

**Proyecto:** Concierto de Piano de Horacio Lavandera.

**Asunto:** Informe acústico y electroacústico final.

**Cliente:** NorDelta.

**Fecha:** Lunes 7 de Mayo de 2006.

---

### **Concierto de Horacio Lavandera en NorDelta**

IngenieríaDeSonido.com fue la responsable del sonido e iluminación del espectáculo y del diseño acústico de la carpa para que todo el conjunto se viera y oyera como en un auditorio para Música Clásica y Conciertos de Piano.

Lograr los objetivos arriba mencionados no fue tarea fácil. Apoyados en softwares de simulación y graficación, y en un equipo de profesionales de cada área específica intachables, se alcanzó el objetivo.

Nuestro trabajo comenzó tres meses antes del evento con algunas reuniones con las organizadoras por parte de NorDelta y con José María Lavandera, Padre del virtuoso concertista, quienes tenían muy claro el resultado final buscado.

Las premisas fueron muy precisas. Se nos requirió que la carpa sonara como una sala de conciertos, que el artista no debía escuchar el sistema de reamplificación sino sólo el suave decay de la sala, que el sonido percibido por la audiencia fuese de la mayor calidad posible, al nivel de Horacio Lavandera y que el espectáculo tuviera un diseño de iluminación climático que complementara un espectáculo inolvidable. Y se añadió un dato final más: el piano sería un *Steinway & Sons* de cola.

Una vez analizado el proyecto de producción artística de la totalidad del show, se concluyó que no sólo debíamos cumplir con las premisas anteriores sino previamente con algunas más, a saber:

#### Acústica:

Atenuar las reflexiones fuertes de todo interior de carpa.

Maximizar la inteligibilidad de la palabra y claridad musical en toda el área de escucha.

Diseñar acústicamente para un RT60 de aproximadamente 1 segundo a frecuencias medias.

Simular los coeficientes de absorción de los materiales de la carpa.

Diseñar las formas de la carpa para lograr lo anterior.

Diseñar los revestimientos interiores de la carpa.

Atenuar todo sonido proveniente de la carpa sobre el concertista.

#### Sonido:

Lograr una imagen sonora de clara localización y de gran ancho acústico aparente.

Implementar un sistema de muy alta calidad.

El sistema debía estar situado del lado del escenario y ser estéreo.

Evitar todo procesamiento dinámico.

Minimizar el uso de ecualizadores.

Realizar la captación sonora con sólo dos micrófonos de cápsula grande.

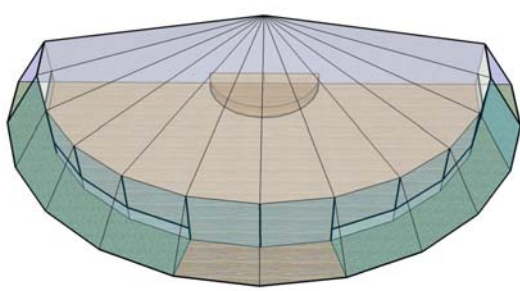
#### Iluminación:

Acompañar al artista con una iluminación climática.

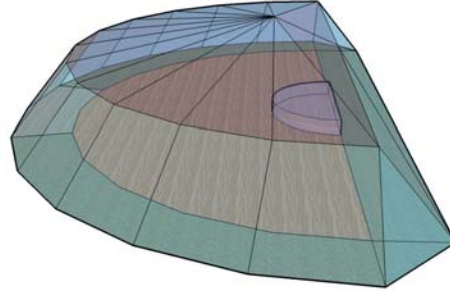
No distraer al concertista con los cambios.

Complementar el concepto de "concierto clásico de piano".

El trabajo realizado se inició diseñando las formas de una carpa cuya simulación acústica diera por resultado la respuesta al impulso deseada (sin reflexiones fuertes y con un decay de 1 segundo aproximadamente). Para esto se debió estimar el coeficiente de absorción de la tela a utilizar en la carpa.

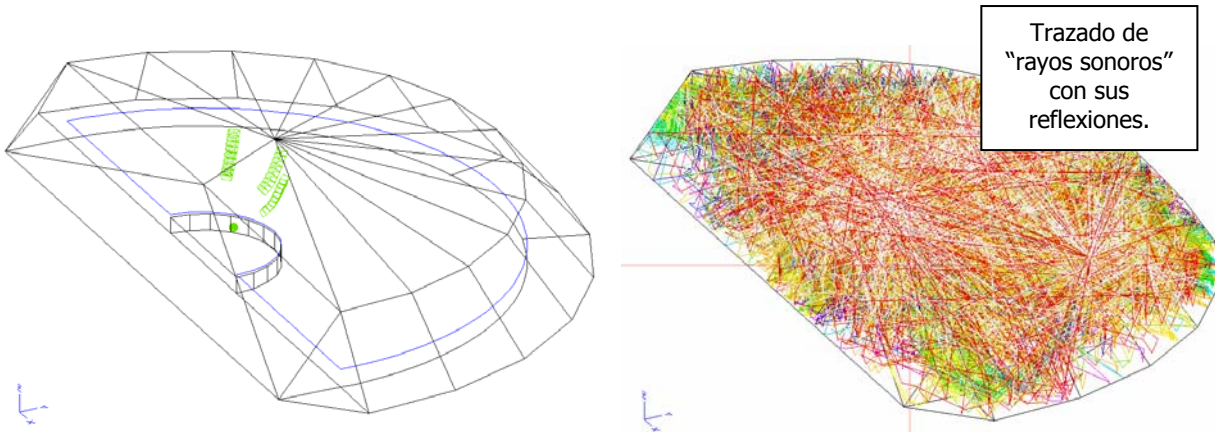


Modelo inicial

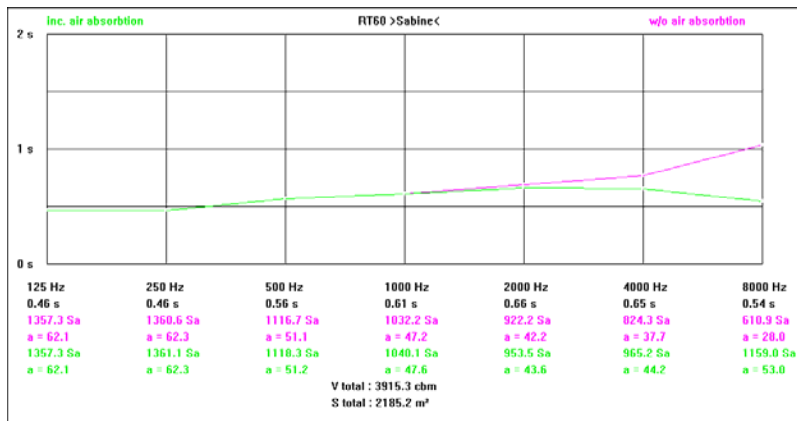
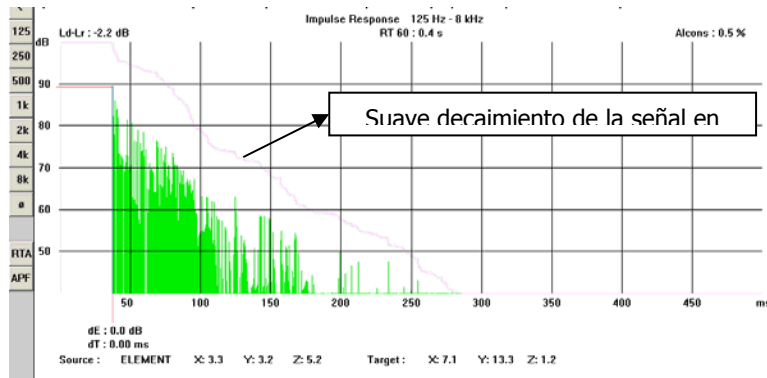


Modelo mejorado

Estos diseños permitían que la audiencia estuviera más cerca del concertista, brindando una sensación más intimista. El primer modelo fue modificado hasta llegar al segundo modelo, con el que se obtiene una acústica (de una carpa) casi inmejorable con los elementos básicos de una carpa.

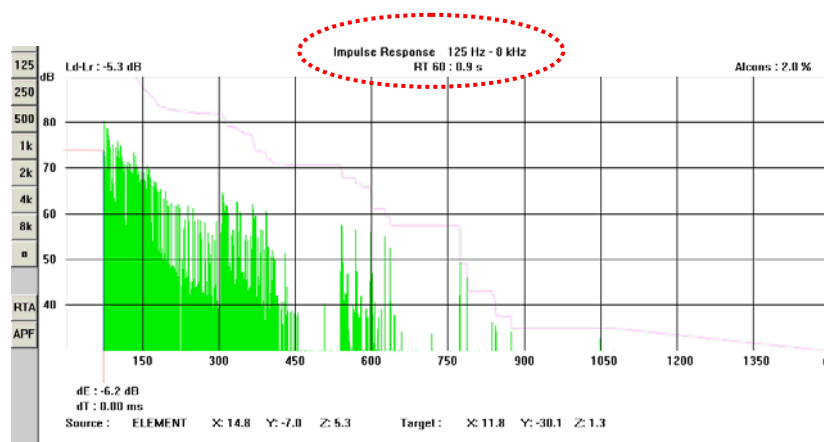
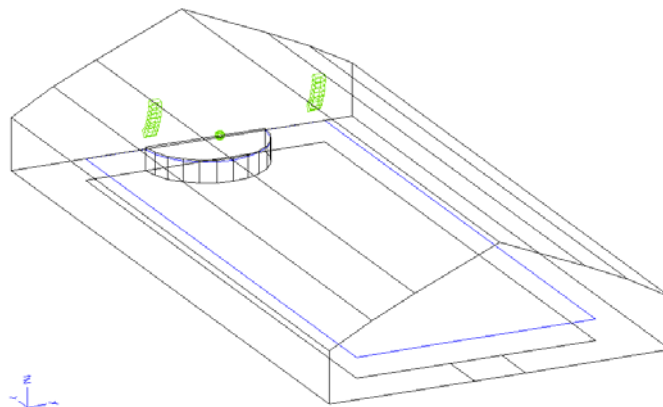
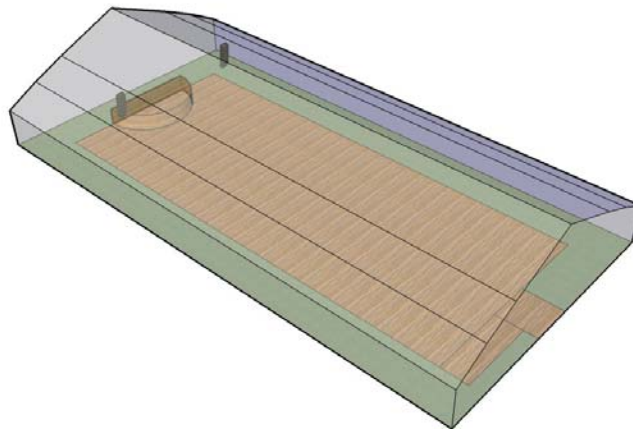


Trazado de "rayos sonoros" con sus reflexiones.



Lamentablemente el modelo mejorado tendría un tiempo de preparación y armado mucho mayor del que se disponía, razón por la cual se procedió a trabajar en el diseño acústico con las formas estándar. A

éste se le agregaron tratamientos acústicos que quedaron ocultos detrás del revestimiento estético del techo, paredes delantera y trasera de la carpa.



Esto último fue el resultado de la predicción sonora en sólo un punto de la audiencia (considerando  $\frac{3}{4}$  de ocupación de la misma).

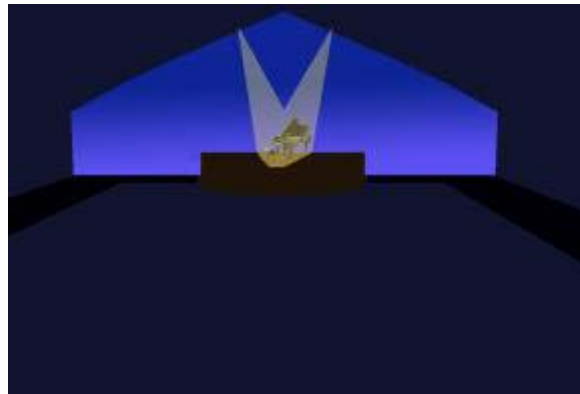
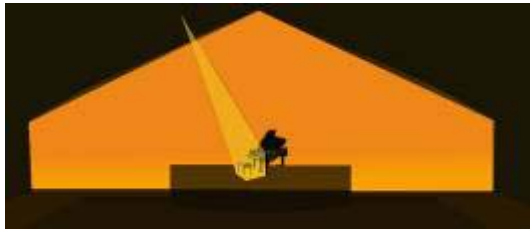
Cabe mencionar que las simulaciones se realizaron tanto con una fuente sonora omnidireccional como con los dos line arrays a aplicar.

Los dos line arrays elegidos fueron de la marca NEXO, modelo Geo S.

Para colgarlos a la distancia apropiada se necesitó reforzar la estructura de la carpa y así soportar los dos puntos de cuelgue para 250Kg de carga cada uno.



El Diseñador de Iluminación trabajó con Ingeniería de Sonido.com para lograr un diseño climático, sin sobresaltos y propio de un concierto clásico. Algunos de los renders fueron:



Lo arriba esquematizado se llevó a cabo de la siguiente forma:



La técnica microfónica aplicada fue ORTF, la que proveía una captación estereofónica con variaciones de amplitud y tiempo. Se utilizaron micrófonos AKG 414. La señal fue reamplificada abriendo los paneos de los canales para proveer a la audiencia de una importante *decorrelación binaural*. Simultáneamente la señal reamplificada fue retrasada para generar un frente de onda coherente con la señal acústica proveniente del piano y así, junto con la señal estereofónica captada configurar una señal general con gran ASW (Apparent acoustic Source Width), parámetro éste definitorio (junto con la decorrelación binaural) de una Sala con buena acústica interior.



Además se realizó la grabación multicanal del show, tanto los micrófonos del piano como un par estéreo de micrófonos omnidireccionales espaciados en la zona de la Audiencia y un par de micrófonos sobre una cabeza artificial tal que la toma resultara binaural, también ubicada en la audiencia.

Los resultados generales y particulares fueron óptimos. Las predicciones acústicas y electroacústicas fueron corroboradas y el espectáculo ciertamente fue inolvidable.



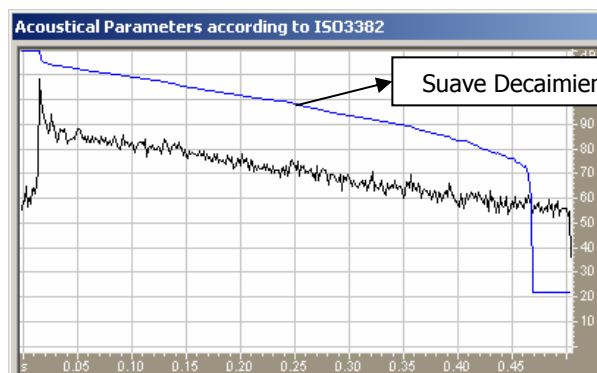
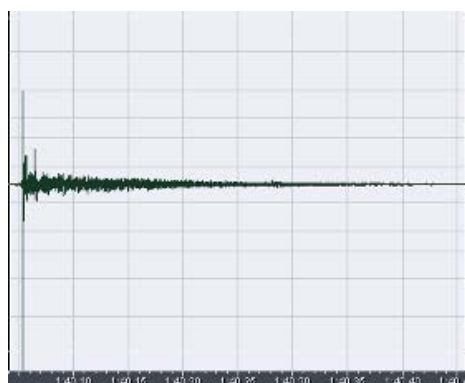




Al finalizar el evento se midió la respuesta al impulso del sistema *Line array – Carpa* obteniéndose un Tiempo de Reverberación (RT60) general de 0.84 segundos.

Una de las mediciones fue:

Line Array Izquierdo, Micrófono en el centro de audiencia derecha:



Post procesando la anterior respuesta al impulso da los siguientes resultados (según la norma ISO 3382):

| ISO 3382 OCTAVE BAND ACOUSTICAL PARAMETERS |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Freq. [Hz]                                 | 31.5   | 63     | 125   | 250   | 500   | 1000  | 2000  | 4000  | 8000  | 16000 | Lin   | A     |
| Signal [dB]                                | 21.78  | 48.47  | 60.57 | 67.80 | 68.94 | 69.81 | 71.16 | 73.26 | 76.55 | 77.78 | 81.03 | 80.57 |
| Noise [dB]                                 | -8.87  | 21.96  | 26.75 | 34.80 | 43.27 | 46.08 | 47.52 | 47.27 | 39.95 | 26.57 | 53.12 | 53.48 |
| strenGth [dB]                              | -47.22 | -20.53 | -8.43 | -1.20 | -0.06 | 0.81  | 2.16  | 4.26  | 7.55  | 8.78  | 2.03  | 3.57  |
| C50 [dB]                                   | 18.02  | 8.33   | 6.61  | 9.73  | 7.37  | 7.39  | 5.91  | 6.76  | 9.37  | 14.34 | 8.38  | 7.91  |
| C80 [dB]                                   | 19.71  | 16.23  | 11.46 | 11.13 | 8.99  | 9.03  | 7.65  | 8.53  | 12.44 | 18.19 | 10.48 | 9.94  |
| D50 [%]                                    | 98.45  | 87.20  | 82.10 | 90.37 | 84.53 | 84.56 | 79.60 | 82.59 | 89.63 | 96.45 | 87.33 | 86.06 |
| Ts [ms]                                    | 28.31  | 45.61  | 38.03 | 23.70 | 28.83 | 24.87 | 30.57 | 24.25 | 13.66 | 5.75  | 18.27 | 19.67 |
| EDT [s]                                    | 0.28   | 0.44   | 0.39  | 0.39  | 0.78  | 1.06  | 1.15  | 1.07  | 0.68  | --    | 0.78  | 0.90  |
| T20 [s]                                    | 0.51   | --     | 0.54  | 0.66  | 0.83  | 0.92  | 0.92  | 0.84  | 0.67  | 0.46  | 0.82  | 0.84  |
| r T20                                      | 0.96   | --     | 0.98  | 0.98  | 0.99  | 0.99  | 0.99  | 0.99  | 1.00  | 0.99  | 1.00  | 1.00  |
| T30 [s]                                    | 0.66   | 0.81   | 0.47  | 0.68  | 0.78  | 0.85  | 0.82  | 0.76  | 0.64  | 0.47  | 0.77  | 0.78  |
| r T30                                      | 0.97   | 0.91   | 0.98  | 0.99  | 0.99  | 0.99  | 0.98  | 0.99  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.99  |
| Tuser [s]                                  | 0.34   | 0.24   | 0.45  | 0.79  | 0.90  | 1.10  | 1.02  | 0.92  | 0.70  | 0.40  | 0.87  | 0.90  |
| r Tuser                                    | 0.94   | 0.99   | 0.98  | 0.95  | 0.96  | 0.99  | 0.99  | 0.99  | 1.00  | 0.97  | 1.00  | 1.00  |

RTU = RT User (-5. dB, -15. dB)



---

---

**IngenieríaDeSonido.com**

[www.ingeniadesonido.com](http://www.ingeniadesonido.com)

(54 11) 47131371