

Predicción de la inteligibilidad de la palabra mediante el método SIL en ambientes ruidosos estacionarios

César Díaz, Concepción Velázquez

Departamento de Física e Instalaciones Aplicadas a la Edificación, al Medio Ambiente y al Urbanismo.
E.T.S. de ARQUITECTURA. Universidad Politécnica de Madrid.
Avda Juan de Herrera 4, 28040 Madrid.

INTRODUCCIÓN

Existen varios métodos de predicción de la inteligibilidad de la palabra basados en parámetros físicos de la palabra, del ruido y del recinto. En este trabajo analizamos la relación que existe entre los resultados obtenidos por los métodos SIL (Speech Intelligibility Level) y RASTI (Rapid Speech Transmission Index) en recintos cerrados con ambientes ruidosos estacionarios en función de la distancia emisor-receptor.

El método SIL fue desarrollado por Beranek 1 como un método sencillo de predecir la inteligibilidad de la palabra comparado con el método AI (Articulation Index). El nivel SIL es valor medio de la medida del nivel de presión sonora del ruido de las cuatro bandas de octava de 500 Hz a 4 kHz. Las curvas SIL son curvas de igual inteligibilidad de la palabra para diferentes esfuerzos vocales y determinan la relación entre el nivel SIL y la distancia emisor-receptor para una inteligibilidad de la palabra dada y un esfuerzo vocal determinado. Las curvas SIL han sido definidas en varias Normas (ISO2, ANSI 3, DIN 4, AFNOR5), existiendo diferencias entre ellas en las precondiciones y resultados. En este trabajo utilizamos las curvas SIL propuestas por Lazarus 6.

El método RASTI es una versión simplificada del método STI (Speech Transmission Index) que cuantifica la inteligibilidad de la palabra bajo condiciones de ruido estacionario y/o reverberación, existiendo una Norma IEC 7 referida a este método.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las medidas se han realizado en dos salas rectangulares cuyos datos geométricos se indican en la Tabla 1 y las medidas de los tiempos de reverberación sin ocupantes se presentan en la Tabla 2.

Tabla 1.- Medidas geométricas de las salas.

Sala	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
A	12.50	6.20	2.45	188
B	25.00	10.20	5.00	1.200

Tabla 2.-Tiempo de reverberación de las salas sin ocupantes.

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1.000	2.000	4.000
TR sala A (s)	1.04	0.78	0.75	0.74	0.74	0.68
TR sala B (s)	1.18	0.96	1.10	1.33	1.44	1.36

Para determinar el Índice RASTI se han utilizado los equipos B&K específicos para estas medidas. En cada punto elegido se han realizado tres medidas con una duración de 32 segundos cada una de ellas. Los niveles de presión sonora lineal y ponderado A se han medido en bandas de octava centradas entre 31.5

Hz y 8 kHz, utilizando sonómetros B&K 2231. La distribución de los niveles de presión sonora y tiempos de reverberación se efectuaron con la fuente B&K 4224 y el analizador B&K 2148.

Las medidas del Índice RASTI y de los niveles de presión sonora en cada punto se efectuaban simultáneamente, siempre estaba funcionando el emisor RASTI y para conseguir niveles de ruido mayores se utilizó la fuente B&K 4224 que emitía en banda ancha. Durante las medidas, el emisor y el receptor RASTI, así como los micrófonos de medida, estaban colocados a 1.5 m del suelo de las salas.

Las distancias emisor-receptor fueron: 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 6, 8 y 10 m en las dos salas, y además 12 y 16 m en la sala B.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Las figuras 1 y 2 muestran la relación entre los niveles SIL e Índices RASTI en las dos salas estudiadas en función de las distancias emisor-receptor. En líneas continuas están representados los valores de la sala A y en líneas discontinuas las de la B.

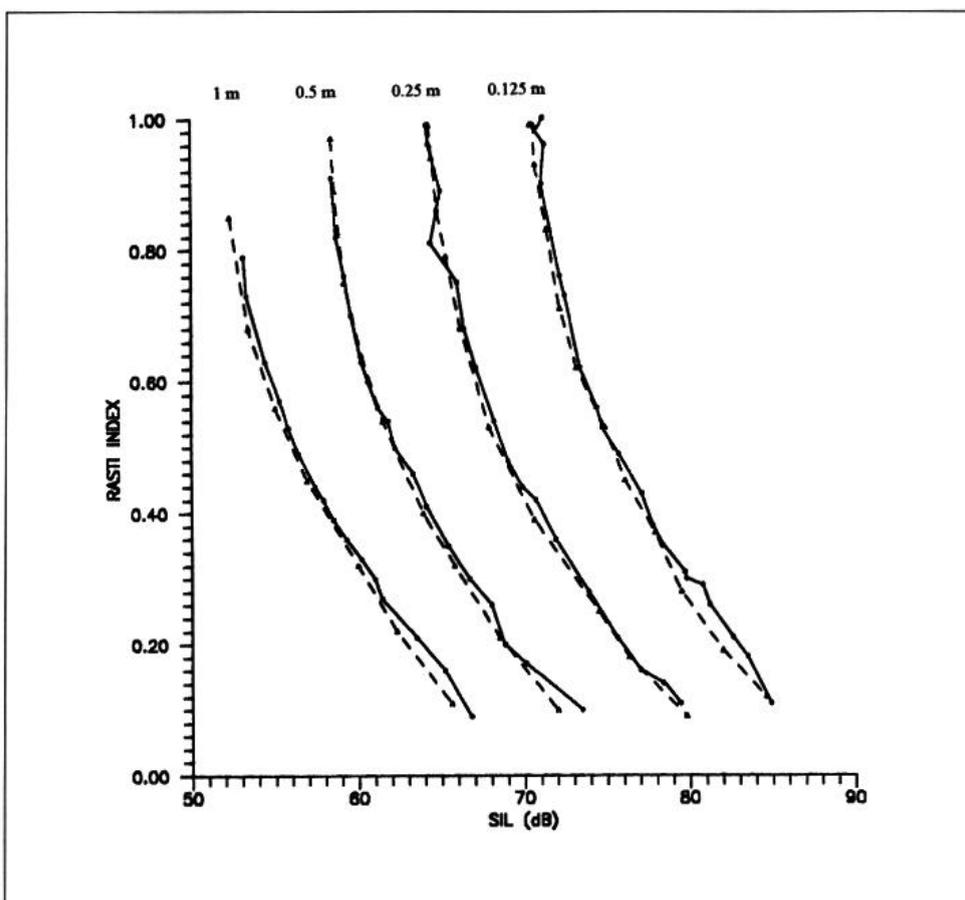


Figura 1
Relación SIL-RASTI en el campo sonoro directo de las salas A y B

CONCLUSIONES

El método RASTI clasifica la inteligibilidad de la palabra en varios intervalos, según el Índice RASTI, si: $R < 0.3$, la inteligibilidad es mala; $0.3 < R < 0.45$, inteligibilidad pobre; $0.45 < R < 0.6$, inteligibilidad regular; $0.6 < R < 0.75$, inteligibilidad buena, y $R > 0.75$, inteligibilidad excelente.

La figura 1 muestra en los dos casos estudiados, que en el campo sonoro directo las curvas a las diferentes distancias están muy próximas, pudiéndose encontrar una buena curva de ajuste exponencial decreciente para cada distancia. En el campo sonoro reverberante las curvas están más separadas.

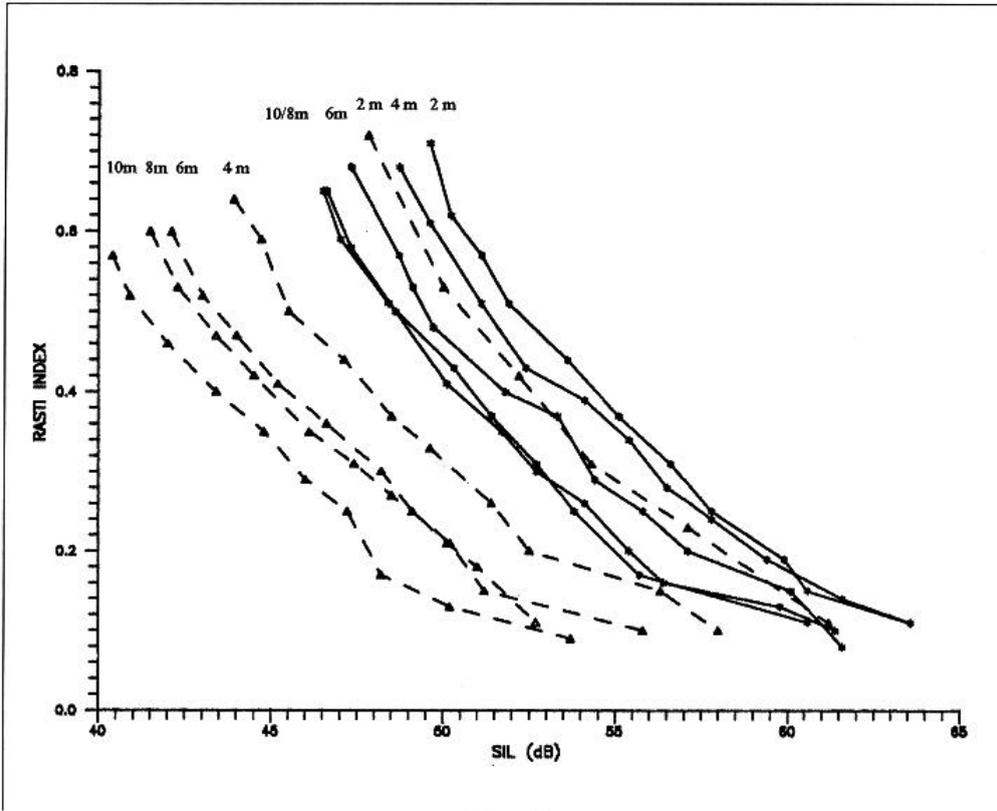


Figura 2
Relación SIL-RASTI en el campo reverberante de las salas A y B

La construcción de las curvas SIL en las diferentes Normas y en trabajos referentes a las mismas, se basan en que los valores SIL decrecen 6 dB al doblar la distancia, de la misma forma podemos establecer la predicción de la inteligibilidad de la palabra a diferentes distancias emisor-receptor según los niveles SIL, bajo la condición de que el campo sonoro es directo. La Tabla 3 resume los resultados.

Tabla 3.- Inteligibilidad de la palabra según la distancia emisor-receptor para los distintos niveles SIL.

Distancia em-re m	I.EXCELENTE	I. BUENA	I. REGULAR	I. POBRE	I. MALA
	Nivel SIL (dB)				
0.125	< 72	72-74	74-76	76-79	> 79
.025	< 66	66-68	68-70	70-73	> 73
0.50	< 60	60-62	62-64	64-67	> 67
1.00	< 54	54-56	56-58	58-61	> 61
2.00	< 48	48-50	50-52	52-55	> 55
4.00	< 42	42-44	44-46	46-49	> 49
8.00	< 36	36-38	38-40	40-43	> 43
16.00	< 30	30-32	32-34	34-37	> 37

REFERENCIAS

1. Beranek, L.L. Airplane Quieting II, Specification of the Acceptable Noise Levels, Trans. Amer. Soc. Mech. Engrs., 19 (1947) 90-119.
2. ISO TR 3352, Acoustics- Assessment of noise with respect to its effect on the intelligibility of speech, 1974.
3. ANSI S3.14, American National Standard for Rating Noise with Respect to Speech Interference, 1977.
4. DIN 33410, Sprachverständigung in Arbeitsstätten unter Einwirkung von Störgeräuschen, Begriffe Zusammenhänge, 1981.
5. AFNOR, NF S13-047, Acoustique-evaluation des distance d'intelligibilité de la parole dans une ambiance bruyante, 1975.
6. Lazarus H. Prediction of Verbal Communication in Noise - A Development of Generalized SIL Curves and the Quality of Communication, Applied Acoustics 20 (1987) 245-261.
7. IEC Std.268-16, The Objective Rating of Speech Intelligibility in Auditoria by the RASTI- Method. (1987).