

## Evaluación del confort acústico para la prevención de riesgos laborales en el bloque 2 del Instituto Superior Tecnológico Tsachila, 2023

**Paul Enrique Baldeón Quishpe**<sup>1</sup>

[baldeonpaul1006@gmail.com](mailto:baldeonpaul1006@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-9790-5265>

Instituto Superior Tecnológico Tsachila  
Ecuador

**Cristhian Nicolas Sánchez Cabezas**

[nicolas.sanchez98@hotmail.com](mailto:nicolas.sanchez98@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0004-6611-9394>

Empresa pública municipal de transporte de  
Santo Domingo de los Tsáchilas  
Ecuador

**Segundo Salvador Morales Morales**

[segundosa.morales@educacion.gob.ec](mailto:segundosa.morales@educacion.gob.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-7443-5934>

Unidad Educativa Comunitaria Intercultural  
Bilingüe “Rumipamba”  
Ecuador

**Marjorie Gisella Cabezas Silva**

[cabezassilva2922@gmail.com](mailto:cabezassilva2922@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0008-1473-540X>

Unidad Educativa Particular “Latino”  
Ecuador

**Alex Fabián Janeta Paucar**

[alexjaneta@hotmail.com](mailto:alexjaneta@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0001-7244-9873>

Ecuacorriente S.A  
Ecuador

### RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el confort acústico para la prevención de riesgos laborales en el bloque 2 del Instituto Superior Tecnológico Tsachila, se aplicó un método mixto cualitativo y cuantitativo, en primer lugar, diseñando una encuesta subjetiva del confort acústico con preguntas cerradas y en segundo lugar mediante la estrategia que indica la norma técnica de prevención NTP 794 se procedió con el cálculo del nivel de interferencia verbal por influencia del ruido en espacios pedagógicos, finalmente se determinó también el tiempo de reverberación mediante la ecuación de Sabine. Los resultados de la encuesta evidencian que menos de la mitad un 48% de los estudiantes encuestados en las 4 aulas seleccionadas consideran que el grado de comprensión de la comunicación es normal frente a otro porcentaje responde a situaciones de incompreensión del mensaje; en relación al nivel de interferencia verbal resulto que las mayoría de las aulas ligeramente satisfactoria debido principalmente que las distancias entre el docente y la posición del estudiante es ligeramente mayor a la distancia máxima que considera la norma UNE-EN ISO 9928, finalmente el tiempo de reverberación resulto que en todas las aulas está por encima del valor de referencia, mismo que es de 0.6 segundos según lo recomienda la norma ANSI/ASA S12.60-2010. Se concluye que en las aulas del bloque 2 no existe acondicionamiento o confort acústico para el normal desarrollo de las actividades de aprendizaje entre el docente y estudiante.

**Palabras clave:** confort acústico; inteligibilidad verbal; tiempo de reverberación; evaluación acústica

---

<sup>1</sup> Autor Principal

Correspondencia: [baldeonpaul1006@gmail.com](mailto:baldeonpaul1006@gmail.com)

## **Evaluation of acoustic comfort for the prevention of occupational risks in block 2 of the Instituto Superior Tecnológico Tsachila, 2023**

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate acoustic comfort for the prevention of occupational risks in block 2 of the Tsachila Higher Technological Institute, a mixed qualitative and quantitative method was applied, first, designing a subjective survey of acoustic comfort with closed questions and Secondly, using the strategy indicated in the technical prevention standard NTP 794, the level of verbal interference due to the influence of noise in pedagogical spaces was calculated. Finally, the reverberation time was also determined using the Sabine equation. The results of the survey show that less than half, 48%, of the students surveyed in the 4 selected classrooms consider that the degree of understanding of the communication is normal, while another percentage responds to situations of incomprehension of the message; In relation to the level of verbal interference, it turned out that the majority of the classrooms were slightly satisfactory, mainly due to the fact that the distances between the teacher and the student's position are slightly greater than the maximum distance considered by the UNE-EN ISO 9928 standard, finally the time of It turned out that reverberation in all classrooms is above the reference value, which is 0.6 seconds as recommended by the ANSI/ASA S12.60-2010 standard. It is concluded that in the classrooms of block 2 there is no acoustic conditioning or comfort for the normal development of learning activities between the teacher and student.

***Keywords:*** *acoustic comfort; verbal intelligibility; reverberation time; acoustic evaluation*

*Artículo recibido 15 setiembre 2023*

*Aceptado para publicación: 28 octubre 2023*

## INTRODUCCIÓN

El tema de la presente investigación es Evaluación del confort acústico para la prevención de riesgos laborales en el bloque 2 del Instituto Superior Tecnológico Tsachila, mismo que nace por la necesidad de conocer con rigor técnico y metodológico el grado confort acústico que cuentan los estudiantes durante la impartición de clases en las aulas del bloque 2 del ISTT.

El Instituto Superior Tecnológico Tsachila es una institución pública de educación superior que cuenta con alrededor de 180 docentes y más de 2500 estudiantes que acuden diariamente a las instalaciones para desarrollar los procesos de docencia, investigación, vinculación y aprendizaje. La institución al igual que las organizaciones privadas se rige a las disposiciones que establecen las leyes y demás requisitos legales en Seguridad y Salud en el Trabajo dentro del marco legal del Ecuador, en la actualidad el ISTT no dispone de estudios relacionados al ruido que permitan declarar si existen o no el confort acústico necesario para desarrollar las actividades de docencia de manera eficiente y, además, que los procesos de aprendizajes están alcanzando los resultados esperados sin que el ruido sea la razón de lo contrario.

Además, en algunas ocasiones estudiantes han manifestado inconformidad e incomodidad ante situaciones generadoras de ruido que provienen por actividades internas y externas de la institución como, por ejemplo, ruido en los pasillos, eventos festivos y académicos que involucran altos parlantes, y ruido de tráfico del exterior. Los docentes también han manifestado que las situaciones generadoras de ruido y por consiguiente incomodidad y distracción en los procesos de impartición de clases posiblemente han aumentado en los últimos meses debido a la migración y reacondicionamiento de nuevos docentes y estudiantes que anteriormente utilizaban instalaciones e infraestructura ubicadas en otra dirección de la ciudad y que por razones legales debieron desocupar para reubicarse en el Instituto Superior Tecnológico Tsáchilas.

De confirmar que el ruido está siendo un factor generador de interferencias en la comunicación y actividades diarias de aprendizaje e investigación que se desarrollan en las instalaciones del ISTT y, además, que la situación se mantenga en función del tiempo no solo podría desembocar efectos no deseados en los resultados de aprendizaje que tiene cada materia en las diferentes carreras, sino que además en los propósitos y la razón de ser de la organización; tal como (Amaro & Ortiz,

2013) menciona sobre los efectos del confort acústico en un recinto educativo “genera falta de concentración, estrés, nerviosismo, desinterés en los niños y dificultan el aprendizaje; pero, no solo en ellos se observan estos efectos, también los profesores son afectados al tener que subir el nivel de voz..”. En el ámbito de la salud de los docentes y estudiantes del Instituto Tsa’chila se podrían manifestar efectos psicológicos y fisiológicos debido a las interrupciones en los procesos de enseñanza y de comunicación en el grado que requiere y necesita una institución de educación superior para lograr el confort de todas las partes interesadas.

La presente propuesta propone una descripción y procesamiento de las variables necesarias y pertinentes que entran en juego y que interactúan para valorar el confort acústico en el bloque 2 del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila. Una vez descritas las variables se procederá a establecer una estrategia para abordar cada una de las variables de acuerdo a lo que especifica la normativa legal ecuatoriana y demás normas internacionales y finalmente lograr definir medidas de control pertinentes que aseguren un confort acústico de acuerdo a las necesidades de la institución y las labores que se realizan dentro.

La relevancia de la presente investigación radica en poder determinar el grado de confort acústico que disponen los estudiantes y docentes durante el desarrollo de las clases en las jornada vespertina y nocturna y poder determinar de manera concluyente si el grado de confort acústico es el necesario para garantizar que se logran los resultados de aprendizaje previstos en el curriculum de las materias impartidas según el calendario académico de la institución.

La evaluación del confort acústico tiene además, un impacto legal y económico positivo al ISTT, debido que mediante los resultados de la investigación se dará por cumplimentado unos de los requisitos legales que tiene que cumplir la institución de manera obligatoria, por ejemplo dentro del contexto legal del Ecuador la (Secretaria General de la Comunidad Andina, 2004) menciona sobre las obligaciones de los empleadores “Identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional específicos u otros sistemas similares, basados en mapa de riesgos”

La presente investigación es importante debido a que permitirá conocer aquellos índices que dan

forma a la valoración del confort acústico en el bloque 2 del ISTT, de esta manera se podrá definir estrategias que permitan estimar la situación actual del ruido y como afecta tanto positiva como negativamente en los procesos de enseñanza, aprendizaje e investigación que se llevan a cabo en las instalaciones.

Los resultados de la investigación tendrán como principales beneficiarios a los docentes y estudiantes ya que se conocerá si se requieren o no la implantación de controles de ruido que ajusten los niveles de ruido en función de las necesidades y requerimientos mínimos que se debe tener en ambientes de enseñanza y aprendizaje para lograr el confort acústico en el desarrollo de todas las actividades del bloque 2.

Las estrategias propuestas para abordar y valorar el confort acústico servirán de base para futuros estudios que requieren realizarse todas áreas y bloques que posee el Instituto Superior Tecnológico Tsáchila para el desarrollo de sus actividades académicas y de investigación, inclusive las propuestas de control que se generan en la presente investigación podrán servir como un siguiente Trabajo de Integración Curricular para los egresados de la carrera de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales. El Instituto Superior Tecnológico Tsachila podrá beneficiarse del presente trabajo de investigación ya que se estará cumplimentado los requisitos legales que por ley debe ejecutar y así evitar sanciones administrativas y económicas por el incumplimiento de las dichas normativas legales, además, el evitar discomfort acústico fomentara y propenderá a institución a lograr los objetivos estratégicos que tiene propuestas y que son parte de la misión y visión institucional, donde se destaca “ser líder en procesos académicos, investigativos, de vinculación y de gestión”

La acústica es la rama de la física que abarca los criterios para el análisis del ruido en todo ámbito y en el caso del presente estudio, para evaluar el confort acústico en las aulas del bloque 2 del Instituto Superior Tecnológico Tsachila. De acuerdo con (Díaz, 2007) “se define la acústica como la rama de la ciencia, parte de la física, que se ocupa de los fenómenos sonoros perceptibles por el oído humano” (p. 1). Todo fenómeno sonoro está relacionado implícitamente con vibraciones, por ende, la acústica pretende estudiar su origen, su propagación y sus efectos.

Los eventos sonoros son los que producen ondas sonoras que transmiten en forma vibraciones,

mismas que modifican el medio ambiente e influyen directamente en el sistema auditivo ayudando a lograr las funciones inherentes al puesto de trabajo o en ciertos casos entorpeciénolo mediante la generación de ruidos y por consiguiente afectaciones auditivas (Hipoacusia, tinnitus) o extra auditivas (fisiológicos, psicológicos y comportamentales).

En el ámbito laboral se tiene algunas fuentes que producen ruido y que pueden influir significativamente el confort acústico y por consiguiente el normal desempeño de las actividades laborales. Generalmente en instituciones educativas se presentan ciertos tipos de ruido característicos de estos recintos. Por ejemplo (INSHT, 1998) enlista ejemplos de fuentes de ruido en oficinas, que pueden ser similares a las fuentes de una institución educativa “En general, se pueden considerar cuatro fuentes de ruido: el procedente del exterior, el de las instalaciones del edificio, el de los equipos de oficina y el producido por las personas”.

Existen diferentes índices de valoración del ruido que forman parte de un estudio de confort acústico en los espacios laborales según la caracterización inherente del puesto de trabajo. (Tomás Arévalo Fernández, 2020) describe algunos de los índices a través de la siguiente tabla.

**Figura 1** Índices de valoración acústica

Índice de Valoración	Aplicabilidad
<b>Nivel de presión sonora</b>	Representa el valor instantáneo del nivel de presión sonora. Es el nivel de presión sonora sin ponderar en todo el rango de frecuencias audibles (20 a 20.000 Hz).
<b>Nivel de presión sonora ponderado (ponderación A)</b>	Este índice solo nos proporciona información sobre el nivel de presión sonora. Para compensar las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del campo auditivo, son los valores de presión acústica en todo el rango de frecuencias a los que se aplica la curva de ponderación A.
<b>Nivel sonoro continuo equivalente</b>	Es el nivel en dBA de un ruido de nivel constante hipotético correspondiente a la misma cantidad de energía sonora que el ruido real considerado, durante un período de tiempo T. <b><math>L_{Aeq} = 10 \log [1/T \cdot (\text{Sumatorio } T_i \cdot 10^{(L_i/10)})]</math></b> donde: Li = Nivel de presión sonora (dBA) en el período “i” Ti = Duración del período “i” T= Período de tiempo total
<b>Nivel sonoro diario equivalente</b>	Este índice proporciona información sobre el nivel de exposición al ruido del trabajador. Está definido por la ecuación: <b><math>L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log (T/8)</math></b> donde: T =Duración diaria de la exposición (horas) L <sub>Aeq,T</sub> =Nivel de presión sonora equivalente en el período de tiempo T (dBA)  Se aplica con el fin de valorar el riesgo de pérdida de la capacidad auditiva.

**Fuente:** (Tomás Arévalo Fernández, 2020)

Las metodologías que abordan la evaluación del confort acústico de una u otra manera hacen uso de los índices de valoración del ruido para determinar el grado de confort acústico que pueden

presentan docentes y estudiantes en el desarrollo de las actividades de aprendizaje. En un estudio realizado por (Cisneros & Quispe, 2018) citando a Ramírez, E. 2011, define al confort acústico como un “Un ambiente acústico confortable es aquel en donde el carácter y la magnitud de todos sus sonidos son compatibles con el uso satisfactorio del espacio y es percibido como tal por los usuarios”.

Como se puede entender el confort acústico resulta subjetivo ya que las percepciones de sonido son distintas según la persona y la actividad que se esté relacionado, lo que para una persona el sonido de su orquesta favorita no le resulta desagradable sino más bien confortable, para otra persona puede representar a incomodidad o desagrado. Como menciona (INSHT, 1998) “para conocer y valorar el malestar de una persona o de un colectivo frente al ruido, sería necesario crear una escala que relacionara la respuesta subjetiva de las personas con los valores que alcanzan las características físicas del ruido”

En relación a la metodología de evaluación del confort acústico existen parámetros que caracterizan un ambiente de trabajo donde los sonidos o ruidos interactúan de tal forma que genera comodidad a sus usuarios a corto, mediano y largo plazo. De acuerdo con (Molina et al., 2023) en su estudio sobre la calidad en las aulas de enseñanza destaca algunas de estos parámetros.

La calidad acústica en las aulas se evalúa a partir de tres parámetros: el tiempo de reverberación, que se refiere al tiempo que tarda la intensidad del sonido en caer a 60 d BA, la inteligibilidad de la palabra, que puede definirse como el nivel de claridad del mensaje y el ruido de fondo que puede definirse como el sonido del medio que afecta la acústica.

El tiempo de reverberación es un índice útil para la evaluación de la “calidad acústica” de un local. Los locales con superficies muy reflectantes presentan tiempos de reverberación elevados, lo que implica dificultades en la comunicación. Existen algunos métodos para calcular el tiempo de reverberación de los locales, el primer método fue desarrollado por el arquitecto Wallace Sabine. De acuerdo con (Molina et al., 2023) la ecuación de Sabine define al tiempo de reverberación de la siguiente manera.

“como el tiempo que transcurre desde el momento en que se interrumpe una señal sonora hasta que queda reducido en 60 dB. Este tiempo relaciona al área equivalente A del recinto en sabinas,

o su área total  $S$  en  $m^2$  y el coeficiente medio de absorción  $\alpha$  en sabines/ $m^2$ , mediante la expresión en segundos, lo que también se conoce como RT-60”

En relación a la inteligibilidad de la palabra también conocido como SIL (Assessment of speech communication), es un parámetro que pretende valorar la capacidad de un ruido estable de interferir en la conversación entre dos personas en un entorno libre de superficies reflectantes que pudieran reforzar las voces de las personas. (González Través & Gómez-Cano Alfaro, 2008) han desarrollado una sistemática de evaluación resumida en una nota técnica de prevención NTP 794, misma que establece “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”. La NTP 974 describe con base a criterios técnicos validados el procedimiento de evaluación ergonómica de la acústica que necesita el trabajador en función del tipo de actividades inherentes al puesto de trabajo.

En un estudio realizado por (Cisneros & Quispe, 2018) citando a Ramírez, E. 2011, define al confort acústico como un “Un ambiente acústico confortable es aquel en donde el carácter y la magnitud de todos sus sonidos son compatibles con el uso satisfactorio del espacio y es percibido como tal por los usuarios”.

Otra definición aceptable del confort acústico la hace (Barti, 2017) en su obra sobre la valoración del confort acústico.

El confort acústico se define como el nivel de sonido que se considera “aceptable” para una persona, tanto por el nivel sonoro, como por las características de frecuencia y evolución temporal de éste. Podríamos decir que el confort acústico sería el “sonido esperado” para una situación concreta.

Como se puede entender el confort acústico resulta subjetivo ya que las percepciones de sonido son distintas según la persona y la actividad que se esté relacionado, lo que para una persona el sonido de su orquesta favorita no le resulta desagradable sino más bien confortable, para otra persona puede representar a incomodidad o desagrado. Como menciona (INSHT, 1998) “para conocer y valorar el malestar de una persona o de un colectivo frente al ruido, sería necesario crear una escala que relacionara la respuesta subjetiva de las personas con los valores que alcanzan



las características físicas del ruido”. De acuerdo con molina (Molina et al., 2023) en su estudio sobre la calidad en las aulas de enseñanza menciona que

La calidad acústica en las aulas se evalúa a partir de tres parámetros: el tiempo de reverberación, que se refiere al tiempo que tarda la intensidad del sonido en caer a 60 d BA, la inteligibilidad de la palabra, que puede definirse como el nivel de claridad del mensaje y el ruido de fondo que puede definirse como el sonido del medio que afecta la acústica.

Resultados de investigaciones anteriores sobre evaluación del confort acústico en instituciones educativas evidencian la influencia del ruido en los procesos de enseñanza, por ejemplo Anta Pérez & Enríquez Jiménez en el trabajo realizado en la Universidad de Valladolid y con título “Evaluación del confort acústico en distintos ambientes, en el año 2013”, se identificaron la existencia de diferentes fuentes de ruido urbano que influye en las actividades académicas como son el tráfico rodado, motos, vehículos pesados, peatones y las sirenas de emergencias. Se determino que de todas las aulas evaluadas existía un aula que obtuvo un tiempo de reverberación muy alto, 1,96s, el cual está fuera de la norma. Esto puede ser debido a que el aula tiene un techo muy alto y además no tiene techo absorbente. Además, en el aula SA4 EII, el nivel medio de presión sonora tiende a normal-bueno para las personas encuestadas, siendo para un 47,92% normal y para un 43,75% alto, prácticamente la totalidad de encuestados.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente se identifica de la totalidad de las aulas o lugares de trabajo pueden existir un espacio en el cual uno de los índices de valoración del confort acústico se encuentre fuera del rango permitido por las normas de referencia que se aplique, por ende, el antecedente es importante ya que afirma la posibilidad de encontrar aulas que no cuenten con el confort acústico suficiente para llevar a cabo los procesos académicos y de investigación de una manera óptima en el Instituto Superior Tecnológico Tsachila.

Desde la creación e inicio de actividades del Instituto Superior Tecnológico Tsachila en el año 2016, la institución ha procurado estratégicamente a asegurar el diseño y puesta en marcha de procesos y procedimientos de gestión docente, organizacional, infraestructura, vinculación e investigación de acuerdo a lo que establecen los organismos de control como el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES) y la Secretaría de Educación

Superior Ciencia, Tecnología e Innovación. En relación a los procesos de gestión de infraestructura se han venido uniendo esfuerzos entre los docentes para la ejecución de actividades relacionadas a la seguridad y salud en el trabajo, mediante la designación de un técnico de seguridad del ISTT y la conformación del comité paritario de seguridad y salud en el trabajo.

La presente investigación se realiza en un marco colaborativo con la ejecución de una planificación institucional para la seguridad y salud en el trabajo que permita identificar riesgos y oportunidades que puedan influir significativamente en la SST de docentes y estudiantes, de cara al cumplimiento de requisitos legales y la propuesta de programas preventivos que no solo beneficien a los docentes sino a otras partes interesadas como son los estudiantes que utilizan las instalaciones del bloque 2 del Instituto Superior Tecnológico Tsachila,

Con base en lo anterior expuesto es pertinente plantear la siguiente hipótesis respecto a la comodidad acústica que tienen los estudiantes durante la impartición de clases en la jornada vespertina y nocturna: “Los estudiantes que utilizan las aulas del bloque 2 la jornada vespertina y nocturna del Instituto Superior Tecnológico Tsachila presentan durante la impartición de clases discomfort acústico, situación que afecta el rendimiento académico y los resultados de aprendizaje esperados.

## **METODOLOGÍA**

La modalidad de la presente investigación es de carácter mixta (cualitativa y cuantitativa), ya que no se queda en el diagnóstico facultativo de la problemática detectada, sino que pretende plantear una serie de alternativas que tiendan a solucionar el problema detectado, como es precisamente la temática que nos ocupa, como es la evaluación del confort acústico para la prevención de riesgos laborales en el bloque 2 del Instituto Superior Tecnológico Tsachila, mediante un análisis descriptivo de la literatura se pretende describir cuáles son los indicadores que definen el confort acústico en los espacios donde se desarrolla la docencia e investigación.

Se planteó una evaluación objetiva de los índices de valoración del confort acústico mediante la evaluación de la comunicación verbal y el tiempo de reverberación de las aulas. En caso de la evaluación de la comunicación verbal conocido como método SIL se procedió según las directrices indicadas en la nota técnica de prevención NTP 794, mismo que se centra en la

identificación y medición de lo siguiente: 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.

**Figura 2** Distancias máximas recomendadas para tener una comunicación inteligible en función del nivel de presión sonora  $L_{sil}$

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

**Fuente:** (González Través & Gómez-Cano Alfaro, 2008)

Para determinar el nivel de presión Sonora que interfiere en la comunicación verbal ( $L_{SIL}$ ), se utilizó un sonómetro integrador clase 2 con bandas de octava 1:1 marca Cirrus Research S.L. El equipo fue seleccionado con base en la necesidad de tener un equipo que pueda obtener muestras del nivel de presión sonora en frecuencias de 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, según requerimientos que establece la NTP 794.

En el caso del tiempo de reverberación se utilizó la ecuación de Sabine, misma considera el volumen del espacio donde se pretende calcular el tiempo de reverberación; la superficie de los diferentes mobiliarios y equipos que se encuentra en espacio de trabajo y además el coeficiente de reverberación de dichos materiales. Para este indicador no se requiere un instrumento de medición específico, basto con el uso de un flexómetro y el plano del bloque 2 para determinar el dimensionamiento de las aulas y los materiales. Finalmente, una vez obtenido los tiempos de reverberación de las aulas en las diferentes frecuencias se procede a comparar con los valores de reverberación que recomienda la norma ANSI/ASA S12.60-2010/Part. 1.

Para la evaluación cualitativa que determine la influencia del confort acustico en los procesos de

enseñanza-aprendizaje se diseñó una encuesta a ser aplicada a todos los estudiantes que ocupen las aulas seleccionadas previamente. La encuesta está conformada por siete preguntas cerradas de tipo si/no y una pregunta con escala de calificación para que los estudiantes evalúen el nivel de comprensión verbal del mensaje del docente durante el desarrollo de la clase con considerando el ruido presente en el ambiente del aula.

El bloque 2 del ISTT es un edificio de dos plantas, mismas que contienen tres aulas en la planta baja y cuatro en la primera planta alta que se distribuyen en las dos fachadas laterales del edificio, se destaca que las aulas son similares en dimensiones, así como equipamiento y mobiliario por ende se ha decidió escoger un aula por cada fachada en las dos plantas que conforman el bloque 2. El total de estudiantes que asisten a las aulas seleccionadas son las siguientes

**Tabla 1** Aulas de estudio y población de estudiantes por aula

<b>Aulas elegidas</b>	<b>Población</b>
B2-09	25
B2-11	20
B2-12	21
B2-15	20
<b>Total</b>	<b>86</b>

Se decidió que todos los estudiantes que utilizan los cursos sean parte de la investigación, por ende, se aplicó un muestreo estadístico por conveniencia por la cantidad relativamente reducida de estudiantes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 2** Resultados de pregunta 1, Según su opinión personal ¿en qué nivel califica el grado de comprensión acústico del mensaje del docente mientras está impartiendo clases?

	B2-09		B2-11		B2-12		B2-15	
escala	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje	cantidad	porcentaje
<b>muy malo</b>	<b>1</b>	<b>4%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>malo</b>	<b>7</b>	<b>28%</b>	<b>7</b>	<b>35%</b>	<b>1</b>	<b>5%</b>	<b>8</b>	<b>40%</b>
<b>normal</b>	<b>12</b>	<b>48%</b>	<b>10</b>	<b>50%</b>	<b>8</b>	<b>38%</b>	<b>7</b>	<b>35%</b>
<b>bueno</b>	<b>5</b>	<b>20%</b>	<b>3</b>	<b>15%</b>	<b>12</b>	<b>57%</b>	<b>5</b>	<b>25%</b>
<b>muy bueno</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

Se obtuvo como resultado que la mayoría de respuestas seleccionadas por los cuatro cursos se encuentran en el rango entre malo bueno, obteniendo en las aulas B2-09 y B2-11 un porcentaje de 48 y 50% respectivamente en respuestas que indican una comprensión “normal” acústica del mensaje del docente; en el aula B2-12 más de la mitad de estudiantes encuestados, el 57% indicaron que la comprensión acústica del mensaje del docente es “bueno”. Finalmente, en el aula B2-15 un 40% de estudiantes seleccionaron que el grado de comprensión acústica del mensaje del docente es “malo”.

**Tabla 3** Resultados de pregunta 2 Según su opinión personal ¿se encuentra Ud. cómodo con el medio ambiente acústico del aula?

	B2-09		B2-11		B2-12		B2-15	
Pregunta 2	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje
<b>SI</b>	<b>11</b>	<b>44%</b>	<b>5</b>	<b>25%</b>	<b>11</b>	<b>52%</b>	<b>5</b>	<b>25%</b>
<b>NO</b>	<b>12</b>	<b>48%</b>	<b>12</b>	<b>60%</b>	<b>7</b>	<b>33%</b>	<b>15</b>	<b>75%</b>
<b>TALVEZ</b>	<b>2</b>	<b>8%</b>	<b>3</b>	<b>15%</b>	<b>3</b>	<b>14%</b>		<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>	<b>21</b>	<b>100%</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

En relación a la comodidad que sienten los estudiantes con el medio ambiente acústico de las aulas resultó que en el aula B2-09 la mayoría de los estudiantes un 48% considera que no está cómodo, mientras que en el aula B2-11 resultó que un gran porcentaje de alumnos 60% considera que no está cómodo como el medio ambiente acústico del aula. En el caso del aula B2-12 más de la mitad de alumnos encuestados 52% considera que si esta cómodo con el medio ambiente acústico en el que se desenvuelven las clases. Finalmente, en el caso del aula B2-15 resultó que el 75% de estudiantes encuestados esta cómodo con el medio ambiente acústico del aula.

**Tabla 4** Resultados de pregunta 3 ¿Conoce Ud. los efectos que tiene el ruido durante la impartición de clases dentro de las aulas?

Pregunta 3	B2-09		B2-11		B2-12		B2-15	
	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje
SI	5	20%	6	30%	5	24%	5	25%
NO	18	72%	14	70%	13	62%	15	75%
TALVEZ	2	8%	0	0%	3	14%	0	0%
TOTAL	25	100%	20	100%	21	100%	20	100%

En relación al conocimiento que tienen los estudiantes sobre los efectos del ruido en el aula de clases los estudiantes del aula B2-09 contestaron en un gran porcentaje 72% que no conocen los efectos del ruido. En el caso del aula B2-11 contestaron con un 70% que no conocen cuales son los efectos del ruido en el desarrollo de las clases, mientras que en el aula B2-12 resulto que los estudiantes también no conocen los efectos del ruido en el desarrollo de las clases con un 62% de respuestas de este tipo. Finalmente, en el aula B2-15 el 75% de los alumnos mencionaron que no conocen cual son los efectos del ruido en el desarrollo de las clases.

**Tabla 5** Resultados de pregunta 4 ¿Conoce ud. los factores que dan forma al confort acústico dentro del aula?

Pregunta 4	B2-09		B2-11		B2-12		B2-15	
	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje
SI	5	20%	4	20%	6	29%	7	35%
NO	18	72%	12	60%	14	67%	13	65%
TALVEZ	2	8%	4	20%	1	5%	0	0%
TOTAL	25	100%	20	100%	21	100%	20	100%

En relación a la pregunta sobre los factores que dan forma al confort acústico en el aula, los estudiantes del aula B2-09 contestaron en un 72% que no conocen dichos factores. En cambio, en el aula B2-11 un 60% de estudiantes encuestados respondieron que no tampoco conoce los factores que dan forma al confort acústico. En el aula B2-12 resulto que el 67% de estudiantes respondieron que no conocen los factores que dan forma al confort acústico. Finalmente, en el aula B2-15 resulto que un 65% del alumnado no conoce los factores que dan forma al confort acústico.

**Tabla 6** Resultados de pregunta 5 ¿Considera Ud. que el nivel de ruido ha influido negativamente a su concentración y aprendizaje dentro de las aulas durante la impartición de clases?

	B2-09		B2-11		B2-12		B2-15	
<b>Pregunta 5</b>	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje
<b>SI</b>	7	28%	15	75%	4	19%	17	85%
<b>NO</b>	18	72%	4	20%	16	76%	3	15%
<b>TALVEZ</b>	0	0%	1	5%	1	5%	0	0%
<b>TOTAL</b>	25	100%	20	100%	21	100%	20	100%

Sobre la influencia negativa del ruido durante el desarrollo de la clase, los estudiantes del aula B2-09 respondieron con un 72% que no ha influido negativamente, mientras que en el aula B2-11 ha respondido que el ruido si representa un factor que ha influido negativamente en el desarrollo adecuado de las clases. En el caso del aula B2-12 un porcentaje considerable 76% manifiesta que el ruido no ha influido significativamente en el desempeño de la clase dictada por el docente. Finalmente, en el aula B2-15 un 85% de los estudiantes encuestados manifiestan que el ruido si representa un factor que influye negativamente en el desempeño de las clases.

**Tabla 7** Resultados de pregunta 6 ¿Considera Ud. que el ruido que percibe dentro del aula de clases proviene en mayor porcentaje del exterior del recinto educativo por ejemplo autos, bocinas, trabajos de obra pública etc?

	B2-09		B2-11		B2-12		B2-15	
<b>Pregunta 6</b>	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje
<b>SI</b>	6	24%	17	85%	4	19%	19	95%
<b>NO</b>	17	68%	3	15%	16	76%	1	5%
<b>TALVEZ</b>	2	8%	0	0%	1	5%	0	0%
<b>TOTAL</b>	25	100%	20	100%	21	100%	20	100%

En relación a las fuentes de ruido que influyen dentro de aula de clases, los estudiantes del aula B2-09 contestaron en un mayor porcentaje 68% que no consideran que el ruido provenga del exterior del recinto educativo, en cambio los estudiantes del aula B2-11 respondieron en un 85% que, si consideran que el ruido que se presenta en el aula proviene en su mayoría de fuentes externas como por ejemplo bocinas, trafico, obra pública entre otros. En el caso del aula B2-12 los estudiantes respondieron en su mayoría 76% que no consideran que el ruido durante el desarrollo de las clases proviene del exterior. Finalmente, los estudiantes del aula B2-15 respondieron con 95% que la fuente del ruido si proviene del exterior al recinto educativo por autos, bocinas altas parlantes.

**Tabla 8** Resultados de pregunta 7 ¿Considera Ud. que el ruido que percibe dentro del aula de clases proviene en mayor porcentaje de los pasillos y patios dentro del recinto educativo?

	B2-09		B2-11		B2-12		B2-15	
<b>Pregunta 7</b>	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje
<b>SI</b>	18	72%	1	5%	20	95%	2	10%
<b>NO</b>	7	28%	19	95%	1	5%	18	90%
<b>TALVEZ</b>	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	25	100%	20	100%	21	100%	20	100%

En relación a la pregunta sobre fuentes de ruido que provienen del interior del recinto educativo, los estudiantes del aula B2-09 respondieron en su mayoría 72% que, si consideran que el ruido proviene de los pasillo y patios de la institución, en cambio en el aula B2-11 un 95% de estudiantes consideran que el ruido no proviene del interior del recinto educativo de patios y pasillo. En el caso del aula B2-12 los estudiantes respondieron en un 95% que si consideran que el ruido en el horario de clases proviene de fuentes internas como patios y pasillos. Finalmente, aula B2-15 la situación resulto en que un 90% de estudiantes consideran que el ruido no proviene de dentro de la institución.

**Tabla 9** Resultados de pregunta 8 ¿Posee Ud. algún trastorno de la audición que afecte en el grado de escucha e inteligibilidad del mensaje del docente en el desarrollo de la clase? Si señalo talvez realice una aclaración.

	B2-09		B2-11		B2-12		B2-15	
<b>Pregunta 8</b>	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje	respuesta	porcentaje
<b>SI</b>	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<b>NO</b>	25	100%	20	100%	21	100%	20	100%
<b>TALVEZ</b>	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	25	100%	20	100%	21	100%	20	100%

En relación a la pregunta 8 sobre la existencia de trastornos auditivos en los estudiantes encuestados resulto que en las aulas B2-09, B2-11, B2-12, B2-15 no existe población que tenga algún tipo de trastorno que amerite establecer un procedimiento de evaluación que considere este tipo de trastorno. En relación a este aspecto, no va a ser necesario considerar distancias máximas de inteligibilidad para personas con trastornos auditivos tal como indica la norma UNE EN ISO 9921:2004 que menciona lo siguiente “las personas con trastornos leves de la audición (en general, mayores) requieren una relación señal-Ruido mayor (aproximadamente 3 dB).



## Resultado de cálculo de $L_{sil}$

**Tabla 10** Resumen de resultados de medición del nivel de presión sonora que interfiere en la comunicación verbal y las distancias recomendadas a las que la comunicación será lo suficientemente inteligible en el aula B2-09

---

<b>DATOS DE LA MEDICIÓN</b>				
<b>Jornada</b>	Nocturna		<b>Horario de la medición:</b>	18:35
<b>Equipo de medición.</b>	Sonómetro integrados clase 2 con bandas de octava (Cirrus Research)		<b>Fecha de medición</b>	De 10 al 14 de julio 2023
<b>RESULTADOS AULA B-09</b>				
<b>Ubicación</b>	<b><math>L_{sil}</math> (dB(A))</b>	<b>Distancia real (m)</b>	<b>Distancia máxima recomendada (m)</b>	<b>Cumple</b>
Fila delantera	46.11	0.32	0.90	No conforme
Fila trasera	41.00	4.6	1.62	No conforme
<b>RESULTADOS DE LA MEDICIÓN AULA B-11</b>				
Fila delantera	58.10	0.31	0.22	No conforme
Fila trasera	50.70	4.6	0.52	No conforme
<b>RESULTADOS DE LA MEDICIÓN AULA B-12</b>				
Fila delantera	60.80	0.31	0.158	No conforme
Fila trasera	57.30	4.3	0.24	No conforme
<b>RESULTADOS DE LA MEDICIÓN AULA B-15</b>				
Fila delantera	58.70	0.31	0.21	No conforme
Fila trasera	51.00	4.3	0.51	No conforme

---

Los resultados obtenidos en la primera medición de  $L_{sil}$  en las aulas de B-09, B-11, B-12 y B-15 tomadas en la fila delantera y trasera muestran que las distancias máximas recomendadas para que la comunicación entre los interlocutores sea satisfactoriamente inteligible son superadas en todos los casos hasta por 3 veces su valor en determinados casos. Por ende, es importante discutir sobre la no conformidad de este criterio ya que puede deberse a la influencia de ruidos que se

generan en pasillos de los institución y ruido que se produce en los exteriores de la institución proveniente de bocinas, alto parlantes, trafico entre otros.

**Tabla 11** Resumen de resultados de medición del nivel de presión sonora del aula que interfiere en la comunicación verbal y las distancias recomendadas a las que la comunicación será lo suficientemente inteligible en el aula B2-11

<b>DATOS DE LA MEDICIÓN</b>					
<b>Jornada</b>	Nocturna			<b>Horario de la medición:</b>	20:30 pm
<b>Equipo de medición.</b>	Sonómetro integrados clase 2 con bandas de octava (Cirrus Research)			<b>Fecha de medición</b>	De 17 al 21 de julio 2023
<b>RESULTADOS AULA B2-11</b>					
<b>Ubicación</b>	<b><math>L_{sil}</math> (dB(A))</b>	<b>Distancia real (m)</b>	<b>Distancia máxima recomendada (m)</b>	<b>Cumple</b>	
Fila delantera	55.11	0.32	0.32	Conforme	
Fila trasera	35.07	4.6	3.14	No Conforme	
<b>RESULTADOS DE LA MEDICIÓN AULA B-11</b>					
Fila delantera	61.15	0.31	0.154	No conforme	
Fila trasera	49.8	4.6	0.57	No conforme	
<b>RESULTADOS DE LA MEDICIÓN AULA B-12</b>					
Fila delantera	65.86	0.31	0.09	No conforme	
Fila trasera	56.86	4.3	0.26	No conforme	
<b>RESULTADOS DE LA MEDICIÓN AULA B-15</b>					
Fila delantera	60.57	0.31	0.16	No conforme	
Fila trasera	51.1	4.3	0.51	No conforme	

Los resultados obtenidos en la segunda medición de  $L_{sil}$  en las aulas de B-09, B-11, B-12 y B-15 tomadas en la fila delantera y trasera muestran que las distancias máximas recomendadas para que la comunicación entre los interlocutores sea satisfactoriamente inteligible son superadas en la mayoría de los casos, siendo el aula B-09 la única que presenta una conformidad en la distancia

entre los interlocutores considerando la fila delantera. El hecho de que exista una conformidad y en el resto de aulas no exista conformidad en relación a la distancia máxima entre interlocutores y puede suponer la influencia del ruido sobre las mediciones de  $L_{sil}$  realizadas ya se puede evidencia que si los niveles de ruido que provienen del exterior son inferiores o nulos puede ajustarse las distancias máximas recomendadas a los niveles de  $L_{sil}$

**Tabla 12** Resumen de resultados de medición del nivel de presión sonora del aula que interfiere en la comunicación verbal y las distancias recomendadas a las que la comunicación será lo suficientemente inteligible en el aula B2-12

<b>DATOS DE LA MEDICIÓN</b>				
<b>Jornada</b>	Nocturna		<b>Horario de la medición:</b>	21:15 pm
<b>Equipo de medición.</b>	Sonómetro integrados clase 2 con bandas de octava (Cirrus Research)		<b>Fecha de medición</b>	De 24 al 28 de julio 2023
<b>RESULTADOS AULA B2-09</b>				
<b>Ubicación</b>	<b><math>L_{sil}</math> (dB(A))</b>	<b>Distancia real (m)</b>	<b>Distancia máxima recomendada (m)</b>	<b>Cumple</b>
Fila delantera	<b>52.10</b>	<b>0.32</b>	<b>0.45</b>	<b>No conforme</b>
Fila trasera	<b>49.07</b>	<b>4.6</b>	<b>0.64</b>	<b>No conforme</b>
<b>RESULTADOS DE LA MEDICIÓN AULA B2-11</b>				
Fila delantera	<b>55.5</b>	<b>0.31</b>	<b>0.29</b>	<b>No conforme</b>
Fila trasera	<b>49.0</b>	<b>4.6</b>	<b>0.48</b>	<b>No conforme</b>
<b>RESULTADOS DE LA MEDICIÓN AULA B2-12</b>				
Fila delantera	<b>60.80</b>	<b>0.31</b>	<b>0.16</b>	<b>No conforme</b>
Fila trasera	<b>57.00</b>	<b>4.3</b>	<b>0.25</b>	<b>No conforme</b>
<b>RESULTADOS DE LA MEDICIÓN AULA B2-15</b>				
Fila delantera	<b>61.57</b>	<b>0.31</b>	<b>0.15</b>	<b>No conforme</b>
Fila trasera	<b>55.1</b>	<b>4.3</b>	<b>0.31</b>	<b>No conforme</b>

Los resultados obtenidos en la primera medición de  $L_{sil}$  en las aulas de B-09, B-11, B-12 y B-15

tomadas en la fila delantera y trasera muestran que las distancias máximas recomendadas para que la comunicación entre los interlocutores sea satisfactoriamente inteligible son superadas en todos los casos hasta por 3 veces su valor en determinados casos. Por ende, es importante discutir sobre la no conformidad de este criterio ya que puede deberse a la influencia de ruidos que se generan en pasillos de los institución y ruido que se produce en los exteriores de la institución proveniente de bocinas, alto parlantes, tráfico entre otros.

**Tabla 13** Resumen de resultados obtenidos en el cálculo del tiempo de reverberación en diferentes frecuencias y comparación con lo recomendado por la norma. Aula B2-09

<b>Volumen</b>	172.53 m <sup>3</sup>	<b>Aula</b>	B2-09
<b>Materiales</b>	Paredes de bloque con yeso, techo con placas de yeso, piso de azulejo, mamparas de aluminio y vidrio, pupitres de madera, pizarra de vinil.		
<b>Frecuencias</b>	<b>Tiempo de reverberación (s)</b>	<b>Tiempo recomendado (s)</b>	<b>Conformidad</b>
<b>T125 HZ</b>	1,14	0,6	No conforme
<b>T250 HZ</b>	1,68	0,6	No conforme
<b>T500HZ</b>	2,05	0,6	No conforme
<b>T1000HZ</b>	2,18	0,6	No conforme
<b>T2000HZ</b>	1,76	0,6	No conforme
<b>T4000HZ</b>	1,64	0,6	No conforme

En función de las diferentes frecuencias de bandas de octava y considerando los coeficientes de absorción acústica de los materiales que están compuestas las aulas tanto en infraestructura como en inmobiliario se obtuvo los tiempos de reverberación mediante la ecuación de Sabine y se comparo con el tiempo de reverberación máximo recomendado para espacios educativos según lo indicado en la norma ANSI/ASA S12.60-2010/ Part 1 y se observa finalmente que los tiempos de reverberación para el aula B2-09 superan hasta en dos veces el tiempo máximo recomendado que es de 0.6 segundos. Es importante destacar que el tiempo de reverberación excedente puede deberse al vidrio que componen toda una pared del aula, es conocido que el nivel de absorción del vidrio es casi nulo y mas bien tiene propiedades reflectivas.

**Tabla 14** Resumen de resultados obtenidos en el cálculo del tiempo de reverberación en diferentes frecuencias y comparación con lo recomendado por la norma. Aula B2-11

<b>Volumen</b>	172.53 m <sup>3</sup>	<b>Aula</b>	<b>B2-11</b>
<b>Materiales</b>	Paredes de bloque con yeso, techo con placas de yeso, piso de azulejo, mamparas de aluminio y vidrio, pupitres de madera, pizarra de vinil.		
<b>Frecuencias</b>	<b>Tiempo de reverberación</b>	<b>de Tiempo máximo recomendado</b>	<b>Conformidad</b>
<b>T125 HZ</b>	0,968	0,6	No conforme
<b>T250 HZ</b>	1,681	0,6	No conforme
<b>T500HZ</b>	2,048	0,6	No conforme
<b>T1000HZ</b>	2,175	0,6	No conforme
<b>T2000HZ</b>	1,757	0,6	No conforme
<b>T4000HZ</b>	1,636	0,6	No conforme

En función de las diferentes frecuencias de bandas de octava y considerando los coeficientes de absorción acústica de los materiales que están compuestas las aulas tanto en infraestructura como en inmobiliario se obtuvo los tiempos de reverberación mediante la ecuación de Sabine y se comparó con el tiempo de reverberación máximo recomendado para espacios educativos según lo indicado en la norma ANSI/ASA S12.60-2010/ Part 1 y se observa finalmente que los tiempos de reverberación para el aula B2-11 superan hasta en dos veces el tiempo máximo recomendado que es de 0.6 segundos. Es importante destacar que el tiempo de reverberación excedente puede deberse al vidrio que componen toda una pared del aula, es conocido que el nivel de absorción del vidrio es casi nulo y más bien tiene propiedades reflectivas.

**Tabla 15** Resumen de resultados obtenidos en el cálculo del tiempo de reverberación en diferentes frecuencias y comparación con lo recomendado por la norma. Aula B2-12

<b>Volumen</b>	170.61 m <sup>3</sup>	<b>Aula</b>	<b>B2-12</b>
<b>Materiales</b>	Paredes de bloque con yeso, techo con placas de yeso, piso de azulejo, mamparas de aluminio y vidrio, pupitres de madera, pizarra de vinil.		
<b>Frecuencias</b>	<b>Tiempo de reverberación</b>	<b>Tiempo máximo recomendado</b>	<b>Conformidad</b>

T125 HZ	0,87	0,6	No conforme
T250 HZ	1,48	0,6	No conforme
T500HZ	1,85	0,6	No conforme
T1000HZ	2,03	0,6	No conforme
T2000HZ	1,71	0,6	No conforme
T4000HZ	1,62	0,6	No conforme

En función de las diferentes frecuencias de bandas de octava y considerando los coeficientes de absorción acústica de los materiales que están compuestas las aulas tanto en infraestructura como en inmobiliario se obtuvo los tiempos de reverberación mediante la ecuación de Sabine y se comparó con el tiempo de reverberación máximo recomendado para espacios educativos según lo indicado en la norma ANSI/ASA S12.60-2010/ Part 1 y se observa finalmente que los tiempos de reverberación para el aula B2-12 superan hasta en dos veces el tiempo máximo recomendado que es de 0.6 segundos. Es importante destacar que el tiempo de reverberación excedente puede deberse al vidrio que componen toda una pared del aula, es conocido que el nivel de absorción del vidrio es casi nulo y más bien tiene propiedades reflectivas.

#### Tiempo de reverberación del aula B2-15

**Tabla 16** Resumen de resultados obtenidos en el cálculo del tiempo de reverberación en diferentes frecuencias y comparación con lo recomendado por la norma. Aula B2-15

<b>Volumen</b>	170.61 m3	<b>Aula</b>	<b>B2-15</b>
<b>Materiales</b>	Paredes de bloque con yeso, techo con placas de yeso, piso de azulejo, mamparas de aluminio y vidrio, pupitres de madera, pizarra de vinil.		
<b>Frecuencias</b>	<b>Tiempo de reverberación</b>	<b>de Tiempo máximo recomendado</b>	<b>Conformidad</b>
T125 HZ	0,87	0,6	No conforme

T250 HZ	1,48	0,6	No conforme
T500HZ	1,85	0,6	No conforme
T1000HZ	2,03	0,6	No conforme
T2000HZ	1,71	0,6	No conforme
T4000HZ	1,62	0,6	No conforme

En función de las diferentes frecuencias de bandas de octava y considerando los coeficientes de absorción acústica de los materiales que están compuestas las aulas tanto en infraestructura como en inmobiliario se obtuvo los tiempos de reverberación mediante la ecuación de Sabine y se comparó con el tiempo de reverberación máximo recomendado para espacios educativos según lo indicado en la norma ANSI/ASA S12.60-2010/ Part 1 y se observa finalmente que los tiempos de reverberación para el aula B2-15 superan hasta en dos veces el tiempo máximo recomendado que es de 0.6 segundos. Es importante destacar que el tiempo de reverberación excedente puede deberse al vidrio que componen toda una pared del aula, es conocido que el nivel de absorción del vidrio es casi nulo y más bien tiene propiedades reflectivas.

### CONCLUSIONES

Los estudiantes que ocupan las aulas de estudio en la jornada nocturna reconocen la influencia del ruido en la calidad acústica durante la impartición de clases, aunque en las respuestas a las preguntas planteadas no indican una situación significativa de discomfort acústico se evidencia la existencia de condiciones que no fomentan el confort acústico y por ende que los procesos de aprendizaje tengan los resultados esperados de acuerdo a las materias que se impartan. La principal evidencia de que existe discomfort acústico radica en los resultados de la pregunta 2, donde en tres de los cuatro cursos B2-09, B2-11, B2-12, B-15 mas de la mitad de estudiantes del curso responde que no está cómodo con el medio ambiente acústico durante la impartición de clases.

Todas las aulas de estudio presentan un nivel de inteligibilidad de la comunicación deficiente, los resultados de la medición de  $L_{sil}$  en las filas delantera y trasera de todas las aulas recomiendan distancias máximas entre interlocutores que en comparación con las distancias entre interlocutores del aula son significativamente menores, por ende, el ruido que se genera alrededor

de la institución genera una deficiente inteligibilidad de la comunicación en el momento que el docente imparte la clase, sumado al tipo de materiales del que están constituidos la infraestructura y equipos de las aulas, por ejemplo las mamparas de vidrio ocupan un gran espacio de las aulas y se conoce que posee una propiedad acústica reflectiva al ruido.

Los tiempos de reverberación calculados para cada aula muestran que los materiales del que están constituidas las aulas no son completamente adecuados para que la reverberación de sonido no exceda lo que recomienda las normas de referencia para ambientes pedagógicos en espacios cerrados. La incidencia de la pared de vidrio en la reverberación es evidente, por ende, es importante plantear una nueva hipótesis en la que las mamparas de vidrio y la reflectancia que produce del sonido pueda estar incidiendo de manera contundente en el discomfort acústico que se presentan en las aulas durante el desarrollo de la clase.

En general mediante las encuestas aplicadas, el calculo del  $L_{sil}$  y los tiempos de reverberación se puede concluir que no existe confort acústico en las aulas de estudio, sin embargo, con una adecuada planificación de cambios que pueden ser dirigido a las mamparas de vidrio que ocupan toda una pared.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Amaro, I. A., & Ortiz, J. A. (2013). Diseño de un Salón con Confort Acústico. 1–12.
- Anta Pérez, A. de, & Enríquez Jiménez, D. (2013). Evaluación del confort acústico en distintos ambientes. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/6300/1/PFC-96%3B97.pdf>
- Barti, R. (2017). Valoración Del Confort Acústico. *Tecni Acustica A Coruña*, 1–13. [http://ftp.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/AAM-3\\_002\\_02.pdf](http://ftp.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/AAM-3_002_02.pdf)
- Cisneros, Y. R., & Quispe, W. B. (2018). Evaluación del ruido y el confort acústico en la. *Med Segur Trab (Internet)*, 64(250), 17–32.
- Diaz, R. (2007). *Acustica Fisica*. Universidad de La Republica, 03, 09. <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-acustico/wp-content/blogs.dir/27/files/2012/02/01-ACUSTICA-FISICA-1.pdf>
- González Través, C., & Gómez-Cano Alfaro, M. (2008). NTP 794: Evaluación de la comunicación verbal: método SIL. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El



Trabajo., 4.

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/794 web.pdf>

INSHT. (1998). NTP 503: Confort acústico: el ruido en oficinas. Notas Técnicas de Prevención. INSHT, 9.

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp\\_503.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_503.pdf)

Molina, A. P., Maza, Y. C., & Palacio, A. T. (2023). Evaluación Teórica de Reverberación en una Aula de Enseñanza.

Secretaria General de la Comunidad Andina. (2004). Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584, Sustitución de La Decisión 547, 4–13.

<https://bit.ly/3G9qVCP>

Tomás Arévalo Fernández. (2020). Higiene Industrial. In UNIR (Vol. 12, Issue 37).