

# Ingeniería técnica de la realización de la Ópera

## ‘Aliados’ en el Teatro San Martín

Pablo Formica – [tangoformica@gmail.com](mailto:tangoformica@gmail.com) – Licenciado en Música y Tecnología  
Becario de formación inicial en la investigación – Secretaría de Investigación de la UNQ (Categoría 1)

Director: Daniel Hernández – [danohernandez@gmail.com](mailto:danohernandez@gmail.com)

Proyecto de investigación: Técnicas de espacialización de sonido con sistemas de reproducción  
multicanal

Mauro Zannoli – [maurozannoli@gmail.com](mailto:maurozannoli@gmail.com) – Licenciado en Composición con Medios Electroacústicos  
Colaborador – Proyecto de investigación: Sistemas Algorítmicos de Espacio y Tiempo en el Arte Sonoro

Programa de investigación: Sistemas temporales y síntesis espacial en el arte sonoro  
Universidad Nacional de Quilmes

### Introducción:

La ópera contemporánea *Aliados* del compositor franco-argentino Sebastián Rivas fue compuesta contando con el continuo aporte del IRCAM (*Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique*), el cual puso su disposición sus instalaciones, sus ingenieros y sus recursos materiales. Esto implicó un complejo diseño de vanguardia, tanto en lo que respecta a la programación de software requerida para ejecutar los procesos electrónicos en tiempo real que complementan lo interpretado por los instrumentistas y cantantes, como en lo que respecta al sistema de refuerzo sonoro y a la disposición de micrófonos. Además, el IRCAM participó activamente en la realización y puesta en escena de cada una de las veinte presentaciones de la ópera, en distintos países de Europa.

La presentación de *Aliados* en Buenos Aires, inaugurando el Ciclo de Conciertos de Música Contemporánea 2015 del Teatro General San Martín, será la primera que se realice sin la participación activa del prestigioso Instituto. En cambio, los autores de

esta publicación nos haremos cargo de la Ingeniería involucrada (Pablo Formica como Ingeniero de Sonido, y Mauro Zannoli realizando los procesos electrónicos en tiempo real), basándonos en las especificaciones técnicas sugeridas por los diseñadores originales, y adaptándolas a las características de la Sala Casacuberta del TGSM, al equipamiento disponible en nuestro país, y al presupuesto disponible de la producción.

### **Sobre la ópera:**

*Aliados* nace del encuentro entre dos argentinos residentes en París: el joven compositor Sebastián Rivas y el prestigioso escritor y musicólogo Esteban Buch. Bajo la convicción de que la ópera contemporánea debe poder tratar temas políticos del pasado reciente y transmitir su resonancia en el mundo actual, concibieron esta obra en 2013, en el contexto del festival francés *Manifest*, elaborando un tema profundamente relacionado con la historia Argentina. Su primera presentación en Buenos Aires cierra un círculo natural en el destino de esta obra.

La música fue escrita para la inusual formación de cinco voces solistas y ensamble de violín, guitarra eléctrica, clarinete bajo, trombón, piano y percusión. En esta ocasión, las voces serán representadas por cinco cantantes argentinos de relevancia en el campo de la ópera y el ensamble estará compuesto por músicos argentinos. Por su parte, se contará con una nueva puesta en escena realizada por Marcelo Lombardero junto al equipo que habitualmente trabaja con él.

El subtítulo *una ópera en tiempo real* describe elocuentemente, más allá del doble sentido político, el rol fundamental que cumple la electrónica en esta obra. La misma opera como un dispositivo permanente de resignificación del mensaje dramático a partir de materiales sonoros provistos por instrumentos y voces, desarrollando lo

sugerido por el texto y la interpretación. Contribuye a evocar memorias pasadas, a recrear las diferentes locaciones en las cuales transcurre la acción, y a reacondicionar las dimensiones percibidas por el espectador respecto al tamaño de la sala y respecto a su cercanía con los protagonistas (el diseño de sonido envolvente es particularmente efectivo para este propósito).

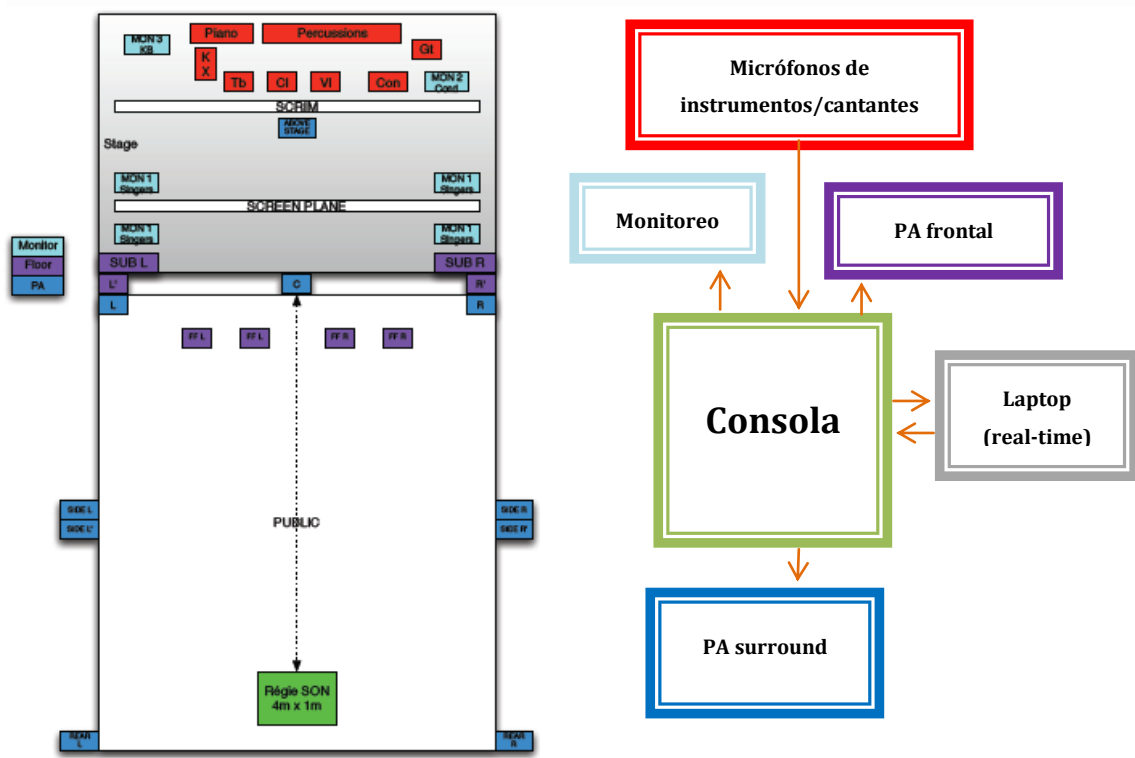
**Sinopsis:** La breve visita de Margaret Thatcher a Augusto Pinochet en 1999, cuando éste estaba siendo acusado de crímenes de lesa humanidad, es el punto de partida que pone de relieve el posible diálogo entre ambos líderes y evalúa versiones de la Historia, valiéndose de imágenes de archivo, la memoria de los actores del conflicto y las mentiras triunfalistas. El texto muestra las distintas caras del encuentro en castellano e inglés, reforzando el encierro de cada protagonista sobre su propio punto de vista, y logra poner de manifiesto la alianza estratégica de estos dos líderes durante la Guerra de las Malvinas. Mientras la locura acecha a Pinochet, Thatcher pierde la memoria, y su diálogo está marcado por estas averías psíquicas. En las banalidades que intercambian con una taza de té aún resuenan los temas que han acercado a estas figuras de la "revolución conservadora".

### **Primer contacto y análisis del *rider* técnico:**

Fuimos contactados por la producción del Ciclo de Conciertos de Música Contemporánea del TGSM por primera vez a fines de Julio de 2015, momento en el que se nos ofreció encargarnos de la ingeniería técnica de una ópera que requeriría electrónica en tiempo real. Este emprendimiento implicaba, como condición necesaria impuesta por el IRCAM, que nosotros viajáramos a sus instalaciones para capacitarnos en el control y la manipulación del dispositivo informático y electroacústico diseñado

para esta obra. Al aceptar esta propuesta se estableció una fecha determinada en la cual podríamos trabajar junto a Rivas, Buch y su equipo de ingenieros en el Instituto. Asimismo, se nos envió la partitura digital general de la obra, y el *rider* técnico confeccionado en ocasión de la presentación de *Aliados* en un festival de París.

El siguiente es un esquema básico del flujo de señales requerido para la realización de la ópera:



El *rider* contempla seis micrófonos vocales para los cantantes (uno para cada uno y otro de repuesto), veintiún micrófonos dedicados a capturar óptimamente a los diferentes instrumentos interpretados por el ensamble, y dos micrófonos dispuestos en el escenario para efectos especiales. Además, hay una línea MIDI que llega desde un controlador (destinado a reproducir un órgano Hammond) hacia la *laptop*. La siguiente es la lista de micrófonos utilizados, y su posición sugerida:

<b>Paire</b>	<b>Intrument</b>	<b>Position</b>	<b>Type micro</b>
1	Percussion	GC Sympho	Sennheiser MD421
2	"	Kick	Sennheiser MD421
3	"	SnT	Shure SM57
4	"	SnB	AKG C414
5	"	OH L	Neumann KM184
6	"	OH R	Neumann KM184
7	"	Gong	AKG C214
8	"	Tam Tam	AKG C214
9	"	Cloches	DPA 2011
10	"	Tube cloche	DPA 2011
11	"	Vibra Low	Sennheiser MKH40
12	"	Vibra High	Sennheiser MKH40
13	Piano	air (Lo)	DPA 4021
14	"	air (Hi)	DPA 4021
15	Trombone	Pavillon	DPA 4099
16	Guitare	Ampli	EV RE20
17	"	Ampli	AKG C414
18	Clarinette	air (Lo)	Neumann KM184
19	"	air (Hi)	Neumann KM184
20	Violon	air	Neumann KM150
21	"	prox	DPA 4061
22	Pinochet	Wireless 1	DPA 4061
23	Edecan	Wireless 2	DPA 4061
24	Conscrit	Wireless 3	DPA 4061
25	Thatcher	Wireless 4	DPA 4061
26	Nurse	Wireless 5	DPA 4061
27	Spare HF	Spare Wireless	DPA 4061
28	FX 1	Machine à écrire	Schertler
29	FX 2	Sous table du centre	Schertler

Diez buses contenedores de estas líneas son configurados en la consola y enviados a la *laptop* (MacBook Pro), la cual procesa en tiempo real cada uno de ellos, y retorna las señales procesadas nuevamente a la consola. Éstas vuelven en formato multicanal: esto quiere decir que la señal procesada de un instrumento (una señal mono) puede derivar, post-electrónica, en múltiples señales destinadas a cada una de las vías independientes que conforman el sistema *surround*. La descripción exhaustiva de los componentes y de la lógica de la programación se realizará en una sección posterior de este texto.

El PA está conformado por un sistema de 7.2 bocinas (siete vías de rango extendido, más dos subwoofers estéreo), con la posibilidad de generar sonido envolvente de 360° gracias a la técnica de paneo por intensidad. Además, hay otro parlante destinado a efectos especiales, independiente de todos los demás, ubicado sobre los cantantes en el escenario. Este sistema se dedica a amplificar a los instrumentos

acústicos del ensamble (esto era fundamental en el caso del *rider* enviado, ya que el mismo se hallaba por detrás de los cantantes, excesivamente lejos del público) y a las voces de los cantantes, y a reproducir la electrónica envolvente en tiempo real y archivos de audio pregrabados. Es importante considerar que *Aliados* es una ópera concebida para comunicarse con el público por medio de refuerzo sonoro, es decir que los balances de plano, de espacio y de espectro entre instrumentos del ensamble, entre los distintos cantantes, entre ensamble y cantantes, y entre sonido acústico y electrónico, son responsabilidad fundamental del Ingeniero de sonido.

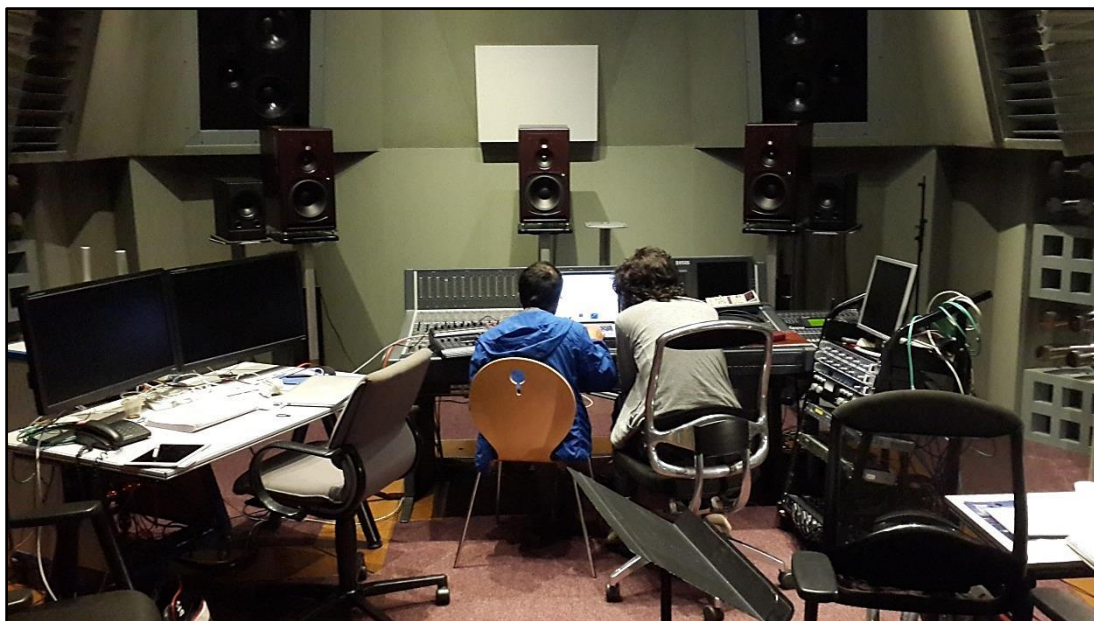
El sistema de refuerzo sonoro contempla monitores de retorno, tanto para los cantantes como para los instrumentistas. Cuatro monitores alimentados con la misma mezcla son dispuestos en cada vértice del escenario, para asegurar que los cantantes pudieran escuchar claramente al ensamble y a los procesos electrónicos que afectarían sus propias voces. También se provee al director del ensamble de un monitor, de manera que sea posible compensar el desbalance acústico provocado por la distancia no sólo respecto a los cantantes, sino también a los instrumentistas más alejados de su posición. Por último, otro monitor es ubicado en el sector cercano al pianista, quien también toca en determinado momento un sampler de órgano Hammond, y este parlante cumple el propósito de incorporar espacialmente a este instrumento al ensamble (el controlador no tiene sonido autónomo, y si el sonido del Hammond saliera únicamente por el PA provocaría una sensación de irrealidad).

Ante la ausencia de soporte audiovisual en esta etapa que nos permitiera una escucha preliminar de la ópera, la partitura fue analizada principalmente para estudiar el uso de técnicas extendidas en los instrumentos del ensamble, buscar anotaciones complejas que requirieran particular atención, y estudiar la posición y la duración de los *triggers* que habilitan la entrada de una línea al programa informático.

Desgraciadamente la partitura no representa la estructura electrónica, en parte por constar de múltiples secciones y procesos simultáneos de altísima complejidad para su notación, y en parte porque la naturaleza del procesamiento en tiempo real de fuentes acústicas ocasiona que, en cierta medida, la respuesta del sistema a ellas conserve cierto grado de imprevisibilidad. Por este motivo, no fue mucha la información que pudo obtenerse del análisis de la partitura, mientras no tuviéramos acceso al audio y/o al video de la obra interpretada.

### **Sesiones de trabajo en el IRCAM con el compositor y su equipo:**

Las sesiones de trabajo ocurrieron en el Estudio 8 del Instituto los días Cuatro y Cinco de Septiembre. Allí fuimos recibidos por Sebastián Rivas (compositor de la ópera), Julien Aléonard (ingeniero de sonido), Robin Meier (diseñador del software), y Pablo Druker (director del ensamble). Esta es una foto de dicho espacio, en la que puede verse a Zannoli y a Meier trabajando juntos:



Los objetivos generales de este encuentro eran fundamentalmente que Mauro Zannoli comprendiera el sentido estético y el funcionamiento técnico de cada componente del dispositivo informático, y que Pablo Formica comprendiera el flujo de señales desde y hacia la consola de audio. Además, este encuentro era especialmente importante para que el IRCAM pudiera constatar que los técnicos a cargo de la realización de *Aliados* en Buenos Aires estuvieran en condiciones de interpretar y de operar el nuevo sistema (adaptado a las características de la Sala Casacuberta del TGSM), y que la disponibilidad de equipamiento y de recursos técnicos pudiera satisfacer las demandas del emprendimiento.

El comienzo de la primera sesión fue dedicado a ver una filmación de la ópera, capturada en la misma presentación en París para la cual fue confeccionado el *rider*. Si bien el audio del video era estéreo, lo que no nos permitía escuchar el arreglo envolvente que fue diseñado para la obra, y ocasionaba por momentos que el balance entre las diferentes fuentes acústicas y electrónicas no fuera el pretendido, haber podido escuchar finalmente la obra completa y poder seguirla con la partitura nos dio una idea muchísimo más concreta de la función estética que cumple la electrónica en la obra, y de cuáles son los momentos críticos en los que dicho balance dependiera de una manipulación activa de nuestra parte.

Procedimos luego a ver el video nuevamente, deteniéndonos cuando fuera necesario para conversar aspectos específicos de la interpretación de los cantantes y/o de los instrumentistas, reconocer en cada escena cuáles módulos del programa estuvieran funcionando y sobre qué fuente, y destacar momentos específicos en los que una manipulación muy marcada sobre el volumen de algún instrumento o del envío de señal a los parlantes *surround* fuera requerido. El IRCAM nos proveyó de impresiones



de la partitura para que nosotros pudiéramos realizar nuestras propias anotaciones, y Robin y Julien compartieron las suyas para aconsejarnos.

La segunda mitad de la primera sesión fue dedicada a abordar ambos aspectos de la técnica de *Aliados* por separado, trabajando respectivamente Formica con Aléonard en la ingeniería de sonido y Zannoli con Meier en el diseño de software, de manera que el lenguaje y la lógica interna de cada área de conocimiento pudiera ser expuesta en detalle. A continuación se detallan las conclusiones más destacadas de este período.

**Procesamiento electrónico en tiempo real:** el software requerido para la realización de *Aliados*, junto a las correspondientes licencias, fue cedido a Mauro durante el comienzo de la primera sesión, y luego fue puesto en funcionamiento por primera vez en su *laptop* y descrito exhaustivamente por Robin Meier.

La electrónica de la obra involucra dos programas principales: Max/MSP, y Ableton Live complementado con el toolkit Max for Live y un número de procesadores específicos desarrollados por el IRCAM. Un patch realizado en Max/MSP se encarga de la automatización de los distintos parámetros que controlan la totalidad de los módulos de procesamiento, los cuales se encuentran contenidos en dos sesiones simultáneas de Ableton Live, una dedicada al procesamiento de las voces y otra a la del ensamble instrumental. Esta automatización funciona de la siguiente manera: mediante un *trigger* (manipulado durante las funciones por el compositor Sebastian Rivas) se dispara una lista de eventos que hacen eco en el patch, y este envía órdenes de cambios de parámetros vía protocolo MIDI al Ableton Live. Estas órdenes modifican, en respuesta, los diferentes parámetros de los distintos módulos de procesamiento cargados en las sesiones de Ableton Live. A su vez, este mismo *trigger* eventualmente activa la reproducción de determinados archivos de audio.

De las cinco voces, las tres correspondientes a los personajes de Pinochet, Thatcher y del conscripto son eventualmente procesadas, cada una con cualidades (y por lo tanto, con ciertos módulos) singulares y diferenciadas. Las dos restantes, correspondientes al edecán y a la enfermera, no requieren procesamiento. Por su parte, el ensamble es procesado de manera muy diferente en función de cada escena, a veces en su totalidad y funcionando como un solo objeto orgánico, a veces selectivamente por grupos de instrumentos, y a veces solo algunos gestos de algún instrumento en particular ingresan en el programa.

Si bien el programa es realmente muy complejo y extenso, a continuación se enumeran y se describen los procesos más recurrentes y característicos que pueden percibirse durante la performance:

- *Granulación*: se fragmenta el audio entrante en porciones pequeñas, y se modifica tímbricamente cada uno de esos granos de forma independiente. Los parámetros sobre los que se opera son la altura, la localización espacial, el tamaño del grano, y la distancia entre granos.
- *Pitch-Shifter*: proceso de modulación por el cual se cambia la altura de la voz una determinada cantidad de semitonos (o fracciones de semitonos).
- *Freeze*: “congelamiento” en el tiempo de una porción de audio.
- Otros efectos más comunes: distorsión, filtros espectrales, reverberaciones, moduladores de altura/localización/espectro/ganancia.

Algunos procesos empleados únicamente en las voces:

- *GrainMosaic*: se fragmenta en porciones la señal correspondiente a un cantante, y cada porción es analizada y comparada con un archivo de audio correspondiente a la misma frase que se está diciendo o cantando en escena.

Luego el programa selecciona la porción del archivo de audio más compatible con la señal entrante, y ambas son reproducidas en simultáneo, generando un efecto de “dúo” entre la frase original y la reinterpretación del cantante.

- Separación entre consonantes y vocales: este proceso separa mediante compuertas selectivas las vocales de las consonantes, analizando las formantes de la voz y la microdinámica en distintas regiones del espectro. Una vez separadas, a las vocales se les aplica *freeze* (con el procesamiento explicado anteriormente), y a las consonantes se les aplica un delay con considerable feedback que se espacializa en *surround*.

**Ingeniería de sonido:** una de las observaciones más destacadas fue el altísimo y atípico grado de manipulación activa que el ingeniero debe tener sobre la consola durante toda la performance. Esto es porque el balance de planos es sorpresiva y abruptamente dinámico de un momento a otro, y teniendo en cuenta que la acción musical de la obra dirigida al público proviene casi exclusivamente del sistema de refuerzo sonoro, este balance depende mucho más de la acción del ingeniero de sonido que del propio control de la dinámica por parte de los instrumentistas y cantantes.

Esta condición no sólo afecta de manera directa a la amplificación de fuentes acústicas: aún más importante es la responsabilidad que el ingeniero tiene sobre la dinámica de las señales enviadas a la *laptop*. El control sobre el nivel de envío de cada uno de los diez buses que parten desde la consola hacia el software es vital para que el resultado sonoro post-procesamiento sea el pretendido, ya que la gran mayoría de los procesos en tiempo real reaccionan muy diferentemente en función de esto. Un nivel inferior al necesario ocasionaría que la compuerta no se abriera, impidiendo la entrada de la señal al procesador y por lo tanto su funcionamiento. Un nivel por sobre el tolerable provocaría redundancias y solapamientos entre ciclos del proceso, resultando

en una distorsión tímbrica indeseada, y un probable descontrol en el nivel de salida hacia el PA.

Naturalmente Julien Aléonard aconsejó que, dado el alto grado de sensibilidad espectral y dinámica del software, y aprovechando las versátiles prestaciones que ofrece una consola digital, estos envíos a la *laptop* fueran convenientemente filtrados y comprimidos. Esta práctica, si bien es usual en toda operación de un sistema de refuerzo sonoro, puede ejecutarse más libre y pragmáticamente en una situación como esta, en la cual la prioridad no es preservar el timbre ni la musicalidad del instrumento acústico, sino compatibilizar las características de la señal de audio con los requerimientos del diseño informático, con el objetivo que éste produzca el resultado sonoro pretendido.

La otra observación principal sobre la que trabajamos en este período tuvo que ver con la distribución de los elementos musicales en el espacio sonoro. Los mismos, para comodidad del operador, fueron clasificados en tres secciones funcionales:

- Voces directas de los cantantes: los cinco canales vocales directos quedan anclados en el parlante central, independientemente de la posición del cantante en el escenario. Esta es una práctica muy usual en performances musicales y dramáticas, y también en el cine.
- Instrumentos musicales del ensamble: los canales directos correspondientes a los micrófonos y al controlador MIDI son distribuidos entre los parlantes frontales (a ambos lados del parlante central), imitando su posición relativa. El tratamiento espacial (mediante paneo y uso de reverberación digital) de estas líneas es fundamental para que el ensamble, de tan sólo cinco músicos, sea percibido como más grande y numeroso de lo que es.

- Electrónica en tiempo real y archivos de audio disparados: La electrónica ocupa los diez parlantes dedicados al PA. Su comportamiento es mucho menos sistemático, y varía sensiblemente entre escenas, pero en líneas generales responde orgánicamente, expandiéndose dinámicamente desde el centro del escenario hacia los lados y hacia atrás. Si bien en principio el balance de los niveles de envío a cada parlante ya está programado desde el software, está prevista la configuración en la consola de una matriz capaz de controlar la ganancia de salida de los parlantes laterales y traseros, y así destacar la presencia y la espacialidad de la electrónica con respecto al sonido directo.

La segunda sesión de trabajo en el IRCAM fue dedicada a realizar una simulación completa de *Aliados*, utilizando las prestaciones del Estudio 8. En reemplazo virtual de los cantantes e instrumentistas, fue posible reproducir una grabación *multitrack* de su performance, registrada en 2013 durante un ensayo general previo al estreno. Esta experiencia cumplió dos objetivos fundamentales. El primero fue que el dispositivo informático, ya instalado en la *laptop* de Zannoli, fuera puesto a prueba para asegurarnos que todos los módulos que lo componen funcionaran correctamente, y que el ruteo interno de las diferentes señales digitales involucradas estuviera bien realizado. Los buses de envío integrados por estas líneas fueron conformados utilizando la consola Studer D950S presente en el estudio, y enviados a la MacBook vía ADAT, de la misma manera que se sugiere en el *rider*. Luego, el retorno ya en formato *surround* volvía a pasar por la consola (para poder manipular desde ésta el balance general de la música), y era dirigido al sistema de parlantes 7.2 del estudio.

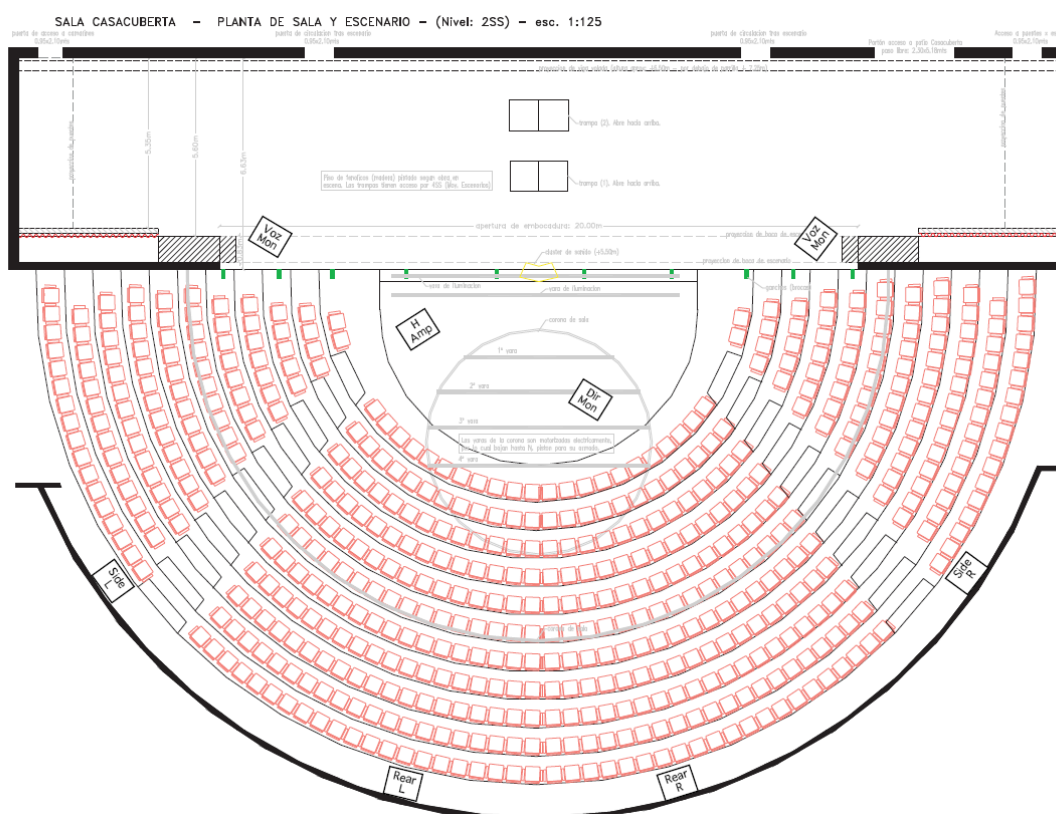
El segundo objetivo fue que nosotros pudiéramos familiarizarnos con la lógica del diseño *surround*, pretendido por el compositor y puesto en práctica por su equipo técnico, cosa que hasta el momento no habíamos podido hacer. Esta escucha fue

fundamental para poder tomar verdadera dimensión del rol de la electrónica en el discurso musical de la obra, y de su interacción con el sonido directo de los músicos, no sólo ya en función del balance de planos, sino también en función de la disposición espacial (al escuchar en *surround* y no en estéreo), y en función del rango espectral (al poder evitar cancelaciones de fase y filtrados producidos por la reducción del número de vías de salida). Nos permitió identificar, y señalar en nuestras respectivas partituras, aquellos momentos críticos que por su complejidad (tanto desde el control del software como desde la operación de la consola) requerirán de nuestra intervención activa. De hecho, como ejercicio práctico, repetimos varias veces las escenas más complejas de la ópera, en busca de la depuración de técnica de operación en base a las recomendaciones de Meier y Aléonard.

En esta segunda y última sesión, también fue muy importante la presencia de Pablo Druker, quien dirigiría al ensamble instrumental y al conjunto vocal durante las presentaciones en el TGSM. Si bien él ya había comenzado a trabajar con estos artistas basándose en la reducción para piano de la obra, durante estas sesiones también se produjo su primer contacto con la performance completa, y con la incorporación de la electrónica envolvente en tiempo real a lo interpretado por los músicos. Conocer su impresión acerca de la relación entre lo acústico y lo electrónico en *Aliados* fue de gran provecho para nosotros, fundamentalmente por su contribución a la planeación de un esquema de trabajo eficiente y ameno durante los ensayos previos al estreno.

## Análisis de la sala Casacuberta del TGSM, adaptación del sistema de refuerzo sonoro, y confección del nuevo *rider*:

El período entre nuestro regreso de París y el comienzo de los ensayos fue dedicado al rediseño del sistema de refuerzo sonoro, basándonos en el *rider* original, y contemplando nuevas variables técnicas específicas respecto a la sala Casacuberta del TGSM, al equipamiento disponible en el mercado local, y a nuestras propias preferencias. La siguiente es la planta que propusimos para el nuevo *rider*:



Entre los aspectos positivos destacables, esta es una sala particularmente seca, con un tiempo de reverberación muy corto, lo cual es muy beneficioso para la música amplificada, y contribuye a una más precisa localización espacial. Tiene un escenario amplio, muy cómodo para el despliegue requerido en *Aliados*. A diferencia de la sala para la cual fue diseñado el *rider* original, Casacuberta cuenta con un foso en el que se

ubicará el ensamble, lo que permite confinarlo en un espacio reducido y aislado de la “contaminación” sonora proveniente del PA y de las voces de los cantantes.

Por otro lado, entre los aspectos negativos, la cercanía entre el foso y el público dificultará el balance de planos del ensamble con respecto a las voces y a la electrónica. Será necesario compensar con un nivel de volumen más elevado a estos elementos para lograr el equilibrio pretendido respecto al sonido acústico directo de los instrumentos, los cuales probablemente sean muy levemente (o no) amplificados. Otra de las complicaciones está relacionada con las dimensiones propias de la sala y la disposición de las butacas en el espacio destinado al público: de observar la gran diferencia en la distancia relativa a cada parlante del PA entre distintas butacas, es evidente que la percepción del espacio y del diseño *surround* variará drásticamente entre distintos sectores, y también es evidente que la región del *sweet spot* abarca únicamente unas pocas localidades. Ambos aspectos deben ser tenidos en cuenta como factores que influirán en la manera en la que el público experimentará la obra, aunque el segundo difícilmente pueda ser solucionado de otra manera que no sea restringiendo el acceso a los sectores más perjudicados (lo que es económicamente inviable para la producción).

Parte de nuestro trabajo incluye realizar un inventario del equipamiento técnico que será necesario tener a disposición para la realización de *Aliados*. En consecuencia, a continuación se destacan los recursos que han sido solicitados a la producción.

La sala está provista de un sistema de PA 5.2 propio, del cual se utilizará el 3.2 frontal, descartando los dos parlantes traseros. A éste se le añadirán los parlantes laterales y traseros necesarios para completar el 7.2 requerido, así como el parlante de efectos ubicado sobre los cantantes. Es muy importante que todo el sistema de PA esté conformado por parlantes de la misma marca y modelo: esto nos ahorrará muchísimo



tiempo en la calibración del sistema, y ofrecerá un frente de onda mucho más coherente en fase, en composición espectral y en rango dinámico.

Los monitores serán dispuestos como lo indica el diagrama. La diferencia con el *rider* original es que se redujo la cantidad de monitores dedicados a los cantantes de cuatro a dos: los cuatro monitores, uno en cada vértice del escenario, respondían a la necesidad de asegurar que los cantantes tuvieran un retorno adecuado independientemente de la dirección en la que se encontraran, teniendo en cuenta que en esa puesta en escena en particular ellos pasaban gran parte del tiempo de espaldas al público, algo que en la puesta de escena de Buenos Aires no ocurrirá. En consecuencia, los dos monitores adicionales se consideraron redundantes y se eliminaron. Por su parte, los dos monitores destinados al foso, cada uno con su respectiva mezcla, serán mantenidos en la misma función y ubicación con respecto al diseño original.

La cantidad de micrófonos no fue modificada, y la técnica de ubicación coincidirá, al menos en principio, con la sugerida por Julien Aléonard. Tal vez lleguemos a la conclusión de que algunos de ellos sean redundantes, especialmente teniendo en cuenta que al estar en el foso los instrumentos estarán muy protegidos de la “contaminación” sonora de fuentes adyacentes, pero optamos por reservarnos la eventual decisión de prescindir de alguno/s de ellos llegado el momento del trabajo durante los ensayos. A fin de aliviar un poco el presupuesto requerido, sí se ofrecieron alternativas de marcas y modelos a las sugeridas en el *rider* original, ya que muchos de los micrófonos que en el IRCAM se encuentran a disposición de este tipo de emprendimientos, en nuestro mercado local son mucho más escasos, y reservados casi exclusivamente para estudios de grabación. De todas maneras, estas alternativas no involucran equipamiento de menor calidad, sino simplemente de mayor disponibilidad.

Por último, la consola Yamaha DM2000 utilizada por Aléonard fue reemplazada por una Behringer X32. Esta decisión fue tomada por distintos motivos. La X32, gracias a sus muy útiles prestaciones, a su conveniente tamaño, y a su muy bajo costo, se está convirtiendo en un verdadero estándar en la industria del refuerzo sonoro de nuestra región. Es, por lo tanto, mucho más fácil de conseguir que la Yamaha, la cual ya tiene muchos años en el mercado, y no tuvo el éxito comercial sus sucesoras M7 y LS9. Además, la Behringer X32 permite un flujo de trabajo muchísimo más fluido, al optimizar la posición, el orden y el tamaño de los controles, y esto se presume fundamental para conseguir una mayor efectividad durante la performance de la ópera, especialmente en los pasajes más complejos y que requieran mayor manipulación activa. Otro factor influyente en la decisión fue que esta consola es una de las más conocidas por Formica, quien estará a cargo de su operación, y teniendo en cuenta la gran cantidad de tareas involucradas en la ingeniería técnica de *Aliados* y en el reducido tiempo con el que se cuenta para realizarlas, trabajar con equipamiento conocido se presume como una estrategia efectiva para ahorrar tiempo y evitar problemas imprevistos.

### **Armado definitivo del sistema y desarrollo de ensayos**

La actividad dentro de la sala Casacuberta del Teatro General San Martín comenzó el día Martes 20 de Octubre, conforme con el siguiente cronograma:

	Mañana	Tarde		Noche	
Martes 20	Armado del sistema de sonido				
Miércoles 21	Playback de la obra pregrabada en multitrack	Test de micrófonos inalámbricos			
Jueves 22	Test de electrónica en la voz de Thatcher	Test de electrónica en voz de Pinochet y Colimba	Armado y microfoneo de instrumentos		
Viernes 23	Ensayo del ensamble con tests de electrónica	Ensayo conjunto con electrónica			
Sábado 24	Ensayo del ensamble con electrónica	Ensayo de actores sin sonido			
Martes 27					Ensayo conjunto
Miércoles 28					Calibración del sistema de PA
Jueves 29				Ensayo general	
Viernes 30				Ensayo general	
Sábado 31				FUNCIÓN 1	
Domingo 1				FUNCIÓN 2	

Paralelamente a las actividades relacionadas con el soporte técnico de la obra dentro de la sala, continuaron desarrollándose ensayos tanto instrumentales como escénicos en estudios aledaños. La mecánica general se basó en trasladar gradualmente estos ensayos (total o parcialmente) hacia Casacuberta, en función de dos factores. El primero fue que el traslado, la amplificación, y el procesamiento en tiempo real de las fuentes no los entorpeciera ni los demorara. El segundo fue que, cumplida la primer condición, este traslado se realizara lo antes posible para que los artistas pudieran acostumbrarse a las dimensiones y a la acústica de la sala, y comenzar a "dialogar" con el sonido resultante del procesamiento electrónico de sus interpretaciones, algo que nunca habían experimentado en los ensayos previos, y que únicamente habían escuchado unas pocas veces en la grabación general de la obra.

Las siguientes imágenes muestran la manera en la que los micrófonos fueron ubicados definitivamente, tanto en el pistón del ensamble, como los inalámbricos de los cantantes:



Durante la primera semana de ensayos, del Martes 20 al Sábado 24 de Octubre, el Teatro requirió que el sistema de sonido de Aliados fuera desarmado y guardado, debido a que por las noches la sala estaría ocupada con otro espectáculo. En consecuencia, el armado durante este período no fue definitivo, y tuvo que ser repetido y controlado al comienzo de cada jornada, lo que provocó demoras adicionales. Para reducirlas, y para asegurar su correcto funcionamiento, se confeccionó una lista de procedimientos técnicos dedicados a optimizar esta revisión, incluyendo entre otros:

- El control de los conexiones de entrada y salida de la consola, y en las patcheras correspondientes a los micrófonos de los instrumentos y a los micrófonos inalámbricos para las voces.

- El envío de ruido blanco (generado desde la consola) a cada uno de los parlantes del PA y de monitoreo de escenario, para verificar su correcto conexionado y funcionamiento.
- La activación de los canales de entrada y salida en la consola, los cuales conviene desactivar antes de apagar y desconectar la consola.
- La correcta ubicación de cada uno de los 20 micrófonos instrumentales, y la instalación de los micrófonos inalámbricos de los cinco cantantes y los dos micrófonos inalámbricos destinados a efectos especiales (que reemplazaron por cuestiones escénicas a los micrófonos piezoeléctricos de contacto).
- El adecuado flujo de señales, en nivel y en espectro, desde la consola hacia la Laptop y viceversa.

La comunicación vía FireWire entre la Laptop y la consola Behringer X32 (actuando esta última como interface de audio, además de como mesa de mezcla), mereció una especial atención que fue fundamental para el adecuado funcionamiento de los procesamientos electrónicos en tiempo real, y que demandó una considerable cantidad de tiempo para realizar pruebas y ajustes. Una vez definida la posición óptima de los micrófonos vocales, instrumentales y de efectos, utilizados no sólo para amplificar las correspondientes fuentes sino además (y fundamentalmente) para alimentar a la electrónica, comenzó un minucioso proceso de acondicionamiento de las señales enviadas, agrupadas en buses de la siguiente manera:

- Percusión (12 canales)
- Piano (2 canales)
- Clarinete (2 canales)
- Violín (1 canal)
- Guitarra (1 canal)

- Trombón (1 canal)
- Efectos especiales (2 canales: máquina de escribir, mesa con medicinas)
- Voz del colimba (1 canal)
- Voz de Thatcher (1 canal)
- Voz de Pinochet (1 canal)

El primer paso fue lograr un adecuado balance entre las distintas señales enviadas a un mismo bus, especialmente en el caso del bus de percusión. Esto se debe a que algunos micrófonos contenían información más relevante que otros en lo referido al procesamiento electrónico, y en consecuencia debían tener más prioridad. El segundo y fundamental paso, fue la optimización de estas señales respecto a los siguientes parámetros:

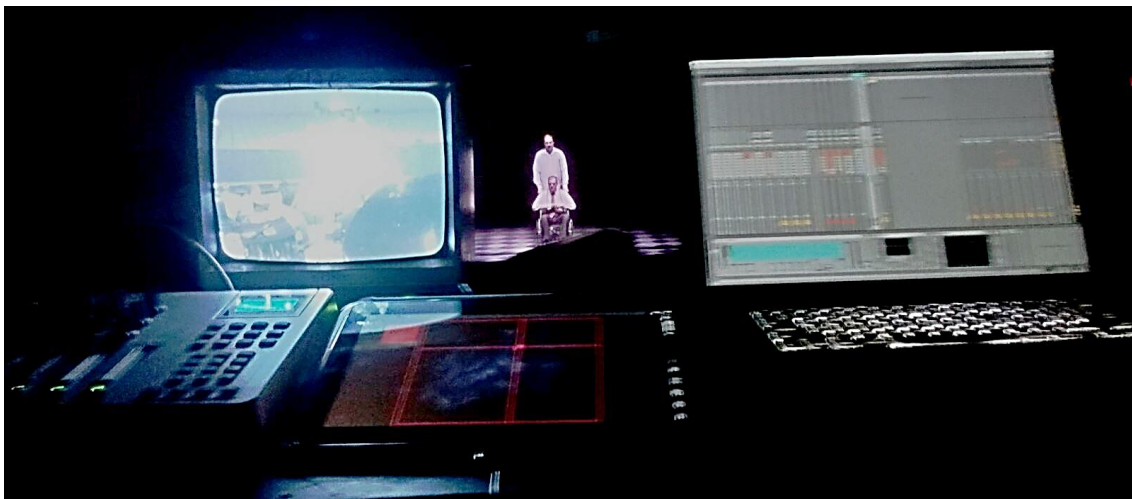
- Nivel de la señal: fundamental para que los procesos electrónicos reaccionen de la manera pretendida. Un nivel de envío demasiado bajo ocasionaría que los mismos no se activaran, y un nivel de envío demasiado alto ocasionaría artefactos y distorsiones indeseadas.
- Rango dinámico: la clave para mantener al nivel de las señales de envío dentro de los márgenes óptimos, fue procesarlas dinámicamente. Una adecuada expansión garantizó que la contaminación de fuentes adyacentes no activara un determinado micrófono que en ese momento no correspondiera que ingresara al patch, por ejemplo la proveniente de la percusión en los micrófonos del clarinete. Asimismo, una considerable compresión (o eventual limitación, de ser necesario) fue aplicada en general en todos los canales, especialmente en los que ingresaban al patch. Si bien la compresión reduce el rango dinámico de lo captado, afectando la expresividad de la interpretación, se decidió privilegiar el control de la dinámica de estas señales con el objetivo de que la electrónica

actuara de manera apropiada: si el rango dinámico de entrada al patch no estuviera controlado, el riesgo de una reacción imprevisible y desagradable sería demasiado alto.

- Contenido espectral: si bien la ecualización a los canales instrumentales y vocales se aplicó con el criterio de obtener un sonido natural, que no exagerara la percepción de que las fuentes estaban siendo amplificadas y que tendiera a destacar las virtudes tímbricas, en el caso de los envíos al patch se utilizó un criterio mucho más pragmático. Dependiendo de la naturaleza de la fuente, y del tipo de reacción pretendido por el procesamiento electrónico, la ecualización adoptada contribuyó a facilitarla. Por ejemplo, un instrumento como el clarinete bajo, el cual era procesado predominantemente con efectos orientados a su pitch (*pitch bend*, *freeze*, *pitch stretch*, granulación) fue ecualizado reforzando la región de graves y medios-graves que contiene las tónicas de las notas ejecutadas. Por el contrario, un instrumento como el bombo, con una intensa carga transitoria, fue ecualizado en su envío para destacar el ataque y para atenuar el sustain (por ejemplo atenuando fuertemente la región de medios-graves entre 150 y 350 Hz, en la cual los segundos y terceros armónicos continúan excitados luego del golpe inicial).

Una vez organizadas las señales enviadas a la Laptop, fue tarea de Zannoli y del propio Sebastian Rivas (quien participó de todos los ensayos y de las funciones) rutear los diez buses hacia los procesos indicados, y dispararlos en el orden y la manera correcta. Dentro de los patches de Live y de Max/MSP también hubo que dedicar una cantidad considerable de tiempo a determinar umbrales de activación (prácticamente todos los procesos incluyen compuertas de entrada y de salida), así como reacondicionar los niveles de envío de cada efecto a cada uno de los parlantes del PA, teniendo en

cuenta que esto está directamente relacionado con las dimensiones y las características acústicas de la sala en la que la obra se está interpretando. En la siguiente imagen pueden observarse los artefactos técnicos utilizados para controlar la electrónica de Aliados: BCF2000 para controlar el mix interno de la electrónica y disparar eventos, iPad para orientar en tiempo real las fuentes hacia el PA surround, y laptop MacBook con los patch de Live y de Max/MSP.



Con respecto a la mezcla de sonido, Pablo Formica organizó las distintas señales ingresantes en la consola en los ocho DCAs (Digitally Controlled Amplifier) que provee la consola Behringer X32. Los mismos consisten en un único fader, que a su vez controla a múltiples otros, no sumando estas señales en una única (como sí lo hace un bus) sino simplemente manipulándolas en simultáneo. De esta manera, por ejemplo, resulta mucho más práctico subir el nivel de todo el ensamble instrumental (que incluye 20 canales) con respecto a las voces y a la electrónica, sin la necesidad de operar sobre semejante cantidad de faders. Las siguientes imágenes muestran la distribución de los canales de entrada y salida de la consola, incluyendo los DCAs utilizados para operar el PA durante las funciones, así como el iPad con la aplicación 'Behringer X32-Mix' utilizado durante el armado y chequeo del sistema para controlar remotamente la mesa.



SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO

CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8 CH9 CH10 CH11 CH12 CH13 CH14 CH15 CH16

MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE

CH 1-16

CH 17-32

AUX IN / USB FX RETURNS

BUS MASTER

SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO

Ch17 Ch18 Ch19 Ch20 Ch21 Ch22 Ch23 Ch24 Ch25 Ch26 Ch27 Ch28 Ch29

MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE

CH 1-16

CH 17-32

AUX IN / USB FX RETURNS

BUS MASTER

SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO

Aux1 Aux2 Aux3 Aux4 Aux5 Aux6

MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE

CH 1-16

CH 17-32

AUX IN / USB FX RETURNS

BUS MASTER

SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO SOLO

Bus1 Bus2 Bus3 Bus4 Bus5 Bus6 Bus7 Bus8 Bus9 Bus10 Bus11 Bus12 Bus13 Bus14 Bus15 Bus16

MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE MUTE

CH 1-16

CH 17-32

AUX IN / USB FX RETURNS

BUS MASTER

