

ESTUDIO DE LA INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA EN EL TEATRO GAYARRE DE PAMPLONA

M. ARANA Y A. VELA

Laboratorio de Acústica. Departamento de Física.
Universidad Pública de Navarra (U.P.N.A.)

INTRODUCCION

La construcción del Teatro Gayarre fue encomendada al arquitecto D. Javier Yarnoz tras obtener el Primer Premio en el concurso de proyectos para la construcción de un Teatro en la Ciudad por su memoria(1) presentada en Agosto de 1928. En dicha memoria se incluye un delicioso estudio sobre las características acústicas previstas para el local. El Teatro fue inaugurado en 1932. Exceptuando asientos y parte del cortinaje, su estructura y distribución interior se mantiene idéntica a la original.

El Teatro, además de ser un edificio singular para la Ciudad, es el único local con las condiciones adecuadas para las representaciones teatrales y orquestales en la Ciudad de Pamplona. El volumen total es de 9500 m³ y distribuye sus 1.056 asientos en cuatro plantas: Sala (520), Palco Principal (100), Palco (268) y Anfiteatro (168). En la Fig. 1 se muestra planta y alzado del Teatro.

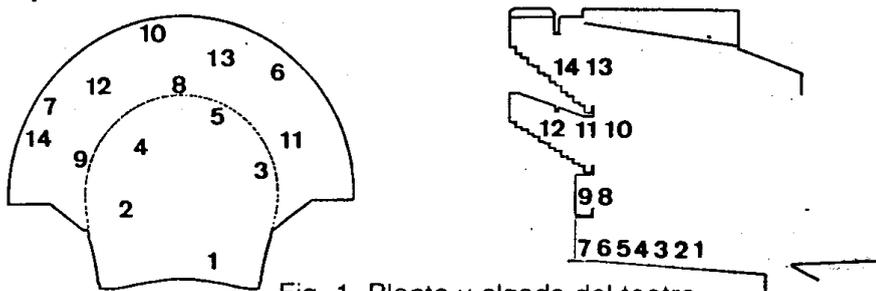


Fig. 1. Planta y alzado del teatro

OBJETIVOS

Los objetivos que nos planteamos en el trabajo son los siguientes:

- 1.- Determinar la inteligibilidad del local mediante pruebas subjetivas en un número de puntos significativos.
- 2.- Posibilidad de predicción de la inteligibilidad del local con los resultados de medidas objetivas.

MEDIDAS SUBJETIVAS

Las pruebas subjetivas (2) consistieron en la emisión y recepción de cien monosílabos (logatomos) por cada lector anotando el resto de los oyentes (en número de 15) el vocablo escuchado. La posición ocupada por los oyentes era incrementada en cada prueba, de tal forma que cada persona ocupó una vez cada una de las 15 posiciones. Una de las posiciones fué eliminada por un ruido puntual próximo intermitente a lo largo de las pruebas. Las 14 posiciones finalmente válidas se muestran en la fig.1. El orden de lectura de los logatomos fue generado al azar para cada prueba para evitar que la retención ayudara a la comprensión. Todos los oyentes fueron personas jóvenes (19-21 años).

Fueron rechazadas dos pruebas por la deficiente dicción de los lectores con el criterio siguiente: la media de inteligibilidad de tales pruebas se separó de la media total más de la desviación standard por pruebas. Bajo el mismo criterio fueron eliminadas las anotaciones de dos personas; en este caso, la comparación fue respecto a la desviación estándar por oyentes. Finalmente, fueron eliminadas dos anotaciones por deficiente atención en esa prueba.

La Tabla 1 muestra los porcentajes de inteligibilidad, P_i (tanto por ciento de logatomos correctamente comprendidos) para las catorce posiciones. Los porcentajes permiten calificar a la sala, en su conjunto, como de buena inteligibilidad.

Pos.	Oyente															P_i	D
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	91	92	84	96	96	93	89	93	...	...	97	92	92	92	95	92	3
2	87	87	78	85	93	93	86	88	94	...	...	96	87	86	94	89	5
3	79	87	81	83	77	87	88	86	76	84	...	...	93	85	94	85	6
4	88	89	84	82	84	86	83	82	90	85	86	...	...	89	95	86	4
5	83	84	87	85	88	84	81	89	88	91	77	78	...	...	97	86	6
6	91	86	80	81	82	90	82	85	89	91	85	...	89	...	...	86	4
7	...	85	78	78	85	88	83	82	85	86	82	77	78	81	...	82	4
8	...	92	84	84	75	83	79	91	82	75	89	88	93	81	91	85	6
9	84	...	91	80	84	82	77	88	89	78	77	83	82	82	85	83	4
10	85	80	...	...	81	75	74	74	83	84	84	86	84	77	94	83	6
11	83	75	79	...	...	87	87	84	72	81	75	81	79	70	89	79	7
12	88	85	87	78	...	...	81	71	77	80	79	80	77	86	87	78	6
13	84	88	82	...	77	...	...	85	80	86	86	88	84	75	87	80	7
14	74	83	79	89	86	76	...	...	87	73	84	66	80	76	86	77	7

Tabla 1. Porcentajes de inteligibilidad media, P_i , por posición

MEDIDAS OBJETIVAS

Con emisión de ruido rosa en la banda 20 Hz-20 KHz en la posición central del escenario, se midieron los niveles de presión sonora en las 14 posiciones de prueba en bandas de 1/3 de octava. Asimismo, tras interrupción de la fuente, se midieron los tiempos de reverberación en dichas posiciones. Los registros fueron grabados en analizador FFT HP 35665A, provisto de micrófono Beyerdynamic CK 701. Los resultados de la distribución sonora y tiempos de reverberación en las bandas de 1/3 de octava centrados en 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz y 4 KHz se muestran en la Tabla 2

L.E.Q. (dB)						T.R. (s)				
Pos.	Centro de Banda 1/3 Octava (Hz)				d(A)	Pos.	Centro de Banda 1/3 Octava (Hz)			
	500	1 k	2 k	4 k			500	1 k	2 k	4 k
1	89.7	79.9	80.8	75.4	61.0	1	1.3	1.1	0.9	0.9
2	78.5	74.1	72.1	69.1	84.4	2	1.4	1.2	1.2	1.0
3	71.2	70.5	69.3	66.6	81.9	3	1.5	1.3	1.2	1.1
4	73.6	74.6	78.0	71.0	87.1	4	1.3	1.3	1.1	0.9
5	74.8	77.5	79.1	70.5	88.4	5	1.4	1.1	1.0	1.0
6	71.6	73.8	73.9	68.8	84.8	6	1.4	1.3	1.1	1.0
7	73.9	72.6	72.3	65.3	83.1	7	1.2	1.2	1.1	1.0
8	75.1	76.8	76.0	69.6	87.3	8	1.2	1.2	1.1	1.0
9	74.8	73.3	70.9	67.0	84.5	9	1.3	1.2	1.2	1.2
10	72.9	71.7	74.8	67.7	84.3	10	1.3	1.2	1.0	1.0
11	71.3	70.3	69.2	61.2	81.3	11	1.5	1.1	1.2	1.0
12	70.1	68.8	69.2	60.8	80.8	12	1.5	1.3	1.2	1.2
13	74.3	73.4	71.6	65.4	83.6	13	1.3	1.3	1.2	1.1
14	73.8	72.5	69.5	66.1	83.3	14	1.2	1.3	1.2	1.1

Tabla 2. Distribución sonora y tiempos de reverberación

Se observa de tales resultados una disminución de nivel de presión sonora en las posiciones: 3, 7 y 12, respecto a posiciones contiguas, en concordancia con lo que sucede a los P_i en tales posiciones.

PREDICCIÓN DE LA INTELIGIBILIDAD MEDIANTE MEDIDAS OBJETIVAS.

De acuerdo con la fórmula empírica (3) que relaciona P_i con parámetros objetivos de la sala :

$$P_i = 96 \times K_L \times K_T \times K_S \times K_N \quad (\%)$$

que en anteriores trabajos (4) ha mostrado su validez y considerando que en este caso los coeficientes relativos a la forma y dimensiones del recinto y a la relación ruido/señal son prácticamente la unidad, el porcentaje de inteligibilidad, P_i , puede expresarse como:

$$P_i = 96 \times K_L \times K_T \quad (\%)$$

donde K_L es un coeficiente que depende del nivel sonoro y K_T un coeficiente que depende del tiempo de reverberación.

Para la determinación de K_L , realizamos el cálculo siguiente: medido el nivel de presión sonora medio en cada prueba en una posición fija, calculamos los niveles de presión sonora medios existentes en las otras posiciones según la distribución sonora obtenida con emisión de ruido rosa.

Para la predicción del porcentaje de inteligibilidad experimental realizamos una regresión múltiple tomando como variable independiente dicho porcentaje y como variables dependientes los coeficientes K_T obtenidos para los tiempos de reverberación en las bandas de 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz y 4 KHz. Se trata con ello de estudiar la fiabilidad de la predicción en función del nivel de señal y los tiempos de reverberación existentes en tal posición.

Los resultados de la regresión aportaron un coeficiente de determinación (R^2) de 0,599 y un error standard de 3,2. En la fig. 2 se representan los valores experimentales y predichos mostrando, en nuestra opinión, la bondad de la predicción. La Fig. 3 muestra la correspondiente recta de regresión.

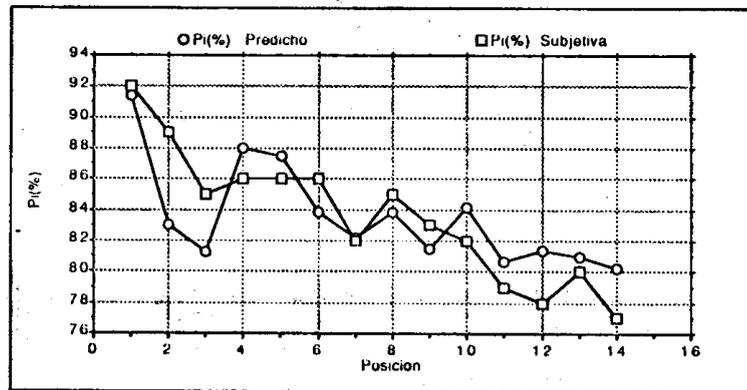


Fig 2. Representación de los P_i experimentales (subjetivos) y los predichos mediante pruebas objetivas.

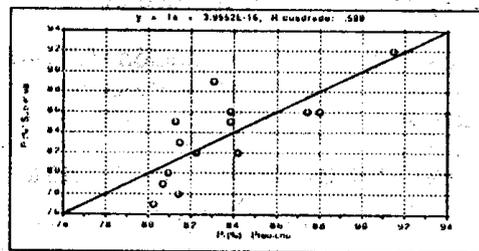


Fig 3. Recta de regresión correspondiente a la fig 2.

CONCLUSIONES

1.- Se ha cuantificado la inteligibilidad del Teatro Gayarre de Pamplona mediante pruebas subjetivas, siendo la calificación media del mismo como de buena inteligibilidad.

2.- Medidas objetivas de distribución sonora y reverberación en las frecuencias que comprenden el espectro de la voz permiten predecir con razonable fiabilidad la inteligibilidad del local.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Javier Yárnoz.
Memoria para la construcción de un teatro en Pamplona. (1928)
Archivo Municipal de Pamplona.
- 2.- J. Pérez Miñana.
Compendio práctico de acústica aplicada.
Ed. Labor, s.a. Barcelona. 1969.
- 3.- M. Recuero López.
Características acústicas de recintos para grabación sonora.
I.O.R.T.V. Madrid. 1984.
- 4.- M.Arana.
Características acústicas del Salón de Plenos del Parlamento de Navarra.
Tesina de Licenciatura. Univ. de Santander. 1985