

EVALUACIÓN DE LA COMUNICACIÓN VERBAL: INTELIGIBILIDAD, HERRAMIENTAS DE CÁLCULO

Yebra Calleja, Marisol¹; Bleda Pérez, Sergio¹; Vera Guarinos, Jenaro¹; Francés Monllor, Jorge¹;
Brocal Fernández, Francisco².

¹Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal
Escuela Politécnica Superior de Alicante - Edif.: Politécnica II

² Unidad de Higiene Industrial. Servicio de Prevención
Universidad de Alicante

Campus de San Vicente del Raspeig

Apdo: 99.

03080-Alicante

Tlf: 965 90 - 9756 / 9751

Fax: 965 90 9750

Email: myebra@dfists.ua.es; sergio@dfists.ua.es; jenaro@disc.ua.es; jfmonllor@ua.es; francisco.brocal@ua.es

Resumen

En este trabajo vamos a presentar dos herramientas software que nos va a facilitar la determinación de dos indicadores relacionados directamente con la inteligibilidad.

La primera se basa en el Índice de Articulación "in situ" que denominamos 'IAIS'. Esta herramienta taxativa está diseñada para la determinación del grado de Inteligibilidad en situaciones donde el mensaje oral va dirigido desde un único orador a un público cautivo.

La segunda, en cambio, nos ayuda a predecir el esfuerzo vocal necesario para que la conversación entre dos interlocutores se reciba con calidad suficiente para que sea inteligible. Para ello usaremos los conceptos sobre los que se construye el 'SIL' -Speech Interference Level-.

Palabras-clave: inteligibilidad, índice de articulación, esfuerzo vocal, campo directo y campo reverberante.

Abstract

In this paper we will introduce two software tools that we will facilitate the identification of two indicators directly related to intelligibility.

The first works about an "in situ" Articulation Index, we call it 'IAIS'. This tool is designed specifically for determining the degree of intelligibility in situations where the oral message is directed from a single speaker to a captive audience.

The second one, however, helps us to predict the effort voice required to make conversation, between two partners, intelligible with sufficient quality. To do this we will use the concepts on which to build the 'SIL' Speech- Interference -Level.

Keywords: intelligibility, articulation index, voice effort, direct field and reverberant field.

Introducción

En trabajos anteriores[5] abordamos la necesidad de disponer de una herramienta que evaluara la inteligibilidad en situaciones reales, dado que las que se disponían no tenían en cuenta la realidad del orador ni la del ruido de fondo por la ocupación de la sala, con ese pensamiento propusimos y establecimos el índice 'IAIS'. En la fase inicial de esa investigación se usaron procedimientos farragosos de difícil reproducción por un profano de la acústica, y como lo que se pretendía es que cualquier persona pudiese acceder al conocimiento de la inteligibilidad de un proceso verbal 'in situ'; se ha desarrollado una aplicación software que reproduce lo que expusimos en nuestros trabajos anteriores de forma automatizada para así facilitar el cálculo del IAIS de forma directa.

Por otra parte, durante un trabajo de evaluación del confort acústico de los comedores y clubes sociales en la Universidad de Alicante, en los que medimos el L_{SIL} (Level Speech Interference Level) [6] durante las horas de mayor afluencia, nos tropezamos con la dificultad de comprobar de forma fiable cuáles serían los nuevos valores de L_{SIL} con el Tiempo de reverberación propuesto tras las reformas planteadas. Para ello se nos ocurrió implementar en una hoja de cálculo las expresiones de Campo acústico directo y reverberado extrapoladas para 'n' fuentes sonoras a distancias variadas, y así bajo ciertos supuestos fuimos capaces de predecir el 'esfuerzo vocal' necesario para conseguir una inteligibilidad suficiente en cada situación hipotética. Al analizar los resultados nos dimos cuenta que esta técnica se podría aplicar también, con éxito, a una situación de docencia, por ejemplo la de grupal, tan habitual en los niveles elementales de la escuela; donde los alumnos se ubican alrededor de una mesa circular de 5 o 6 puestos y lo habitual es que hablen entre ellos sin descanso. Y donde ninguno de los parámetros de inteligibilidad habituales, ni siquiera el IAIS propuesto por nosotros aportaba una respuesta válida.

1 Objetivos

Con objeto de incluir los efectos de todas las distorsiones y de las condiciones ambientales en la apreciación global de la inteligibilidad, es necesario evaluar el rendimiento del sistema en condiciones representativas reales. Para ello consideraremos situaciones de comunicación directa entre personas, siendo fundamental alcanzar un nivel suficiente de inteligibilidad dentro de la zona prevista

El objetivo de la evaluación de la comunicación verbal consiste en establecer los niveles de calidad requeridos, para la transmisión de mensajes comprensibles en diferentes circunstancias.

Distinguimos dos tipos de situaciones:

- Comunicación en auditorios y salas de conferencias: Caracterizada por un único orador y un conjunto de oyentes, el nivel de inteligibilidad exigido debe ser lo suficientemente bueno como para comprender el mensaje emitido. Esta situación la valoraremos con el índice IAIS (Índice de Articulación In Situ).
- Comunicación en aulas de trabajo en grupo y lugares públicos: Caracterizada por varias fuentes de ruido, distintos hablantes y un receptor. Esta situación la valoraremos con el índice L_{SIL} (nivel de ruido de interferencia verbal) ó el SIL (parámetro que evalúa la inteligibilidad).

2 Metodología

En este apartado se aborda de forma muy escueta los aspectos fundamentales para todo lo relativo al IAIS. Mientras que se hace mayor hincapié en lo relacionado con el LSIL puesto que dicho índice no lo habíamos investigado hasta hoy y además ha sido objeto de reformas notables en los últimos tiempos como se puede ver en la normativa ISO.

2.1 COMUNICACIÓN EN AUDITORIOS Y SALAS DE CONFERENCIAS: MÉTODO PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ARTICULACIÓN In Situ “IAIS”

El IAIS es una evaluación objetiva de la Inteligibilidad de la sala que se basa en las ideas de la determinación del Índice de Articulación (AI), tal como se describe en la norma [7].

2.1.1 Fundamentos IAIS

Una sinopsis breve de las ideas que se aplicaron en su desarrollo es la siguiente:

- Se trabaja con grabaciones ‘in situ’.
- Se elige como relación Señal/Ruido la diferencia de los percentiles L_{10} y L_{90} .

En resumen, el cálculo del IAIS se realiza con medidas en tiempo real, es decir, grabaciones In Situ de la comunicación verbal en diversas situaciones. Por lo que dicho parámetro refleja de forma objetiva aquellos aspectos subjetivos que se dan de forma natural en una situación real: orador, recinto y oyentes. Y viene a solucionar el problema de los métodos objetivos habituales, donde no se considera ni ruido de fondo de convivencia, ni tipo de orador, ni estado de ocupación de la sala, etc...

2.1.2 Software para el cálculo del IAIS.

Dada la utilidad potencial de este método se ha desarrollado un programa informático que simplifica el procesado necesario y automatiza la tarea de cálculo.

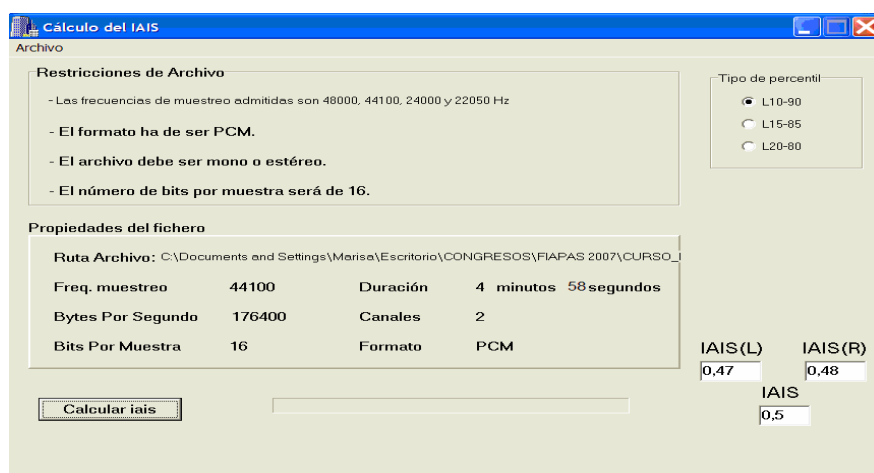


Figura 1 – Pantalla del programa para el cálculo del IAIS

2.1.2.1 Condiciones previas para la realización de grabaciones para uso en el software-IAIS.

Para que el programa sea fiable en sus resultados, y se ajuste a la filosofía en la que se basa, se deben tener en cuenta los siguientes consejos:

- El sistema de grabación debe ser de la mejor calidad posible; en el sentido de que no introduzca ruido espúreo, de equalización plana, y sobre todo no debe de aplicar una ganancia automática durante el registro.
- Se realiza una grabación binaural con un par de micrófonos (Tipo Lavalier) colocados a la altura de los pabellones auriculares, es lo más aconsejable. En cualquier otro caso es suficiente con una grabación monofónica.
- El operador se colocará en cualquier lugar común, entre el público asistente, de la sala donde se esté produciendo el evento sonoro. Las grabaciones se llevarán a cabo en situaciones de comunicación oral, tipo: charlas, conferencias, teatro, etc. Se puede aplicar también a líneas telefónicas, auriculares y similares. Debe existir un locutor al menos que tenga intención de transmitir un mensaje al auditorio (no es utilizable en lugares donde el ambiente es conversacional con Ruido de Fondo de similar potencia acústica que el mensaje oral de interlocución)¹.
- Es aconsejable que la duración de cada registro a estudiar sea superior a 5 minutos, de forma tal que tras el procesado implícito que realiza el algoritmo de supresión de ‘falsos silencios’, el tiempo final no sea menor de 5 minutos. Aunque en casos de discursos muy estables el software obtiene resultados validos para grabaciones de menor duración.
- El programa es capaz de procesar ficheros *.wav (PCM); por lo que dando por supuesto que los últimos artilugios de grabación ponderan el *.mp3 y *.wma, se advierte que necesita que las grabaciones se hayan convertido a ficheros ‘PCM’ con una cuantización de 16 bits y frecuencia de muestreo entre 48000 Hz y 22050 Hz (condicionantes que aparecen en la pantalla del programa).

2.1.2.2 Funcionamiento del software-IAIS.

- Se abre el ejecutable ‘IAIS.exe’, que es un programa desarrollado con el lenguaje C⁺⁺. Y cliqueando en “*Archivo*” se elige un fichero de audio *.wav que corresponda a cualquiera de las grabaciones realizadas para este fin.
- En la sub-ventana inferior ‘Propiedades del fichero’ se podrán leer entonces las características esenciales del mismo.
- En la sub-ventana superior derecha ‘Tipo de percentil’ se puede elegir una de las tres posibilidades; que permiten establecer los valores sobre los que se calcula la relación Señal/Ruido de la grabación. Usualmente se debe elegir ‘L10-90’, que es la pareja de percentiles que mejores resultados nos ha proporcionado.

¹ Para este caso particular se puede usar el índice “SIL” (Speech Interference Level) del que luego que luego hablaremos y se ofrecerá una hoja de cálculo adaptada a situaciones de audición desfavorable.

- Por último clicar sobre el botón ‘Calcular IAIS’: la barra horizontal adyacente se irá rellenando durante el tiempo de procesado y al finalizar, el resultado se muestra en las celdas de la derecha.

Si la grabación fuera binaural: se obtienen dos resultados independientes, uno para cada canal, y ligeramente distintos. Además tenemos el resultado final, un valor único, que es el valor del IAIS calculado para esa grabación [5].

2.2 COMUNICACIÓN EN AULAS DE TRABAJO EN GRUPO Y LUGARES PÚBLICOS: MÉTODO PARA EL CÁLCULO DEL L_{SIL} y del SIL.

El nivel de interferencia verbal constituye un método simple para estimar o evaluar la inteligibilidad verbal en los casos de comunicación directa en un ambiente ruidoso. Dicho método considera una media simple del espectro de ruido recibido en la posición del receptor, del esfuerzo vocal del hablante y de la distancia entre hablante y oyente. Lo evaluaremos mediante dos tipos de índice:

- I. L_{SIL} , nivel de ruido de interferencia verbal
- II. SIL, parámetro que define la inteligibilidad.

2.2.1 Fundamentos L_{SIL} .

El índice L_{SIL} , nivel de ruido de interferencia verbal, intenta ser un método simplificado para la cuantificación del nivel del ruido que afectará negativamente a la comunicación oral. El L_{SIL} se calcula a partir de la medida del ruido existente en el recinto, sin que los interlocutores hayan comenzado la conversación, con un sonómetro integrador, se extraen de dicha medida los valores del L_{eq} para las bandas de octava de 500 Hz a 4000 Hz (rango de frecuencias estándar para el habla) y se realiza el promedio aritmético.

$$L_{SIL} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^N L_{N_{oct,i}} \quad (500, 1000, 2000, 4000Hz) \quad (1)$$

El L_{SIL} esencialmente determina tan sólo el Ruido de Fondo y a partir de él se estima, en función de un ábaco² o una tabla como la de la página siguiente (Tabla 1), a qué distancia es posible mantener una conversación confortable en relación al esfuerzo vocal³.

Este índice ofrece unos resultados suficientemente aproximados de la interferencia que provoca el ruido de fondo continuo sobre la comunicación oral. Sin embargo no es muy apropiado si el ruido de fondo aporta demasiada energía en altas frecuencias en comparación a las frecuencias bajas.

También se ve limitada su utilidad bajo las siguientes condiciones:

- 1) El ruido no es relativamente estable en el tiempo.
- 2) El espectro del ruido no es suave.
- 3) El ambiente produce reverberación excesiva o existen ecos.

² En la bibliografía que trata sobre este tema existen diversos ábacos; nosotros creemos de gran utilidad el del profesor Federico Miyara, que aparece en su libro “Control de Ruido”[2], puesto que tiene en cuenta la reverberación y el abanico de esfuerzos vocales está ampliado.

³ La clasificación de las voces en función de su ‘esfuerzo’ o nivel de presión sonora en dB a 1 m de los labios ponderado A, se puede encontrar en [6].

2.2.1.1 Método De Cálculo “in situ”.

El L_{SIL} se calcula a partir de la medida del ruido existente en el recinto, sin que los interlocutores hayan comenzado la conversación, con un sonómetro integrador⁴, se extraen los valores del L_{eq} para las bandas de octava de 500 Hz a 4000 Hz y se realiza el promedio aritmético como ya hemos indicado.

Tabla 1 – Relación que existe entre el L_{SIL} , el Esfuerzo Vocal y la distancia entre hablante y oyente.

Distancia interlocutores (metros)	L_{SIL} vs. Esfuerzo vocal y Ruido ambiente Esfuerzo vocal del “interlocutor emisor”				
	Relajado $L_{SIL}(dB)$	Normal $L_{SIL}(dB)$	Elevado $L_{SIL}(dB)$	Alto $L_{SIL}(dB)$	Muy alto $L_{SIL}(dB)$
0,15	62	68	74	80	86
0,30	56	62	68	74	80
0,60	50	56	62	68	74
1,20	44	50	56	62	68
1,80	40	46	52	58	64
2,40	38	44	50	56	62
3,60	34	40	46	52	58
4,80	32	38	44	50	56
7,20	28	34	40	46	52
9,60	26	32	38	44	50
14,40	22	28	34	40	46

Por ejemplo un valor $L_{SIL} = 55$ dB, se puede interpretar diciendo que una persona hablando con ‘voz normal’ se debería situar a una distancia del oyente de 0,6 m como máximo para tener una inteligibilidad suficiente, o a una distancia de 1,2 m si habla con ‘voz alta’.

2.2.2 Fundamentos SIL.

El SIL, parámetro que define la inteligibilidad, viene dado por la diferencia entre el nivel verbal $L_{S,A,L}$ ⁵ y el nivel de ruido de interferencia verbal L_{SIL} , determinados ambos en la posición del oyente.

2.2.2.1 Método De Cálculo.

Como ejemplo para el cálculo del índice SIL, consideraremos una situación de comunicación directa, donde:

- el hablante es masculino y su ‘esfuerzo vocal’ es ‘elevado’ ($L_{S,A,1m} = 66$ dBA).
- El oyente está a 2m de distancia ($L_{S,A,L} = L_{S,A,1m} - 20 \log(2/1) = 66 - 6 = 60$ dBA).
- El espectro de ruido ambiental es el considerado anteriormente $L_{SIL} = 55$ dB.

$$SIL = L_{S,A,L} - L_{SIL} = 60 - 55 = 5 \text{ dB}$$

⁴ Si sólo se dispusiera de un sonómetro integrador sencillo, se podría utilizar el valor en dBA para el cálculo del valor L_{SIL} [6]. $L_{SIL} (dB) = L_A - 8$

⁵ $L_{S,A,L} = L_{S,A,1m} - 20 \log(R/R_0)$, donde R es la distancia del oyente al hablante y $R_0 = 1m$ [6].

Este valor corresponde a una valoración “escasa” de la inteligibilidad, según podemos apreciar en la tabla siguiente.

Tabla 2 – Valoración de la inteligibilidad en relación al índice SIL[6].

INTELIGIBILIDAD	SIL (dB)
Excelente	21
Buena	15 a 21
Satisfactoria	10 a 15
Escasa	3 a 10

2.2.3 Software predictivo para el cálculo del L_{SIL} .

De lo expresado en los apartados anteriores se desprende que el factor L_{SIL} se determina por su propia definición ‘in situ’. Por lo que a nivel de proyecto, cuando se ha decidido la absorción acústica, la geometría del recinto, la distribución y el número de mesas que se quiere tener; entonces si se desea conocer el nivel de interferencia verbal que producirá la puesta en funcionamiento de esa actividad, no existe una herramienta que sea capaz de evaluarla. Es por esta razón por lo que se ha desarrollado una hoja de cálculo que de forma muy sencilla, a partir de los parámetros de diseño que acabamos de enumerar, estima en función de un esfuerzo vocal previsto si la situación será confortable para mantener una comunicación oral y, en cualquier caso cuál debe ser el esfuerzo vocal de un individuo particular para comunicarse eficientemente con otro a una distancia dada.

Mostramos, figura 2, un esbozo de una situación que podría ser la de un restaurante o una gran aula de trabajo en grupo: 16 mesas-fuentes con 6 interlocutores y con un orador continuo equivalente en cada una. Y una mesa (“X”) que hace el papel de receptor, que es donde estimaremos el valor del L_{SIL} .

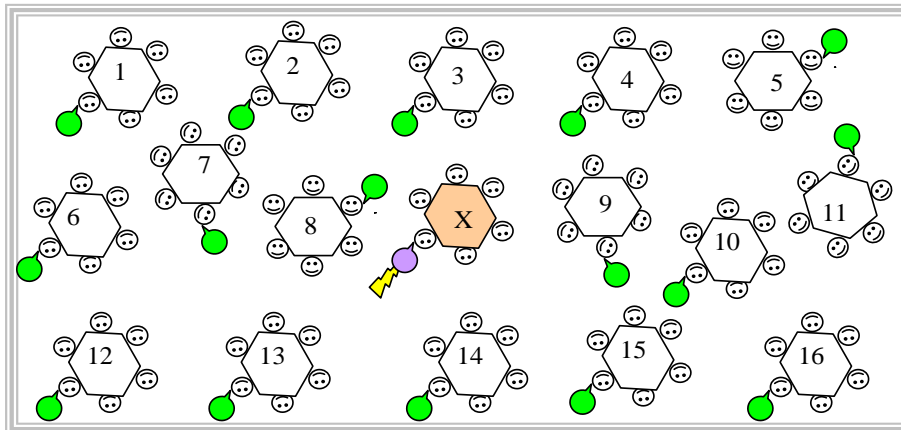


Figura 2 – Esquema de situación para el cálculo de L_{SIL}

El aspecto de la hoja de cálculo es el que se muestra en la figura en la página siguiente. Los datos que son necesarios introducir así como los resultados obtenidos los describiremos en los siguientes párrafos:

2.2.3.1 DATOS

- **Distancia (r_i)** que representa la longitud en metros que dista desde la posición del Receptor(X) al resto de posibles fuentes contaminantes. Se tomarán como referencia los centros geométricos de las mesas.

- **Número de oradores (n)** que se pueden suponer hablando simultáneamente por fuente. Por ejemplo si la situación es en un comedor de adultos; lo normal en una situación conversacional es que ésta se desarrolle secuencialmente; por lo que en una mesa de cuatro a seis comensales es usual que se pueda asegurar que el número de oradores equivalentes es de uno sólo, si el número de contertulios es mayor, se elegirá a libre albedrío un valor superior a uno, pudiendo usar el cero y también números no enteros. Sin embargo en una clase de trabajo en grupo la situación puede ser muy dispar y de difícil concreción, no sería exagerado suponer entre dos y tres oradores, la experiencia dictará la elección.
- **Nº de Reflectores** calcula el factor de directividad ‘Q’: amplificación que se produce por las reflexiones de superficies cercanas, por ejemplo: la mesa, las paredes y el techo. Tiene en cuenta que las fuentes sonoras no están en un campo libre puro donde se pueden aproximar a puntuales con patrón esférico. En la hoja de cálculo introduciremos un número real positivo, teniendo en cuenta el cero sólo en el hipotético caso de campo libre de reflexiones. El número de reflectores se supone idéntico para todos los oradores, un valor de 1,5 está dentro de los valores de compromiso más acertados.
- **Volumen** que se mide en metros cúbicos. En conjunción con la reverberación nos sirve para calcular el área de absorción equivalente ‘A’, en Sabines métricos, del recinto
- **Tiempo de reverberación** en segundos para las frecuencias en bandas de octava entre 500 Hz y 4000 Hz si es posible, en el caso de que no se disponga de datos en frecuencias, será suficiente con un valor de reverberación global y se tomará el mismo para todas las frecuencias.
- **Esfuerzo vocal.** Potencia de la voz (L_w), en dB, en las frecuencias de cálculo. Se supone que todos los oradores realizan el mismo esfuerzo vocal. Lo más probable es que en un aula de trabajo en grupo o de primaria no sea así, pero creemos que se puede tomar como espectro promedio. Se seleccionan los valores de un desplegable.

DISTANCIA (m)	ORADOR*FUENTE	V (m³)	f (1/3) Hz	TR (s)
5	2	1000	500 Hz	0,5
7	1		1000 Hz	0,5
8	1		2000 Hz	0,4
2	1		4000 Hz	0,4
2	1			
5	1			
10	1			
6	3			
1	1			
1	1			
1	1			
3	2			
9	1			
5	1			
2	1			
7	1			
3	3			
5	1			
9	1			
8	1			
7	2			
2	1			
2	2			
1	2			
5	3			
8	1			
12	1			
2	1			
15	2			
12	1			

SELECCIONA ES. VOCAL	NORMAL
Lw 500 (dB)	70,2
Lw 1000 (dB)	64,2
Lw 2000 (dB)	58,2
Lw 4000 (dB)	52,2

Nº REFLECTORES	1,5
----------------	-----

RESULTADOS					
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	L4band (dB)
Lp DIRECTO (dB)	75,0	69,0	63,0	57,0	76,3
Lp REVERBERANTE (dB)	67,4	61,4	54,4	48,4	68,5
Lp TOTAL (dB)	75,7	69,7	63,6	57,6	77,0

INTELIGIBILIDAD _{RASTI}	L _{SIL} (dB)
0,8	66,7

DISTANCIA ENTRE INTERLOCUTORES (m)	
PARA ESFUERZO VOCAL SELECCIONADO	PARA ESFUERZO VOCAL SUPERIOR AL SELECCIONADO
RELAJADO	---
NORMAL	0,15 - 0,30
ELEVADA	---
ALTA	0,30 - 0,60
MUY ALTA	---
	0,60 - 1,20
	1,20 - 1,80

Figura 3 – Herramienta para el cálculo predictivo de L_{SIL}

2.2.3.2 RESULTADOS

-**Lp_DIRECTO** es el Campo directo recibido en X como suma de todos los oradores situados en las fuentes nombradas de -1- hasta la -16-. La expresión que hemos implementado es la siguiente [1]:

$$L_{p,D} = \sum_{i=1}^n (L_w - 20 \times \log r_i - 10,9 + Q) \quad (dB) \quad (2)$$

-**Lp_REVEBERADO** es el Campo reverberado que se supone estacionario en el tiempo y espacialmente, al menos teóricamente, por lo que se le asocia también a la posición X como suma de todas las contribuciones de las fuentes nombradas de -1- hasta la -16-. La expresión que hemos implementado es la siguiente [1]:

$$L_{p,R} = L_w - 10 \times \log A + 6,0 + 10 \times \log n \quad (dB) \quad (3)$$

-**Lp_TOTAL** es el Campo Total como suma del Campo reverberado con el Campo directo. La expresión queda así [1]:

$$L_{p,TOTAL} = L_{p,D} + L_{p,R} \quad (dB) \quad (4)$$

Los resultados de los campo sonoros se calculan por frecuencias y se hace una aproximación del valor global a partir de las 4 bandas.

-**L_{SIL}** muestra el valor calculado como valor promedio del nivel de presión total (Lp_TOTAL) de 500 Hz a 4000Hz en bandas de octava:

$$L_{SIL} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^N L_{N_{oct,i}} \quad (dB) \quad (5)$$

-**INTELIGIBILIDAD_(RASTI)** se calcula el índice RASTI a partir del tiempo de reverberación promedio, mediante la ecuación [3]:

$$RASTI = -0.33 * (TR_{mid}) + 0.9$$

Este resultado se ofrece para contrastar la Inteligibilidad objetiva mediante un índice clásico, con el confort conversacional que se deduce a partir del L_{SIL}.

-**DISTANCIA PARA ESFUERZO VOCAL** se muestra por último la distancia máxima óptima a la que se puede tener una comunicación oral satisfactoria para un esfuerzo vocal dado. Si es posible se obtendrán varias soluciones.

3 Conclusiones

Las herramientas desarrolladas que se presentan en este trabajo cubren de forma global cualquier aspecto relativo al confort en la comprensión de la palabra en situaciones de comunicación oral de las que se dan comúnmente en el mundo real. Son de uso sencillo y de fácil interpretación.

- 3.1 La primera evalúa de forma objetiva, a partir de una grabación ‘in situ’ doméstica, la inteligibilidad posible en un auditorio tradicional: teniendo en cuenta todos y cada uno de los condicionantes que concurren en dichas situaciones, donde el factor humano es el más importante y que otros índices no pueden tener en cuenta por su propia definición. Se descarga en <http://dfists.ua.es/~jenaro/iais.zip>.

- 3.2 La segunda solventa un problema a la hora de diseñar o valorar un modelo previo al que se le somete a cambios a nivel acústico o de ocupación humana y que aún conociendo el Tiempo de reverberación, que puede ser adecuado, no es fácil aventurar si el confort conversacional en uso será el adecuado o no. Esto es así puesto que, como se puede comprobar jugando con la hoja de cálculo, aún consignando una reverberación de 0.5 segundos (que es un valor aceptable en casi cualquier espacio, a veces difícil de alcanzar si el volumen de la sala es alto) resulta que el esfuerzo vocal necesario para hacerse entender, a veces no es confortable y ni aún elevando el tono de voz es posible separarse del interlocutor mas de 30 centímetros. La problemática estriba entonces en la ocupación diseñada para el recinto, que suele estar sobredimensionada. Se puede concluir que la mayoría de las veces que el estrés que se sufre en las situaciones tipo-cóctel se debe a un exceso de conversadores, aunque es mucho más llevadera si la reverberación del local es baja. Esta herramienta desarrollada nos permite delimitar de forma ágil el compromiso entre la absorción acústica y el número de posibles hablantes. Se descarga en <http://dfists.ua.es/~jenaro/sil.zip>.

Referencias

- [1] C.M. Harris, *Handbook of acoustical measurements and noise control*. Ed. McGraw-Hill (1991)
- [2] F. Miyara. *Control del Ruido*. Edición electrónica: pedir directamente mediante E_mail al autor fmiyara@fceia.unr.edu.ar
- [3] J. Vera, *Contribución experimental al estudio del acondicionamiento y aislamiento acústico del aula escolar*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 1997.
- [4] M. S. Yebra, *Prospección y diagnosis de las condiciones acústicas de la Universidad de Alicante*. Universidad de Alicante, 2005.
- [5] M. S. Yebra; I. González; J. Vera, *Método Para La Evaluación Objetiva De La Inteligibilidad En Salas De Palabra “IAIS”: Planteamiento (Parte I) y Resultados (Parte II)*. TECNIACÚSTICA-2005-Tarrasa

NORMATIVAS :

- [6] UNE-EN ISO 9921 : 2003 Ergonomía : *Evaluación de la comunicación verbal*
- [7] ANSI S3.5-1969: *Methods For Calculation of The Articulation Index*. American National Standards Institute. (1969). New York: Acoustical Society of America.