

Evaluación de la comunicación verbal: método SIL

*Evaluation de la communication parlée: SIL méthode
Assessment of speech communication: SIL method*

Redactoras:

Carmen González Través
Licenciada en Ciencias Ambientales

María Gómez-Cano Alfaro
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL
DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. MADRID

El objeto de esta NTP es el de introducir en el método SIL, de manera sencilla y práctica, las nuevas recomendaciones de la norma UNE EN ISO 9921. Nivel de interferencia verbal y distancias de comunicación para personas con la capacidad de oído normal y reducida en la comunicación directa. Asimismo se pretende facilitar y potenciar las evaluaciones de ruido ergonómico en base a criterios técnicos validados.

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones
VÁLIDA		

1. INTRODUCCIÓN

La exposición al ruido puede causar múltiples efectos en las personas. La pérdida auditiva es el efecto del ruido más estudiado y por ello, hasta el día de hoy, son muy numerosas las investigaciones que se han realizado sobre la relación existente entre la exposición laboral al ruido y las pérdidas de audición que ésta puede producir. Esto ha supuesto que la mayoría de la legislación, normas técnicas y recomendaciones, tanto de ámbito nacional como internacional, se hayan dirigido única y exclusivamente en este sentido.

Sin embargo, la exposición al ruido no sólo puede llegar a producir una disminución de la capacidad auditiva en las personas expuestas, sino que además puede provocar respuestas psicofisiológicas, subjetivas y de comportamiento en órganos o en sistemas diferentes al de la audición y en consecuencia producir una serie de molestias o perjuicios (pérdida de la calidad del sueño, alteración del ritmo respiratorio, alteración de la frecuencia cardiaca, irritación, aumento de la agresividad...) que generalmente se conocen como efectos "extra-auditivos" del ruido.

En muchas actividades, los niveles de ruido producidos por máquinas, procesos, equipos de oficina, etc. o bien por el ruido de fondo, crea un ambiente sonoro que puede llegar a dificultar la comprensión del mensaje verbal, con la importancia que ello puede tener tanto para la propia seguridad de las personas, como para el proceso productivo y para las relaciones profesionales y personales.

Para evaluar la interferencia en la comunicación debida al ruido en un lugar de trabajo, se puede optar por el cálculo del Nivel de Interferencia Verbal, método conocido como SIL (Speech Interference Level) ¹.

El Nivel de Interferencia Verbal (SIL) constituye un método simple para evaluar la inteligibilidad verbal en los

casos de comunicación directa en un ambiente ruidoso.

Dicho método considera:

- Una media simple del nivel de presión sonora en determinadas frecuencias,
- El esfuerzo vocal del hablante y,
- La distancia entre el hablante y el oyente.

2. SITUACIONES EN LAS QUE SE PUEDE APLICAR EL MÉTODO

El método SIL se podrá utilizar para puestos de trabajo fijos o móviles, en interior o al aire libre, siempre y cuando se de comunicación directa.

La comunicación directa es característica de las comunicaciones persona a persona, en las que ambas personas se encuentran en el mismo entorno, sin hacer uso de dispositivos electroacústicos.

Este método no podrá utilizarse en el caso de comunicación pública (advertencias, anuncios), que es aquella en la que se emplea un sistema electroacústico para comunicar algo a un grupo de personas, ni cuando se utilicen sistemas de comunicación personales como teléfonos e intercomunicadores

3. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

En relación con la metodología de medición debe definirse qué medir, dónde medir y cómo medir, lo cual depende de las características del ruido que se desea medir.

¿Qué medir?

La **UNE EN ISO 9921:2004** recomienda determinar un Nivel de Presión Sonora Equivalente y, por razones de seguridad, **es conveniente que dicho valor sea el máximo del nivel de presión sonora determinado**

¹ Nivel de Interferencia Verbal (SIL): Diferencia entre el nivel sonoro verbal, ponderado A, y la media aritmética de los niveles de presión sonora del ruido ambiental, en cuatro bandas de octava, con frecuencias centrales de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz.

empleando una ponderación temporal "SLOW" del equipo de medida.

Para el método de Nivel de Interferencia Verbal (SIL), se ha de medir, en la posición del oyente, el nivel de presión sonora equivalente en las bandas de octava ² 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz.

¿Dónde medir?

En la posición del oyente, se toma la medida a la altura de la cabeza del mismo, preferiblemente en su ausencia para evitar el efecto del propio cuerpo del trabajador. Si la presencia del trabajador es inevitable y/o necesita moverse alrededor de su posición, el micrófono será localizado a una distancia de 10 cm. a 40 cm. de la entrada del canal del oído externo que recibe el valor más alto.

¿Cómo medir?

La metodología de la medición será diferente en función del tipo de ruido existente, de las características del trabajo y del instrumento de medición de que se disponga. En cualquier caso, se deberá comprobar, mediante un calibrador acústico antes y después de cada medición o serie de mediciones, que la desviación de la medida no es mayor que la que admite el fabricante. Además deberán cumplir los requisitos que se recogen en el **Anexo III del RD 286/2006**, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ruido. En un primer paso, se deberá identificar el periodo de la jornada en el que se puede presentar un problema de inteligibilidad.

La norma UNE EN ISO 9921:2004 recoge que es conveniente, por razones de seguridad, que el valor utilizado en el método SIL sea el máximo del nivel de presión sonora determinado. Por lo tanto, aunque se podría utilizar métodos directos en el que la medición cubre la totalidad del intervalo de tiempo considerado, se recomienda utilizar un método de muestreo.

El tiempo de medición del periodo a estudiar depende de la variación del nivel de ruido, pero en todo caso, el número de muestras tomadas deberá ser representativo. De las muestras tomadas se optará por aquella que de lugar al L_{SIL} más alto.

Ruido Estable³

Si el ruido es estable durante el periodo de tiempo de la jornada laboral en el que se presentan problemas de inteligibilidad, la duración de la medición debe ser suficiente para que el resultado sea representativo, pero se puede optar por tiempos mucho menores que en el caso de ruido periódico o aleatorio.

Para medir este tipo de ruido, se puede usar sonómetro, sonómetro integrador o dosímetro, ya sea para un puesto de trabajo fijo o móvil.

2. $L_{N,oct,i}$: Presión sonora de octava del ruido ambiente en el oído del oyente, en la banda de octava "i".

3. Ruido estable: Aquél cuyo nivel de presión acústica ponderada A (L_{pA}) permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} sea inferior a 5 dB.

Ruido Periódico⁴

Si el ruido fluctúa de forma periódica, cada muestra deberá cubrir al menos un ciclo entero. Se recomienda medir al menos tres ciclos. Cuando la duración de tres ciclos es menor de 5 minutos, la duración de la medición debe extenderse por encima de 5 minutos cubriendo un número entero de ciclos.

Las medidas deben ser efectuadas con un *sonómetro integrador-promediador* o con un *dosímetro* si el puesto de trabajo es móvil.

Ruido Aleatorio⁵

Si el ruido fluctúa de forma aleatoria durante el intervalo de tiempo objeto de estudio, las mediciones se efectuarán con un *sonómetro integrador-promediador* o con un *dosímetro* si el puesto de trabajo es móvil.

Se tomarán las muestras de forma aleatoria, durante el intervalo de tiempo considerado. La incertidumbre asociada será función del número de mediciones efectuadas y la variación de los datos obtenidos. En este caso, también se recomienda que la medición sea de más de 5 minutos.

Tanto para el ruido estable, como para el periódico o aleatorio, si el instrumento de medida lo permite, los valores de L500, 1000, 2000 y 4000 se obtendrán simultáneamente. Si el equipo no tiene la posibilidad de medir de ese modo, tales valores se tomarán lo más seguidos posible, inmediatamente uno tras otro, asegurándose que no corresponden a ruidos con espectros de frecuencia diferentes.

4. CÁLCULO DEL L_{SIL} ⁶

Una vez medidos los niveles de presión sonora en las bandas de octava 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz en la posición del oyente y en las condiciones de ruido existente en el periodo de comunicación, el Nivel de Presión Sonora que interfiere en la comunicación verbal (L_{SIL}) es calculado como la media aritmética de los mismos.

$$L_{SIL} = 1/4 \sum L_{N,oct,i}$$

siendo:

$L_{N,oct,i}$ la presión sonora de octava del ruido ambiente en el oído del oyente, en la banda de octava "i".

En el caso de ruidos estables y sólo cuando no sea posible la medición del nivel de presión sonora equivalente en la banda de octava 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz ($L_{N,oct,i}$), el L_{SIL} puede aproximarse con la siguiente expresión:

$$L_{SIL} = L_{N,A,L} - 8 \text{ dB}$$

siendo:

$L_{N,A,L}$ el nivel de presión sonora ponderada en A utilizando un tiempo de respuesta "SLOW" en la posición del oyente

4. Ruido periódico: Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica.

5. Ruido aleatorio: Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB, variando L_{pA} aleatoriamente a lo largo del tiempo

6. L_{SIL} : Nivel de Presión sonora que interfiere en la comunicación verbal.

5. VALORES MÍNIMOS RECOMENDADOS

La calidad de la comunicación verbal se expresa en función de la inteligibilidad⁷ y el esfuerzo vocal⁸ y no es exigible la misma calidad en la comunicación para todas las situaciones. Por ejemplo, en situaciones de alerta, en condiciones desfavorables, resulta suficiente entender por completo un mensaje corto, incluso aunque la comprensión correcta requiera cierto esfuerzo por parte del oyente. En cambio, en una sala de reuniones, donde la comunicación constituye parte de la tarea y las personas están presentes, en general, durante períodos de tiempo prolongados, se requiere unas condiciones de diálogo más relajadas y mejores condiciones de audición.

Por ello, la norma UNE EN ISO 9921:2004 recomienda diferentes valores mínimos de inteligibilidad y valores máximos de esfuerzo vocal para cada una de las siguientes situaciones:

Comunicación persona a persona normal prolongada

Son situaciones en las que se produce un tipo de comunicación relajada, por ejemplo, la que tiene lugar en oficinas, durante reuniones, lecturas y exposiciones, que se desarrollan durante períodos de tiempo prolongados. Si la comunicación es normal prolongada se recomienda como valores mínimos un nivel de inteligibilidad “bueno”⁹, para un esfuerzo vocal “normal”¹⁰.

Comunicación persona a persona crítica

Son situaciones, en las que suelen intercambiarse mensajes cortos que incluyen un cierto número de palabras claves conocidas. Para tales condiciones de comunicación se recomienda, al menos, una inteligibilidad “suficiente”¹¹, para un esfuerzo vocal “alto”¹².

Son ejemplos de situaciones críticas el personal de ambulancias, bomberos, obras de construcción, etc.

6. MODO DE UTILIZACIÓN DE LAS TABLAS DE SÍNTESIS

Con los valores mínimos de inteligibilidad y máximos de esfuerzo vocal recomendados por la norma y con el L_{SIL} calculado previamente, es posible evaluar la comunicación verbal para una situación dada, en función de la distancia entre el hablante y el oyente, con el uso de la tabla 1.

Se ha de determinar si en el puesto de trabajo a evaluar se dan comunicaciones persona a persona críticas

7. *Inteligibilidad verbal: Proporción del diálogo que es comprendida.*

8. *Esfuerzo vocal: Esfuerzo del hablante, cuantificado objetivamente mediante el nivel sonoro verbal, ponderado A, medido a 1 m de distancia frente a la boca y calificado subjetivamente mediante una descripción.*

9. *Valor de inteligibilidad mínima buena: Aquella que se corresponde con un valor de SIL de 15 a 21 dB (A).*

10. *Esfuerzo vocal normal: Aquel que tiene un nivel verbal ponderado en A asociado, medido a una distancia de 1 m frente a la boca de 60 dB (A).*

11. *Valor de inteligibilidad mínima suficiente: Aquella que se corresponde con un valor de SIL de 10 a 15 dB (A).*

12. *Esfuerzo vocal alto: Aquel que tiene un nivel verbal ponderado en A asociado, medido a una distancia de 1 m frente a la boca de 72 dB (A).*

COMUNICACIONES PERSONA A PERSONA		
L_{SIL}	Críticas	Normal prolongada
30	39,8 m	5,62 m
35	22,3 m	3,16 m
40	12,5 m	1,77 m
45	7,07 m	1 m
50	3,98 m	0,56 m
55	2,23 m	0,31 m
60	1,25 m	0,17 m
65	0,70 m	0,10 m
70	0,39 m	0,05 m
75	0,22 m	0,03 m

Tabla 1. Distancia máxima a la que se considera que la comunicación es satisfactoriamente inteligible. Las distancias para valores de L_{SIL} intermedios se calcularán por interpolación lineal

o normales prolongadas, empleando los datos de la tabla 1, a partir del valor L_{SIL} calculado se obtiene la distancia máxima a la que se considera que la comunicación es satisfactoriamente inteligible.

7. CASO DE HABLANTES Y/U OYENTES NO NATIVOS

Conforme a la norma UNE EN ISO 9921:2004, en el caso de hablantes y oyentes no nativos¹³, pero que manejan el idioma con fluidez, se observa una reducción de la inteligibilidad. Para hablantes u oyentes no nativos, o para ambos simultáneamente, se requiere una mejora de la relación señal-ruido¹⁴ de entre 4 dB y 5 dB para conseguir una inteligibilidad similar a la obtenida con hablantes y oyentes nativos. Esta mejora de la relación señal-ruido de 4 dB se corresponde con una mejora de SIL de 4 dB (A). En este caso la tabla 1 no sería representativa de la situación y se propone usar la tabla 2.

COMUNICACIONES PERSONA A PERSONA		
L_{SIL}	Críticas	Normal prolongada
30	25,1 m	3,54 m
35	14,1 m	1,99 m
40	7,94 m	1,12 m
45	4,46 m	0,63 m
50	2,50 m	0,35 m
55	1,41 m	0,19 m
60	0,79 m	0,11 m
65	0,44 m	0,06 m
70	0,25 m	0,03 m
75	0,14 m	0,01 m

Tabla 2. Distancia máxima a la que se considera que la comunicación es satisfactoriamente inteligible en el caso de hablantes y/u oyentes no nativos. Las distancias para valores de L_{SIL} intermedios se calcularán por interpolación lineal

13. *Hablante no nativo: Persona que habla un idioma diferente del que aprendió, como lengua materna, durante su niñez.*

14. *Relación señal-ruido efectiva: Medida que expresa el efecto (combinado) de diversos tipos de distorsiones en la inteligibilidad de una señal verbal, en función del efecto que produce un ruido de máscara sobre una señal verbal con la misma inteligibilidad.*

8. CASO DE PERSONAS CON TRASTORNOS LEVES DE LA AUDICIÓN (en general, mayores)

Es bien sabido que la sensibilidad del oído humano tiene tendencia a disminuir progresivamente con la edad. Por ello, se recomienda tener en cuenta la edad y estado de los trabajadores a la hora de realizar un estudio de inteligibilidad verbal, sobre todo, en el caso de trabajadores de edad avanzada. Así, la norma UNE EN ISO 9921:2004 recoge que las personas con trastornos leves de la audición (en general, mayores) requieren una relación señal-ruido mayor (aproximadamente 3 dB).

A modo indicativo y en base a los estudios poblacionales recogidos en la norma **UNE-EN ISO 7029** sobre "Distribución estadística de los umbrales de audición en función de la edad", se recomienda utilizar la tabla 3 cuando la edad predominante del personal a estudiar supere los 60 años de edad.

COMUNICACIONES PERSONA A PERSONA		
L _{SIL}	Críticas	Normal prolongada
30	28,1 m	3,98 m
35	15,8 m	2,23 m
40	8,91 m	1,25 m
45	5,01 m	0,70 m
50	2,81 m	0,39 m
55	1,58 m	0,22 m
60	0,89 m	0,12 m
65	0,50 m	0,07 m
70	0,28 m	0,03 m
75	0,15 m	0,02 m

Nota: La norma UNE-EN ISO 7029 define Sujeto Otológicamente Normal como "Persona con salud normal, que no presenta ningún signo ni síntoma de enfermedad auditiva, sin tapón de cerumen en los conductos auditivos y que, en el pasado, no ha estado expuesta a ruidos excesivos".

Tabla 3. Distancia máxima a la que se considera que la comunicación es satisfactoriamente inteligible en el caso de personas con trastornos leves de la audición. Las distancias para valores de L_{SIL} intermedios se calculará por interpolación lineal

9. EJEMPLO DE APLICACIÓN

Se desea saber si el nivel de inteligibilidad verbal en unas oficinas bancarias de atención al cliente (comunicación directa) es adecuado con las condiciones existen-

tes en las mismas. Para ello se han medido los niveles de presión sonora en las bandas de octava 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz en la posición del oyente y en las condiciones de ruido existente en el periodo de comunicación, obteniéndose los resultados siguientes:

Banda de Octava (Hz)	500	1000	2000	4000
L _{Aeq,T} (dB(A))	53.0	49.5	51.5	47.5

Entre el puesto del trabajador y el cliente existe un mostrador y una mesa que los separa 1 metro.

Tal y como se describe en los apartados anteriores el primer paso consiste en determinar si en el puesto de trabajo a evaluar se dan comunicaciones directas persona a persona. En el caso anterior, podemos decir que las comunicaciones entre clientes y trabajadores cara a cara en oficinas bancarias es un buen ejemplo de comunicación persona a persona.

El segundo paso consiste en determinar el periodo de la jornada en el que se puede presentar un problema de inteligibilidad para poder realizar correctamente las mediciones. En el ejemplo anterior se ha observado que la mayor afluencia de clientes se da entre las 10:00 y las 13:00 horas, por lo que las mediciones acústicas se realizarán durante ese periodo.

Una vez obtenidos los datos a través de la medición del nivel de presión sonora, se ha de calcular el valor de L_{SIL} (Nivel de Presión Sonora que interfiere en la comunicación verbal). El resultado es:

$$L_{SIL} = \frac{1}{4} \sum L_{N,oct,i} = \frac{1}{4} (53.0 + 49.5 + 51.5 + 47.5) = 50.3 \text{ dB (A)}$$

Una vez calculado el L_{SIL} se ha de determinar si la comunicación es normal prolongada o crítica. Conforme a las definiciones del apartado 5, se puede concluir que la comunicación dada en el ejemplo, corresponde con una comunicación persona a persona normal prolongada.

La información anterior y un análisis de las características de hablantes y oyentes nos permitirá elegir la tabla de síntesis donde se introducirán los datos calculados. Como el ejemplo no da características de los mismos se considerará que son nativos y menores de 60 años sin reducción de sus capacidades auditivas (tabla 1).

Por último se introduce el L_{SIL} calculado en la tabla 1, obteniéndose información sobre el intervalo de distancia máxima a la que se considera que la comunicación es satisfactoriamente inteligible, obteniéndose un resultado de 0,5 metros. Sabiendo que la separación existente entre cliente y trabajador es de 1 m, podemos deducir que la inteligibilidad verbal no es satisfactoria. Se podrá optar por implantar medidas que reduzcan el L_{SIL}, como por ejemplo instalar mamparas entre los trabajadores del banco, o por disminuir las distancias entre el hablante y el oyente.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) **UNE EN ISO 9921:2004** Ergonomía. Evaluación de la comunicación verbal.
- (2) **UNE EN ISO 7029: 2000** Acústica. Distribución estadística de los umbrales de audición en función de la edad.
- (3) **ISO/TR 3352-1974** *Acoustic – Assessment of noise with respect to its effect on the intelligibility of speech.*
- (4) **ISO 9612:1997** "Acoustics-Guidelines for the measurement of exposure to noise in a working environment"
- (5) **RD 286/2006**, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- (6) GÓMEZ-CANO HERNÁNDEZ, M. **Aspectos Ergonómicos del ruido.** *Salud y Trabajo. N° 102. Páginas 33-40. 1994*