitativa y correlacional, se fundamenta en una recolección de datos y perspectivas, respecto a las técnicas de grabación para coros de música sacra actualmente utilizadas.

El trabajo conceptual trata de buscar información pertinente de fuentes diversas, que puedan mostrar el estado del arte y revisar distintas características que puedan ofrecer los diferentes estudios para analizarlos.

Por otro lado, se compararán los datos obtenidos en las investigaciones y se obtendrán varias experiencias por medio de entrevistas que permitirán observar cómo se practica en el medio profesional.

3.1. Investigaciones

Los estudios que se van a realizar buscan un reflejo de las experiencias o los experimentos que han tenido diferentes personas en las grabaciones de coros de música sacra. Una condición a tomar en cuenta en el marco de este análisis es que éstas hayan sido publicadas máximo hasta diez años atrás.

Los artículos relevantes serán: *papers*, experimentos, artículos de blogs o páginas personales, libros, discos y videos.

Se pondrán en contraste estas fuentes de análisis y se hará énfasis en: el año de la publicación, las técnicas de grabación que utilizan y de que tipo son, la locación donde realizan y los resultados que se obtuvieron, así como también las recomendaciones que propongan los autores. Estos criterios permitirán tener una idea de la actualidad de este tema en un aspecto más teórico, sin dejar de lado su valor práctico.

Una vez realizada la comparación entre las investigaciones de distintas fuentes, se procederá a realizar un primer análisis entre los resultados obtenidos.

3.2. Entrevistas

Posteriormente se realizarán entrevistas personas relacionadas con la música sacra, preferentemente productores, ingenieros de sonido y directores de coros de este género, respecto a la actualidad de las grabaciones en el medio artístico y profesional.

Se harán cinco entrevistas en total, a personas en distintos medios musicales que cumplan con los requisitos anteriores, por lo tanto, se tratará de personas muy experimentadas y de amplio conocimiento en este campo de estudio.

A causa del confinamiento por la pandemia las encuestas serán realizadas por medios digitales, aprovechándolos también con la finalidad de contactar a profesionales en distintos lugares del mundo.

Las preguntas realizadas consistirán en las mismas variables y consideraciones antes propuestas para las investigaciones. Con éstas se buscará conocer las técnicas de microfónica que manejan para las grabaciones, los lugares donde

suelen elaborarlas, si han utilizado otros métodos más inmersivos que el estéreo, si han grabado coros junto a un órgano y cómo lo han hecho y, finalmente, acerca de cómo creen que se ejecutarán estas prácticas en el futuro.

Con los resultados obtenidos se realizarán nuevas comparaciones y un segundo análisis, que permitirá ver un ámbito totalmente práctico de las técnicas utilizadas en la actualidad.

3.3. Comparación

A partir de los dos estudios, se podrán sacar las primeras conclusiones. A continuación, se deberán comparar las realidades teóricas y prácticas para observar las diferencias que podrían existir entre ellas. La idea principal es efectuar esta tarea en función de las características que predominen en cada ámbito, partiendo de cuales tipos de técnicas son las más utilizadas y cómo se manejan en distintos casos, los principales lugares para realizar las grabaciones y los diferentes resultados.

A continuación, en caso de haber diferencias, se plantearían nuevas líneas de trabajo que se puedan seguir y se evaluaría la viabilidad dentro del medio, o al menos tomar en cuenta las características singulares de cada método (dentro y fuera del país) con el fin de promover el desarrollo en el contexto local. De esta forma se podrían proyectar diferentes visiones del futuro que tendrían las grabaciones de coros de música sacra.

Finalmente, se expondrán las conclusiones y recomendaciones para todo este estudio.

4. DESAROLLO

4.1. Antecedentes de la grabación de coros de música sacra

Usualmente para realizar grabaciones de coros de música sacra, se han utilizado técnicas de microfónica estéreo, pues es de gran importancia por un lado capturar de la mejor forma la espacialidad del coro y su interacción con la sala y, simultáneamente, que se escuche como un solo instrumento. Al haber

normalmente más de una fila de cantantes, se debe tener en consideración el desfase que habrá entre éstas y para tener un buen balance el grupo que está por detrás debería ubicarse sobre una grada, para que se igualen las distancias de todos los participantes del coro con el micrófono, esto se puede observar en la figura 20, al igual que la elevación que suelen tener los micrófonos (un metro de altura, por sobre las personas de la última fila). Tomando en cuenta el patrón polar de éstos, deben ser apuntados hacia abajo en una posición en la cual se pueda cubrir a todos los coristas. Comúnmente se suele utilizar las técnicas ORTF o AB.

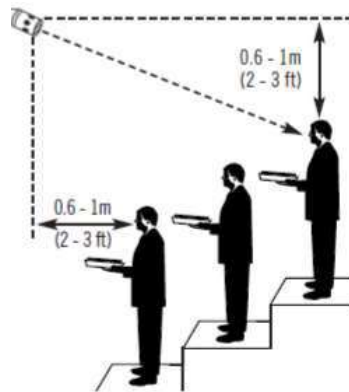


Figura 20. Altura y distancias sugeridas para la ubicación de los micrófonos para técnicas estéreo. Tomada de Sigismondi. 2017. p.6

Al ubicar las técnicas de grabación, la distancia entre el coro y micrófono es un problema muy relevante, pues para este tipo de ensamble se busca captar tanto las diferentes voces como la reverberación que tiene la sala o iglesia. Si está muy cerca del coro, el sonido va a resultar demasiado seco, sin la sonoridad del lugar donde se está grabando, y en el caso contrario, se puede perder la homogeneidad del grupo. Para resolver esto con microfónica, se ubica dos micrófonos para el coro y se agrega dos más para el sonido del ambiente, aunque lo ideal es buscar la mejor ubicación del coro.

4.2. Actualidad de la grabación de coros de música sacra

Para analizar y evaluar la actualidad de la grabación para coros de música sacra se ha procedido a buscar múltiples fuentes de información, de modo que se esquematicen los distintos antecedentes de grabación de manera teórica como práctica.

4.2.1. Libros

En el marco propuesto para esta investigación, cabe recalcar que los libros descritos a continuación están dentro del periodo establecido para este estudio.

4.2.1.1. Modern Recording Techniques

En el libro *Modern Recording Techniques* de David Miles, se propone la técnica Decca Tree Surround y es explicada como una posibilidad para la grabación de ensambles, sin especificar necesariamente algún tipo. Si bien se podría asumir la validez de esto para el caso estudiado, no es demasiada información o lo suficientemente precisa, porque no se habla del caso de los coros. Como se aprecia en la figura 21, esta técnica de grabación consiste en ubicar la misma configuración que en una Decca Tree, pero se añaden dos micrófonos más, con las mismas distancias de los micrófonos laterales, apuntando hacia atrás. Específicamente el micrófono Ls apuntado a 225 grados del eje, y el micrófono Rs apuntado a 315 grados.

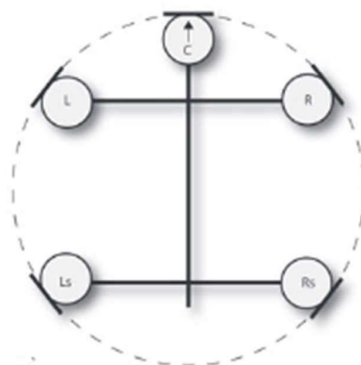


Figura 21. Decca Tree surround. Tomada de Miles. 2018. p 144

4.2.1.2. Recording Classical Music

En *Recording Classical Music* del autor Robert Toft, se describen específicamente coros de cámara. Estos se caracterizan por tener entre diez y veinte integrantes, y actuar sin acompañamiento instrumental. Toft recomienda el uso de micrófonos estéreo, específicamente se nombran las técnicas ORTF y AB, ubicarlas un metro por encima de las personas en la primera fila de cantantes. También habla de la distancia en la cual ubica los micrófonos, el autor enfatiza que si ésta es demasiado grande en relación a la posición del coro, se podrían perder mucho las frecuencias graves. Éstas, en el caso de iglesias y salas de conciertos tendrían muy poca resonancia. Sin embargo, en sus recomendaciones no habla de distancias específicas.

4.2.1.3. Recording Music on Location Capturing the Live Performance, Practical Recording Techniques

De manera similar, los autores Bruce y Jenny Bartlett, en sus libros *Recording Music on Location: Capturing the Live Performance* y *Practical Recording Techniques*, priorizan el uso de técnicas estéreo. Los autores también describen casos de grabaciones de coros junto a una orquesta y para grabación de presentaciones en vivo. En el caso de presentaciones, se propone microfónica distinta para el coro y que sea con mínimo dos y máximo cuatro micrófonos de direccionalidad cardioide (usualmente el número de micrófonos depende del tamaño del ensamble; se suele recomendar un micrófono para cada 20 personas). Según esta propuesta deben estar separados, de preferencia suspendidos al frente, lo más cercano al coro para captar el sonido directo, se puede ubicar su paneo según se desee. Para casos solo de grabación se recomienda el uso de técnicas semi coincidentes o espaciadas, situadas de manera que exista un balance entre el sonido del coro y de la sala.

4.2.1.4. The Recording Engineers Handbook

Continuando con el siguiente caso se encuentra el libro de Bobby Owsinski, *The Recording Engineers Handbook*. La primera consideración del autor privilegia métodos coincidentes o semicoincidentes, evitando las técnicas espaciadas, puesto que eventualmente pueden perderse algunas interacciones entre las diferentes cuerdas. En segundo lugar, Owsinski recomienda el uso de la técnica

Blumlein para situaciones en las que el coro esté ubicado en un semicírculo, ésta ubicada en el centro del mismo, rodeada por los cantantes.

4.2.1.5. The Art of Digital Audio Recording

El siguiente libro, *The Art of Digital Audio Recording* del autor Steve Savage recomienda el uso de las técnicas estéreo para grabar ensambles. No especifica de qué tipo, pero se tiene más de una fuente de sonido. En este caso resalta a la técnica AB como una buena opción, porque a diferencia de las coincidentes puede captar áreas más grandes de forma más uniforme. El autor recomienda escuchar y hacer ensayos de prueba y error para ubicar este tipo de configuración, con la finalidad de colocarla en el mejor lugar posible y con el mínimo de cancelaciones.

4.2.1.6. Mic It!: Microphones, Microphone Techniques, and Their Impact on the Final Mix

Ian Corbett plantea una propuesta diferente en “*Mic It!: Microphones, Microphone Techniques, and Their Impact on the Final Mix*”. El autor enfatiza la importancia de conocer el tipo de ensamble o género que se vaya a grabar, especialmente para proyectos grandes, como coros, orquestas o bandas de jazz. Otra consideración tomada en cuenta por Corbett tiene que ver con la posición en la que se encuentren las diferentes cuerdas del coro. Esto puede causar diferentes imágenes estéreo, por lo que habría que cambiar en algunos casos estas posiciones para que el sonido resulte lo más unificado posible. Una forma de microfonía que propone el autor, es ubicar frente al coro cualquier técnica de grabación estéreo y aumentar a ésta dos micrófonos omnidireccionales más a los extremos, aproximadamente a la misma altura y a dos tercios de la distancia entre la técnica estéreo y el coro. A los micrófonos de los extremos se los puede ubicar como una técnica AB.

4.2.1.7. Audio in Media

Otra perspectiva se propone en el texto *Audio in Media* de Stanley R. Alten. En éste se menciona que normalmente se utilizan tanto técnicas espaciadas como semicoincidentes dependiendo del tamaño del coro. Alten recomienda usar un micrófono extra en caso de que haya un solista dentro de la formación del coro,

a menos que sin necesidad del mismo se mantenga el balance del sonido. El autor recuerda también que para grabar este tipo de ensambles, se utilizan micrófonos de condensador

4.2.1.8. Recording on a Budget

En Recording on a Budget, Brent Edstrom argumenta que las técnicas estéreo tienen varios casos en los que funcionan y uno de ellos precisamente es para grabar un coro. Edstrom sostiene que cualquiera de las técnicas puede ser un buen punto de partida para una grabación de este tipo. Sin embargo advierte también la excepción para grandes ensambles, en esta situación podrían no funcionar de una manera óptima las técnicas XY y ORTF, por lo que para esos casos la configuración AB podría tener mejores resultados. El autor recomienda buscar la distancia entre los micrófonos y el coro por medio de la escucha, después de este proceso realizar el paneo correspondiente de los micrófonos y experimentar con la separación y altura entre éstos y la altura. Si el espacio en medio de los micrófonos es muy grande y se puede escuchar un hueco en el centro, existe la opción de añadir un tercer micrófono en este punto para rellenar el espacio.

De igual manera se puede variar esta configuración de tres micrófonos añadiendo una técnica semicoincidente en medio del par estéreo, Edstrom comenta que al usar el par espaciado junto a una técnica ORTF en el medio de éste para grabar una orquesta, obtuvo un buen resultado en el que la técnica central obtenía una imagen del centro de la orquesta y el par espaciado capturaba el ambiente y aportaba más espacio al resultado. Se menciona también que para coros sin acompañamiento se puede usar la técnica de par espaciado con uno o dos micrófonos centrales.

4.2.2. Estudios informales

Dentro de los estudios informales se tomaron en cuenta experiencias y recomendaciones que se encontraron en blogs y revistas acerca del tema.

4.2.2.1. Jonathan Gazeley

Uno de los casos más representativos encontrados es Jonathan Gazeley, de Reino Unido. Tiene experiencia en el campo, pues ha dedicado parte de su vida a la grabación de coros en iglesias. A través de su blog personal muestra parte de sus vivencias en este ámbito.

En el año 2013 explicó diferentes formas de microfónica para coros, manifestando que no se profundiza el tema en muchas guías de grabación. En este pequeño estudio comenta sobre algunas técnicas estéreo que ha utilizado para grabar coros junto a un órgano, este último ubicado en la parte trasera de la iglesia. Entre los métodos aparecen los siguientes: XY, ORTF, AB y cómo Gazeley los fue probando según los micrófonos que disponía. Inicialmente tenía a disposición un par de micrófonos Behringer C2, que son cardioideos y de diafragma pequeño. Con éstos probó la técnica XY a 90 grados y su resultado fue positivo, aunque no se captaba mucho ambiente y el órgano no sonaba bien. Con los mismos micrófonos intentó la técnica ORTF. Este resultado fue superior al obtenido con la configuración en XY, ya que el sonido del coro fue claro y sin exceso de sibilancia; además de lo mencionado, no se captó ambiente en exceso y la imagen estéreo era excelente según Gazeley. Tras adquirir un par de micrófonos Behringer B5 omnidireccionales, el autor los puso a prueba para utilizar la técnica AB. Al no tener confianza por micrófonos nuevos realizó la grabación de esta técnica junto a una XY. Concluye mostrando su preferencia por las grabaciones con la técnica AB, explicando que mediante ésta el sonido y su imagen estéreo eran superiores. El balance entre el coro y el órgano le parecía más real que en otros casos. Gazeley plantea que cada persona debería realizar sus propias pruebas.

En el año 2015 el mismo Jonathan Gazeley tuvo otro experimento, en el cual utilizaba una técnica surround para un sistema de 5.1. Este estudio fue realizado en la misma iglesia en donde ejecutó las grabaciones de las técnicas estéreo, St. Mary's Church. En este caso, por los micrófonos que tenía a disposición, escogió realizar el arreglo conocido como Williams Array, para el cual se utilizan micrófonos cardioideos, normalmente de diafragma pequeño. Podemos ver dos

ejemplos en las figuras 22 y 23, en ésta última se pueden observar las distancias que hay entre los micrófonos.



Figura 22. Ejemplo 1 de la técnica Williams array. Recuperada de Posthorn Recordings, 2011

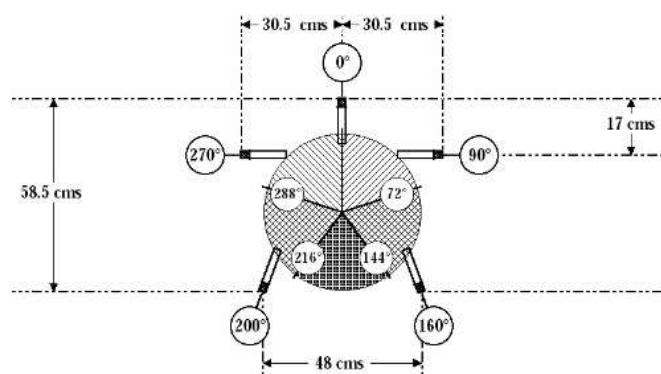


Figura 23. Ejemplo 2 de la técnica Williams array. Tomada de Williams, 2003, p.12

En este experimento, Gazeley utilizó un micrófono Behringer B1 de diafragma grande en la posición central, con la intención de que pueda captar más bajas frecuencias. También utilizó los micrófonos Behringer B5 como L-R y los micrófonos Behringer C2 como LS y RS.

Después de los procesos de mezcla y máster, Jonathan expresa su satisfacción con el resultado, sin embargo, comenta que se puede mejorar en la microfónica, aunque sin decir cómo. De igual manera, comenta que este arreglo no lo recomienda para grabaciones en vivo, pero si se puede utilizar cuando el espacio no sea un inconveniente.

Finalmente, Gazeley comenta que uno de los mayores problemas es la disponibilidad de sistemas *surround*, por lo que difícilmente se pueden reproducir estas grabaciones en la mayoría de los hogares y concluye que continuará con grabaciones estéreo para música de iglesia.

4.2.2.2. David Pickett

En otro estudio informal se encuentra el realizado por David Pickett. En su página web personal explica varias de sus experiencias a lo largo de su carrera. Específicamente en una publicación del año 2018, comenta acerca de las primeras grabaciones experimentales en cuanto a sonido *surround*. Éstas coincidieron con el tiempo en que trabajaba en los estudios de Abbey Road como ingeniero de grabación.

La primera experiencia que relata fue realizada con el King's College Chapel Choir, dirigido por David Willcocks. En esta grabación se utiliza una técnica estéreo, no especificada, en la parte frontal y en la parte posterior, utiliza una técnica Blumlein con micrófonos Neumann KM56. El resultado fue aprobado por el director del coro, por la inmersión que provocaba, puesto que proporcionaba una mejora en relación con la imagen estéreo.

Con el coro de la catedral de Guildford, Pickett experimentó con dos micrófonos Neumann U87 (en patrón omnidireccional para mejorar espacialidad) en la parte posterior, variando así la técnica Blumlein usada en el caso anterior. El ambiente también era muy distinto al caso anterior, pues las paredes de la catedral fueron tratadas acústicamente para que se reduzca la reverberación. Finalmente el resultado no tuvo el éxito conseguido anteriormente, pues el retardo entre los micrófonos fue demasiado grande.

4.2.2.3. Justin Peacock

El último artículo tomado en cuenta fue publicado en la revista "Recording" y escrito por Justin Peacock, ingeniero de audio. En éste se refiere a la grabación de coros y hace varias recomendaciones prácticas para producir el registro con mayor precisión. Su argumento principal trata de la importancia de mirar al coro como un instrumento, no como un grupo de cantantes. Por este motivo, no se ubican micrófonos para cada uno de ellos, sino un arreglo para todo el conjunto.

Las cuatro técnicas a las que se hace referencia para poder comenzar son: XY, AB, MS y ORTF. Cuando se trata de grabaciones en iglesias recomienda utilizar un par AB con un micrófono central que, en casos de ensambles muy grandes, se podría añadir un cuarto micrófono formando dos pares AB. Para esta estructura se ubica el coro en forma de bloque. Finalmente, menciona la posibilidad de cambiar la configuración antes mencionada (de tres micrófonos), sustituyendo el micrófono central por una técnica MS. Explica que trabajando de esta manera se puede enfocar a los cantantes del centro, aparte de tener la posibilidad de manejar la mezcla con las señales *side* y con los micrófonos externos se podía mantener el balance de las voces de sopranos y contraltos.

4.2.3. Papers

4.2.3.1. Creating an Anechoic Choral Recording

La primera publicación que se va a proponer fue escrita en Melbourne, Australia en el año 2010 y lleva por nombre *Creating an Anechoic Choral Recording*, por Ron Freiheit. El principal motivo de la investigación fue obtener grabaciones de un coro en una cámara anecoica para realizar auralizaciones, pues no habían aún registros en esa modalidad. El estudio se llevó a cabo en Estados Unidos en una sala anecoica proporcionada por 3M en St. Paul, Minnesota y participó el coro de música sacra de ochenta personas, ST. Olaf Cantorei.

Se utilizaron ocho configuraciones para la grabación. Cuatro de éstas en la técnica estéreo AB, dos en ORTF, una en XY y una última que consistía en cuatro micrófonos de cañón.

En dos de las técnicas AB, se usan micrófonos omnidireccionales: una con los DPA 4003 separados 61 cm entre sí y la otra con un par de B&K 4007 espaciados 91 cm entre ellos. Para las otras dos se escogieron micrófonos con patrón cardioide: un par B&K 4011 distanciados 122 cm entre sí y dos Neumann KM184 separados 61 cm. En el caso de las técnicas ORTF, la primera empleó los micrófonos Schoeps CMC5 y MK5 y la segunda un par de Neumann KM140. Para la técnica XY, se utilizó un micrófono estéreo Schoeps CMXY con 90 grados de angulación. Los micrófonos de cañón que se usaron, fueron los Audio

Technica AT4073A, cada uno apuntaba a un cuarto del coro y tenían una separación por pares de 91 cm y 122 cm, respectivamente.

Por dificultades técnicas no se pudieron utilizar dos configuraciones que Freiheit tenía planeadas. La primera era un micrófono ambisónico Calrec Soundfield MKVI y la segunda una técnica XY con micrófonos Neumann SM69.

Tom Mudge y Craig Thorson fueron los que se encargaron de las grabaciones por su experiencia en registro de coros. Esta variedad de micrófonos abrió la posibilidad de experimentar con todas las técnicas realizadas anteriormente. A partir de las grabaciones se crearon: un CD para su uso en auralizaciones y un DVD que incluía todas las pistas de audio para otros fines.

La importancia que tiene este estudio recae en las técnicas de grabación utilizadas más allá de la finalidad de este, por esta razón fue tomado en cuenta. Se puede ver que predominan las técnicas estéreo que fueron la gran mayoría de las utilizadas, sin embargo, también se utilizan técnicas con un micrófono ambisonic.

4.2.3.2. A comparative perceptual evaluation of the timbral variations in choral location recordings created by four common stereo microphone techniques

Se encontró un *paper* del año 2011 presentado en la convención 130 de la AES en Londres por Duncan Williams. Éste lleva por nombre “A comparative perceptual evaluation of the timbral variations in choral location recordings created by four common stereo microphone techniques”. El principal objetivo de este estudio, como lo dice su nombre, era comparar diferentes grabaciones corales y evaluar las percepciones psico-acústicas de varias personas respecto a éstas. Se utilizaron cuatro técnicas estéreo: MS, XY, ORTF y AB al mismo tiempo, para conseguir diferentes sonidos de un coro femenino semi profesional en la capilla gótica de Wadham.

Las pruebas realizadas a ocho personas entrenadas en escucha crítica, consistieron en escuchar fragmentos de treinta segundos de cada una de las grabaciones previamente realizadas, para que sus diferencias fueran calificadas

con los adjetivos que consideren adecuados. Entre los resultados, se obtuvieron trece adjetivos. Williams tomó en cuenta aquellos que tenían más de un diez por ciento de repeticiones, por lo que los calificativos de los fragmentos finalmente quedaron seis: cálido, lleno, amplio, claro, blando y natural.

En la segunda parte de la investigación se hicieron nuevas encuestas. En ellas se escuchaban los audios y se les presentaban los adjetivos obtenidos anteriormente para que puedan calificarlos. Para esto utilizaban una escala entre 0 y 99 que permitía expresar si estaban de acuerdo con cada una de las características para cada fragmento de la grabación.

De estas evaluaciones, los resultados no fueron satisfactorios, debido a la variabilidad en las respuestas obtenidas. Esto evidenció que los participantes no habían entendido de la misma manera los adjetivos con los que se debía catalogar los audios.

La importancia que se le da a este estudio recae nuevamente en el uso de las técnicas de grabación, pues según la que se elija, produciría una variación en la percepción del ámbito psico-acústico. El estudio interesa en esta investigación, debido a que provee una retroalimentación respecto al sonido estéreo en la percepción que se pueda tener de las grabaciones presentadas y podría ser una posibilidad de estudio para las técnicas *surround* o inmersivas. Este caso específico solamente se utilizó técnicas estéreo, con micrófonos de diafragma grande, aunque no se especificó la marca ni el modelo. De la misma manera, no se profundiza en las distancias o angulaciones de cada configuración.

4.2.3.3. Revisiting the Space—Applying 5.1 Surround Sound

Mike Godwin realizó una investigación y ésta fue presentada el año 2013 en la convención 135 de la AES (Audio Engineering Society) en Nueva York. Se trata de una comparación entre sonido estéreo y 5.1 *surround*. El coro que participó en este estudio fue Themes Valley Scholars dirigido por Gerarld Neufeld, que en ese año ganó un premio debido a sus interpretaciones. La grabación se hizo en una capilla y se procuró tener la mayor cantidad de sonido directo posible, por lo que los micrófonos se situaron cerca del ensamble. Se ubicaron tres micrófonos omnidireccionales junto a tres cardioides a tres metros del coro y separados de

manera uniforme para captar a todos los coristas. A quince metros de distancia del coro se ubicaron dos micrófonos cardioides, con una altura de tres metros aproximadamente y una separación de nueve metros entre sí. Con el uso de esta técnica se procedió a la grabación y posterior a esto se realizó una encuesta en base a una prueba en la cual los cantantes escuchaban las grabaciones. Una de las preguntas cuestionaba acerca de la preferencia entre el sonido estéreo y *surround*. Lamentablemente, no se encuentran los resultados en el *paper* por lo que no fue posible evaluarlos.

4.2.3.4. Tetrahedral Microphone: A Versatile “Spot” and Ambience Receiver for 3D Mixing and Sound Design

El siguiente estudio de nombre Tetrahedral Microphone: A Versatile “Spot” and Ambience Receiver for 3D Mixing and Sound Design, de los autores Wieslaw Woszczyk, Jennifer Nulsen, Ephraim Hahn, Kseniya Degtyareva, John Castillo, and Haruka Nagata, busca introducirse en el audio 3D a través de micrófonos tetraédricos, que prueban de diferentes maneras con algunos tipos de ensambles, entre estos un coro junto a un órgano.

Las grabaciones se hicieron en la iglesia de San Andrés y San Pablo en Montreal y se interpretó la canción Rejoice in the Lamb de Benjamin Britten's. En la figura 24 se pueden ver las ubicaciones de los micrófonos para la grabación en 5.1 y 9.1. Los micrófonos tetraédricos eran los números 15 y 16 y estaban dispuestos de tal forma que la mitad de las cápsulas de cada sistema apuntaban al coro y la otra mitad al órgano. En el estudio no se explica respecto a los demás micrófonos, excepto que eran omnidireccionales, cardioides amplios y todos de una sola cápsula.

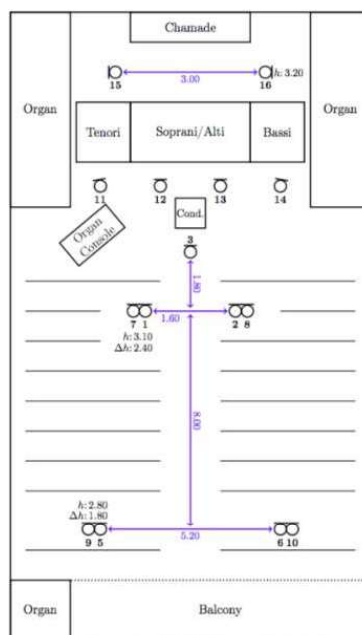


Figura 24. Ubicación de los micrófonos para la grabación. Wieslaw, Nulsen, Hahn, Degtyareva, Castillo, Nagata. 2018. P 6.

El resultado de esta grabación respecto a los micrófonos tetraédricos, fue que el arreglo AB que formaban logró una buena localización del ambiente de la iglesia y brindaba una imagen amplia de la misma. Además, lograron que el sonido del órgano sea claro y que el coro tenga un sonido balanceado y cálido.

Lastimosamente, el autor no presentó más resultados respecto a esta grabación.

4.2.4. Videos

Se encontró un canal de nombre AixOrgue que subió un video llamado How to record choir – Schoeps and Neumann microphones en 2018, donde participó el coro Chorale Laetare de la ciudad de Aix en Provence. Para la grabación se utilizó una técnica estéreo AB con los micrófonos omnidireccionales Schoeps MK2, en este caso no se especificó la separación entre éstos. También se ubicaron micrófonos para cada cuerda, en el caso de sopranos y contraltos los Schoeps MK4 y para tenores y bajos los Neumann KM184; su posición quería lograr la menor filtración entre voces. A lo largo del video muestra el resultado

que se consiguió para cada voz y de todo el conjunto. Aparte del coro también había una solista, que era grabada por dos diferentes micrófonos cardioides: uno Schoeps MK4 y un Neumann KM184. Es importante mencionar que la grabación tuvo lugar en la capilla del hospital de Santo Tomás de Villanueva.

En un segundo video del mismo canal se aprecia la grabación del coro junto a un órgano y una trompeta en el año 2020. Para realizarla se captó al coro con un par espaciado AB con micrófonos omnidireccionales Schoeps MK2 separados sesenta centímetros entre sí y aparte se toma cada cuerda con un micrófono cardioide Schoeps MK4. Para el órgano se utilizaron dos técnicas AB con micrófonos de patrón cardioide ancho, Line Audio CM3. En la primera, dispuso la técnica entre órgano y micrófonos dos metros de distancia, asimismo, dos metros entre micrófonos. En la segunda, la distancia entre el órgano y los micrófonos fue de cinco metros y las separaciones entre los micrófonos de treinta centímetros. La trompeta fue grabada por un micrófono cardioide Shure SM57 a dos metros de distancia y por dos configuraciones estéreo. Una técnica AB con micrófonos omnidireccionales Schoeps MK2 a nueve metros de distancia de la trompeta y sesenta centímetros de separación entre sí y una técnica DIN con micrófonos Schoeps MK4 ubicada a cinco metros de la trompeta.

4.3. Entrevistas

Se realizaron cinco entrevistas a diferentes profesionales afines con el medio de la producción, grabación y los coros de música sacra. En las mismas se plantean varias preguntas para poder evaluar la actualidad de técnicas de grabación para este tipo de ensambles.

Las personas entrevistadas fueron:

- Santiago Sáenz, director de coros de música sacra y productor musical, que actualmente vive en Argentina.
- Joffre Amaguaña ingeniero de sonido y jefe del área de sonido del Teatro Nacional Sucre en Quito.
- Omar Miranda, ingeniero de sonido que reside en Canadá.
- Tony Faulkner, ingeniero de grabación de Londres en el Reino Unido.

- John Newton y Blanton Alspaugh de la empresa de grabación y producción Soundmirror de Boston en Estados Unidos.

En la tabla 1 se pueden ver las preguntas que se realizaron, junto a las respuestas resumidas de cada uno de los entrevistados.

Las entrevistas consistieron en cinco preguntas fundamentadas en los siguientes parámetros: las técnicas que se utiliza en la actualidad, si han utilizado técnicas más inmersivas que el estéreo, los lugares en donde se suele grabar, cómo se mantiene el balance entre el coro y un órgano y cómo se cree que será el futuro en las grabaciones.

Tabla 1. Resumen de las entrevistas.

	¿Qué técnicas se utiliza en la actualidad?	¿Han utilizado técnicas más inmersivas que el estéreo?	¿En qué lugares se suele grabar?	¿Cómo se mantiene el balance entre el coro y un órgano?	¿Cuál cree que sea el futuro en las grabaciones?
Santiago Sáenz	Técnicas estéreo: AB, XY	No ha habido la necesidad.	Iglesias (coros tradicionales) o estudios (coros modernos)	Se debe pensar el coro y el órgano como un solo instrumento. Usar micrófonos cardioides para el coro y el órgano aparte de una técnica estéreo para ambiente.	Con el regreso a lo analógico para los más exigentes se volverá a la grabación en cinta.
Joffre Amaguaña	Técnicas estéreo y micrófonos para cada cuerda (sonido en vivo no solo grabación)	No para coros, solo para óperas utiliza disco Jecklin.	Iglesias	Varias técnicas estéreo para el coro y varios micrófonos para el órgano.	El futuro apunta al audio 3D. Hay muchas técnicas y herramientas para conseguirlo.
Omar Miranda	Técnicas estéreo, depende del lugar, del coro y de lo que se interprete	<i>Surround</i> , siempre tomando en cuenta lo mismo que para las técnicas estéreo	Iglesias, estudio	Se debe pensar el coro y el órgano y la iglesia como un solo instrumento.	Existe una tendencia a lo binaural, pero se debería tomar en cuenta también no solo a los coros sino a las orquestas.
Tony Faulkner	Preferencia a técnicas estéreo simples: ORTF, "phased arrays",	<i>Surround</i> , aunque no se recomienda utilizar demasiados micrófonos.	Iglesias	Se añade un par de micrófonos en una posición elevada para el órgano, a veces están alejados del coro.	El audio inmersivo podría ser el futuro siempre y cuando se ofrezcan soluciones para su reproducción en los hogares.
John Newton, Blanton Alspaugh (Soundmirror)	<i>Surround</i> y estéreo	<i>Surround</i> e inmersivo	La mayoría en iglesias, algunos en sala de concierto.	Se maneja en su mayoría con la ubicación del coro en la iglesia y escuchando el balance con el órgano	El futuro no se ve tan diferente a la actualidad, con el avance de la tecnología y los costos bajando la importancia recaerá más en las interpretaciones.

4.3.1. Santiago Sáenz

El primer entrevistado fue Santiago Sáenz. Respecto a la primera pregunta respondió que para las grabaciones utiliza micrófonos de condensador y técnicas de grabación estéreo AB o XY según el caso, esto puede variar según la música, el carácter que se busca, la fuerza del coro y el lugar de grabación. Para algunos casos se ocupa un micrófono en el sector más afinado del coro para reforzar las tomas.

Expresó que no ha tenido la necesidad de ocupar técnicas más inmersivas, refiriéndose específicamente a técnicas binaurales.

Los lugares donde suele realizar las grabaciones son capillas o iglesias, o en estudios de grabación. Explicó que la localización dependerá del coro que vaya a grabarse, en el caso de coros tradicionales se escoge la iglesia, pero para coros más modernos se prefiere un estudio de grabación. En esta modalidad se puede grabar al coro por partes, no necesariamente todo junto. Y acotó que no es esencial que el tempo y la afinación sean totalmente perfectas, según su perspectiva las micro desafinaciones dan fuerza al coro.

Respecto a mantener el balance entre un coro y un órgano expresó que no ha realizado ese tipo de grabaciones, pero para realizarlo se debe tratar como si el coro y el órgano fueran un solo elemento, de la misma forma como si se fuera a grabar con una orquesta sinfónica. En este caso los micrófonos tendrán sonidos de ambos instrumentos, por esto se utilizarían micrófonos dinámicos supercardioides para cada uno y también se tendría una toma panorámica con micrófonos de condensador.

En la perspectiva de cómo ve el futuro comentó que piensa que se regresará a lo analógico, especialmente para los llamados puristas y las personas más exigentes se volverán a realizar grabaciones en cinta y disminuirán las grabaciones digitales. También expresó que probablemente se emulen más salas y se generen espacios virtuales, para evitar las movilizaciones, buscando las reverberaciones necesarias, idealmente hablando. Finalizó refiriéndose a los

corales sacros, para esto, dice él, se buscará cantar en una nave alta con *reverb* de calidad.

4.3.2. Joffre Amaguaña

La siguiente entrevista fue con Joffre Amaguaña. Comenta que su experiencia usual de grabación de coros de música sacra o instrumentos se da durante presentaciones en vivo, por lo tanto, la amplificación del sonido es lo más importante. Las técnicas de grabación deben complementarse con los arreglos de altavoces para poder conseguir este objetivo.

En cuanto a las técnicas de microfónica expresó que se suele ubicar ya sea uno o hasta dos micrófonos para cada sección de voz, junto a cualquier técnica estéreo, o en algunos casos se combina más de una técnica estéreo. Comentó que por experiencia para realizar solamente grabaciones, recomienda utilizar una técnica ORTF combinada con una AB.

En cuanto a otras técnicas expresó no haber grabado coros, pero si realizó grabaciones de óperas con el disco Jecklin y en otro caso tuvo una experiencia con un micrófono ambisónico y también con un *dummy head*.

Las grabaciones las realiza principalmente en iglesias. Propuso la iglesia de la Compañía como ejemplo, esta iglesia es muy larga, por lo que necesita mucha amplificación. Para este caso utiliza tres micrófonos de condensador cardioides de diafragma grande, formando un par espaciado AB con un micrófono extra en el centro y para cada una de las cuerdas usa cuatro cardioides de diafragma pequeño.

En el caso de grabación de coro y órgano se utilizó de igual manera varias técnicas estéreo para el coro y otros micrófonos para el órgano, dependiendo del tamaño del coro se utiliza más o menos micrófonos.

En su visión del futuro mencionó que cree que el audio 3D es la meta a la que se quiere llegar. Y que hay la posibilidad de realizar grabaciones con cualquier técnica y mediante diferentes herramientas y con varios *plugins* se puede conseguir los efectos de ambiente.

4.3.3. Omar Miranda

El siguiente entrevistado fue Omar Miranda. Inicia la entrevista explicando cómo debe de abordarse una grabación. Entre las consideraciones se remarcó la importancia de la acústica del lugar donde se realiza las grabaciones y como interactúan las voces con la sala. De igual manera señaló las particularidades de los micrófonos a tomar en cuenta (respuesta de frecuencia y el patrón polar) y se realzó la importancia de poder manejar la diferencia de fases entre dos micrófonos. También se comentó que las técnicas de grabación se ubican dependiendo de la partitura y de la disposición del coro, para esto se debe tener buena comunicación con el director.

Se recalcó que antes de utilizar cualquier técnica de grabación se deberían tomar en cuenta las consideraciones antes mencionadas, sin importar si ésta es estéreo o *surround*. También expresó que se suele utilizar micrófonos de la marca Schoeps debido a sus excelentes características, especialmente en cuanto a sus patrones polares en los distintos modelos.

Como lugares de grabación se expresó que podían ser tanto iglesias como estudios, lo que se debe tomar en cuenta es la reverberación que se tiene.

Para mantener el balance entre órgano y coro, según el sonidista, debería tratarse como una sola fuente tanto el coro, el órgano y la iglesia, para de esta forma ubicar al coro en la posición más indicada y también se dijo que el balance tiene que estar de acuerdo con la idea del director.

Respecto al futuro, Omar comentó que, aunque hay una tendencia a lo binaural, para el caso específico de grabación de coros, no se debería tomar en cuenta solo a éstos, sino junto con orquestas.

4.3.4. Tony Faulkner

Tony Faulkner fue la siguiente persona en ser entrevistada. Relata que en sus primeros años de carrera grababa en iglesias usando técnicas de microfónica simples, algunas de éstas en *surround* utilizando cuatro micrófonos. Los micrófonos que se tenían disponibles en ese tiempo eran los siguientes: Calrec CM 1050 y AKG C412/414. Comentó que actualmente ha cambiado la tradición

de realizar las grabaciones con configuraciones simples para la música sacra coral para satisfacer los gustos por las técnicas multi micrófono para la producción y la post producción. A esto añadió su preferencia por las técnicas de microfonía estéreo más simples, comentando que suele utilizar un par ORTF, aunque con una variación, para este caso se amplía la separación entre los diafragmas de los micrófonos y se usa un ángulo más pequeño, para lo cual ayudan patrones cardioides, que tienda a supercardioides u omnidireccionales en las frecuencias graves. Actualmente utilizaría los micrófonos Rode TF5, DPA 4011 o Schoeps CCM21.

En casos de grabación en una iglesia que no sea grande, comentó que usaría una técnica con micrófonos omnidireccionales, como un *4-way phased array* o un par de TF-M50 o Neumann M50 y en un caso con mucha reverberación utilizaría un *phased array* de micrófonos bidireccionales. El *4-way phased array* (figura 25) consiste en el uso de dos micrófonos omnidireccionales separados 67 cm entre sí, que capturan el ambiente alrededor de los músicos y un par ORTF de micrófonos cardioides, con sus diafragmas separados 41 cm, que brinda una sensación de cercanía del centro de la orquesta o ensamble.

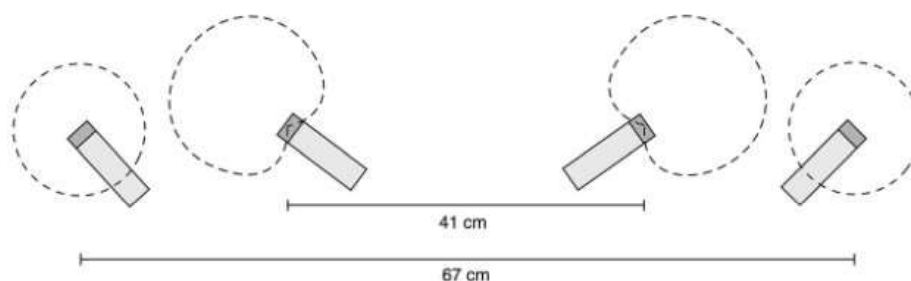


Figura 25. *4-way phased array*. Tomada de Toft. 2020. p.57

El *phased array*, que se puede ver en la figura 26, está formado por dos micrófonos bidireccionales separados por 20 centímetros entre sí y lleva el nombre de su creador Tony Faulkner. Esta técnica se utiliza especialmente en ambientes muy reverberantes y provee una imagen clara y directa por el un lado

y al mismo tiempo toma sonido del ambiente de la sala donde se realiza la grabación.

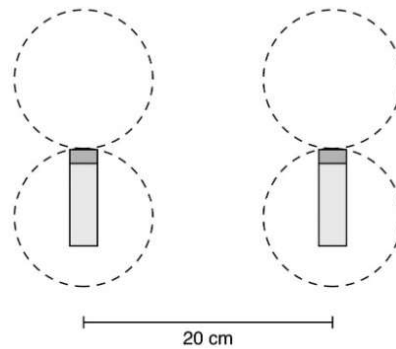


Figura 26. Faulkner *phased array*. Tomada de Toft. 2020. p.56

Tony recordó que ha visto ingenieros usando hasta quince micrófonos en una grabación de coros y dijo que uno de los problemas con eso era la pérdida de rango dinámico.

Respecto a la grabación de coros junto a un órgano, explicó que añadiría un par de micrófonos para el órgano, pues suelen estar ubicados lejos de la posición del coro, por lo que podrían sonar muy distantes.

Y en cuanto al futuro mencionó que el problema que existe con adoptar el sonido inmersivo en el 2020 es que el mercado depende de la industria del cine. Y que actualmente las barras de sonido funcionan bien para efectos especiales, pero no para música. Explicó que si no estás ubicado en el centro, las diferencias de fase afectan el sonido y para tener sonidos que permitan percibir la altura, que implica el audio inmersivo, se necesitan ubicar altavoces adicionales. Faulkner sostiene que hasta el momento, en Atmos Music solo ha escuchado audio en 5.1 para configuraciones domésticas y nada más, disiente con la idea que Dolby pueda reproducir sistemas con más altavoces. El sonido inmersivo será bienvenido tan pronto se tenga una solución para las barras de sonido en los hogares.

Para finalizar la entrevista, Tony comentó que en el futuro estarían más asociados el audio y el video, debido a que la mayoría de las personas ocupan dispositivos electrónicos una gran parte del tiempo.

4.3.5. John Newton y Blanton Alspaugh

Como última intervención, se contó con John Newton y Blanton Alspaugh. Según ellos, una parte muy importante de la técnica es el acercamiento a la música, es decir el conocimiento de la partitura. Los entrevistados sostienen, que el trabajo en conjunto con el director y con el coro mejora ostensiblemente las interpretaciones y, por tanto, la grabación.

De modo particular, Blanton se refirió a la acústica de la iglesia donde se graba, enfatizando la importancia de reconocimiento de la locación y manifestó que las técnicas pueden variar dependiendo de las características acústicas que tenga o no la iglesia. El productor musical de Boston pone a consideración, para un mejor registro, que la iglesia no reciba mucho ruido externo que interfiera en las grabaciones.

Newton y Alspaugh emplean una gran variedad de micrófonos entre Schoeps, Neumann y Bruel and Kjaer. Según éstos, en los últimos tiempos solo ha cambiado la eficiencia de los dispositivos, mientras que las técnicas de grabación se mantienen.

Explicaron también que actualmente se hacen grabaciones en *surround* y que los clientes piden también productos inmersivos; sin embargo, en la mayoría de los casos se graba también en estéreo, casi siempre con técnicas espaciadas.

Para manejar el balance entre el coro y un órgano, John procura ubicar a los cantantes en un punto en que suenen equilibradamente con el órgano, a partir de esto se vuelve mucho más fácil situar los micrófonos. Blanton opina de igual manera que se logra por medio de la ubicación del coro, además de la escucha y especialmente de comunicación con el director y con el organista.

John y Blanton creen que el futuro no será muy diferente de cómo es el presente, debido al desarrollo de la tecnología y a los costos que han bajado con el paso del tiempo. Hacer grabaciones es muy fácil, y es más complicado hacer que las

interpretaciones estén al mismo nivel que la grabación, por lo que este aspecto tendrá mayor importancia en el futuro.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Análisis de investigaciones

Con los resultados de los diferentes tipos de investigaciones y publicaciones se puede ver la importancia que tienen las técnicas estéreo dentro del medio de los coros de música sacra. Resulta indudable, que el desarrollo de nuevas tecnologías ha aportado a la producción acústica. Parte de la investigación permite reconocer como el intercambio desde distintos ámbitos culturales han enriquecido el proceso de grabación con sus experiencias, tanto académicas como informales.

Se iniciará con el análisis de las fuentes escritas. Uno de los efectos a considerar son las variadas recomendaciones en los modos de configuraciones de las técnicas estéreo. Entre los señalamientos en los cuales se hizo mayor énfasis en las técnicas espaciadas, fomentando su uso para la grabación de coros, se especifica entonces la técnica AB como la más utilizada. Sin embargo, se reconoce como argumento general, que cualquier técnica estéreo puede ser de utilidad como punto de partida para realizar grabaciones. Las siguientes técnicas más utilizadas son las semicoincidentes, en las cuales se destaca la técnica ORTF. De igual manera se establece un consenso entre la mayoría de los libros, que para grabaciones de grandes coros se realiza técnicas espaciadas, con la posibilidad de aumentar los micrófonos hasta cuatro, formando dos técnicas AB.

Fuera de la academia, se plantea también el uso de la configuración en AB, sobre todo en iglesias. Así lo confirman Jonathan Gazeley, Justin Peacock y se puede encontrar también en los videos de AixOrgue. Del mismo modo, en el estudio de Ron Freiheit es también la técnica que más se utilizó. Aparte de esta técnica se pudo observar que existen muchas pruebas con configuraciones *surround* y se ha explorado también con técnicas inmersivas.

Todas las investigaciones que desde hace mucho tiempo se están realizando en referencia al sonido *surround* y con la implementación de diferentes técnicas de grabación han permitido un desarrollo en la espacialidad. Sin embargo, los dispositivos para reproducir esta modalidad no son todavía tan comunes, al momento uno de los pocos servicios de *streaming* que se encuentran es Tidal, que puede reproducir este tipo de audios, mediante el formato de Dolby Atmos, aunque no se encuentra disponible para todos los países. Incluso actualmente las “barras” de sonido no son necesariamente pensadas para la música en general sino para producciones audiovisuales (cine, por ejemplo). Se asume que progresivamente, se irá ampliando la accesibilidad en este ámbito.

Sin embargo, no se han encontrado otros estudios respecto a la música sacra. A pesar de lo mencionado anteriormente, se puede reconocer a partir de la investigación, que hay una búsqueda constante hacia sensaciones que logren que los oyentes se sientan más identificados con las obras a través del manejo de la espacialidad.

5.2. Análisis de entrevistas

A través de las entrevistas se pudo apreciar las diferencias y similitudes entre las condiciones sociales, laborales, culturales, etc., que existen entre los países de los entrevistados. El parecido más visible respecto a las técnicas que se utiliza es que en todos los casos se toma en cuenta la grabación estéreo, aunque puede haber más posibilidades o incluso se usan junto a otras configuraciones, la técnica de Faulkner, por su distancia con las técnicas inmersivas podría ser considerado “purista”. Sin embargo, esto permitió la creación de una técnica propia: “*phased arrays*” (explicadas anteriormente). En el caso de Joffre Amaguaña se puede ver principalmente que existen varias diferencias, ya que las grabaciones que realiza, las hace durante interpretaciones en vivo, por lo que las técnicas varían, sin embargo, sus recomendaciones para casos de grabación no difieren de las respuestas de los otros encuestados.

Los entrevistados convergen en el uso de técnicas espaciadas. Este tipo de configuraciones suelen ser una preferencia para diferentes casos, dentro de esta categoría incluso se pueden ubicar las técnicas *Phased Arrays* (la versión

“espaciada” de Faulkner, ver 4.3.4). En grabación, se prioriza notoriamente la técnica AB. De igual manera, a pesar de que para las distintas prácticas se consideran las preferencias que cada persona tiene, la segunda técnica tomada en cuenta es la ORTF.

Fue una opinión general también, respecto a los parámetros de decisión que se toman siempre en cuenta: el lugar, su acústica y la música que se interpreta. Por este motivo, es esencial reconocer que no existe una técnica fija ni absoluta para las grabaciones, sino que justamente el trabajo apropiado consiste en el reconocimiento del contexto de grabación y es tan importante como la técnica que se utiliza. De este modo todos concordaron que la locación idónea para grabar música sacra es dentro de una iglesia, donde fueron pensadas sus presentaciones. También se suelen grabar coros en diferentes espacios como estudios o salas de conciertos, considerando el tiempo de reverberación que se tenga.

En cuanto a técnicas *surround* e inmersivas son opciones válidas para varios entrevistados, más allá de sus preferencias. Siempre se deben tomar en cuenta consideraciones, principalmente de la acústica, al igual que en las técnicas estéreo. En el caso de Tony Faulkner especificó claramente su preferencia por las técnicas de grabación más simples y el uso de la menor cantidad de micrófonos por lo que no suele usar este tipo de técnicas preestablecidas. John Newton y Blantos Alspaugh comentaron que desde hace mucho tiempo realizan grabaciones *surround* y que los clientes siempre buscan que éstas sean más inmersivas en la actualidad, por lo que han probado diferentes técnicas de este tipo, sin embargo, adicionalmente siempre utilizan microfónica estéreo para poder difundir la música.

En cuanto a la grabación de coros y órgano juntos, se concordó de igual forma en la mayoría de los casos que es importante, para mantener el balance entre ambos, poder tomar a los dos instrumentos como uno, para enfocarse en variar la ubicación del coro y conseguir el sonido que se quiera. Por esto se enfatizó en la importancia de comunicarse con el director del coro para poder entender el sonido que este quiere conseguir. También puede haber una variación de

acuerdo con el tamaño del coro y de la iglesia donde se realice la grabación y dependiendo de la distancia a la que se encuentra el órgano.

Finalmente, en cuanto al futuro se encontraron diversos criterios en cuanto a la tecnología y las tendencias. La mayoría ve al audio inmersivo como una realidad o como el futuro para las técnicas de grabación, con las consideraciones necesarias, como los dispositivos de reproducción para este tipo de grabaciones.

5.3. Comparación entre investigaciones y entrevistas

El punto en común entre los expertos, indica que las técnicas estéreo continúan siendo tendencia en las grabaciones, ya sea en lo teórico como en lo práctico. Su efectividad consiste en la cantidad de equipos necesarios, la calidad de sonido que provee y la amplia difusión que hay todavía de estas grabaciones. Las plataformas digitales probablemente son los medios más utilizados actualmente, incluso más que los discos. A nivel de producción de sonido, se mantienen este tipo de prácticas, sin embargo, el desarrollo de técnicas más novedosas son motivadas por su utilización dentro del cine.

Se puede ver como las técnicas *surround* e inmersivas se van añadiendo a los diferentes medios, e incluso se pueden encontrar al momento en varios países del mundo como la norma a seguir. En la actualidad todavía parece hacer falta la difusión para que puedan estandarizarse estos tipos de grabación en la música sacra. Por ejemplo, en muchos casos los sistemas de sonido en los hogares pueden reproducir mayormente estéreo, al menos en los medios de reproducción más comunes.

Como aspecto final de la comparación se pudieron observar varias diferencias respecto a los lugares de aplicación. Las formas de realizar las grabaciones de música sacra y los parámetros que se toman en cuenta para elegir las técnicas son las mismas, pero no las experiencias que se han tenido con los diferentes tipos de técnicas de grabación, de igual manera sucede con las investigaciones realizadas. Se puede decir que esto no depende de la teoría que se tiene a disposición, sino de la presencia y participación de una gran cantidad de coros,

que puedan fomentar este tipo de prácticas. Esto algunos países como Ecuador son relativamente escaso.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Es importante tener claros algunos parámetros para realizar grabaciones de coros de música sacra. Entre estos están: la partitura que se interpretará, la intención que el director quiere conseguir, los micrófonos que se tiene a disposición, así como también sus diferentes características. También influye el modo de manejo de la variación de sus fases, según la ubicación que tengan entre sí (en el caso de que se utilice más de un micrófono) y la sala donde se realizarán las grabaciones. Por otro lado, cabe considerar los ruidos que podrían filtrarse y el tiempo de reverberación (lo ideal sería que el oído del ingeniero de grabación esté entrenado para captar las percepciones de la acústica). A partir de todas las condiciones mencionadas se elegirán diferentes técnicas: estéreo o inmersivas. Esto puede facilitar en ese momento el uso correcto de las configuraciones y los tipos de micrófonos que se elijan, además de sus posicionamientos, así se conseguirán mejores resultados.

Las técnicas estéreo son las más utilizadas en la actualidad, debido a la difusión y alcance que tienen; aunque también se puede observar que las técnicas inmersivas van ganando espacio. Éstas son más dóciles al desarrollo de posibilidades tecnológicas más avanzadas. Por medio de la revisión de los estudios y experimentos en los últimos diez años se llega a una clara analogía del contexto actual, manifiesto en el uso de diferentes tipos de microfónica: una mezcla entre la tradición y los avances tecnológicos producen nuevas formas de obtener resultados de muy buena calidad.

Dentro de las técnicas estéreo, las espaciadas son las más utilizadas, por lo general, ayudan a obtener mejores resultados en las iglesias donde se las realizan, entre éstas la más utilizada suele ser la técnica AB, aunque siempre la técnica dependerá de las consideraciones del ambiente en el que se graba y del sonido que se quiere conseguir. De igual forma se remarca dentro de los

micrófonos utilizados para las distintas investigaciones y que se recomiendan en las entrevistas, sobresalen las marcas Neumann y Schoeps.

Sería importante, para la estandarización las técnicas inmersivas, generar distintos medios de reproducción para uso casero, que puedan emular la espacialidad que estos métodos buscan reflejar a los oyentes y que sean pensados para un fin musical, aunque esto debería ser promovido por esta industria. Amazon Echo Studio es un ejemplo inicial de dispositivos de casa, que podría extender un debate, respecto a las perspectivas planteadas por los entrevistados. Por ejemplo, como se hizo énfasis anteriormente, Faulkner plantea que no existe artefactos reproductores de audio domésticos más allá de 5.1. Esta discusión queda abierta para futuras investigaciones.

Se puede ratificar, que con el pasar del tiempo, el acceso a nuevos tipos de tecnología (que sigue un progreso constante) se va facilitando. Las pruebas realizadas respecto a la música sacra se producen en ciudades específicas, donde los tipos de coros se enfocan en ella, permitiendo así también el registro de los mismos, abriendo preguntas, por ejemplo, en el modo como la estructura de la iglesia en la que se graba produce un sonido particular y así hallar la técnica más adecuada.

Se ha podido evidenciar que para la música sacra coral no se encuentra gran cantidad de información, especialmente de carácter académico. El interés principal de esta música está muy relacionado con la fe y religiosidad, por lo que podría no haber mucho interés por realizar estudios de la grabación de este género y la mayor parte de los experimentos se realizan por personas involucradas en las propias iglesias o contratados por ellas. Se puede considerar de igual manera, que las grabaciones son limitadas según la presencia religiosa que exista en las diferentes ciudades o países, así como por la cantidad de música coral que se escuche. Por estas consideraciones, las grabaciones de coros de música sacra en el Ecuador son escasas.

Respecto a los coros de música sacra, no se han encontrado investigaciones realizadas en Ecuador, lo cual hace notar que tanto este tipo de música, como la música coral que lo reproduce, en general no están suficientemente

desarrolladas, a pesar de tener la teoría necesaria para poder realizar las investigaciones. Por esta razón no se ha podido realizar una comparación con las investigaciones internacionales encontradas.

6.2. Recomendaciones

Se podrían realizar investigaciones con una mayor extensión cronológica, con el fin de identificar con mayor amplitud la progresión del trabajo, así como un desarrollo tecnológico más extenso. Con un mayor rango de tiempo podría reconocerse qué tan estática ha estado la práctica en relación a las técnicas de grabación.

De igual manera, existe la posibilidad de investigar respecto a las técnicas de grabación para coros en general, brindando así una perspectiva de cuáles son las principales diferencias y similitudes entre los distintos géneros musicales. Esto con la finalidad de verificar si se puede tratar a todos de una misma forma, o en qué aspectos se producen variaciones. Además, habría la opción de ampliar el estudio evaluando cómo cambian las técnicas de grabación en casos en los que no sólo se interpreta el coro, es decir, cuando éste tiene acompañamiento musical, como es el caso de una banda o una orquesta.

También se presenta la opción de poner en práctica las diferentes técnicas de grabación y verificar sus diferencias por medio de encuestas, comprobando así sus virtudes y defectos para distintos casos. Habría la posibilidad de cambiar varios parámetros para realizar las pruebas como: la cantidad de integrantes del coro, las ubicaciones dentro de la misma sala, diferentes tipos de recintos y algunas formaciones del ensamble.

Finalmente, considerando las distintas iglesias que existen en Ecuador y, por ejemplo, en el centro de la ciudad de Quito, existen estudios sobre sus características acústicas y las diferentes cualidades que aportarían a las grabaciones. Un proyecto a armar podría elaborarse con coros de música sacra registrando conciertos en cada iglesia posible y reconocer así, qué técnicas de grabación funcionan mejor para perfeccionar posteriores grabaciones.

Referencias

- AixOrgue. (2018). How to record choir - Schoeps and Neumann microphones [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=NOKPyfAI9Bc>
- AixOrgue. (2020). Recording Choir, Organ and Trumpet in big Church - Ave Maria de Lourdes [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=igow5jepEYo>
- Alcaraz, G., & Vaca, M. (2015). *Sonido: antes de presionar REC.*
- Alten, S. R. (2013). *Audio in media.* Nelson Education.
- Aravena, J. (2003). *El tango: & la historia de Carlos Gardel.* Lom Ediciones.
- Arnold, J. (2016). *Sacred music in secular society.* ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>
- ATKINSON, D. (2010). THE EFFECTS OF CHORAL FORMATION ON THE SINGING VOICE. *The Choral Journal*, 50(8), 24-33. Recuperado el 5 de julio de 2020 de www.jstor.org/stable/23560345
- Beranek, L. (2012). *Concert halls and opera houses: music, acoustics, and architecture.* Springer Science & Business Media.
- Blue, R., & Naden, C. J. (2001). *The history of gospel music.* Infobase Publishing.
- Chamber choir - Definition (Artopium's Music Dictionary). (2018). Recuperado el 20 de agosto de 2020 de <https://musicterms.artopium.com/c/Chamberchoir.htm>
- Choral Music and Importance of Choral Music - CHORSYMPHONICA. Recuperado el 2 de agosto de 2020 de <https://chorsymphonica.org/choral-music-and-importance-of-choral-music/>
- Corbett, I. (2014). *Mic It!: Microphones, Microphone Techniques, and Their Impact on the Final Mix.* CRC Press.

- Coro, coral o polifónica: parecidos y diferencias. (2018, March 18). Andiano Musicales. Recuperado el 25 de julio de 2020 de <https://musicales-andiano.es/academia/blog/item/108-coro-coral-o-polifonica-parecidos-y-diferencias>
- Coro de la Casa de la Cultura Ecuatoriana. (2019). Coro de la Casa de la Cultura Ecuatoriana – 6to Festival Internacional Voces desde la Mitad del Mundo [Figura]. Recuperado de <http://festivalvoces.com/coro-de-la-casa-de-la-cultura-ecuatoriana/>
- Coro Sinfónico de la Rioja. Coro Sinfónico de la Rioja [Figura]. Recuperado de <https://corosinfonicodelarioja.es/>
- Davis, D., Patronis, E., & Brown, P. (2013). Sound system engineering 4e. ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>
- Doctor ProAudio. Características de diferentes patrones de directividad de micrófono [Figura]. Recuperado de https://www.doctorproaudio.com/doctor/temas/tabla_microfonos_directividad.gif
- Dyar, T. (1960). Techniques and Devices - Microphones. *Ethnomusicology*, 4(3), 137-141. doi:10.2307/924502
- Edstrom, B. (2010). Recording on a budget: how to make great audio recordings without breaking the bank. Oxford University Press.
- Edwards, J. (1980). Choosing The Right Microphone. *The Choral Journal*, 21(3), 5-8. Recuperado el 5 de julio de 2020, de www.jstor.org/stable/23545594
- Ekholm, E. (2000). The Effect of Singing Mode and Seating Arrangement on Choral Blend and Overall Choral Sound. *Journal of Research in Music Education*, 48(2), 123-135. Recuperado el 5 de julio de 2020 de www.jstor.org/stable/3345571
- El Registro de voz Baritono - Online Opera Club. (2009). Recuperado el 2 agosto de 2020, de <https://onlineoperaclub.com/abc-de-la-opera/el-registro-de-voz-baritono/>

- Equaphon University. (2015). Patrón de captación en los micrófonos [Figura]. Recuperado de <https://www.equaphon-university.net/patron-de-captacion-en-los-microfonos/>
- Floyd, J. M., & Sharp, A. T. (2019). Choral music: a research and information guide. Routledge.
- Freiheit, R. (2010). Creating an anechoic choral recording. In Proceedings of the international symposium on room acoustics (pp. 1-5).
- Fuller, C. (2004). Recording Your Choir. *The Choral Journal*, 44(8), 25-28. Recuperado el 5 de julio de 2020, de www.jstor.org/stable/23554896
- Funky Junk. (2020). Neumann KU 100 Dummy Head Binaural Stereo Microphone. [Figura]. Recuperado de <https://www.proaudioeurope.com/microphones/stereo-mics/neumann-ku-100-dummy-head-binaural-stereo-microphone.html>
- Garner, K. K. (2014). Vocal recording techniques for the modern digital studio. University of Miami.
- Gazeley, J. (2013). Side by side comparison of choral recording techniques – XY vs AB. Recuperado el 30 de julio de 2020 de <https://jonathangazeley.com/2013/11/29/side-by-side-comparison-of-choral-recording-techniques-xy-vs-ab/>
- Gazeley, J. (2015). Recording in 5.1 surround. Recuperado el 30 de julio de 2020 de <https://jonathangazeley.com/2015/03/21/recording-in-5-1-surround/>
- Godwin, M. (2013, October). Revisiting the Space—Applying 5.1 Surround Sound. In Audio Engineering Society Convention 135. Audio Engineering Society.
- Gutiérrez, L. (2011). Breve historia de la música sacra. *Anuario de historia de la Iglesia*, (20), 590-591.
- Helicon, P. (2005). Hutchinson pocket dictionary of classical music. ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>

- Hoch, M. (Ed.). (2016). So you want to sing sacred music: A guide for performers (Vol. 6). Rowman & Littlefield.
- Katz, M. (2010). Capturing sound: How technology has changed music. ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>
- Kiefer, P. (1987). Microphone Techniques for Choral Groups. *The Choral Journal*, 28(4), 27-31. Recuperado el 5 de julio de 2020 de www.jstor.org/stable/23547007
- Meyer, J. (2009). Acoustics and the performance of music: Manual for acousticians, audio engineers, musicians, architects and musical instrument makers. Springer Science & Business Media.
- Morton, D. (2004). Sound recording: The life story of a technology. Greenwood Publishing Group.
- Nulsen, J., Hahn, E., Degtyareva, K., Castillo, J., & Nagata, H. (2018, July). Tetrahedral Microphone: A Versatile "Spot" and Ambience Receiver for 3D Mixing and Sound Design. In Audio Engineering Society Conference: 2018 AES International Conference on Spatial Reproduction-Aesthetics and Science. Audio Engineering Society.
- Peacock, J. (2017). Recording Magazine Resources: Choir Recording And A Primer On Mid/Side. Recuperado el 30 de julio de 2020 de <https://recordingmag.com/resources/recording-info/mics-miking/choir-recording/>
- Pickett, D. (2018). David Pickett : Ambisonic Recording. Recuperado el 30 de Julio de 2020 de <https://www.fugato.com/pickett/surround.shtml>
- Plural, P. I. (2007). The craft of singing : Theory and practice. ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>
- Plural, P. I., & Murphy, D. (2007). Voice science, acoustics, and recording : Ndt/traditional/eclectic. ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>

- Posthorn Recordings. (2011). The "WILLIAMS STAR" Surround Microphone Array [Figura]. Recuperado de https://www.posthorn.com/Micarray_williamsstar.html
- Powell, S. (1989). Recording Your Choir. *The Choral Journal*, 30(5), 15-19. Recuperado el 5 de julio de 2020 de www.jstor.org/stable/23547546
- Rugen, K. Z. (2013). The evolution of choral sound: In professional choirs from the 1970s to the twenty-first century. Arizona State University.
- Rumsey, F., & McCormick, T. (2014). *Sound and recording: applications and theory*. CRC Press.
- Savage, S. (2011). *The art of digital audio recording : A practical guide for home and studio*. ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>
- Sauls, S., & Stark, C. (2013). *Audio production worktext : Concepts, techniques, and equipment*. ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>
- Senior, M. (2014). *Recording secrets for the small studio*. CRC Press.
- Shrock, D. (2009). *Choral repertoire*. ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>
- Sigismondi, G., Vear, T., & Waller, R. (2017). *MICROPHONE TECHNIQUES RECORDING [E-book]*. Shure Educational. <https://www.shure.com/en-US/performance-production/louder/common-techniques-for-stereo-miking>
- Swain, J. P. (2016). *Historical dictionary of sacred music*. Rowman & Littlefield.
- Tagg, B. (2013). *Before the singing: structuring children's choirs for success*. Oxford University Press.
- Thomann Consejero-Online. Características direccionales [Figura]. Recuperado de https://www.thomann.de/es/onlineexpert_page_microfonos_para_voces_en_escenario_caracteristicas_direccionales.html

Thomann Consejero-Online El coro - la distribución de las voces Grabación de coros. (n.d.). Musikhaus Thomann. Recuperado el 5 de julio de 2020 de https://www.thomann.de/es/onlineexpert_page_grabacion_de_coros_el_coro_la_distribucion_de_las_voces.html

Voetmann, J., & Bøgh Brixen, E. (2018). *Electroacústica práctica* (2a. ed.).

Ward-Steinman, P. M. (2017). *Becoming a choral music teacher: A field experience workbook*. Routledge.

Wenk, A. (2014). *Camerata : A guide to organizing and directing small choruses*. ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>

Williams, D. (2011, May). A comparative perceptual evaluation of the timbral variations in choral location recordings created by four common stereo microphone techniques. In *Audio Engineering Society Convention 130*. Audio Engineering Society.

Williams, M. (2003, June). Multichannel sound recording practice using microphone arrays. In *Audio Engineering Society Conference: 24th International Conference: Multichannel Audio, The New Reality*. Audio Engineering Society.

