



Universidad de Matanzas Sede “Camilo Cienfuegos”
Facultad de Ciencias Empresariales

Maestría en Administración de Empresas

Mención: Gestión de la producción y los servicios

Título: Contribución al control de ruido y su valoración socioeconómica en instalaciones hoteleras.

Autor: Ing. Yoel Almeda Barrios

Tutor: Dr.Cs. Joaquín García Dihigo

Matanzas, 2018

Pensamiento

“Un lugar bello deber ser agradable a la vista y al oído”

Arthur Schopenhauer

Dedicatoria

Al paradigma indiscutible de mi vida:

A ti abuelo Isaac; para que donde estés te sientas orgulloso de tu nieto.

Agradecimientos

Es difícil, en unas pocas líneas, el agradecimiento a tantas personas que han ayudado en esta investigación. En gran medida este resultado se debe:

- A mi familia por constituir el soporte indispensable de mis días.
- A mis verdaderos amigos por su incondicionalidad demostrada.
- A mis profesores por convertirme en un mejor profesional.
- A mis alumnos por exigir de mí lo mejor cada día, por recordarme en cada curso la belleza de esta profesión
- A todos mis diplomantes por confiar en mí, darme el privilegio de asesorar sus investigaciones y contribuir a las mías.
- A mis compañeros de trabajo por su solidaridad.

Especialmente a mi madre, mi tutor y mi novia; motores impulsores en mi realización profesional.

Nota de aceptación

Presidente del Tribunal

Miembro del tribunal

Miembro del tribunal

Dado en Matanzas, el día ____ de _____ de 2018

Declaración de Autoridad

Yo, Yoel Almeda Barrios, declaro ser el único autor de esta tesis de Maestría. Autorizo a la Universidad de Matanzas y al hotel Sol Palmeras para que hagan uso del mismo con el propósito que estimen conveniente.

Firma

Yoel Almeda Barrios

Resumen

Las desfavorables condiciones de generación y propagación de ruidos en el hotel Sol Palmeras así como el desconocimiento de las posibles medidas para su disminución o eliminación y la valoración de su impacto social y económico afectan a clientes y trabajadores. Ante esta situación se plantea como **problema científico** ¿Cómo contribuir al control del ruido y su valoración socioeconómica en el hotel Sol Palmeras? El **objetivo general** trazado fue desarrollar una metodología para el control de ruido y su valoración socioeconómica en dicha instalación. Se diseñó una metodología compuesta por 6 fases que integra la identificación, evaluación, diagnóstico, y control de los ruidos así como la valoración socioeconómica mediante el Índice Socioeconómico (ISE). De su aplicación se identificaron como áreas ruidosas la lavandería, buffet, lobby inferior y lobby superior donde se obtuvieron, al medir con el sonómetro, valores de 92,7 dB (A); 72,1 dB (A); 82,4 dB (A); 93,5 dB(A) respectivamente, los cuales superan la norma. Se comprobó la existencia de contaminación acústica mediante el diagnóstico a través de los mapas de ruido en los locales analizados donde se propuso como medidas de control el encapsulamiento del motor de agua en la lavandería, revestimiento acústico del buffet y el empleo de elementos de acústica gráfica en el lobby. Finalmente el cálculo del Índice Socioeconómico otorgó el siguiente orden de prioridad de las medidas de control en las áreas analizadas: lobby inferior, lobby superior, buffet y lavandería. Se emplearon además herramientas como Microsoft Visio, AutoCAD y el gestor bibliográfico End Note.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1 Marco teórico de la investigación	8
1.1 El ruido y su influencia en el sector turístico	9
1.2 Elementos generales del ruido	11
1.2.1 Principales definiciones de ruido.....	11
1.2.2 Características del ruido.....	12
1.2.3 Clasificación de los ruidos.....	14
1.3 Fisiología y anatomía de la audición.....	15
1.4 Afectaciones provocadas por la exposición al ruido	16
1.4.1 Afectaciones a la salud	16
1.4.2 Afectaciones a la comunicación	19
1.4.3 Afectaciones generales en la organización.....	20
1.4.4 Afectaciones a las áreas urbanas.....	21
1.5 Métodos de control del ruido.....	21
1.5.1 Control en la fuente.....	23
1.5.2 Control en el receptor	23
1.4.3 Control en los medios de propagación.....	23
1.6 Legislación laboral referida al ruido y su control.....	27
1.6.1 Legislación extranjera sobre el ruido.....	27
1.6.2 Legislación cubana respecto al ruido	27
1.7 Valoración socioeconómica del control de ruido.	30
Capítulo 2: Metodología propuesta para el control del ruido y su valoración socioeconómica en el hotel Sol Palmeras	33
2.1 Antecedentes de la investigación.....	33
2.2 Metodología propuesta.....	34
Capítulo 3 Aplicación de la metodología propuesta en el hotel Sol Palmeras	55
3.1 Caracterización del hotel Sol Palmeras	55
3.2 Aplicación de la metodología propuesta	55
Conclusiones	81
Recomendaciones	82
Bibliografía	
Anexos	

Introducción

Desde tiempos remotos la actividad humana ha sido siempre una ilimitada y continua fuente de sonidos los cuales se han incrementado a causa del incontrollable desarrollo de la sociedad; situación que trajo consigo un nuevo factor de riesgo para el hombre: el ruido.

Tradicionalmente el ruido era considerado como la fuente de contaminación más inofensiva ya que, a diferencia de otros agentes, sólo se percibe por un sentido y sus efectos son menos inmediatos; sin embargo, constituye uno de los elementos más invasivos que se encuentran en la atmósfera. La historia lo muestra como el primer factor contaminante denunciado por el hombre; desde el siglo IV a.n.e. en la antigua Roma se dictaban normas conducentes a reducir los niveles sonoros producidos por los artesanos y canteros. La problemática se hizo aún mayor en el siglo XIX con la Revolución Industrial la cual, según García Dihigo y Real Pérez (2005), trajo consigo innumerables cambios tecnológicos y consecuentemente con ellos aparecieron las primeras máquinas, movidas por vapor al inicio y por electricidad después. A consecuencia, aparece entonces en dicho ambiente el ruido como un riesgo, hasta entonces desconocido por el hombre, y cuyos daños y secuelas en el organismo se ignoraban, aunque eran evidentes los trastornos auditivos y psicológicos que provocaba.

El incremento de la capacidad productiva, la aparición de nuevas ramas de la economía en la industria y la intensificación de los procesos tecnológicos, van a la par del aumento de los niveles sonoros, así como una gran cantidad de acciones que generan ruido [2]. En la actualidad el ruido acompaña al hombre en el medio laboral, mientras viaja en cualquier medio de transporte e incluso cuando descansa en su zona de residencia o se encuentra en cualquier comunidad humana. Las personas aspiran a un medio con calidad de vida, la cual está supeditada a un alto número de componentes donde uno de los factores de contaminación que ha adquirido una relevancia indiscutible en los diversos ámbitos es el ruido ambiental (García Dihigo y Real Pérez, 2005; Degrandi Oliveira y Nogueira Arena, 2012; Sierra Calderón y Bedoya Marrugo, 2016; Caballero Núñez et al., 2016).

El ruido, de forma simplificada, se define como todo sonido no deseado (Cowan, 1994), (López Barrio, 1997), (Hansen, 2001), (Harris, 2002), (Fernández, 2014), (García Dihigo, 2016). Tal definición se aplica al sector industrial donde, a pesar de que el desarrollo de los medios de producción tiende a la mecanización y la automatización y por tanto se

considera que son generadores de tecnologías más silenciosas, millones de trabajadores están expuestos a niveles que afectan su salud, aún sin ellos ser conscientes de esto.

Como riesgo, el ruido constituye el agente que afecta a mayor número de trabajadores en el mundo puesto que, precisamente por las características tecnológicas de las industrias, es muy frecuente encontrar gran cantidad de fuentes que lo difunden no sólo a su espacio inmediato, sino que pueden afectar áreas aledañas (Monterroza, 2007), (Rodríguez González et al., 2007), (Abad Toribio et al., 2011) y (Parma, 2015).

Los alcances del ruido no se enmarcan solo en las industrias de producción, sino rebasan dichos límites y trascienden entonces al sector de los servicios, el cual posee vital importancia dado que es responsable del ingreso de grandes sumas monetarias a diferentes países, o incluso puede llegar a ser el sustento económico de los mismos. En los últimos años, a nivel mundial se ha incrementado marcadamente el número de empresas de servicios, las que actualmente superan a las de manufactura o producción.

Dentro de la industria de los servicios, el turismo ha representado durante muchos años un fuerte contribuyente a la economía de las distintas ciudades o países, sobre todo para aquellos que dependen casi en su totalidad del mismo o buscan la diversificación de ingresos, por lo que esta área constituye un blanco excepcional para las inversiones, y la convierte en una columna de abastecimiento para muchos países en desarrollo, en la que se crean los empleos y oportunidades de progreso que tanto se necesitan.

Hoy el turismo presenta un desarrollo significativo y se coloca a nivel mundial como una de las industrias más competentes y recaudadoras de todos los tiempos. Según la Organización Mundial del Turismo (OMT) (2017) en el primer semestre del pasado año el mayor crecimiento por regiones fue en Oriente Medio (+9%), Europa (+8%) y África (+8%), seguidas de Asia y el Pacífico (+6%) y las Américas (+3%). Tal situación a nivel global implica el incremento de los niveles sonoros en zonas turísticas y en zonas urbanas contiguas a las mismas puesto que es condicionada por el incremento actividades de ocio en discotecas, en plazas donde se presentan grupos musicales, así como la realización de celebraciones y ferias que se multiplican cada día para brindar un entretenimiento capaz de cubrir las necesidades y expectativas de la creciente demanda, lo que provoca finalmente desde efectos negativos a la salud humana hasta afectaciones al buen funcionamiento organizacional.

Para Cuba, el turismo ha sido la principal industria desde la última década del siglo XX, por lo que ha contribuido irrevocablemente a la economía como fuente de ingresos, empleos y para la reanimación de otros sectores; lo cual confirma la extraordinaria importancia de la industria turística para el estado cubano; sin embargo, como es de suponer, se presenta una situación similar al resto del mundo en cuanto al aumento de los niveles sonoros en tan importante sector.

En Europa el problema del ruido se trata con la minuciosidad requerida, puesto que se hacen cada vez mayor las influencias del ruido en esta región; las estadísticas reflejan que más de 125 millones de personas están expuestos diariamente a niveles de ruido superiores a los 55 dB y de ellos 37 millones expuestos a ruidos superiores a los 65 dB [16], lo que preocupa casi a la totalidad de las entidades, especialmente a muchas que prestan servicios turísticos, las cuales se encargan actualmente de crear espacios libres de ruido con el objetivo de atraer más clientes al ser pioneras en el logro de mayor confort acústico en sus instalaciones.

En el continente americano la situación es preocupante, sobre todo en Latinoamérica, la cual es considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la región más ruidosa del mundo, lo cual no exenta al sector turístico [17].

En la actualidad, el turismo en Cuba enfrenta un ambiente contaminado, donde cada día toda persona ligada a estas instalaciones soporta niveles de ruido excesivamente altos y, por tanto, sufre de los efectos de su incidencia [18]. En este marco los peligros del ruido están identificados como un gran problema a resolver dado que puede provocar, sin excepciones, daños a la salud cuando se transfiere en cantidades suficientes a individuos expuestos, dentro de los que figuran clientes, trabajadores de la propia instalación y, en algunos casos, habitantes de zonas aledañas.

Su efecto en la salud varía desde simples molestias psíquicas y físicas hasta la afección orgánica grave, lo cual incluye la pérdida total de la audición, elemento que limita al individuo para la realización de actividades profesionales o de recreación. El paso del tiempo agrava las consecuencias y, donde comenzaban a proliferar sentimientos de

molestias, estrés y factores de riesgo, se pueden evidenciar incluso enfermedades como la hipoacusia¹ o la sordera profesional. [16].

En cuanto a las consecuencias negativas sobre la comunicación se encuentra la pérdida de atención, la incompreensión y la disminución de la capacidad de concentración, lo cual disminuye radicalmente la capacidad física y mental de los trabajadores. Además, de forma general, se ven perjudicadas las propias instalaciones por la pérdida del atractivo de sus inmuebles, la disminución de la productividad, los elevados costos sanitarios, el aumento de los accidentes y errores, así como la disminución de la calidad (Virginis, 2015).

Estos factores que afectan a las organizaciones turísticas, han incidido negativamente en la percepción de los clientes de las mismas, lo cual ha traído como consecuencia una pérdida cada vez mayor, de mercados potenciales, donde el detrimento del confort acústico ha provocado que gran cantidad de visitantes foráneos dejen de ver a Cuba como su destino turístico principal, puesto que el turismo se ha vuelto más exigente en cuanto a los estándares internacionales de sostenibilidad y sustentabilidad medioambiental (Martínez, 2017).

Los habitantes de zonas urbanas aledañas a dichas instalaciones son víctimas también del ruido, el cual llega a perturbar las distintas actividades comunitarias, interferir en la comunicación hablada (la cual es la base de la convivencia humana), provocar pérdida de la satisfacción residencial y del confort acústico, perturbar el sueño, el descanso y la relajación, impedir la concentración y el aprendizaje, inducir efectos negativos sobre la flora y la fauna, y lo que es más grave, crear estados de cansancio y tensión que pueden degenerar en efectos dañinos para el organismo humano.

Por tal motivo se han desarrollado normas a nivel internacional y nacional de aplicación obligatoria relacionadas al ruido; dentro de las cubanas se destacan la NC 26 (2007), NC 871 (2011) y la Ley 81 del Medio Ambiente. Este cuerpo normativo establece conceptos, procedimientos de medición y criterios para caracterizar ambientes afectados acústicamente, pero adolece de las posibles formas para controlar el ruido. A lo anterior se suma el amplio desconocimiento de esta normativa por las instituciones, trabajadores y clientes, así como de los efectos nocivos de este factor.

¹ La legislación cubana (Ley 116: Código del Trabajo) reconoce solamente la sordera profesional como enfermedad profesional y no la hipoacusia, se mantiene en el planteamiento para respetar el criterio del autor consultado.

En la actualidad Cuba realiza grandes esfuerzos por disminuir la contaminación acústica, por ello es de vital importancia el conocimiento por parte de las personas del peligro que esta representa, así como contar con metodologías que permitan, de manera óptima, establecer un control sobre aquellas fuentes generadoras de ruido, lo que lógicamente culminará en un ambiente menos agresivo y más saludable para todos, con buen funcionamiento de las instalaciones y la elevación de la calidad de los servicios que estas ofrecen.

En el marco de los servicios turísticos, y específicamente en las instalaciones hoteleras, el desconocimiento por parte de los directivos del impacto social y económico de las afectaciones provocadas por la exposición al ruido en los clientes y trabajadores que concurren limita la adecuada gestión del riesgo y la determinación de las prioridades de inversión para mejorar la salud y seguridad de los trabajadores y el confort de la instalación mediante el control.

Un estudio de las encuestas de satisfacción del cliente aplicadas por el Departamento de Calidad en el hotel Sol Palmeras, ubicado en Varadero cuya propiedad está representada por Cubacán y es administrado por Meliá International Hotels, permitió detectar que existen quejas de los clientes por los elevados niveles sonoros de diferentes áreas de la instalación; esta falta de confort acústico ha provocado inconformidad de los visitantes, lo cual repercute en la imagen de la entidad y, finalmente, en las entradas monetarias a la misma por concepto de pérdida de clientes. Entrevistas realizadas a trabajadores y directivos en las investigaciones de Álvarez Beltrán (2018) y Cabrera Alonso (2018) resaltaron de igual forma la preocupación de estos por la exposición a altos niveles de ruido que interfieren en la comunicación y pueden incidir negativamente en su salud.

Lo antes expuesto permite establecer la siguiente **situación problemática**: las desfavorables condiciones de generación y propagación de ruidos en el hotel Sol Palmeras que se manifiestan mediante quejas de clientes y trabajadores, la falta de una identificación oportuna de las fuentes que lo generan, su evaluación, el diagnóstico de la contaminación acústica, las posibles medidas para su disminución o eliminación y la valoración del impacto social y económico de cada medida que le otorgue un orden o jerarquía para auxiliar al directivo en la toma de decisiones de inversión limitan la adecuada gestión del riesgo y afectan el bienestar de trabajadores y clientes.

Por tal motivo el **problema científico** que se define en la investigación es:

¿Cómo contribuir al control del ruido y su valoración socioeconómica en el hotel Sol Palmeras?

El investigador plantea dos **preguntas científicas** derivadas del problema de investigación a las cuales pretende dar respuesta con el desarrollo del estudio:

1. ¿Cuáles son los elementos teóricos que fundamentan en el contexto nacional e internacional la evaluación, diagnóstico, control del ruido y su valoración socioeconómica en el hotel Sol Palmeras?
2. ¿Será posible diseñar y aplicar una metodología para el control de ruido y su valoración socioeconómica en el hotel Sol Palmeras?

Para resolver el problema científico planteado el **objetivo general** que se propone es:

Desarrollar una metodología para el control de ruido y su valoración socioeconómica en el hotel Sol Palmeras.

Se definen las **tareas científicas** que dan respuesta a las preguntas planteadas y permiten cumplir con el objetivo de la investigación:

1. Construcción del marco teórico referencial de la investigación, relacionado con la evaluación, diagnóstico, control del ruido y su valoración socioeconómica en el contexto nacional e internacional enfocado a instalaciones hoteleras.
2. Diseño de una metodología para el control del ruido y su valoración socioeconómica en el hotel Sol Palmeras
3. Aplicación de la metodología propuesta en el hotel Sol Palmeras.

El **valor metodológico** del estudio radica en la propuesta de una metodología capaz de integrar la evaluación, diagnóstico, control del ruido y su valoración socioeconómica en el hotel Sol Palmeras; la cual puede ser fácilmente replicada en otras instalaciones hoteleras de características similares a la estudiada.

Se resalta el **aporte social y medioambiental** de la investigación toda vez que el estudio se enfoca en la actuación oportuna para la disminución del ruido como contaminante ambiental y de las afectaciones provocadas a un amplio número de trabajadores y clientes de la instalación turística analizada.

En el orden **económico** destaca la inclusión del ISE propuesto por García y Félix (2015) en la metodología para jerarquizar las inversiones tendientes al control del ruido, el cual incluye por primera vez los Costos Sociales Intangibles (CSI) vinculados al cliente.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente manera:

En el **Capítulo I** se realiza una revisión bibliográfica donde se abordan diferentes definiciones de ruido, se definen sus características físicas principales, su influencia en el sector turístico, las diversas afectaciones que provoca, las principales medidas de control del mismo, así como el cuerpo normativo vigente que refiere a dicho contaminante.

En el **Capítulo II** se propone una metodología y sus procedimientos específicos que permite la evaluación y control del ruido en el hotel Sol Palmeras.

En el **Capítulo III** se realiza una caracterización del hotel Sol Palmeras y se exponen los resultados de la aplicación de esta metodología en dicha entidad.

Seguidamente se ofrecen las **Conclusiones, Recomendaciones, Referencias bibliográficas** y **Anexos** de la investigación.

Capítulo 1 Marco teórico de la investigación

El presente capítulo tiene como objetivo fundamental mostrar el estado del arte y de la práctica sobre el ruido. Por tal motivo se ofrecen las principales definiciones, clasificaciones, normas y regulaciones referentes al ruido, así como sus efectos y vías para controlarlo desde la óptica de diferentes autores. Se enfatiza en el vínculo ruido-turismo y se aborda la valoración socioeconómica de inversiones. A continuación, la figura 1.1 muestra el hilo conductor de la investigación.

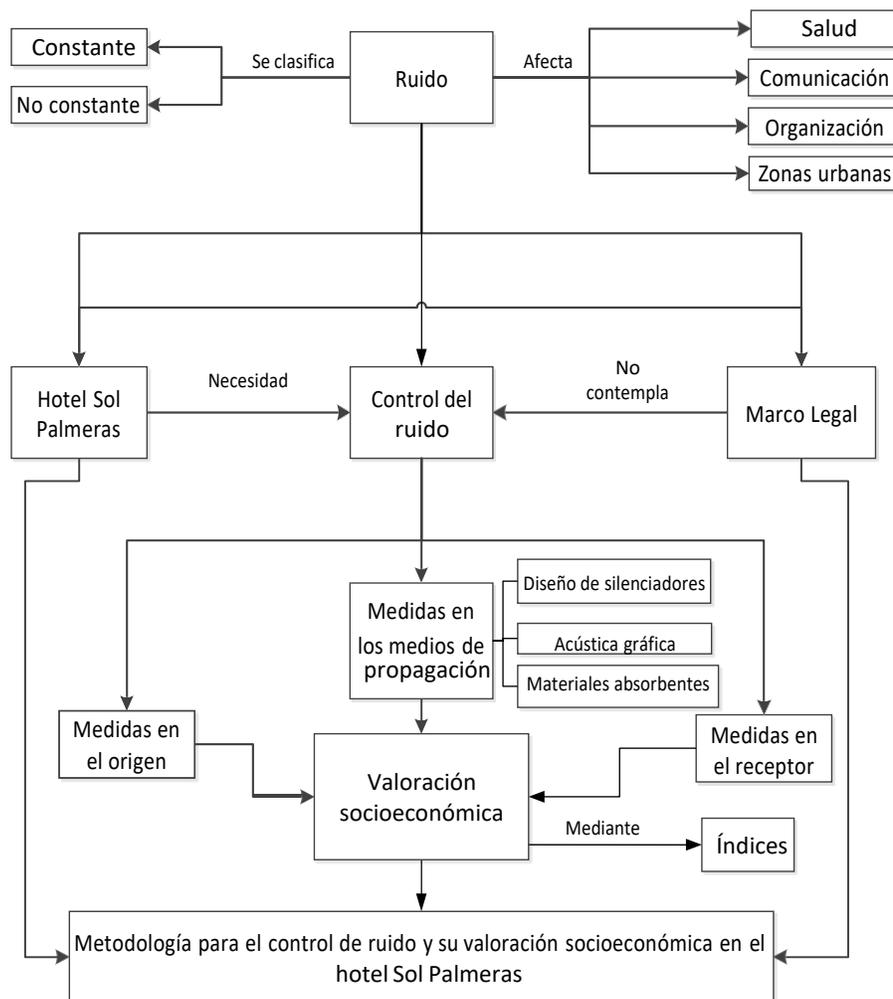


Figura 1.1 Hilo conductor de la investigación.

Fuente: elaboración propia.

1.1 El ruido y su influencia en el sector turístico

Muchos autores han referido al ruido en sus investigaciones: Fernández (2014) plantea que el mismo es el sonido indeseado, que perjudica la salud física y psíquica; mientras que Monterroza (2007) califica a este agente como el más común y lo define como cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno, perturbador o desagradable, y ha dispuesto a este fenómeno como perjudicante de la calidad de vida de los habitantes urbanos.

Estos sonidos indeseados constituyen, según Amable et al. (2017), el estorbo público más generalizado en la actualidad, lo cual representa un problema ambiental para el hombre por las afectaciones a la salud que puede ocasionar.

Existen estudios en diversos países donde se reconoce al ruido como uno de los principales agentes contaminantes del mundo contemporáneo, ejemplo de esto son las investigaciones de Degrandi Oliveira y Nogueira Arena (2012); Pacheco Covili y Rey Gozalo (2016), Corredor Rueda y Ramírez Rubio (2008) y Virginis (2015).

Los impactos del ruido se han hecho un inconveniente a nivel mundial y sus efectos no se reducen sólo a una esfera en específico, sino que afectan a una amplia gama de sectores que va en aumento cada día, donde no posee límites de fronteras, sexo, edad o cualquier otra segmentación; su alcance no se limita a la industria manufacturera y otros sectores tradicionales, sino también a los servicios (Secretaría de Salud Laboral, 2012).

Dentro de este sector, el turismo juega un papel fundamental en la comunidad internacional. Basado en la tendencia actual y las expectativas de la industria, la Organización Mundial de Turismo (OMT) prevé que las llegadas internacionales de turistas crecerán durante los próximos años. La proyección refleja un crecimiento en un mercado más dinámico, aunque a un crecimiento más moderado que en los últimos 6 años (Gobierno de Chile, 2016).

Para Sierra Calderón et al (2016) el ruido es un agente perturbador de la vida ciudadana que incide especialmente en las grandes ciudades y zonas turísticas, por lo que el confort acústico se ha convertido en una de las principales demandas para los clientes de los hoteles (Martínez, 2017). Algunas empresas intentan cambiar esto; en 2015, *Knowledge Center Sound Insulation*, una red de especialistas en aislación acústica y sonora con sede en Holanda, comenzó a otorgar certificaciones de *Quiet Room* (habitación silenciosa) a

los hoteles para informar a los turistas que una o más habitaciones cumplen con determinados estándares (Arko, 2015). El problema no solo engloba a los clientes sino también al sector trabajador donde gran cantidad de los mismos se ven expuestos diariamente a niveles sonoros potencialmente peligrosos para su audición, además de sufrir otros efectos perjudiciales en su salud (MTESSSRT, 2012).

Cuba no ha estado exenta de esta problemática, ni escapa de los efectos del ruido. Diversas publicaciones demuestran cómo este fenómeno toma su rol en varios segmentos del ámbito nacional; García Fránquiz (2017) esboza que actualmente el ruido constituye uno de los contaminantes más agresivos en la sociedad cubana, por ello las comunidades e instituciones del territorio deben velar por conservar y, en muchas ocasiones, crear un entorno sonoro saludable.

El sector de los servicios es una constante y creciente fuente de ingresos en Cuba de forma directa lo que lo convierte en un eslabón fundamental de la economía cubana dado que anualmente aporta elevadas sumas monetarias, lo que contribuye al desarrollo generalizado del patrimonio de la nación. Específicamente el sector turístico es uno de los principales renglones de adquisición de capital, lo que enmarca y refuerza la importancia de mantener a este sector y a sus partes humanas implicadas en óptimas condiciones.

La cantidad de turistas que arriban al país va en aumento cada año, tan solo en el 2016 Cuba recibió 4 035 577 visitantes de otras naciones, lo que figuró un record al país, donde por primera vez en su historia alcanzó los 4 millones de turistas (Oficina Nacional de Estadística e Información, 2017; s.a, 2017). Hasta noviembre del 2017 se había registrado la entrada al país de 4 257 754 visitantes internacionales, lo que representa un sobrecumplimiento del 15 % del plan y un 19.7 % de crecimiento con respecto a igual fecha del año pasado (s.a, 2017). Esto implica, por su factibilidad monetaria, la necesidad de un constante desarrollo de esta esfera en la sociedad cubana; lo que trae por consecuencia el incremento de los niveles sonoros y por conclusión, el acrecentamiento de la exposición de toda persona relacionada, ya sea cliente, prestador del servicio o habitante de una zona aledaña a este tipo de instituciones.

Dado el eminente crecimiento de este sector, el nivel de quejas de los usuarios y habitantes de zonas cercanas a paraderos turísticos es alto. Internacionalmente son conocidos los efectos negativos del ruido para la sociedad en su conjunto de ahí que

muchas investigaciones denuncien su huella a través de la inconformidad de personas afectadas [32; 33].

En Cuba, según plantea Quiala Armenteros (2011), el número de quejas por ruido es cada vez mayor y el sector turístico toma importante lugar en dicha situación. Fajardo Segarra (2015)[18] indica que Santiago de Cuba es hoy uno de los principales destinos turísticos de ciudad, donde se ha incrementado y diversificado la actividad comercial y cultural, por lo que se han agudizado los problemas de accesibilidad, la contaminación sonora y del aire, las vibraciones, así como el bajo confort de circulación en algunas arterias principales; lo cual afecta directamente tanto a los usuarios residentes en la zona como a las edificaciones.

1.2 Elementos generales del ruido

En este epígrafe se exponen las principales definiciones del término “ruido”, sus características físicas esenciales, así como su clasificación.

1.2.1 Principales definiciones de ruido

El término “ruido” ha sido ampliamente abordado por diferentes autores. En la tabla 1.1 se presentan las definiciones ofrecidas por algunos de ellos.

Tabla 1.1. Conceptos de ruido por diferentes autores.

Autor (año)	Concepto
Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (1978)	Sonido indeseado resultante de vibraciones en el aire.
Cowan (1994)	Cualquier sonido indeseado.
López (1997)	Variación de la presión del aire que puede ser detectada por el oído humano, logrando ser descrito mediante ciertos parámetros físicos, principalmente la intensidad y la frecuencia.
Hansen (2001)	El ruido puede ser definido como un sonido desagradable o indeseable.
Harris (2002)	Es cualquier señal no deseada. Cualquier disturbio indeseado dentro de una banda de frecuencia útil.
Secretaría de Estado de	Todo sonido indeseable, que según su naturaleza, magnitud o

Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana (2003)	duración, puede afectar la salud y/o producir otros efectos adversos para las personas y el ambiente.
Confederación de Empresarios de Lugo (2007)	Es un sonido no deseado.
Comisiones Obreras de Asturias (2007)	Toda perturbación sonora compuesta por un conjunto de sonidos de amplitud, frecuencia y fases variables cuya mezcla suele provocar una sensación sonora desagradable al oído.
Fernández (2014)	Es el sonido indeseado, que perjudica la salud física y psíquica.

Fuente: elaboración propia.

El autor, basado en el análisis de los conceptos anteriores, reconoce el carácter subjetivo de este agente debido a la susceptibilidad individual de las personas y coincide en definir al ruido como todo sonido no deseado.

1.2.2 Características del ruido

Desde el punto de vista físico, sonido y ruido son lo mismo (MTESSSRT, 2012), lo que consecuentemente hace que sus propiedades físicas coincidan. A continuación se exponen algunas de ellas:

- **Frecuencia y longitud de onda**

La frecuencia de un sonido u onda sonora expresa el número de vibraciones por segundo. Su unidad de medida es el Hertz, abreviadamente Hz. El sonido tiene un margen muy amplio de frecuencias, sin embargo, se considera que el margen audible por un ser humano es el comprendido, entre 20 Hz y 20.000 Hz (MTESSSRT, 2012).

La longitud de onda es la distancia que existe entre dos puntos consecutivos que vibran con igual fase en una onda, o la distancia que recorre una onda en un período de tiempo (T). Esta generalmente se representa en las crestas de la onda, por tanto, se expresa en unidades de longitud (m).

Entre ellas existe una relación inversa: el incremento de una obligatoriamente implica la disminución de la otra.

- **Reverberación**

La reverberación es un concepto interesante desde el punto de vista ergonómico, pues va a influir en el grado de bienestar acústico de los trabajadores. La reverberación se evidencia cuando las ondas sonoras chocan contra un obstáculo, una parte es absorbida y otra parte se refleja, y avanza de nuevo con menor energía. Pueden volver a chocar, con lo que pierden más energía y avanzan de nuevo. El sonido que recibe el trabajador será la combinación entre el sonido del choque inicial y los reflejos que se producen, aunque el foco haya dejado de emitir (Álvarez Bayona, 2018).

El Tiempo de Reverberación (TR) de un local es el tiempo requerido en un ambiente cerrado o semicerrado para que, una vez interrumpida la fuente sonora, el sonido reduzca su nivel de presión sonora (NPS) hasta un nivel de 60 dB inferior al inicial (Miyara, 1999).

- **Reflexión**

García Dihigo y Real Pérez (2005) plantean que las ondas sonoras se reflejan, al interponerse una superficie especular en su avance, tal y como lo hacen los rayos de luz, mientras cumplen con la relación de que el ángulo con que incide en la superficie es igual al ángulo reflejado, tal como muestra la figura 1.2.

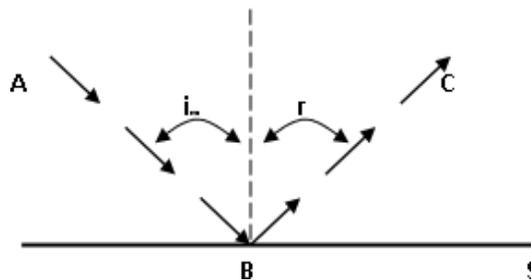


Figura 1.2. Esquema de la reflexión de una onda de sonido.

Fuente: tomado de (García Dihigo y Real Pérez, 2005).

- **Difracción**

Es la propiedad del sonido para rodear obstáculos y propagarse por todo un local a través de una abertura (García Dihigo y Real Pérez, 2005) como modela la figura 1.3.

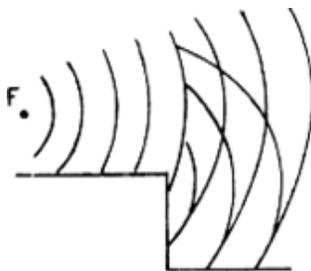


Figura 1.3. Difracción de una onda sonora por un obstáculo.

Fuente: tomado de (García Dihigo y Real Pérez, 2005).

- **Absorción**

El caso más frecuente de propagación de un ruido es aquel en el cual en su trayectoria se le interponen determinados objetos tales como paredes, hombres, otras máquinas, etc. De toda la energía sonora que llega al obstáculo una parte es absorbida por él, una parte es reflejada y, en algunas ocasiones, otra fracción es transmitida a la otra parte del obstáculo (García Dihigo y Real Pérez, 2005).

1.2.3 Clasificación de los ruidos

Según el Ministerio del Ambiente, 2003, Secretaría de Estado (2001), OMS (2001) [43] e ISO-TECNICA (2004) referidos en García Dihigo y Real Pérez (2005) los ruidos se clasifican como se muestra a continuación:

- **Ruido Ambiental:** Normalmente está presente en el ambiente, de intensidad medible, compuesto usualmente por sonidos de varias fuentes cercanas y lejanas.
- **Ruido de fondo:** Aquel que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente de objeto de evaluación.
- **Ruido tonal:** Ruido cuyo espectro presenta tonos audibles discretos, es decir, que el nivel de presión sonora determinado en los medios geométricos, de los tercios de octava es superior en 10 dB al nivel de presión sonora de la banda de octava contigua.
- **Ruido constante:** Ruido cuyo nivel de presión sonora no fluctúa significativamente durante el período de observación, es decir, los niveles determinados según la respuesta lenta del sonómetro varían en no más de 5 dB en las 8 horas laborales.
- **Ruido no constante:** Ruido cuyo nivel de presión sonora fluctúa significativamente durante el período de observación, es decir, los niveles determinados según la

respuesta lenta del sonómetro, varían en más de 5 dB en las 8 horas laborales. (Dentro de este se encuentra el fluctuante, intermitente e impulso).

- **Ruido fluctuante:** Ruido cuyo nivel cambia continuamente y en una apreciable extensión durante el período de observación.
- **Ruido intermitente:** Ruido cuyo nivel disminuye repentinamente hasta el nivel de ruido de fondo varias veces, durante el período de observación. El tiempo durante el cual se mantiene a un nivel superior al del ruido de fondo es de 15 minutos o más.
- **Ruido de impulsos:** Ruido que fluctúa en una razón extremadamente grande en tiempos menores a 1 segundo.

1.3 Fisiología y anatomía de la audición

La audición se produce a través del oído. El oído es un órgano doble que se encuentra a ambos lados del cráneo parcialmente alojado en el hueso temporal (Guyton y Hall, 2006)

Esencialmente el oído está formado por una bolsa que contiene un líquido al cual hacen vibrar las ondas sonoras. Células especiales, provistas de pestañas, que se encuentran en contacto con el líquido, reciben sus vibraciones y las transmiten, por el medio auditivo, al cerebro, donde se produce la sensación acústica. (García, 2016)

Desde el punto de vista anatómico el oído está compuesto por 3 partes: el oído externo, el oído medio y el interno. En cada una de estas partes intervienen un conjunto de estructuras que posibilitan la audición.

El oído externo tiene como función recibir las ondas sonoras y conducir las hasta la membrana timpánica. En él se localizan el pabellón de la oreja y el conducto auditivo externo que transmite las ondas sonoras hasta la membrana timpánica. Después se encuentra el oído medio que recibe las vibraciones que han sido conducidas por el oído externo y las transmite al interno. En este enlace se encuentran estructuras importantes como el tímpano que vibra al recibir el choque de las ondas sonoras y transmite a la cadena de huesecillos² que conecta con la membrana de la ventana oval. Existe en este punto la trompa de Eustaquio que pone en comunicación la caja timpánica con la nasofaringe. Por último está el oído interno donde se materializa la audición y es la cóclea o caracol su parte esencial. El caracol o cóclea procesa los movimientos de la perilinfa que se transmiten a la endolinfa, las cuales hacen vibrar las pestañas de las células que

² Los huesecillos son conocidos como martillo, yunque y estribo.

forman el órgano del Corti y se originan impulsos que son transmitidos por el nervio auditivo al cerebro. También aquí se concreta la importante función del equilibrio humano.

La exposición prolongada a elevados niveles de ruido daña las estructuras auditivas y causa un conjunto de afectaciones. Pero el ruido no sólo afecta la salud, en el siguiente epígrafe se profundiza en los disímiles efectos que provoca este contaminante.

1.4 Afectaciones provocadas por la exposición al ruido

Los efectos del ruido sobre la salud humana son disímiles y pueden llegar a ser graves, sin embargo su alcance no se limita a este aspecto, dado que también dificulta la comunicación entre las personas, a las organizaciones en su devenir diario e incluso a las áreas circundantes a las fuentes emisoras.

La figura 1.4 muestra de manera general las afectaciones provocadas por la exposición al ruido.

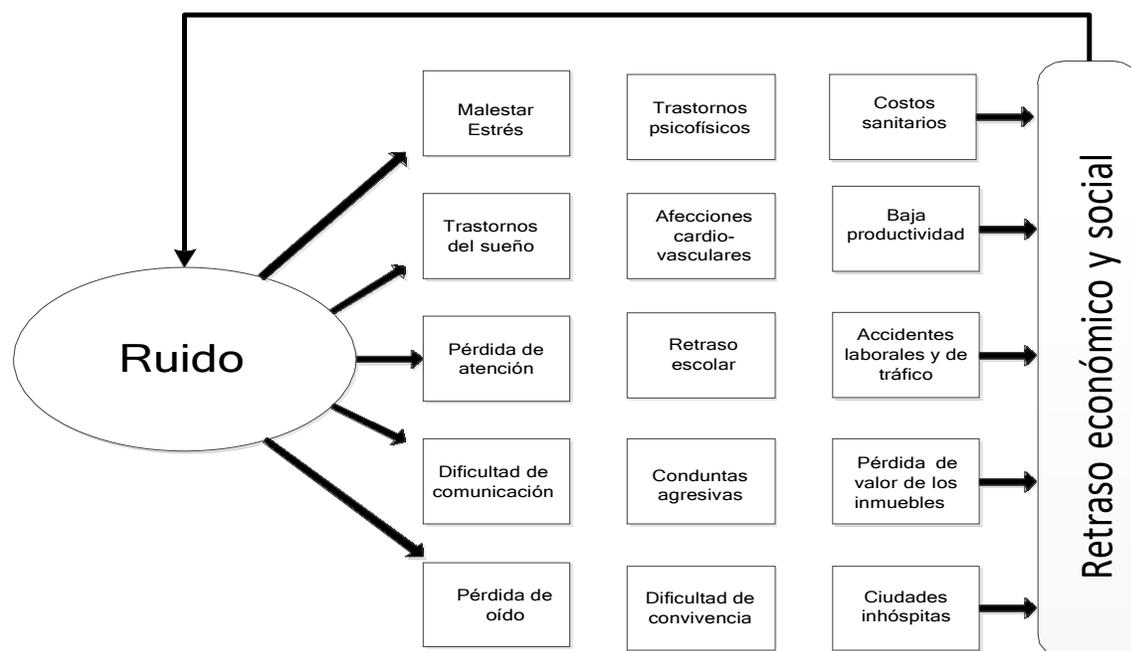


Figura 1.4 Efectos asociados al ruido.

Fuente: tomado de (Abad Toribio et al., 2011).

1.4.1 Afectaciones a la salud

La exposición a elevados niveles de ruido es perjudicial para la salud, y gran parte de la población no le da la importancia que esto merita, y deja pasar de forma desapercibida un

contaminante ambiental que ocasiona efectos irreversibles con el paso del tiempo (Torres Sotolongo y Romero Suárez, 2014).

Para Corredor Rueda y Ramírez Rubio (2008) el ruido es generador de perturbaciones en diversos sistemas del organismo, donde el daño acústico es el más común, que puede ir desde pérdida o alteración temporal del umbral auditivo hasta la pérdida irreversible o sordera. Con la exposición prolongada a niveles excesivos de ruido, igualmente pueden generarse efectos de tipo fisiológicos y psicológicos, como secreción de adrenalina y cortico tropina, interferir en la producción de hormonas en la glándula tiroides, incrementarse la presión sanguínea, acelerar el ritmo cardíaco, dilatar las pupilas, ocasionar reacciones musculares, y alteraciones en los sistemas nervioso, circulatorio y digestivo. Este agente afecta al total de la población, incluida la laboral, que se ve expuesta durante la jornada por efectos de la maquinaria, y durante los períodos de descanso en sus hogares por fuentes de la población como discotecas, tráfico, eventos, o de utensilios propios de las casas, lo que constituye una de las principales causas de estrés, dificultades en el aprendizaje y comprensión de ideas, alteraciones del sueño, ansiedad, fatiga, agresión, irritabilidad y depresión, con poca asociación causa-efecto con este factor de riesgo durante la evaluación cotidiana de factores realizada por los programas de salud ocupacional. La Agencia Ambiental Europea (2014) establece la pirámide de los efectos del ruido para reflejar el número de personas afectadas según la severidad de las consecuencias de la exposición al ruido.

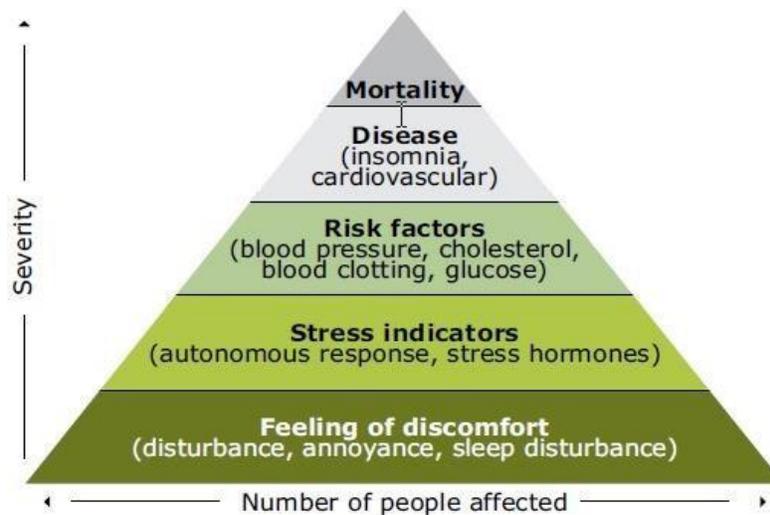


Figura 1.5. Pirámide de efectos del ruido.

Fuente: tomado de (Agencia Ambiental Europea, 2014).

El deterioro auditivo inducido por ruido es muy común, pero a menudo se subestima porque no provoca efectos visibles ni, en la mayoría de los casos, dolor alguno. Sólo se produce una pérdida de comunicación gradual y progresiva, estas pérdidas pueden ser tan graduales que pasan inadvertidas hasta que el deterioro resulta incapacitante (MTESSSRT, 2012).

Las vibraciones y el ruido pueden generar efectos crónicos sobre los vasos sanguíneos y capilares, y dependerán del tipo de exposición medioambiental, aunque generalmente guardan más relación con ciertos ambientes laborales. Es necesaria su valoración, para instaurar medidas preventivas que protejan la salud de las personas [46].

A continuación se explican brevemente algunas de las principales afecciones a la salud auditiva mencionadas anteriormente.

- **Pérdida Temporal de Audición**

Al cabo de breve tiempo en un lugar de trabajo ruidoso a veces se nota que no se puede oír muy bien y que le zumban los oídos. Se denomina desplazamiento temporal del umbral a esta afección. El zumbido y la sensación de sordera desaparecen normalmente al cabo de poco tiempo de estar alejado del ruido [46].

- **Pérdida Permanente de Audición**

Con el paso del tiempo, después de haber estado expuesto a un ruido excesivo durante demasiado tiempo, el oído no se recupera y la pérdida de audición pasa a ser permanente. La pérdida permanente de audición no tiene cura. Este tipo de lesión del sentido del oído puede deberse a una exposición prolongada a ruido elevado o, en algunos casos, a exposiciones breves a ruidos elevadísimos [46].

- **Hipoacusia**

La hipoacusia o pérdida de la capacidad auditiva, es una de las primeras causas de discapacidad producida por enfermedad profesional. El 30% de la población trabajadora está expuesta a niveles de ruido que provocan daño auditivo irreparable.

Este problema se deriva de la exposición al ruido industrial, por trauma acústico, que produce daño irreversible en trabajadores expuestos a ruido sobre los 85 decibeles, en una jornada diaria de ocho horas y sin una protección auditiva adecuada.

El perfil de los pacientes que la sufren son principalmente hombres, de entre 50 y 65 años, que trabajan cerca de sierras, pulidoras, lijadoras, motosierras, motores, turbinas, aserradoras, telares; en general trabajos de fábricas que generan ruidos intensos. Otro grupo de riesgo son quienes, por su actividad, sufren el ruido producido por armas de fuego (fuerzas armadas; cazadores, tiro al blanco, motoristas, automovilistas), también el personal de los aeropuertos y de aviación (Dirección del Trabajo del Gobierno de Chile, 2004).

Otros efectos

Además de la pérdida de audición, la exposición al ruido en el lugar de trabajo puede provocar otros problemas, entre ellos problemas de salud crónicos [46]:

- El ruido aumenta la tensión, lo cual puede dar lugar a distintos problemas de salud, entre ellos trastornos cardíacos, estomacales y nerviosos. Se sospecha que el ruido es una de las causas de las enfermedades cardíacas y las úlceras de estómago.
- Las personas expuestas al ruido pueden quejarse de nerviosismo, estrés, insomnio y fatiga.
- Una exposición excesiva al ruido puede disminuir además la productividad y ocasionar porcentajes elevados de ausentismo.
- La persona se vuelve irritable.
- Erosión de las arterias coronarias.
- Baja de la libido (disminución del deseo sexual).

1.4.2 Afectaciones a la comunicación

La existencia de un nivel de ruido o un fondo sonoro, dificulta la comprensión del mensaje verbal, con la importancia que esto puede tener, tanto para la propia seguridad, como para el proceso productivo (CC. OO, 2007). Según Berger (2003) la comunicación cara a cara, telefónica e incluso amplificadas puede dificultarse o imposibilitarse y los mensajes pueden perderse o ser malentendidos.

Para Virginis (2015), este tipo de interferencia incomoda la ejecución y el entendimiento de órdenes verbales, la emisión de avisos de alerta y/o peligro, por lo que el número de accidentes en la industria aumenta con el nivel de ruido, justamente por la disminución de la eficiencia en las comunicaciones. También plantea que el ruido puede entorpecer la seguridad cuando, por ejemplo, trabajadores que han pedido auxilio ante algún problema no fueron escuchados por sus compañeros y agrega que la utilización de protectores

auditivos, en muchas ocasiones entorpece la comunicación y la percepción de las palabras.

Del mismo modo se evidencia el “efecto máscara” asociado al ruido, el cual consiste en que un sonido impida por su presencia la percepción total o parcial de otros sonidos. Este efecto puede perturbar la percepción de señales o mensajes y en especial la comunicación hablada. Es, entonces, un factor de aislamiento que puede disminuir la eficacia del trabajo e incluso aumentar el riesgo de accidentes. La inteligibilidad de la comunicación se reduce por el ruido de fondo dado que el oído es únicamente un transductor, no discrimina entre fuentes de ruido; dicha separación e identificación de las fuentes sonoras ocurre en el cerebro. La voz humana produce sonido en el rango 100 a 10000 Hz, pero prácticamente toda la información verbal está contenida en la región de 200 a 6000 Hzy la banda de frecuencia para la inteligibilidad de la palabra está contenida entre 500 y 2500 Hz. Por tanto, ante la interferencia de un ruido se reacciona con la elevación del volumen de la fuente, lo que genera una mayor contaminación sonora sin lograr totalmente el efecto deseado (Abad Toribio et al., 2011).

1.4.3 Afectaciones generales en la organización

El ruido, por su carácter de sonido no deseado, reduce indefectiblemente la efectividad en la realización del trabajo de tipo mental y de concentración, disminuye el rendimiento y aumenta los errores, por lo que el trabajador debe realizar un mayor esfuerzo para mantener el ritmo (Davi, 1998).

Para Virginis (2015) [19] crea alteraciones en la comunicación, el rendimiento, mayor propensión a sufrir accidentes laborales, disminución del desempeño laboral, mayor distracción, mayores índices de ausentismo laboral, entre otras.

Autores como Viña Brito (1987), Alonso Becerra et al. (2007); Rodríguez González et al. (2007); Virginis (2015) y Caballero Núñez et al. (2016) han analizado los efectos negativos que provoca el ruido a las organizaciones, algunos de los cuales se listan a continuación:

- Pérdida del atractivo de los inmuebles.
- Disminución de la productividad.
- Elevados costos sanitarios.
- Aumento de los accidentes.
- Aumento de los errores.

- Disminución de la calidad.

1.4.4 Afectaciones a las áreas urbanas

Diferentes investigaciones han evidenciado que la satisfacción residencial y comunitaria, así como algunos indicadores ambientales y de salud han resultado ser los parámetros que mejor discriminan los efectos del ruido sobre la calidad de vida y la satisfacción residencial percibida (Martimortugés, 2003).

Para García Sanz y Garrido (2003) [53] a medida que se pasa del medio rural al urbano, especialmente a las grandes ciudades, se multiplica la preocupación por todos los problemas por la contaminación del medio ambiente, donde el ruido juega un papel fundamental.

Por lo general, en dependencia de la estructura socioeconómica y geográfica de un asentamiento humano, el 80% del nivel medio de ruido es debido a vehículos a motor, el 10% a las industrias, el 6% a ferrocarriles y el 4% a bares, locales públicos, discotecas y talleres industriales, aunque el actual cambio de vida social de la juventud, lleva altos niveles de ruido en ciertas horas de días no laborales y en determinadas áreas geográficas de las ciudades, que ocasionan la revisión de leyes permisivas o no aplicadas, como expresión de un problema medioambiental que incide sobre la salud y que generan las propias poblaciones [46].

Considerar la calidad acústica en las ciudades como un tema prioritario al que se le destinen recursos y se le confiera un esquema igualmente importante que a las otras formas de contaminación ambiental, conducirá a un entorno acústico más saludable y a una sociedad más solidaria (Orozco Medina y González, 2015).

Incluso una reducción de 10 dB en áreas donde existen niveles de 75 dB o más, puede representar pequeños cambios tangibles para sus habitantes [16].

1.5 Métodos de control del ruido.

Para Miyara (1999) el control del ruido se refiere a una serie de pautas, técnicas y medidas específicas para mantener los niveles de ruido dentro de los márgenes requeridos para un mayor bienestar o para no poner en peligro la salud auditiva; pero todo control para ser efectivo depende en gran medida de una correcta evaluación de los

niveles sonoros existentes, la cual se emplea en dependencia de la clasificación del ruido objeto de estudio.

Cuando el ruido es no constante se determina el nivel sonoro equivalente continuo ($L_{eq}(A)$), definido como el nivel expresado en dB(A) de un ruido hipotético constante, el cual al ser sustituido por el ruido considerado durante el mismo período representa la misma cantidad de energía sonora que la exposición real (Rodríguez González et al., 2007).

Para la evaluación de los ruidos constantes se utilizan dos métodos: el criterio N y criterio del nivel sonoro ($L(dB) A$): el criterio N de evaluación de ruidos constantes se basa en que los sonidos de frecuencia superior a 1000 Hz causan más cambio del umbral auditivo que los que están por debajo de ese valor para los mismos niveles de presión sonora y que las exposiciones a ruidos continuos causan más cambio del umbral temporal que las exposiciones intermitentes del mismo tiempo de exposición; en el segundo método se compara el valor medido de nivel sonoro con el Nivel Máximo Admisible (NMA) expresado en dB(A) (Rodríguez González et al., 2007).

Para Verdejo (2001) existen dos formas de control del ruido: en la fuente y en los medios de propagación, sin embargo disímiles autores como Miyara (1999), Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (2005), García Dihigo y Real Pérez (2005), Viña Brito y Marsán Castellanos (2007), Rodríguez González et al.(2007), Consejo Nacional de Seguridad de Chile, Náf Cortés (2014) y Virginis (2015) coinciden en la siguiente clasificación de las medidas de control del ruido según el trayecto de la onda sonora donde se aplica:

- Control en la fuente, también conocidas como medidas primarias.
- Control en los medios de propagación o medidas secundarias.
- Control en el receptor o medidas organizativas.

Respecto a las medidas primarias, Miyara (1999) y Rodríguez González et al. (2007) valoran que responden a particularidades del proceso y la tecnología, y en el caso de instalaciones o equipos que se encuentran en funcionamiento este tipo de solución suele ser la más costosa y difícil de lograr, pues implica modificaciones importantes que pueden conllevar, por ejemplo, a retirar o desmontar una máquina o incluso a interrumpir servicios o procesos de producción, por lo que en estos casos se deben emplear medidas

secundarias. En cuanto a las medidas organizativas Miyara (1999), Barron (2003), CC.OO (2007), Peiró Torresa et al. (2016), Secretaría de Salud Laboral (2012), MTESSSRT (2012) y Parma (2015) refieren que deben ser utilizadas en última instancia debido a la inefectividad de las mismas.

1.5.1 Control en la fuente

La forma más efectiva de controlar el impacto del ruido es reducir su generación (García, 2001) [62], la filosofía básica consiste en que el sonido que no se genera, no se propaga y por consiguiente no llega al receptor. A continuación se muestran algunas de las medidas primarias de control referidas en Miyara (1999), García Dihigo y Real Pérez (2005) y Rodríguez González et al. (2007).

- Diseño y compra de máquinas con bajo nivel de ruido.
- Colocar silenciadores en los escapes de aire y/o turbulencias en los movimientos de fluidos.
- Mantenimiento adecuado de las máquinas.
- Sustitución de materiales de la fuente emisora.
- Incorporar materiales amortiguadores entre superficies que chocan e insertar antivibratorios.
- Construcción de pequeñas superficies emisoras, con el empleo de nervios y canales.

1.5.2 Control en el receptor

Según García (2001) las medidas en el receptor son las más inefectivas para controlar el ruido; Parma (2015) enmarca que estos métodos dificultan la intercomunicación entre personas, e insensibilizan la percepción de algunas actividades de riesgo físico para el trabajador. Miyara (1999) plantea que además del encapsulamiento, las dos principales formas de control de ruido en el receptor son la protección auditiva y la reducción del tiempo de exposición.

Los protectores auditivos más utilizados son: orejeras, tapones o cascos anti-ruido, los cuales deben ser los apropiados y estar correctamente ajustados (Confederación de Empresarios de Lugo, 2007)

1.4.3 Control en los medios de propagación

Controlar las vías de transmisión del ruido se refiere a la aplicación de medidas al entorno inmediato que se encuentra alrededor de la fuente emisora, para lograr la reducción de

los niveles de presión sonora (García, 2001). Para Rodríguez González et al. (2007) Carrión Isbert (1998), García Dihigo (2016), Alton Everest (2001), Long (2006), Kuttruff (2009) y Barron (2010) las medidas secundarias más comunes son:

- Tratamiento o revestimiento acústico de locales.
- Cápsulas.
- Cabinas.
- División de locales de trabajo.
- Pantallas acústicas.
- Resonadores acústicos.
- Acústica gráfica.

A continuación se ofrece una breve descripción teórica de estos métodos de control:

- **Tratamiento o revestimiento acústico de locales**

Sobre esta técnica Rodríguez González et al. (2007) [12] expresan lo siguiente: “el tratamiento o revestimiento acústico de locales se basa en disminuir la reverberación recubriendo las diferentes superficies con materiales que tengan un alto coeficiente de absorción”.

Para García Dihigo (2016) es una de las técnicas más utilizadas para reducir los altos niveles de presión sonora cuando existe un campo reverberante; este método resulta de interés en los puestos de trabajos en los cuales el problema es falta de inteligibilidad, por ejemplo en el sector de servicio y de la enseñanza.

- **Cápsulas**

El encapsulamiento se basa en dos principios: la desvinculación acústica (y posiblemente vibratoria) entre la fuente y el receptor por medio de una cubierta aislante, y la disipación de energía sonora con elementos absorbentes de alto rendimiento, ubicados principalmente en las proximidades de la fuente, donde el campo sonoro es más intenso, y por consiguiente, la disipación es mayor (Miyara, 1999).

Con la construcción de tales estructuras, la energía sonora se mantiene dentro del encierro por reflexión en sus paredes y, al mismo tiempo, revestir internamente con materiales absorbentes evita que dichas ondas reflejadas aumenten el nivel total del ruido dentro de la cápsula (Virginis, 2015).

- **Cabinas**

Para Rodríguez González et al. (2007) la cabina constituye un blindaje para el hombre y se recomienda emplear en las situaciones siguientes:

- Es posible efectuar el mando a distancia de las operaciones de trabajo.
- Cuando el tiempo de interrelación directa del operario con el equipamiento es mínima.
- Se trata de puntos de control de la producción.
- Se trata de locales de descanso.

La principal diferencia existente entre el encapsulamiento de la fuente y la cabina radica en que con la primera es posible, en buena medida, controlar la energía sonora que irradia la fuente hacia el entorno, lo que beneficia todo el ambiente acústico que rodea a dicha fuente, mientras que con la segunda sólo se beneficia el ambiente receptor.

- **División de locales de trabajo**

Hay veces que se procede a dividir los locales para separar los emisores de los receptores de ondas sonoras. La división puede ser total o parcial. La división total es posible cuando ésta no trae consigo interferencias en la producción (Rodríguez González et. al., 2007).

- **Pantallas acústicas**

La principal solución para reducir los niveles de ruido es su vía de transmisión es el uso de barreras acústicas (Harris, 1991).

Las pantallas acústicas son elementos constructivos utilizados para obstaculizar la propagación de ondas acústicas. Generalmente su instalación se debe a la necesidad de disminuir la contaminación acústica en zonas habitadas, proveniente de grandes fuentes de ruido como por ejemplo las industrias, o sobre todo, las infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias. Se sitúan entre la fuente de ruido y el área afectada por ella, de manera que tras la instalación de la pantalla, se crea detrás de esta un área donde se ven reducidos los niveles de ruido. Esta área se conoce como sombra acústica y se puede calcular mediante el uso de métodos idénticos a los aplicados en el estudio de la óptica, con la diferencia de que las ondas acústicas ocupan mayor longitud, debido a la difracción (Segura Mateu, 2013).

Para Rodríguez González et al. (2007) separar una fuente sonora del receptor, a través de una y hasta cuatro paredes recubiertas con material poroso absorbente se denomina

pantalla acústica y valora que esta medida posee ventajas como la facilidad para la explotación y mantenimiento de las máquinas; no se necesitan sistemas de iluminación y ventilación adicionales, el bajo costo de producción y que pueden ser desmontables.

- **Resonadores acústicos**

Pérez Miñana (1969) considera que el resonador acústico consiste en una cavidad que comunica al exterior por un conducto o cuello en cuya boca B, inciden ondas sonoras. Tiene una forma similar a la de una botella.

Una placa perforada colocada a cierta distancia de una superficie rígida funciona como un conjunto de resonadores. Cada orificio equivale al cuello de un resonador, cuya longitud será el espesor de la placa, el volumen comprendido por la placa y la pared, dividido por el número de orificios, supone el volumen que dispone cada uno de ellos para su comportamiento como resonador individual. Esto significa que alejando o aproximando la placa perforada a la pared se modifican sus condiciones absorbentes (García, 2016)

- **Acústica gráfica**

La acústica arquitectónica estudia los fenómenos vinculados con una propagación adecuada, fiel y funcional del sonido en un recinto (Miyara, 2006). Dentro de esta, la acústica gráfica juega un papel fundamental.

Según Long (2006) desde el siglo XX, la acústica gráfica es reconocida como ciencia tanto como arte y los aspectos más simples de la misma, lo que incluye el control de ruido y vibraciones y desarrollo de materiales acústicos eficaces, evidencian grandes mejoras al ambiente en el momento de aplicación.

Kuttruff (2009) plantea que su uso puede estar destinado a disminuir los niveles de presión sonora en lugares como iglesias, habitaciones de lectura y bibliotecas o aumentarlos en otros como salones de ópera, teatros y salas de conciertos.

Este método de control se encarga de la existencia de confort acústico en los locales, lo que significa que el campo sonoro existente no generará molestias significativas a las personas presentes en el recinto considerado (Carrión Isbert, 1998).

1.6 Legislación laboral referida al ruido y su control

Puesto que se reconoce al ruido como uno de los principales agentes contaminantes de nuestros tiempos, los diversos órganos legales del mundo enmarcan dicho problema en disímiles documentos oficiales de obligatorio cumplimiento los cuales, de manera general, tienen el objetivo que bajo su estricta obediencia se eleve el confort, la calidad de vida e incluso se eviten afectaciones a la salud de las personas expuestas a semejante agresor.

1.6.1 Legislación extranjera sobre el ruido

Diferentes países y organizaciones internacionales implantan mediante decretos, normas y leyes, su reglamentación respecto al ruido, lo que abarca desde los niveles permisibles del mismo hasta cómo proteger a los trabajadores que están constantemente expuestos a la contaminación acústica. A continuación se mencionan algunas de ellas referidas por la Comisión Administradora Bicameral (2014) que expresan:

“La Unión Europea trazó el Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo COM/2011/0321 del 2011, relativo a la aplicación de la directiva sobre el ruido ambiental. En 2014 el Consejo Nacional del Ruido en Francia emitió el documento: “Propuestas para la elaboración del elemento ruido” en el Plan Nacional de Salud-Medio Ambiente. En los Estados Unidos está vigente el Código 42 del 2013 sobre la salud y bienestar públicos el cual abarca el control del ruido en el capítulo 65. En Chile existe el Decreto N° 38, del 2011 perteneciente al Ministerio de Medio Ambiente, el cual establece la norma de emisión de ruidos generados por diferentes fuentes. También está vigente en Uruguay el Decreto Reglamentario de la Ley 17.852, sobre contaminación acústica, del 2013”.

1.6.2 Legislación cubana respecto al ruido

En Cuba, respecto al contexto legal, en ocasiones se trata el tema de la contaminación sonora directamente y otras veces se hace mención a ella como un elemento más a considerar en un asunto de mayor alcance. Actualmente se encuentran vigentes legislaciones de carácter laboral, ambiental y un cuerpo de normas de aplicación obligatoria relacionadas con el ruido. Este cuerpo normativo insuficiente, necesitado de revisión y actualización, establece conceptos, procedimientos de medición y criterios para caracterizar ambientes afectados acústicamente (Sexto, 2012).

A continuación la tabla 1.2 muestra algunas de las normas cubanas vigentes en la actualidad, referentes al ruido:

Tabla 1.2. Normas cubanas respecto al ruido.

Norma Cubana (año)	Síntesis
NC 19-01-06 (1983): Medición del ruido en lugares donde se encuentren personas. Requisitos generales.	Plasma los requisitos generales para realizar mediciones de ruido y su correspondiente valoración, en los lugares donde se encuentren personas.
NC 19-01-10 (1983): Determinación de la potencia sonora. Método de orientación.	Ofrece un método para determinar la potencia sonora del ruido emitido por máquinas, mecanismos, equipos técnicos y otras fuentes sonoras.
NC 19-01-13 (1983): Determinación de la pérdida de la audición. Método de medición.	Establece los diferentes métodos de exámenes audiométricos para determinar la pérdida auditiva. Reconoce tres grados de hipoacusia profesional.
NC ISO 7188 (2005): Acústica. Medición del ruido emitido por los vehículos de pasajeros bajo condiciones representativas de tránsito urbano.	Especifica un método para medir el ruido emitido por los vehículos de pasajeros (como se define en ISO 3833) en movimiento.
NC 26 (2007): Ruido en zonas habitables. Requisitos higiénico sanitarios	Establece el método de medición del nivel sonoro utilizado como indicador del ruido ambiental junto a posibles modelos de pronóstico y niveles máximos admisibles y tolerables en zonas habitables, tanto en el interior de la vivienda como en las áreas urbanizadas aledañas.
NC 391-1 (2010): Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas. Parte 1: Elementos generales.	Establece los conceptos e informaciones necesarias acerca de los términos, sus definiciones, símbolos, consecuencias de las limitaciones de las habilidades humanas y ayudas técnicas así como las dimensiones y alcances mínimos de las personas usuarias de ayudas técnicas.

<p>NC ISO 1999 (2011): Seguridad y salud en el trabajo. Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo y estimación de las pérdidas auditivas inducidas por el ruido.</p>	<p>Especifica un método para calcular el desplazamiento permanente del umbral inducido por el ruido, que se espera que se produzca en los niveles umbrales de audición de una población de personas adultas, como consecuencia de la exposición a ruido de distintos niveles y duraciones; proporciona la base para calcular el déficit auditivo según diversas fórmulas, cuando los niveles umbrales de audición, medidos en las frecuencias audiométricas usuales o en combinaciones de estas frecuencias, sobrepasan cierto valor.</p>
<p>NC 871 (2011): Seguridad y salud en el trabajo. Ruido en el ambiente laboral. Requisitos higiénico sanitarios generales.</p>	<p>Esta norma establece los requisitos higiénico sanitarios en el ambiente laboral en cuanto a los aspectos generales de la evaluación del ruido como factor de riesgo y de la protección del trabajador expuesto al mismo, al tomar en cuenta tanto criterios de evaluación básicos para determinar los niveles de exposición al riesgo, así como los valores máximos admisibles que se deben aceptar para las diferentes actividades laborales según el criterio de evaluación del riesgo que seleccione el especialista para caracterizar la situación higiénica. La norma establece términos y definiciones básicos necesarios para definir los criterios de evaluación para el ambiente laboral de dicho factor de riesgo.</p>

Fuente: elaboración propia.

Además, existe la Ley 81 de Medio Ambiente para combatir al ruido. Dicha ley referencia a este agente como problema ambiental y, en su artículo 147, plantea la prohibición de factores físicos que afecten la salud humana y la calidad de vida de la población, entre ellos el ruido. Por otra parte, el artículo 152 expresa la responsabilidad de los diferentes organismos del país de dictar medidas para la evaluación y control de dicho contaminante (García Fránquiz, 2017; Quintero Turiño y Muñoz Alfonso, 2009).

Con respecto al sustento legal, de manera general, aunque existen un conjunto de normas actualizadas referentes al ruido, resalta que estas no establecen cómo controlarlo. En ellas se definen los niveles permisibles en diversos sectores, otras son de carácter

contravencional, de protección al trabajador, de salud pública, de carácter urbanístico y de gestión ambiental.

Por otra parte, según los directivos de los principales organismos del país, existe un amplio desconocimiento de estas normativas por las instituciones, trabajadores y clientes, así como de los efectos nocivos del ruido, su evaluación y control³.

1.7 Valoración socioeconómica del control de ruido.

El ruido, como riesgo físico, es una de las áreas de dominio de la Ergonomía tal y como establecen las directrices trazadas por la Asociación Internacional de Ergonomía, IEA, en el 2017. Constituye entonces el control de ruido la fase en la cual se produce la intervención ergonómica.

Para García (2017) poco énfasis se ha hecho sobre la implantación y valoración socioeconómica de los programas de intervención ergonómica dirigidos a las mejoras de los puestos de trabajo, por cuanto la intangibilidad de los beneficios reportados que, básicamente se manifiestan en la disminución o eliminación de dolencias, enfermedades, accidentes y todo un amplio cortejo de patologías, al no estar cuantificadas económicamente.

Los estudios sobre el tema de la valoración económica de los costos de los accidentes, enfermedades y otras patologías derivadas de la profesión como lo pueden ser los efectos producidos por la exposición al ruido anteriormente citados en este capítulo son (García y Félix, 2015):

- Teoría de Heinrich.
- Teoría de valoración económica de los medios de producción.
- Las pólizas de riesgos del trabajo.
- El método de valoración por contingencia.
- Análisis de los riesgos por Simonds.

Otros ergonomistas (Anderson, 2012), (Rouse and Boof, 2012) han tratado el asunto desde el punto de vista netamente económico, proponiendo herramientas clásicas como:

- Valor Actual Neto
- Tasa Interna de Retorno
- La técnica de Punto de Equilibrio (PE)

³ Declaraciones dadas por los directivos de organismos como MINTUR, MINSAP, CITMA, MTSS en las mesas redondas informativas “Mucho, mucho ruido” en 2011 y “Enfrentar al ruido y a los ruidosos” en 2016.

- El análisis costo beneficio (ACB):

El ACB es el proceso de colocar una cifra a los diferentes costos y beneficios de una actividad. Al utilizarlo, se puede estimar el impacto financiero acumulado de lo que se quiere lograr.

Se utilizan para comparar diferentes costos y beneficios ante varias alternativas y tomar la decisión.

Involucra los siguientes pasos:

1. Caracterización de la entidad u objeto de estudio.
2. Tormenta de ideas: para determinar la información requerida en cada una de las probables decisiones.
3. Determinar los costos y beneficios asociados a cada factor.
4. Sumar los costos totales.
5. Sumar los beneficios totales.
6. Establecer la relación costo beneficio.
7. Comparar los costos y beneficios.

Todos estos métodos han sido analizados críticamente y, en ningún caso, cumplen con el objetivo de cuantificar socioeconómicamente los beneficios reportados por los programas de intervención ergonómica, enfocados directamente al hombre y su ámbito laboral, toda vez que parten de enfoques netamente económicos, obviando el impacto humano y social que estos producen, entendiéndose por impacto humano el daño causado al trabajador de carácter intangible como el dolor, la marginalidad o el desajuste psicológico, mientras que por impacto social se considera el trauma familiar, el desahucio laboral o la imposibilidad de realizar actividades cotidianas (García y Félix, 2015)

Por otra parte los economistas ambientales a través de los años y del inminente avance científico-técnico, han desarrollado una serie de técnicas de medición y valoración económica de los impactos ambientales. Estos parten de cuatro enfoques fundamentales: Costo de Enfermedad, Gastos Preventivos, Juegos de Ofertas y Diferencias Salariales (García y Félix, 2015) (Dixon, 1994) (Marrero, 2013) (García, 2017).

Tales técnicas han permitido cuantificar económicamente aspectos tan intangibles como preservar el azul de una bahía, escuchar el canto de las aves o admirar los elefantes.

Existe entonces la posibilidad de extrapolar estas técnicas al campo ergonómico, donde los efectos a la salud humana son tan intangibles como los anteriormente mencionados.

Se puede cuantificar entonces, a los efectos del tema de investigación, el costo que representa que un trabajador quede afectado permanente o parcialmente por la sordera en su puesto de trabajo, o que sufra una paulatina pérdida de la audición (hipoacusia) que limite la comunicación o la calidad de las actividades que realiza.

La creación del Índice Socioeconómico por García y Félix (2015) que se obtiene de vincular mediante una expresión los Costos Sociales Intangibles (CSI) y el ACB da respuesta a esta difícil problemática. En el siguiente capítulo se profundiza en sus expresiones de cálculo y el fundamento teórico que las respalda.

Conclusiones parciales del capítulo

- Se creó el referencial teórico que considera el marco legal relacionado con el ruido y de su análisis se detectaron falencias en cuanto a su control y la valoración socioeconómica.
- Las afectaciones provocadas por el ruido inciden en la salud, las organizaciones, la comunicación e incluso a las zonas urbanas aledañas a las fuentes que lo generan.
- Se encuentran en la literatura especializada la propuesta de diversos métodos para el control del ruido, así como métodos que permiten la evaluación socioeconómica de dichas medidas.

Capítulo 2: Metodología propuesta para el control del ruido y su valoración socioeconómica en el hotel Sol Palmeras.

En el capítulo se presenta la metodología para el control del ruido y su valoración socioeconómica en el hotel Sol Palmeras, principal contribución del investigador. Se muestra su despliegue a través de los procedimientos de evaluación, diagnóstico, control y valoración socioeconómica que se sustentan en técnicas como observación, medición, modelación y cálculo de índices para jerarquizar las medidas propuestas.

2.1 Antecedentes de la investigación

La existencia de ruido provoca afecciones a la salud y costos a las instalaciones que sufren su incidencia, sobre todo en el polo de los servicios, donde los clientes son los jueces de la calidad y demandan cada día un ambiente más confortable en las instalaciones que visitan.

Existen disímiles metodologías sobre la evaluación y control del ruido como las planteadas por Ibrahim (1996), Camposeco Espina (2003), Diputación Foral de Bizkaia (2010) [84], Náf Cortés(2014), y Alfaro León (2016). A continuación la tabla 2.1 muestra una matriz binaria donde se ofrece una comparación de dichas metodologías en cuanto a las fases que comprenden:

Tabla 2.1. Valoración de las fases de las metodologías de evaluación y control de ruido.

Metodología/Fase	Identificación de fuentes de ruido	Evaluación	Diagnóstico	Control	Valoración económica	Valoración social
Ibrahim (1996)	1	1	1	1	1	0
Camposeco Espina (2003)	1	1	1	1	1	0
Diputación Foral de Bizkaia (2010)	1	1	1	1	0	0
Náf Cortés (2014)	1	1	1	1	0	0
Alfaro León (2016)	1	1	1	1	1	0
Legenda: 1: Incluye la fase 0: No incluye la fase						

Fuente: elaboración propia.

Ibrahim (1996) presenta una metodología bastante íntegra de control del ruido en termoeléctricas, aunque no comprende en su propuesta el empleo de la acústica gráfica, el diseño de barreras acústicas u otros métodos de control con factibilidad de aplicación. Camposeco Espina (2003) enfoca su investigación en industrias de maquilado de tuberías de acero y en su fase de diagnóstico no emplea mapas de ruido, diferencia atribuible respecto al resto de las metodologías que sí los emplean; su diagnóstico se basa en la realización de encuestas preliminares y detalladas a los diferentes puestos de trabajo mediante mediciones, para determinar si existen o no afectaciones a los trabajadores. La Diputación Foral de Bizkaia (2010) exhibe una metodología de control para zonas urbanas donde su principal limitación es el no desarrollo de la fase de control (aunque sí la reconoce y menciona) lo que podría conllevar a un declive de la importancia de esta para quienes pretendan aplicar dicha metodología, por consiguiente no comprende la valoración económica de las medidas propuestas. Náf Cortés (2014) aborda el tema del control del ruido en el ambiente laboral de manera exhaustiva, su única falta es que no valora económicamente las medidas que de manera clara y profunda propone. La metodología que plantea Alfaro León (2016) sobre el control del ruido en las áreas de *Handling* y mantenimiento de TAME EP en plataformas aeroportuarias es bastante completa, sin embargo, dadas las características de los puestos de trabajo en estudio, sus medidas se retienen solo al ámbito organizativo. Finalmente, ninguna de las metodologías estudiadas propone la valoración del impacto social de la implementación de las medidas de control y su vínculo con la factibilidad económica de las mismas.

Aunque, como se demostró con anterioridad, existen metodologías para la evaluación y control del ruido con aplicación en sectores específicos, se carece de una enfocada a instalaciones hoteleras; dicha metodología se propone en el siguiente epígrafe, la cual incluye la totalidad de las fases ya analizadas en la tabla 2.1, propone técnicas de control novedosas y el uso de un índice que permite priorizar las inversiones tendientes al control de ruido en una instalación a partir de su análisis económico ligado a la valoración del impacto social de las mismas sobre trabajadores y clientes.

2.2 Metodología propuesta

Para la evaluación y control del ruido en el hotel Sol Palmeras se propone la metodología mostrada en la figura 2.1.

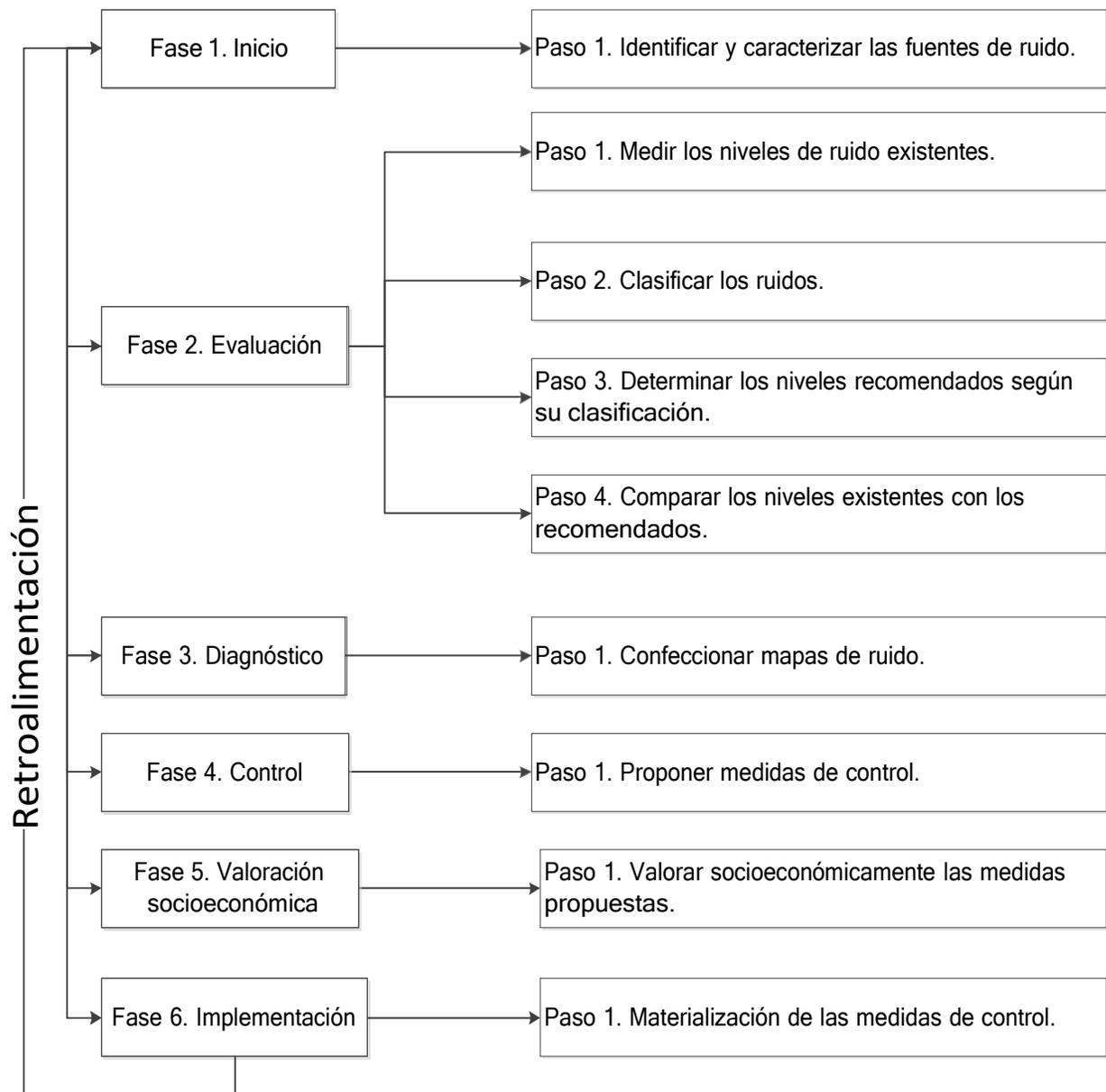


Figura 2.1 Metodología propuesta.

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar la metodología propuesta se compone de 6 fases fundamentales que permiten evaluar, diagnosticar y realizar propuestas de control para los niveles de contaminación acústica existentes en el hotel Sol Palmeras, así como valorar socioeconómicamente las medidas de control manejadas, determinar prioridad de inversión entre las mismas e implementarlas. Finalizada la última fase, la retroalimentación permite, ante cambios del entorno, valorar la eficiencia del control al retornar a la identificación de las fuentes de ruido, y de ser necesario, a la evaluación de

los niveles existentes en el área objeto de estudio, lo cual permite evidenciar cambios tras la implantación de las medidas propuestas al compararlos con los obtenidos al inicio.

Fase 1. Inicio

Paso1. Identificar y caracterizar las fuentes de ruido

En este paso se identifican y caracterizan las fuentes de ruido, para así delimitar los elementos generadores del mismo y sus vías de propagación; para ello se emplean técnicas como la observación y escucha directa, así como entrevistas a los trabajadores. El cumplimiento de este paso es fundamental debido a la necesidad de identificar correctamente todas aquellas fuentes que generan ruidos y sobre las cuales se debe actuar de forma oportuna para disminuir la generación y transmisión del contaminante.

Para Rodríguez González et al. (2007) las principales fuentes de origen de ruido son:

- Transmisión de la vibración de un cuerpo.
- Emisiones de ruido por cuerpos vibrátiles.
- Excitación por impactos o golpes.
- Oscilación de corrientes de aire.
- Torbellinos en la periferia de fuentes impulsoras de aire.
- Transmitidos por conductos de ventilación.
- Orificios de escape de gases a altas velocidades.
- Transmisión del ruido estructural.

Estas fuentes se manifiestan en la práctica hotelera a partir del funcionamiento o “mal funcionamiento” de equipos de ventilación, de la generación de electricidad o bombeo de agua, el desarrollo de actividades recreativas que implican el uso de medios de amplificación de audio, instrumentos musicales o su combinación, la aglomeración e interacción de clientes en áreas con deficientes propiedades acústicas como pueden ser lobbies y restaurantes, y por características propias de equipos altamente ruidosos como lavadoras y secadoras.

Fase 2. Evaluación

Paso 1. Medir los niveles de ruido existentes

Según Rodríguez González et al. (2007) la medición del ruido permite conocer el nivel de nocividad del mismo a partir de los parámetros que lo identifican. Para medir los niveles de presión sonora existentes se utiliza como vía convencional un sonómetro y para el uso

del mismo se tienen en cuenta los siguientes requisitos de cumplimiento obligatorio citados en Torres Sotolongo y Romero Suárez (2014):

- Seleccionar días y horarios para efectuar las mediciones, en consideración del estado del tiempo, ya que no debe haber lluvias, lloviznas, tormentas eléctricas, y las superficies sobre las que se efectúen tienen que permanecer secas. Tampoco deben existir grandes diferencias de temperatura y humedad en el caso que dichas mediciones abarquen un gran número de horas en el día.
- Utilizar el mapa de ubicación con los puntos de medición para colocar el sonómetro en el lugar indicado.
- Medir la velocidad del viento a la altura del micrófono para que este no sobrepase los 3 m/s en el momento de realizar las mediciones.
- Colocar el sonómetro a 1.20 m sobre el nivel del suelo.
- El encargado de realizar las mediciones debe estar a 0,5 m de distancia del sonómetro.
- Equipo técnico en correcto estado.
- Presencia de la menor cantidad posible de personas.

Este último requisito es altamente importante puesto que cuando se pretende medir el ruido que genera una fuente puntual, la presencia innecesaria de personas puede modificar las características sonoras del local en cuanto a la propagación del sonido a partir de la absorción y reflexiones de las ondas en las superficies que lo componen. Opuestamente, si lo que se desea es medir el ruido generado por las personas en un local, entonces se obvia el cumplimiento de dicho requisito.

Para realizar las mediciones se cuenta con un sonómetro promediador integrador GK: 1290563 el cual ofrece directamente el NPS integrado (Leq (A)) en el área estudiada. Su deficiencia radica en que no muestra el análisis por bandas de octava, lo cual impide identificar aquellas frecuencias donde el contaminante es más dañino y direccionar entonces el control a dichas frecuencias. Existen otras herramientas menos precisas como el empleo de la tecnología Android o softwares informáticos como el Smaart en sus disímiles versiones. La poca precisión de estas herramientas está dada por la baja calidad del micrófono del dispositivo móvil o laptop que se emplee. Como solución a esta deficiencia se plantea la vinculación del micrófono de alta calidad del sonómetro al software informático Smaart, el cual permite realizar un análisis por bandas de octava de

los niveles de ruido existentes. De este modo, como muestra la figura 2.2, se complementan las fortalezas del micrófono del sonómetro con las facilidades que brinda el software, la información es más confiable y se logra la división por bandas de octava, punto clave para las siguientes fases de la metodología.



Figura 2.2. Sonómetro GK: 1290563 vinculado al software Smaart 7.

Fuente: elaboración propia.

Paso 2. Clasificar los ruidos existentes

Una vez identificados se clasifican los ruidos. Autores como Harris (1991), Ibrahim (1996), Berger (2003), García Dihigo y Real Pérez (2005), García (2016) y Rodríguez González et al. (2007) así como la NC 871 (2011), establecen como criterio básico de clasificación el que se realiza en función del nivel de presión sonora y su fluctuación en el tiempo, según el cual pueden ser ruidos constantes y ruidos no constantes; los primeros, según la respuesta lenta del sonómetro, varían en no más de 5 dB en las 8 horas laborables, mientras que los segundos varían en más de 5 dB.

El criterio de evaluación a utilizar dependerá de la clasificación otorgada; si los ruidos son constantes se aplica el Criterio N de evaluación de ruidos o el criterio del nivel sonoro L (dB(A)) y si son no constantes entonces se debe aplicar el Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)).

Criterio N para ruidos constantes

Este criterio de evaluación se basa en una simplificación de las curvas isofónicas, el cual presupone un análisis por bandas de octava del ruido, solo que no lo establece en forma de curvas sino mediante tablas (García Dihigo, 2016); para ello se determina el nivel de presión sonora existente (L_{ex}) dentro del local objeto de estudio a partir de la medición del

sonómetro. Se busca el valor del Criterio N (N (dB)) a partir de la tabla 2.2 a la cual se entra por las columnas con el valor de la frecuencia de la banda de octava y en ella se busca el nivel de presión sonora existente, de no existir el valor exacto se toma el inmediato superior, y se traza una línea hasta coincidir con el valor de la primera columna que ofrece directamente el valor del criterio en cuestión.

Tabla 2.2. Valores del Criterio N de evaluación de ruido.

Criterio N	Frecuencia Media de las Bandas de Octava (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Valores dados de los niveles de las bandas							
35	63	52	44	39	35	32	30	28
40	67	57	49	44	40	37	35	33
45	71	61	54	49	45	42	40	38
50	75	66	59	54	50	47	45	44
55	79	70	63	58	55	52	50	49
60	83	74	68	63	60	57	55	54
65	87	79	72	68	65	63	61	60
70	91	83	77	73	70	68	66	64
75	95	87	82	78	75	73	71	69
80	99	92	86	83	80	78	76	74
85	103	96	91	88	85	83	81	80
90	107	106	96	93	90	88	86	85
95	111	105	100	97	95	93	91	90
100	115	109	105	102	100	98	96	95
105	118	113	110	107	105	103	102	100
110	122	118	114	112	110	108	107	105
115	126	122	119	117	115	113	112	110
120	130	126	124	122	120	118	117	116

Fuente: tomado de (Rodríguez González et al., 2007).

Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)) para ruidos no constantes

El cálculo del Nivel Sonoro Equivalente Continuo puede obtenerse directamente del sonómetro (si el mismo es promediador integrador) o se puede utilizar el procedimiento propuesto en la NC 871 del 2011, el cual se detalla a continuación:

1. Se realizan 180 mediciones del nivel de presión sonora ponderado A.
2. Las mediciones se realizan en intervalos de 5 segundos.
3. Los valores de las mediciones se colocan en la ecuación 2.1, donde LAi es el valor de la i-ésima medición.

$$(2.1) Leq = 10 \log \left[\frac{1}{180} \sum_{i=1}^{180} 10^{0,1L_{Ai}} \right] \text{ [dB]}$$

Paso 3. Determinar los niveles recomendados según su clasificación

Para los locales afectados se determina el nivel máximo admisible (NMA (dB)). Este valor se fija de acuerdo con las características del área en cuestión: si se está en presencia del interior de un local en la instalación, se emplea la tabla 1 de la Norma Cubana 871 del 2011 (**Ver Anexo 1**) y de encontrarse en exteriores del mismo, se utilizan las tablas 1 y 2 de la Norma Cubana 26 del 2007 en las zonas urbanizadas aledañas a los edificios de viviendas y en el local más afectado de la vivienda respectivamente (**Ver Anexo 2**).

Paso 4. Comparar los niveles existentes con los recomendados

Este paso determina la continuidad del estudio al realizar el siguiente análisis:

Si $N \text{ (dB) o } Leq \text{ (A) (dB)} \leq NMA \text{ (dB)}$, entonces los niveles de ruido son adecuados y no perjudiciales, no es necesario continuar el estudio.

Si $N \text{ (dB) o } Leq \text{ (A) (dB)} > NMA \text{ (dB)}$, entonces los niveles de ruido son inadecuados y perjudiciales, es necesaria la aplicación del resto de las fases de la metodología.

Como se puede apreciar, si los niveles obtenidos del criterio de evaluación empleado se encuentran por debajo de los máximos admisibles o son iguales para la actividad que se desarrolla, entonces no es necesario continuar con las siguientes fases.

Fase 3. Diagnóstico

El diagnóstico es un procedimiento ordenado, sistemático, para conocer y establecer de manera clara una circunstancia, a partir de observaciones y datos concretos [86].

Los mapas de ruido constituyen la herramienta fundamental para el diagnóstico de los niveles de contaminación acústica, tal y como coinciden García Sanz y Garrido (2003), Gobierno de Chile (2010), Torres Sotolongo y Romero Suárez (2014), Parma (2015) y Sand (2017), por ello se decide el uso de dicha técnica para realizar el diagnóstico de aquellas zonas donde exista afectaciones por ruido. Su utilidad está relacionada a la claridad de la información que brindan, puesto que otorgan una representación gráfica de los niveles sonoros existentes en el área estudiada.

Paso 1. Confeccionar mapas de ruido

Para la elaboración de un mapa de ruido se consultan las metodologías propuestas por Hidalgo Otamendi et al. (2008), Yepes et al. (2009), y Segués Echazarreta (2016) y a continuación se resumen sus puntos comunes:

1. Elección de los puntos de muestreo: se eligen los puntos de la zona de estudio donde se van a realizar las mediciones.
2. Elección de los tiempos de muestreo: se eligen los períodos de tiempo entre cada medición.
3. Toma de datos: recogida de los datos de las mediciones y promediado de las mismas si fuera necesario.
4. Presentación de resultados: a la hora de presentar los resultados de un mapa de ruido hay múltiples formas de hacerlo, puede tener forma de tabla, de gráfica o incluso un dibujo.
5. Conclusiones: de los resultados obtenidos se extraen conclusiones del estudio.
6. Recomendaciones: a partir de dichas conclusiones se proponen o adoptan medidas para el control del ruido.

Para el paso 3 se tienen en cuenta los requisitos de medición al utilizar el sonómetro lo cuales se plantean en el primer paso de la fase 2 del procedimiento propuesto y dichas mediciones se realizan entre dos personas, una recoge los datos y la otra representa el punto y valor medido en la vista en planta de los lugares estudiados, para lo cual se emplean los softwares AutoCAD y Microsoft Visio.

Para la confección del mapa acústico se toman los rangos establecidos a continuación y se desechan los valores que no resultan de interés:

- Azul: para las zonas que están en estado óptimo de sonoridad (< 50 dB(A)).

- Verde: para las zonas que están en estado aceptable de sonoridad (50-60 dB(A)).
- Amarillo: para las zonas que están en estado de alerta de contaminación (60-70 dB(A)).
- Rojo: para las zonas contaminadas (>70 dB(A)).

Estos rangos pueden estar sujetos a cambios, propiamente debidos a las características del local en estudio. En dicho caso serán restablecidos para obtener un resultado lo más acertado posible en la fase de diagnóstico.

La figura 2.3 muestra un ejemplo de mapa de ruido en el que a modo de curvas de nivel se muestran, en zonas con diferentes colores, los niveles de presión sonora.

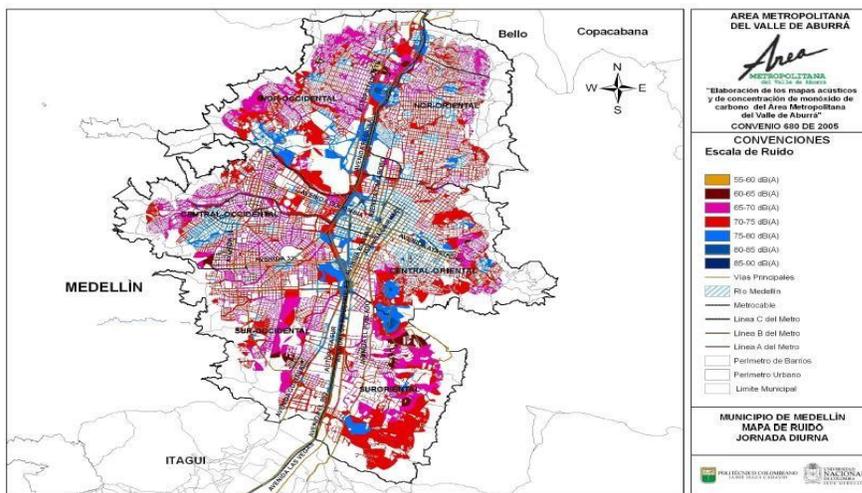


Figura 2.3 Mapa de ruido.

Fuente: tomado de (Yepes et al., 2009).

Fase 4. Control

Paso 1. Proponer medidas de control

El control del ruido se divide en tres vertientes fundamentales: control en la fuente, en el medio y en el receptor. Un análisis de las medidas primarias basado en los planteamientos de Miyara (1999) y Rodríguez González et al. (2007) sobre las mismas, arroja que son costosas y difíciles de lograr en instalaciones que ya se encuentran en funcionamiento; sobre las organizativas destacan que deben ser utilizadas en última instancia dada su baja efectividad; por tanto, a continuación se exponen varias metodologías específicas de diseño de métodos de control de ruido en el medio, algunas de las cuales se les realizan oportunas modificaciones que perfeccionan y ajustan su aplicación a los objetivos de la metodología propuesta.

- **Tratamiento acústico**

Este procedimiento es tomado de García Dihigo (2016), al cual se le realizan tres adecuaciones, la primera consiste en la omisión del paso inicial de evaluación, dado que coincide con la fase 2 de la metodología descrita con anterioridad; la segunda determina la inclusión al inicio y final de esta técnica del cálculo del tiempo de reverberación, fórmula tomada de Carrión Isbert (1998), el cual debe disminuir con la aplicación de esta medida de control, y la tercera consiste en la exclusión del tercer paso de la metodología dado que la determinación de la absorción total del recinto forma parte del cálculo del tiempo de reverberación.

Paso # 1: cálculo del tiempo de reverberación.

$$(2.2) RT_a = \frac{0.161 V}{Atot + 4 MV}$$

Donde:

RTa: tiempo de reverberación antes del tratamiento [segundos].

V: volumen total del recinto [m^3].

Atot: absorción total del recinto [sabinos].

M: constante de atenuación del sonido en el aire [m^{-1}].

La atenuación del sonido en el aire (M), según Miyara (1999) se calcula de la siguiente manera:

$$(2.3) M = \frac{1}{434} \gamma$$

Donde:

γ : atenuación en el aire en dB/100 m.

Los valores de γ se extraen de la tabla que ofrece el **Anexo 3**.

El término "Atot" se calcula como:

$$(2.4) Atot = \bar{\alpha} * Stot$$

Donde:

$$(2.5) Stot = \sum S_i \text{ (superficie total del recinto [} m^2 \text{])}$$

$$(2.6) \bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i S_i}{Stot} \text{ (coeficiente medio de absorción del recinto [sabinos/} m^2 \text{])}$$

Para las ecuaciones 2.5 y 2.6:

α_i = coeficiente de absorción de la superficie "i".

S_i = área de la superficie "i" [m^2].

Paso # 2: determinar el nivel de presión sonora a atenuar (NR).

$$(2.7) NR = Lex - Lrec$$

Donde:

NR: nivel de reducción [dB].

Lex: nivel de presión sonora existente [dB].

Lrec: nivel de presión sonora recomendado [dB].

Paso # 3: determinar el material a utilizar.

$$(2.8) A_2 = St \times \alpha t + A_{tot} - Aat$$

$$(2.9) \Delta L = 10 \log \left(\frac{A_2}{A_{tot}} \right)$$

Donde:

A2: absorción equivalente del local después del tratamiento [sabinos].

St: superficie tratada [m²].

Aat: absorción del área a tratar antes del tratamiento [sabinos].

αt : coeficiente de absorción necesario para el tratamiento [sabinos/m²].

En este paso, se despeja αt . Su resultado dirá el material que se debe seleccionar en función de dicho coeficiente de absorción.

Paso # 4: determinar el área óptima a revestir (AOR).

$$(2.10) AOR = \frac{A_2 - A_{tot} \alpha t}{\alpha r}$$

$$(2.11) \alpha r = \alpha t - \alpha at$$

Donde:

AOR: área óptima a revestir [m²].

αr : coeficiente de absorción de reducción [sabinos/m²].

αat : coeficiente de absorción del material de la superficie tratada antes del tratamiento [sabinos/m²].

El AOR determina la cantidad de m² que se necesitan revestir con el material seleccionado para cumplir con el NR.

Resaltar en este caso que:

- Cuando se realice el cálculo de A2 y A_{tot} hay que tener en cuenta todos los objetos que se encuentran en el local.
- El coeficiente de absorción de las ventanas y puertas abiertas es 1 sabino/m².
- Una persona absorbe aproximadamente 0.57 sabino/m².

Paso # 5: recálculo del tiempo de reverberación.

Paso # 6: cálculo de la disminución del tiempo de reverberación.

$$(2.12) \Delta RT = RT_a - RT_d$$

Donde:

ΔRT : disminución del tiempo de reverberación [segundos].

RT_a : tiempo de reverberación antes del tratamiento [segundos].

RT_d : tiempo de reverberación después del tratamiento [segundos].

- **Cápsulas**

Paso # 1: determinar el nivel de presión sonora a atenuar (NR).

$$(2.2) NR = L_{ex} - L_{rec}$$

Donde:

NR: nivel de reducción [dB]

L_{ex} : nivel de presión sonora existente [dB]

L_{rec} : nivel de presión sonora recomendado [dB]

Paso # 2: calcular D (mínima distancia del equipo a la superficie interior de la cápsula)

$$(2.3) D = \lambda/4$$

$$(2.4) \lambda = C/F_{mi}$$

Donde:

D: mínima distancia del equipo a la superficie interior de la cápsula [m]

λ : longitud de onda [m]

C: velocidad del sonido [343 m/s]

F_{mi} : frecuencia mínima de interés [Hz]

Paso # 3: calcular la superficie de la cápsula (S_c).

$$(2.5) S_c = 2(L_c \times H_c) + 2(A_c \times H_c) + (L_c \times A_c)$$

$$(2.6) L_c = L_{eq} + 2D$$

$$(2.7) A_c = A_{eq} + 2D$$

$$(2.8) H_c = H_{eq} + D$$

Donde:

Sc: superficie de la cápsula [m²]

Lc: largo de la cápsula [m]

Ac: ancho de la cápsula [m]

Hc: altura de la cápsula [m]

Paso # 4: determinar la atenuación que logra la cápsula sin los orificios.

$$(2.9) \Delta Lc = Rres - 10 \log \left(\frac{Sc}{Aci} \right)$$

Donde:

ΔLc : atenuación que logra la cápsula sin los orificios [dB]

Res: coeficiente de aislamiento resultante [dB]

Sc: superficie exterior de la cápsula [m²]

Aci: absorción interior de la cápsula [sabinos]

Para el cálculo de dicha atenuación se determinan, primeramente, sus términos de manera independiente como prosigue:

$$(2.10) Rres = R_1 - \Delta R$$

$$(2.11) R = 10 \log [1 + (S_2/S_1) \times (10^{(R_1-R_2)/10} - 1)]$$

$$(2.12) Aci = \sum \alpha \times Sci$$

Donde:

R₁: aislamiento sonoro del material base (el de mayor R) [dB]

R₂: aislamiento sonoro del material secundario [dB]

S₁: superficie del elemento constructivo (toda la pared, ventanas y puertas de esa superficie) [m²]

S₂: superficie del elemento secundario [m²]

Se debe comprobar que el resultado del ΔLc sea mayor que el valor del NR calculado en el primer paso de la metodología. De cumplirse se puede continuar con el diseño. En caso

contrario es necesario diseñar una nueva cápsula con un material de alto coeficiente de aislamiento (R).

Paso # 5: calcular la atenuación total que logrará la cápsula en presencia de los orificios.

$$(2.13) \Delta Lt = 10 \log \left(\frac{1}{\frac{-\Delta Lc}{10} + \frac{-\Delta Lo}{10}} \right)$$

$$(2.14) \Delta Lo = 10 \log \left[\left(\frac{Aci + So}{So} \right) \right]$$

Donde:

ΔLt : atenuación total que logra la cápsula en presencia de los orificios [dB]

ΔLc : atenuación que logra la cápsula sin los orificios [dB]

ΔLo : efecto de disminución del aislamiento de la cápsula por concepto de orificio [dB]

So : superficie de los orificios [m²]

• Elementos de acústica gráfica

Muchas instalaciones hoteleras adoptan medidas para el aumento del confort dentro de sus instalaciones, situación que incluye diversas acciones para disminuir los niveles sonoros que resultan perjudiciales para los clientes y trabajadores; sin embargo, algunas de ellas disminuyen el atractivo y estética de las entidades, elementos capitales capaces de influir en la imagen de los hoteles. Actualmente, con ayuda de la tecnología y los conocimientos pertenecientes a estudios sobre la acústica de locales, se logra la perfecta combinación en elementos que por su naturaleza poseen dos potencialidades esenciales: la reducción de los niveles de presión sonora así como el embellecimiento del área donde son emplazados.

Estos elementos se encuentran generalmente en hoteles, sobre todo en las áreas del lobby, recepción, salones y restaurantes. A continuación se explican brevemente algunos de ellos:

- Placas acústicas: son placas cuya construcción, además de ofrecer atractivos e incomparables diseños, permite la absorción del ruido por medio de perforaciones al controlar la reverberación. Incluso algunas funcionan eficazmente para neutralizar sustancias nocivas y malos olores.
- Paneles absorbentes serigrafados: principalmente diseñados para pared, estos paneles ofrecen materiales de tela absorbente y otorgan infinitas posibilidades de

decoración con alta calidad de impresión. Brindan la opción de incluir logotipos, promociones, así como imágenes de las diversas áreas del hotel u actividades importantes realizadas con anterioridad en el mismo.

- Cubos acústicos: cubos cuyo lugar de emplazamiento es variado, mejoran la respuesta absorbente y tiempos de reverberación para todo tipo de locales, no desprenden partículas ni pierden peso por deterioro, no requieren de instalación y la amplia gama de colores con que se pueden diseñar permiten su combinación para obtener ambientes estéticos y elegantes.
- Mamparas acústicas absorbentes: diseñadas específicamente para separación de zonas con distintos ambientes dentro de una misma estancia. Se obtienen significativas reducciones del ruido ambiental por efecto de la absorción parcial de las reflexiones directas que se reciben. Son móviles, lo que permite una rápida distribución de los espacios.
- Tótems acústicos: elementos en forma de columnas que mejoran la respuesta absorbente y tiempos de reverberación para todo tipo de locales. No se deshilachan ni necesitan de instalación y la amplia variedad de colores con que pueden diseñarse les otorga ventaja decorativa. Poseen variados sectores de aplicación, tales como bares, restaurantes, cafeterías, hospitales y hoteles.

En un inicio se parte del cálculo del tiempo de reverberación (RT) en el local donde se destinarán dichos elementos absorbentes. Una vez emplazados se recalculará el valor de RT para comprobar la efectividad del control, lo cual está dado por la disminución del mismo. La metodología de cálculo comprende la aplicación de los pasos 1; 5 y 6 de la metodología de revestimiento acústico en los momentos antes mencionados. El cálculo de los RT permite validar la efectividad de los elementos de acústica gráfica colocados.

Fase 5. Valoración socioeconómica

Como se comentaba con anterioridad existen diversas metodologías que contemplan la valoración económica de las medidas que conllevan inversiones, pero no tienen en cuenta el componente social que implican las afectaciones por la exposición al riesgo.

En palabras de García Dihigo y Félix López (2015) el componente social es “...un factor totalmente intangible, consistente en la valoración de lo que significa, para el propio accidentado (o limitado somática o sensorialmente), los efectos negativos o secuelas que el trabajo le ha provocado”.

Ante la interrogante de ¿cómo valorar el desespero de sumirse en el silencio perpetuo, la conmoción familiar y de amigos y muchas otras secuelas? dichos autores proponen un procedimiento para determinar el valor monetario de los Costos Sociales Intangibles.

Este valor obtenido representa el monto total de dinero que estarían dispuestos a pagar los trabajadores expuestos a un riesgo.

Se decide entonces crear un índice integral que contemple los aspectos económico y social de una propuesta de medida en un único valor y constituya, a su vez, una herramienta gerencial para la toma de decisiones de los directivos. Este indicador permitirá jerarquizar las propuestas tendientes al control de ruido en una instalación hotelera por la combinación de su impacto económico y social, lo cual constituye una invaluable ayuda en la gestión eficiente de las inversiones que realicen los responsables.

Se parte de una búsqueda de los indicadores integrales creados en Cuba en los primeros años del presente siglo recogidos en Medina León et al. (2014) entre los que se encuentran: Suárez et al.(2001) para la Excelencia Organizativa Industrial (EOI); Hernández et al. (1999) respecto al Nivel de Excelencia de la Distribución (EOD); Brito (2000) con los Índices de Capacidad y Gestión de la Capacidad Tecnológica; Nogueira (2002) y Hernández y Nogueira (2002) para el Índice de Eficiencia Financiera (IEF); y las aplicaciones del mismo a otros sectores realizadas por Soriano y Nogueira (2002) y Negrín (2003) en la Excelencia Organizativa Hotelera (EOH) y la Excelencia Organizativa de los Procesos (EOP), a lo cual se añade García Dihigo y Félix López (2015) en la creación del Índice Socioeconómico (ISE).

La determinación de los índices integrales se realiza sobre la base del cálculo aritmético, usualmente como una función aditiva.

Independientemente de la existencia de índices de diversa índole y con variados sectores de aplicación, solamente el Índice Socioeconómico concebido por García Dihigo y Félix López (2017) considera el elemento social implicado en el proceso de desarrollo de sus procedimientos, componente que lo hace factible para ser utilizado en la presente investigación.

El ISE es un índice concebido inicialmente para la evaluación socioeconómica de programas de intervención ergonómica, el cual toma en cuenta, por un lado, el presupuesto necesario para la ejecución de dicho programa, así como los beneficios económicos que reporta y, por otro, la valoración que los trabajadores le atribuyen a la

implementación de las mejoras, en consideración del impacto sobre su bienestar físico y psíquico. A este índice se le realizan algunas modificaciones que permiten su extrapolación al sector hotelero.

Indicador Socioeconómico (ISE)

La expresión de cálculo de dicho indicador es la siguiente:

$$(2.13) \text{ ISE} = \text{ACB} + \text{CSI}$$

Donde:

ISE: Índice Socioeconómico [\$].

ACB: Análisis Costo-Beneficio [\$].

CSI: Costos Sociales Intangibles [\$].

Análisis Costo-Beneficio (ACB)

El ACB es el proceso de otorgar una cifra a los diferentes costos y beneficios de una actividad; al utilizarlo se puede estimar el impacto financiero acumulado de lo que se desea lograr. Se utiliza para comparar diferentes costos y beneficios ante varias alternativas y tomar una decisión; su importancia radica en la tangibilidad económica de sus resultados.

$$(2.14) \text{ ACB} = \text{Beneficios} - \text{Costos}$$

Los beneficios se obtienen de la siguiente manera:

$$(2.15) \text{ Beneficios} = 3\text{Nci} * \text{Tarifa}$$

Donde:

Beneficios [\$].

Nci: número de clientes insatisfechos [cliente].

Tarifa: tarifa diaria promedio a pagar por los clientes en el hotel [\$/cliente].

Para calcular la cuantía del término “Nci” se encuesta a una muestra de clientes representativa de la población, y se determina cuántos de ellos sienten insatisfacción con los niveles sonoros existentes en las diferentes áreas del hotel (**Ver Anexo 4**). El valor de los beneficios se basa en el supuesto de que al controlar los problemas por ruido, dichos clientes insatisfechos se convertirán en satisfechos, y es multiplicado por 3 dado que, según A.M.A (*American Marketing Association*) (1998) un cliente satisfecho comunica su estado con al menos 3 personas más, lo cual se interpreta como clientes captados, elemento que reportaría entonces ingresos a la entidad.

Aclarar que, aunque en la técnica se asume el ruido como único parámetro determinante en la satisfacción del cliente, esta es una variable multifactorial que no responde

únicamente al confort acústico. Se emplea este artificio que neutraliza las variables ajenas para homogenizar los procedimientos de cálculo en busca de la parsimonia de la metodología.

La fórmula para calcular el tamaño de la muestra es la siguiente:

$$(2.16) n = \frac{N(k^2pq)}{e^2(N-1)+k^2pq}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra [cliente].

N: tamaño de la población [cliente].

e: error prefijado.

p: probabilidad de éxito.

q: probabilidad de fallo.

k: 2 (percentil de la distribución normal para un Nivel de Confianza del 95 %).

Para el cálculo de los costos totales se tiene en cuenta la cuantía total de dinero destinada a la aplicación de la medida de control propuesta, lo cual incluye el precio de adquisición de los materiales a utilizar y el pago de la mano de obra como muestra la ecuación 2.17.

$$(2.17) Costos_{tot} = Costos_{ad} + Costos_{mo}$$

Donde:

Costos tot: costos totales de aplicación de la medida [\\$].

Costos ad: costos de adquisición del material [\\$].

Costos mo: costos de mano de obra [\\$].

Costos Sociales Intangibles (CSI)

Los CSI, expresan la magnitud del beneficio que perciben todos los receptores de las mejoras introducidas en los programas de intervención.

Expresan la disposición a la entrega de cierta cantidad de dinero en aras de recibir un beneficio ergonómico, lo cual no significa que sea realmente pagado de su capital, sino lo que sería entregado para reducir los niveles de riesgo y mejorar así diversos aspectos que pueden tener desde carácter organizativo y empresarial hasta personal, de forma tal que el directivo adquiere conocimientos sobre la magnitud e importancia que esa condición desfavorable tiene para quienes se encuentran afectados.

De igual modo permite la valoración de alternativas así como jerarquizarlas, ya que ante diversos factores del trabajo, mide la diferencia entre unos y otros, y facilita al directivo la toma de la decisión.

En la propuesta de García y Félix (2015) se valoran los CSI asociados a los trabajadores expuestos a riesgo. Puesto que el ruido en el hotel afecta por igual a trabajadores y clientes en la instalación, es necesaria la inclusión de estos últimos a los CSI para lo cual se plantea una adecuación de la fórmula de cálculo de manera que se obtendrán Costos Sociales Intangibles relacionados a los trabajadores (CSIt) y relacionados a los clientes (CSIc).

$$(2.18) \text{CSI} = \text{CSIt} + \text{CSIc}[\$]$$

La metodología para la evaluación de los CSIt parte de la técnica conocida como Juego de Ofertas (Marrero, 2014), la cual cuantifica la parte del monto total de dinero que se entregaría, en este caso, para controlar el ruido.

La figura 2.4 muestra el desglose de la metodología propuesta para el cálculo del Índice Socioeconómico (ISE) en instalaciones hoteleras.

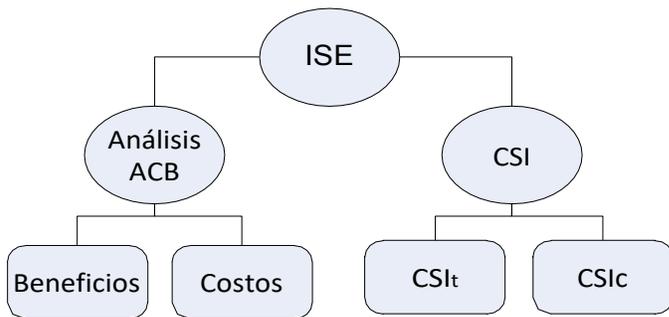


Figura 2.4 Procedimiento de cálculo del ISE.

Fuente: elaboración propia.

A continuación se detalla la metodología de cálculo del Costo Social Intangible asociado al trabajador, según plantea García Dihigo (2017), el cual se sustenta alrededor de la pregunta: ¿cuánto estaría(n) dispuesto(s) a pagar usted(es) de su salario, para que la dirección de la empresa intervenga y controle el ruido?.

Este índice determina el monto total de dinero que pagarían los trabajadores para eliminar el riesgo, el cual es un porcentaje de su salario como muestra la ecuación 2.19.

$$(2.19) \text{CSIt} = \% \text{Sal} * \text{Sal} * \text{Nt}$$

Donde:

CSIt: Costo Social Intangible asociado al trabajador [\$].

%Sal: porciento del salario que estarían dispuestos a pagar los trabajadores expuestos a riesgos.

Sal: salario promedio de los trabajadores expuestos a riesgos [\$/trabajador].

Nt: número de trabajadores expuestos a riesgos [trabajador].

El valor del término “% Sal”, se obtiene al promediar el valor de las respuestas de todos los trabajadores del área en cuestión.

Una vez determinados los CSIt se procede al cálculo de los CSIc, los cuales son altamente sustanciales y deben ser valorados en este tipo de instalaciones de manera periódica y rigurosa, debido a que de manera directa ubican a los clientes como los más relevantes jueces del confort acústico en las diferentes áreas, elemento que, de solucionar los problemas de esta índole en el hotel, puede traducirse en ahorro monetario por retención y fidelización de los mismos, e incluso puede repercutir en la imagen de la entidad.

El cálculo de los CSIc se apoya en la ecuación 2.20:

$$(2.20) \text{CSIc} = \text{Tarifa} * 10\text{Nci}$$

Donde:

CSIc: Costo Social Intangible asociado al cliente [\$].

Tarifa: tarifa diaria promedio a pagar por los clientes en el hotel [\$/cliente].

Nci: número de clientes insatisfechos con los niveles sonoros existentes en el área investigada [cliente].

El valor de este último término es obtenido del resultado del procesamiento de las encuestas aplicadas a la muestra, cuyo tamaño sea representativo de la población, el cual es el resultado de la ecuación 2.16. Se multiplica por 10, puesto que un cliente insatisfecho según A.M.A (1998) transmite su insatisfacción al menos a 10 personas más, lo cual se traduce en costos de oportunidad.

En este caso se destaca nuevamente el uso del artificio que neutraliza las variables ajenas para homogenizar los procedimientos de cálculo en busca de la parsimonia de la metodología y se obvia el carácter multifactorial de la satisfacción del cliente.

Finalmente se obtiene el valor de los CSI de la medida analizada.

Paso1. Valorar socioeconómicamente las medidas propuestas

Una vez propuestas las medidas de control se procede a realizar su valoración socioeconómica, mediante la utilización del ISE, el cual permite otorgar prioridad entre ellas, al seleccionar como más importante aquella que obtenga mayor valor del índice.

El éxito de esta fase de la metodología propuesta radica en la utilización del ISE para la toma de decisiones y transita por la correcta definición de las variables que condicionan

los resultados, la determinación del indicador, su medición y posterior comparación, lo cual resulta una actividad compleja, a la vez que actual e importante.

Fase 6. Implementación

Paso 1. Materialización de las medidas de control.

Una vez jerarquizadas las medidas de control mediante el uso del Índice Socioeconómico, deben ser implementadas según el orden otorgado y la disponibilidad de presupuesto con que cuente la entidad para la realización de inversiones de tal índole, lo cual facilita la toma de decisiones a la dirección de la entidad.

Retroalimentación

Como la mejora continua es una premisa de todo procedimiento, y como cualquier sistema implantado es dialéctico, a punto de que cambian las condiciones de trabajo, el personal o la tecnología, resulta imprescindible estar atento a estos cambios para iterar el proceso de manera continua. Es decir, ante cualquier cambio ocurrido en el entorno donde el mismo o cualquiera de los elementos que incluye sea generador de ruidos, el procedimiento prevé su retroalimentación para así garantizar, de forma ininterrumpida, el confort acústico de los trabajadores y clientes.

Conclusiones parciales del capítulo

- El análisis de cinco metodologías para la evaluación y control de ruido permitió identificar la carencia de una enfocada a instalaciones hoteleras que permita valorar socioeconómicamente las medidas propuestas.
- Se propone la metodología de la investigación la cual está compuesta por seis fases que permiten identificar, evaluar, diagnosticar y controlar el ruido, así como valorar socioeconómicamente las medidas de control y materializarlas.
- Para el control del ruido en el medio se proponen la metodología para el tratamiento acústico de locales propuesta por García Dihigo (2016) modificada; la metodología para el encapsulamiento de equipos y la utilización de elementos de acústica gráfica en locales con el cálculo del tiempo de reverberación antes y después de su emplazamiento.
- Fue modificado el ISE para la valoración socioeconómica de las medidas propuestas, así como su jerarquización, que permiten su aplicación al sector hotelero.

Capítulo 3 Aplicación de la metodología propuesta en el hotel Sol Palmeras.

En el presente capítulo se ofrece una breve caracterización del hotel Sol Palmeras y se exponen los resultados de la aplicación de la metodología propuesta en las áreas de interés que permite proponer medidas de control jerarquizadas mediante su valoración socioeconómica a través del ISE.

3.1 Caracterización del hotel Sol Palmeras

Sol Palmeras, hotel *All Inclusive*, categoría cuatro estrellas, cuenta con 408 amplias y confortables habitaciones, además de 200 *bungalows*. Está ubicado en la carretera Las Morlas, kilómetro 10.5, en la península de Hicacos y ocupa un área de 140 125 m². Perteneciente a la cadena Meliá International Hotels, es un hotel en contrato de administración cuya propiedad está representada por Cubacán, empresa Cuba-Canaria, y administrado por Meliá International Hotels.

Organizativamente el hotel cuenta con un director general y tres subdirectores, así como una serie de departamentos y locales que garantizan el buen funcionamiento de la entidad.

Las áreas dedicadas a ofertas gastronómicas en la instalación son: buffet La Panchita, mexicano Las Fajitas, italiano O Sole Mio, chino Oshin y Steak House.

Los principales mercados según estadísticas de arribos al polo de Varadero son Canadá, Alemania, Reino Unido, Francia, Argentina y el turismo nacional, así como Rusia, México, Holanda, Suiza, Bélgica y Brasil en menores por

Por otra parte entre los principales proveedores se encuentran: Comercializadora ITH, Frutas Selectas Matanzas, Almacenes Universales s.a, Emprester s.a, AT Comercial Gaviota Varadero y Distribuidora Cimex Matanzas.

3.2 Aplicación de la metodología propuesta

Fase 1. Inicio

Paso1. Identificar y caracterizar las fuentes de ruido

Mediante la observación, escucha directa, revisión de las quejas planteadas por los clientes y entrevista a trabajadores de diferentes áreas (lo cual incluye cocina, buffet, animación, lavandería, personal de recursos humanos, calidad y servicios técnicos) se determinan como los principales espacios ruidosos:

- La lavandería
- El restaurante buffet La Pachita

- El lobby del hotel (parte superior e inferior)⁴.

En la lavandería se detectan como fuentes de ruido las lavadoras y el motor de agua que se encuentra ubicado en la sala de máquinas de la misma. Por otra parte en el restaurante buffet destacan las mesas fría y caliente así como los restantes puestos de comida. En el lobby los niveles sonoros más elevados son producidos por la banda musical, la que se encuentra en la fracción superior del lobby, y los efectos de la comunicación verbal entre los clientes que se sitúan en la parte inferior, lo que afecta el confort acústico en las mesas, butacas y sofás destinados al descanso y recreación.

Caracterización de las áreas de estudio

La lavandería central se encuentra ubicada dentro del Hotel Sol Palmeras y presta servicio de lavado a los hoteles Meliá Varadero, Meliá Las Américas y al mismo donde está ubicada. Cuenta con 43 trabajadores de los cuales 30 son lavaderos que están en contacto directo con las fuentes de ruido del área.

El restaurante buffet La Panchita presta servicios de desayuno, almuerzo y cena, con amplia variedad de ofertas y desarrolla dos noches temáticas. Tiene una capacidad máxima de 374 clientes, para lo cual dispone de una plantilla de 46 trabajadores, organizados en dos turnos de ocho horas, cada turno cuenta con 1 capitán de servicios gastronómicos, 16 dependientes, 4 cocineros (que laboran en el área de pizzas, pastas, *show cooking* y trinchado) y 2 asistentes. El salón que ocupa el buffet está estructurado por ocho estaciones para clientes y la mesa buffet que contiene el área fría, el área de pastas y el área caliente.

El lobby se distribuye en dos pisos. La fracción superior del lobby presta servicio las 24 horas del día. Dentro de sus áreas posee sillas, mesas, butacas y sofás destinados al descanso y recreación de los clientes que visitan la entidad, para lo cual cuenta con una capacidad total de 200 clientes, así como 56 trabajadores para brindar atención a estos. En el lobby se desarrollan diversas actividades de esparcimiento como juegos de participación, conciertos de saxofón y espectáculos musicales. Posee espacios destinados a los bares Turquino y Cubitas, al centro de viajes de Cubanacán, la recepción del hotel, baños, elevadores hacia las habitaciones y la banda musical. Posee también comunicación con el Departamento de Calidad y Atención al Cliente, la porción inferior del

⁴ El lobby tiene dos pisos, para facilitar su estudio se analizan por separado la parte superior y la parte inferior del mismo.

lobby mediante una escalera doble, y colinda con el restaurante italiano O SoleMio, el Bar Salón Tropicuba, un local de servicio de Internet, un pasillo hacia las habitaciones y un área para fumadores en el exterior del local. En la fracción inferior del lobby se ubica la tienda, el gimnasio, elevadores hacia las habitaciones y una pequeña área destinada a la venta de artesanías y de bebidas. En estos espacios laboran 2 trabajadores.

Fase 2. Evaluación

Paso 1. Medir los niveles de ruido existentes

Las mediciones con el sonómetro se realizan bajo los requisitos de medición mencionados en el capítulo anterior; en la lavandería se realizan durante el día; en el buffet durante su horario de servicio y en el lobby, entre las 8:30 p.m. y las 11:00 p.m., puesto que en este lapso de tiempo se alcanzan los NPS más elevados, originados por la banda musical. No obstante, cabe señalar que el resto del tiempo los NPS en el lobby se mantienen altos debido a los efectos de la comunicación verbal en el local, pero inferiores a los del horario de la noche.

Al vincular el equipo de medición con el software Smaart 7, se logra el desglose del espectro de frecuencias en bandas de octava. En las siguientes figuras se muestran las mediciones realizadas en el área de lavadoras de la lavandería.



Figura 3.1. Medición sobre las lavadoras.

Fuente: salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	70	80	95	90	80	75	68

Figura 3.2. Desglose del espectro de frecuencias-lavadoras.

Fuente: salida del software Smaart 7.

De igual forma se realizan diferentes mediciones en los puntos de interés de los locales en estudio; en la tabla 2.1 se resumen los valores de NPS obtenidos en el espectro de frecuencias para dichos puntos. En el **anexo 5** se muestran las salidas del software Smaart 7 con los resultados de las mediciones en los restantes puntos de medición.

Tabla 3.1: Determinación de los NPS en los diferentes puntos de interés de las áreas en estudio con desglose en el espectro de frecuencias

Local	Punto de medición	F (Hz)						
		63	125	250	500	1000	2000	4000
Lavandería	Sobre las lavadoras	70	80	95	90	80	75	68
	Puesto de doblado	69	78	83	90	81	75	70
	Sala de Máquinas	66	75	98	90	70	66	58
Buffet	Mesa buffet	-	58	60	66	70	73	71
	Mesas aledañas a la mesa buffet	-	59	65	66	70	72	69
	Sobre la pared	-	45	54	60	62	70	66
Lobby superior	Área de la banda	-	63	70	74	79	80	78
	Mesas cercanas a la banda	-	63	70	80	85	90	88
	Frente al Bar Turquino	-	63	70	74	79	80	78
Lobby inferior	Escalera	-	60	67	70	80	83	81
	Frente a los elevadores	-	60	62	70	76	79	72
	Frente al buffet	-	64	66	70	79	80	78

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2. Clasificar los ruidos existentes

Según la respuesta lenta del sonómetro, las diversas mediciones realizadas en la sala de máquinas de la lavandería el ruido no varía en más de 5 dB, por lo que, se clasifican

como constantes. En el buffet en horario de servicio, varían en más de 5 dB, por tanto se clasifican como no constantes. Similarmente ocurre en el lobby, donde los ruidos producidos por la banda musical y la comunicación verbal son también no constantes en ambos pisos.

Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)) para ruidos no constantes aplicado al buffet y el lobby

Como el sonómetro utilizado posee la característica de ser promediador integrador, el valor de este criterio se obtiene directamente al realizar las mediciones, el cual es de 72.1 dB (A) en la zona más afectada del buffet (cercano a las mesas de comida) y de 93.5 dB (A) en el lobby para las zonas colindantes a donde labora la banda musical en la parte superior y 82.4 dB (A) en la parte inferior.

Criterio N para ruidos constantes aplicado a la sala de máquinas que se encuentra en la lavandería central

Dado que el ruido producido por el motor de agua en la sala de máquinas de la lavandería es constante, se emplea el criterio N (Tabla 2.2) para la evaluación del mismo, como se muestra a continuación:

Tabla 3.2 Criterio N aplicado a la sala de máquinas.

Frec (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	66	75	98	90	70	66	58
Crit N (NdB)	40	65	95	90	70	70	65

Fuente: Elaboración propia

Paso 3. Determinar los niveles recomendados según su clasificación

Para determinar los niveles recomendados en ambos locales del hotel se emplea la tabla 1 de la NC 871 del 2011 donde se obtienen los valores máximos admisibles para los ruidos no constantes.

El servicio del buffet requiere de la interacción cliente-trabajador para la realización de pedidos específicos a los dependientes y, a su vez, la comunicación entre trabajadores es también esencial. Procesos análogos acontecen en el lobby por lo que coinciden ambas

actividades con características de la actividad laboral número cuatro de la norma antes mencionada. Dicha actividad expresa lo siguiente: “solución de tareas cotidianas relativas a la actividad intelectual con requisitos constantes de comunicación con un público variable; ejecución de procesos motores, donde existen operaciones intermedias, tales como labores administrativas, atención a los clientes y servicios de consulta” [80].

En el caso de la lavandería se manipulan maquinarias, y es necesaria también la comunicación entre trabajadores, por tanto, las características de dicha actividad se corresponden con el número 2 de la norma. Actividad número 2: “Ejecución de operaciones manuales con comunicación acústica, tales como la dirección de máquinas e instalaciones móviles”.

Los niveles recomendados, según la norma, se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Niveles recomendados según NC 871 del 2011.

Área/Criterio	Nivel sonoro equivalente continuo dB(A)	Criterio N (NdB)
Lavandería	-	75
Buffet	70	-
Lobby	70	-

Fuente: Elaboración propia.

Dado que sobre la mesa buffet se registra un Leq de 72.1 dB (A), al realizar un análisis por bandas de octava se constata que existe afectación para las frecuencias de 1000, 2000 y 4000 Hz, donde la más afectada es la de 2000 Hz con 73 dB (A). Un análisis similar en el lobby arroja como resultado 93.5 dB (A) para el espacio cercano a la banda; en este caso existe afectación para las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000 Hz, principalmente sobre la de 2000 Hz con valor de 98 dB (A).

Paso 4. Comparar los niveles existentes con los recomendados

Este paso determina la continuidad del estudio al comparar los niveles sonoros existentes con los recomendados.

En la sala de máquinas de la lavandería:

98 dB > 75 dB

En el buffet:

72.1 dB (A) >70 dB (A)

En el lobby (parte superior):

93.5 dB (A) >70 dB (A)

En el lobby (parte inferior):

82.4 dB (A) > 70 dB (A)

Dado que en las escaleras del lobby inferior se registra un Leq de 82.4 dB (A), al realizar un análisis por bandas de octava se constata que existe afectación para las frecuencias de 1000, 2000 y 4000 Hz, donde la más afectada es la de 2000 Hz con 83 dB (A). Un análisis similar en la sala de máquinas de la lavandería (en el espacio cercano al motor de agua) arroja como resultado del criterio N de evaluación de ruidos, un NPS de 98 dB; en este caso existe afectación para las frecuencias de 250 y 500 Hz, principalmente sobre la de 250 Hz, frecuencia para la cual se registró el valor antes mencionado. Los períodos de exposición a este ambiente contaminado, pueden ocasionar malestares y enfermedades a los trabajadores y, para el cliente, producir la pérdida del confort acústico; por tanto es necesaria la implementación de las fases de diagnóstico y control, lo cual hace imprescindible la valoración socioeconómica de las medidas propuestas así como la materialización de las mismas y un proceso de retroalimentación que demuestre la disminución de los niveles sonoros y del tiempo de reverberación en las zonas afectadas.

Fase 3. Diagnóstico

Como instrumento para el diagnóstico se emplean mapas de ruido, debido a que son las principales herramientas de diagnosis en lugares contaminados acústicamente; los mapas de la lavandería, del buffet y de la parte inferior del lobby se elaboran en concordancia con los pasos y rangos de niveles sonoros expuestos en el capítulo precedente; mientras que para el del lobby superior es necesaria una modificación en los valores de sus rangos. Para la vista en planta del restaurante buffet La Panchita se emplea el software AutoCAD mientras que para el lobby y la lavandería se utiliza la herramienta Visio de Microsoft Office.

La figura 3.3 muestra el mapa de ruido en la lavandería.

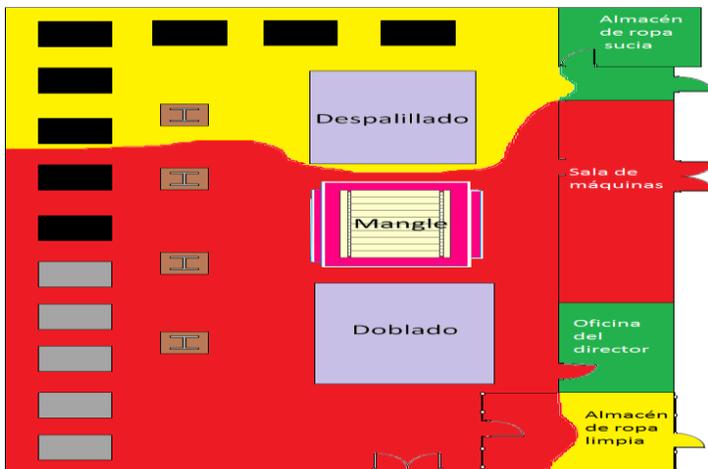


Figura 3.3 Mapa de ruido en la lavandería del hotel.

Fuente: elaboración propia.

En el mapa de ruido quedaron representadas todas las mediciones realizadas y, como resultado de su aplicación en la lavandería, se aprecia que existe contaminación acústica en el local, mientras que solo una parte de su área interior y del almacén de ropa limpia se encuentra en alerta de contaminación; únicamente la oficina del director y el almacén de ropa sucia están en estado aceptable de sonoridad.

La figura 3.4 muestra el mapa de ruido en el restaurante buffet.

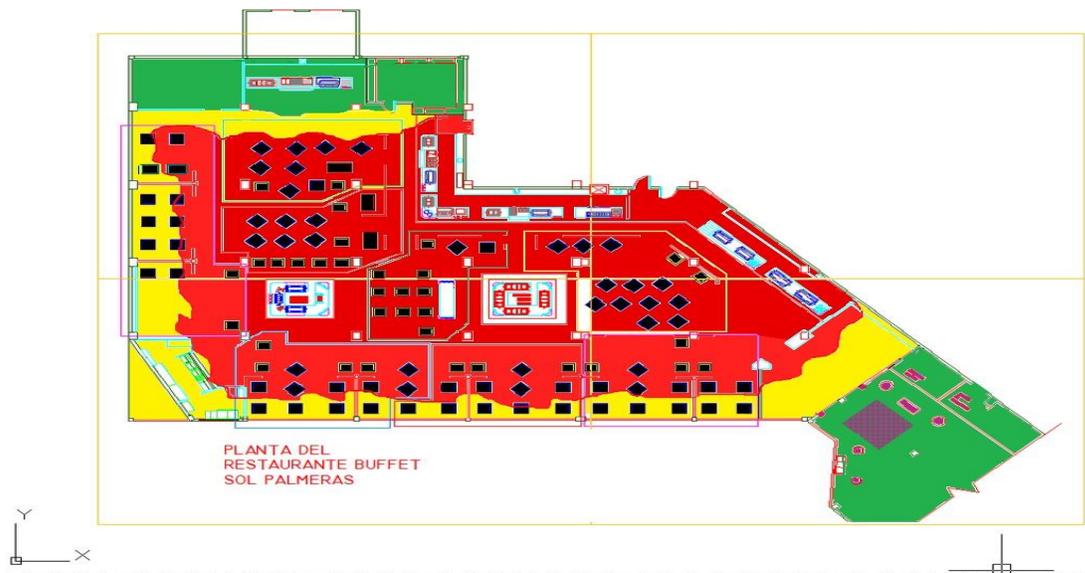


Figura 3.4 Mapa de ruido en el restaurante buffet La Panchita.

Fuente: Elaboración propia.

Se comprueba que existe contaminación acústica en el local, mientras que solo una parte de su área interior se encuentra en alerta de contaminación; únicamente la entrada a este y las zonas finales de restaurante junto con la bodega, están en estado aceptable de sonoridad.

Puesto que los niveles de ruido en el lobby son mayores que en el buffet, los rangos se redefinen de la siguiente manera:

- Azul: para las zonas que están en estado óptimo de sonoridad (< 60 dB(A)).
- Verde: para las zonas que están en estado aceptable de sonoridad (60-75 dB(A)).
- Amarillo: para las zonas que están en estado de alerta de contaminación (75-80 dB(A)).
- Rojo: para las zonas contaminadas (>80 dB(A)).

La figura 3.5 muestra el mapa de ruido en la porción superior del lobby.

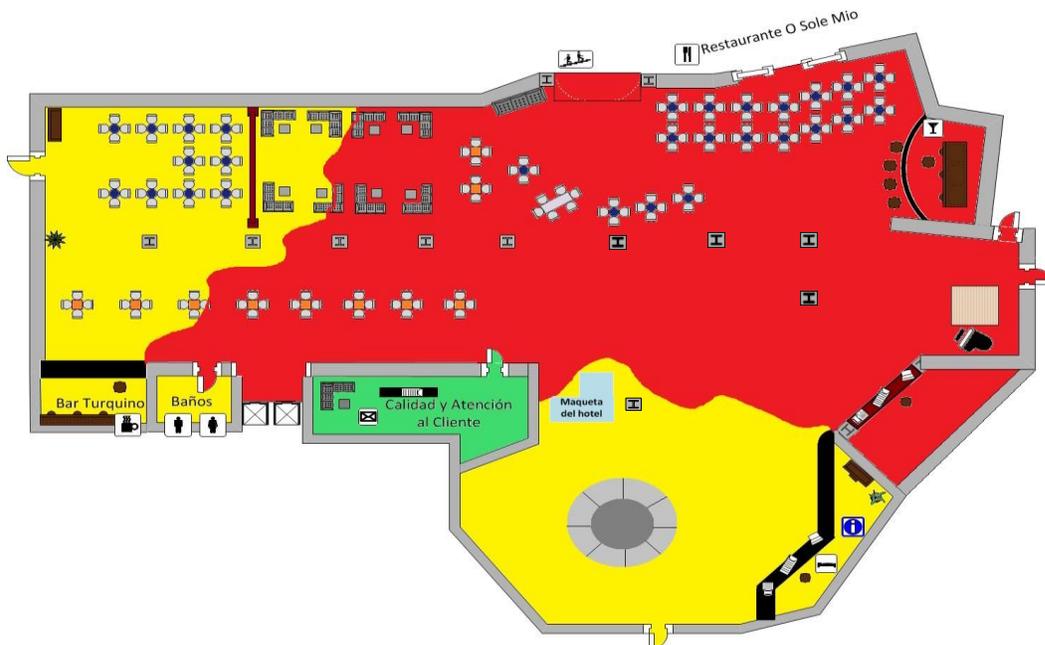


Figura 3.5 Mapa de ruido en la fracción superior del lobby.

Fuente: Elaboración propia.

El mapa de ruido en la porción superior del lobby manifiesta la existencia de niveles sonoros elevados en la mayoría de las áreas pertenecientes a este local, los cuales casi en su totalidad son generados por la banda musical. Solamente el departamento de Calidad y Atención al Cliente se encuentra en estado aceptable de sonoridad.

La situación en ambos locales se torna desfavorable para los trabajadores, quienes constantemente se encuentran expuestos a estos elevados NPS y, por tanto, a las

consecuencias de los mismos; también ocurre así para muchos clientes, quienes en busca de satisfacción general encuentran un ambiente desagradable e insano.

La figura 3.6 muestra el mapa de ruido en la parte inferior del lobby.

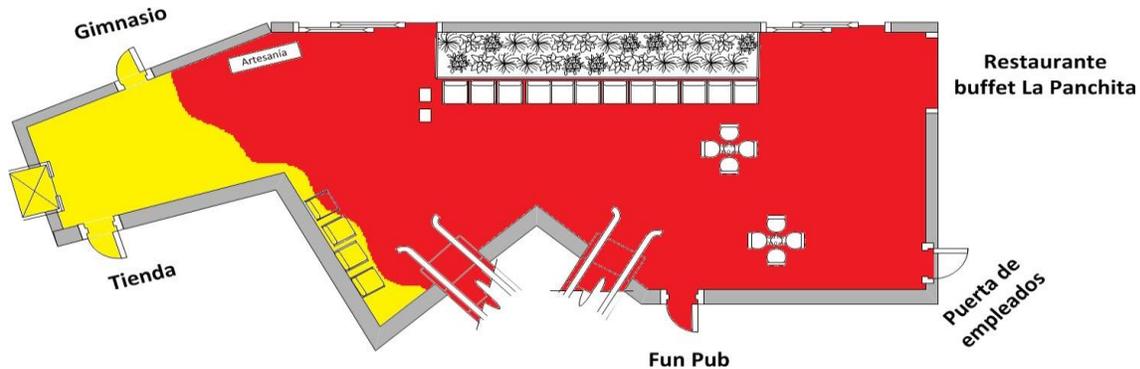


Figura 3.6 Mapa de ruido en la fracción inferior del lobby.

Fuente: Elaboración propia.

El mapa de ruido en la porción inferior del lobby manifiesta la existencia de niveles sonoros elevados en la mayoría de las áreas pertenecientes a este local, los cuales casi en su totalidad son generados por la banda musical que se encuentra en la fracción superior del lobby. Mientras el área del gimnasio y la tienda se encuentran en estado de alerta de contaminación.

Fase 4. Control

Paso 1. Proponer medidas de control

A continuación se propone una serie de medidas de control encaminadas a la solución de los problemas por ruido presentes en las áreas estudiadas.

- **Control en la lavandería**

Al realizar un análisis individual de todas las fuentes de ruido se detectó que existe la posibilidad tecnológica de aislar mediante una cápsula el motor de agua ubicado en la sala de máquinas de la lavandería. Para ello se desarrolla la metodología para el diseño de cápsulas propuesta en el capítulo anterior.

Para implementar la fase de control en la zona de lavado y secado se analiza el tipo de medidas a emplear en esta y se determina que no se pueden implementar medidas de carácter primario, secundario u organizativo por las propias características del proceso productivo y organizativo de la lavandería. En la sala de máquinas se decide colocar una cápsula al motor de agua (**figura 3.7**), el cual posee dimensiones de 0.4, 0.3 y 1.1 m de largo, ancho y altura respectivamente, así como la colocación de una puerta en dicha sala puesto que se carece de una y, en su entrada tapones de oído para el personal de servicios técnicos que se encarga de la manipulación de los equipos.



Figura 3.7 Motor de agua

Fuente: elaboración propia.

Paso # 1: determinar el nivel de presión sonora a atenuar (NR).

Con un NPS existente de 98 dB para la frecuencia mínima de interés (250Hz) y un NPS recomendado de 82 dB (extraído de la tabla 2.2), el nivel de reducción es de:

$$(2.2) NR = 98 \text{ dB} - 82 \text{ dB} = 16 \text{ dB}$$

Paso # 2: calcular D (mínima distancia del equipo a la superficie interior de la cápsula)

Como la velocidad del sonido es de 343 m/s y $m=28 \text{ Kg/m}^3$ (**Ver Anexo 6**) para el acero, material con el cual se decide construir la cápsula, entonces:

$$(2.3) D = \frac{1.372m}{4} = 0.343$$

$$(2.4) \lambda = \frac{343 \text{ m/s}}{250 \text{ Hz}} = 1.372 \text{ m}$$

$$D > \frac{10^4}{28 \times (125)^2}$$

$$D > 0.022857$$

$$0.342 > 0.0229$$

Dado que se cumple la condición anterior, es posible la utilización del acero para construir la cápsula.

Paso # 3: calcular la superficie de la cápsula (S_c).

$$(2.5) S_c = 2(1.09 \times 1.44) + 2(0.99 \times 1.44) + (1.09 \times 0.99)$$

$$S_c = 7.07 \text{ m}^2$$

$$(2.6) L_c = 0.4 + (2 \times 0.343)$$

$$L_c = 1.09 \text{ m}$$

$$(2.7) A_c = 0.3 + (2 \times 0.343)$$

$$A_c = 0.99 \text{ m}$$

$$(2.8) H_c = 1.1 + 0.343$$

$$H_c = 1.44 \text{ m}$$

Paso # 4: determinar la atenuación que logra la cápsula sin los orificios.

$$(2.9) \Delta L_c = 37 - 10 \log \frac{7.07 \text{ m}^2}{0.071 \text{ sab}}$$

$$\Delta L_c = 17.02 \text{ dB}$$

Dado un $R_1=37$ (**Ver Anexo 6**) y que en este caso se utilizará el mismo material para toda la cápsula, el valor de ΔR es 0. Por tanto: $R_{res}=R_1=37$.

Como el espesor es menor de 20 mm entonces la superficie interior de la cápsula será igual a la superficie exterior con valor de 7.07 m^2 y la absorción de la cápsula será de:

$$(2.10) A_{ci} = 0.01 \text{ sab/m}^2 \times 7.07 \text{ m}^2$$

$$A_{ci} = 0.071 \text{ sab}$$

Se debe cumplir entonces la siguiente condición:

$$\Delta L_{corifacios} \geq NR(\Delta L)$$

$$17.02 \text{ dB} > 16 \text{ dB}$$

La cápsula sin orificios logra atenuar 17.02 dB de los 16 que se necesita, por lo tanto, se analiza a continuación la influencia de los orificios.

Paso # 5: calcular la atenuación total que logra la cápsula en presencia de los orificios.

El equipo necesita de dos aberturas para la circulación de agua, orificios que al acoplarse con las tuberías impiden la salida del ruido al exterior; también precisa de una oquedad encima para su ventilación.

Las tuberías tienen un diámetro de 7.62 cm, por lo que el radio será de 3.81 cm o lo que es lo mismo 0.0381m.

Determinando la superficie de un orificio:

$$(3.1) A = \pi \times r^2$$

$$A = \pi \times (0.0381 \text{ m})^2$$

$$A = 0.0045 \text{ m}^2$$

Al tratarse de dos tuberías la superficie total es:

$$Sup \text{ total} = 2 \times 0.0045 \text{ m}^2$$

$$Sup \text{ total} = 0.009 \text{ m}^2$$

La cápsula debe tener dos orificios de 0.0045 m^2 cada uno, para una superficie total de orificios de 0.009 m^2 en el caso de las tuberías.

Para la abertura superior:

$$(3.1) A = \pi \times r^2$$

$$A = \pi \times 0.0025^2$$

$$A = 0.0000196 \text{ m}^2$$

En este caso se concebirán 10 orificios con un diámetro de 0.005m. Por ello, el área total de orificios para ventilación es de:

$$Sup \text{ total} = 10 \times 0.0000196 \text{ m}^2 = 0.000196 \text{ m}^2$$

Por tanto a continuación se calcula la atenuación que logra la cápsula con orificios.

$$(2.13) \Delta Lt = 10 \log \left(\frac{1}{\frac{-17.02}{10^{-10}} + \frac{-25.6}{10^{-10}}} \right)$$

$$\Delta Lt = 16.46 \text{ dB}$$

$$(2.14) \Delta Lo = 10 \log \left[\left(\frac{A_{ci} + S_o}{S_o} \right) \right]$$

$$\Delta Lo = 10 \log \left[\left(\frac{0.071sab + 0.000196m^2}{0.000196m^2} \right) \right]$$

$$\Delta Lo = 25.6 \text{ dB}$$

La cápsula propuesta finalmente logra atenuar 16.46 dB de los 16 dB que se necesita; dicha cápsula, estará construida de planchas de acero CT-3 de 3.5 mm con las siguientes dimensiones: Lc=1.09 m, Ac=0.99 m y Hc=1.44 m. Constará de dos piezas: una parte superior que tendrá 2 caras de dimensiones 1.09 x1.44 m, otra de 0.99x0.98 m y la cuarta de 1.09x1.13m; a estas últimas dos superficies se les debe realizar un orificio semicircular de 3.81 cm de radio que se acopla sobre cada una de las tuberías. La porción inferior de la cápsula constará de dos soportes de igual material que se ensamblan a las tuberías por debajo, cuya altura debe ser de 0.46 y 0.31 m respectivamente, y a los cuales se les deben abrir iguales oquedades semicirculares que las planteadas anteriormente. A su vez, en la parte superior de la cápsula se deben incluir 10 pequeños orificios de 5 mm de diámetro para la ventilación del equipo.

Puerta en la Sala de máquinas

Se propone, además, colocar una puerta de madera en la sala de máquinas, material seleccionado por su alto coeficiente de reflexión. Para calcular el área de dicha puerta se emplea la ecuación 3.2.

$$(3.2) A = a \times h$$

Donde:

A: área de la puerta [m²] a: ancho de la puerta [m] h: altura de la puerta [m]

Como la abertura cuenta con dimensiones de ancho=0.89 m y altura=2.09 m, entonces:

$$A = 0.89 \times 2.09 = 1.86 \text{ m}^2$$

Finalmente se determina que la puerta poseerá un área de 1.86 m^2 y se empleará madera para su construcción.

- **Control en el buffet**

Para implementar la fase de control en el buffet se analiza el tipo de medidas a emplear en este y, dada la no factibilidad de aplicación de las medidas primarias, se decide realizar el revestimiento del local con las adecuaciones planteadas en el segundo capítulo.

Paso # 1: cálculo del tiempo de reverberación.

Para ello se determina el valor de todos los términos de la ecuación 2.2 de manera independiente.

Puesto que el buffet posee un área de 495.3 m^2 y una altura de 2.74 m se calcula su volumen mediante la ecuación 3.1.

$$(3.1) V = Ab * h$$

Donde:

V: volumen del buffet [m^3].

Ab: área de la base (piso) del buffet [m^2].

h: altura del buffet [m].

Luego, el volumen del local es de:

$$V = 495.3 \text{ m}^2 * 2.74 \text{ m} = 1357.12 \text{ m}^3$$

Para una temperatura de bulbo seco de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y una húmeda de $23 \text{ }^\circ\text{C}$, mediante el uso de la carta psicrométrica se obtiene una HRA del 80 %. Con estos datos, y al tener en cuenta que se trabaja sobre la frecuencia de mayor afectación (2000 Hz), el valor de la atenuación en el aire (γ) es de $1.07 \text{ dB}/100 \text{ m}$. Por tanto, al sustituir los valores en la ecuación 2.3 se obtiene:

$$(2.3) M = \frac{1}{434} * 1.07 = 0,00247 \text{ m}^{-1}$$

Posteriormente se determina para las diferentes superficies existentes en el buffet, su área y el coeficiente de absorción de cada material. Los valores de dichos coeficientes se extraen de tablas pertenecientes a Miyara (1999), García Dihigo y Real Pérez (2005), Carrión Isbert (2006) y Rodríguez González et al. (2007), con el fin de obtener la absorción total del recinto y determinar la cuantía del tiempo de reverberación antes del tratamiento. En el **anexo 7** se muestra la relación de las superficies del buffet con los correspondientes coeficientes de absorción.

La superficie total del recinto y su coeficiente medio de absorción son de:

$$(2.5) Stot = 2473.2 \text{ m}^2$$

$$(2.6) \alpha = \frac{631.72}{2473.2} = 0.255 \text{ sabinos/m}^2$$

Luego la absorción total del local es de:

$$(2.4) Atot = 0.255 * 2473.2 = 631.72 \text{ sabinos}$$

Finalmente el tiempo de reverberación antes del tratamiento es de:

$$(2.2) RT = \frac{0.161 * 1357.12}{631.72 + 4 * 0.00247 * 1357.12} = 0.34 \text{ segundos}$$

Paso # 2: determinar el nivel de presión sonora a atenuar (NR).

$$(2.7) NR = 73 - 70 = 3 \text{ dB}$$

Como se cumple que $NR \leq 8 \text{ dB}$, entonces es posible aplicar el procedimiento de revestimiento acústico.

Paso # 3: determinar el material a utilizar.

Para determinar el valor del término A_2 , se despeja en la ecuación 2.9, de donde se obtiene la expresión 3.2, en la cual se sustituyen los valores de las restantes variables como se muestra a continuación:

$$(2.9) \Delta L = 10 \log \left(\frac{A_2}{A_{tot}} \right)$$

$$\text{antilog } \Delta L / 10 = \left(\frac{A_2}{A_{tot}} \right)$$

$$(3.2) A_2 = A_{tot} \text{ antilog } \frac{\Delta L}{10}$$

$$A_2 = 643.03 \text{ antilog } \frac{3}{10}$$

$$A_2 = 643.03 * 2$$

$$A_2 = 1286.06 \text{ m}^2$$

Luego, se despeja α en la ecuación (2.8), lo cual da como resultado la expresión (3.3).

$$(3.3) \alpha t = \frac{A_2 - (A_{tot} - A_{at})}{St}$$

Al realizar los cálculos pertinentes se comprueba que para lograr la reducción de los NPS necesarios, es preciso revestir las superficies correspondientes al techo, las paredes y las columnas, para lo cual, luego de sustituir los términos en cuestión, se determina que el material debe poseer un coeficiente de absorción de:

$$(3.3) \alpha t = \frac{1286.06 - (643.03 - 79.288)}{792.88} = \frac{722.32}{792.88} = 0.91 \text{ sabinos}/m^2$$

Por lo tanto, en consideración de dicho resultado, se decide que el material a emplear en el revestimiento es la espuma acústica (2,5 - 15 cm) puesto que posee un coeficiente de absorción mayor a 0.91 sabinos/ m^2 .

Paso # 4: determinar el área óptima a revestir (AOR).

$$(2.11) \alpha r = 0.97 - 0.1 = 0.87 \text{ sabinos}/m^2$$

$$(2.10) AOR = \frac{1286.06 - 643.03}{0.87} = 739.12 \text{ m}^2$$

Para lograr dicho NR es necesario revestir 739.12 m^2 del buffet, lo cual equivale a todo el techo, las paredes de madera y además 63.24 m^2 de la superficie total de las columnas.

Paso # 5: recálculo del tiempo de reverberación.

Bajo las mismas condiciones ambientales, solo el término A_{tot} presenta cambios, el cual en la nueva situación toma un valor de 1274.76 sabinos:

$$(2.2) RT_a = \frac{0.161 * 1357.12}{1274.76 + 4 * 0.00247 * 1357.12} = 0.17 \text{ segundos}$$

Paso # 6: cálculo de la disminución del tiempo de reverberación.

$$(2.12) \Delta RT = 0.34 - 0.17 = 0.17 \text{ segundos}$$

Una vez implementado el revestimiento en el buffet se logrará una reducción de 0.17 segundos en el tiempo de reverberación.

- **Control en el lobby (parte superior)**

En un inicio se calcula el tiempo de reverberación antes de la aplicación de las medidas, donde las temperaturas de 25 °C y 24 °C de bulbo seco y húmedo respectivamente, arrojan una HRA del 80 %, y bajo estas condiciones la atenuación del sonido en el aire es de 1.07 dB/100 m , con lo cual se determina una constante de atenuación del sonido en el aire para la frecuencia de 2000 Hz de 0.00247 m^{-1} que unido a los 3095.3 m^3 de volumen del local y a una absorción total del recinto de 549.66 sabinos, (**Ver Anexo 8**) proyectan un valor de dicho tiempo de:

$$(2.2) RT_a = \frac{0.161 * 3095.3}{549.66 + 4 * 0.00247 * 3095.3} = \frac{498.34}{580.24} = 0.86 \text{ segundos}$$

Tal valor debe disminuir una vez implementadas las medidas de control.

Primeramente se parte de un análisis para la aplicación de medidas primarias en el lobby, y dado que en este local es necesario lograr la disminución de los NPS provenientes de la banda musical, inicialmente se proponen las siguientes alternativas de carácter general:

- Disminución del volumen de sonido de los amplificadores de audio de la banda, con la consideración de no afectar el show por deficiente escucha.
- Valoración de la disminución del tiempo de exposición a esta situación mediante la contratación de un espectáculo menos ruidoso.
- Realización de la mayor cantidad de actividades posibles al aire libre.

Posteriormente se procede a la aplicación de medidas de control sobre el medio. Bajo la condición de que las propuestas no solo deben disminuir los NPS existentes sino también lograr el embellecimiento del lugar donde son emplazadas, se determina el empleo de elementos de acústica gráfica mediante la utilización de objetos con propiedades absorbentes en diversos espacios del lobby que, por sus características constructivas, poseen un elevado coeficiente de absorción sonora, ayudan a la disminución del tiempo de reverberación existente (no solo producto de la música sino también de la comunicación verbal) y combinan estas potencialidades con su naturaleza decorativa. Para la selección de estos elementos se utiliza un catálogo de la empresa Acústica Integral, la cual es líder en soluciones acústicas a nivel internacional.

El lobby posee un área total de techo de 1128.35 m^2 , de los cuales 1024.63 m^2 no pertenecen al área de recepción. Si se le resta el área de las columnas a este resultado se obtienen 1017.52 m^2 , espacio para el cual se propone el uso de paneles absorbentes decorativos como muestra la figura 3.8.



Figura 3.8 Paneles absorbentes decorativos.

Fuente: tomado de (s.a, 2015) [97].

Al contar con una separación de 2.4 m entre paneles a lo largo y ancho del local, los cálculos arrojan un total de 92 paneles absorbentes de dimensiones 0.6 x 0.6 x 0.075 m de largo, ancho y espesor respectivamente, los cuales poseen un coeficiente de absorción sonora para 2000 Hz de 0.95 sabinos/ m^2 .

También se propone la utilización de 4 tótems acústicos junto a las paredes del local cercanas a la banda musical, como se aprecia en la figura 3.9, de dimensiones 0.38 x 0.38 x 2 m con un coeficiente de absorción sonora para 2000 Hz de 0.95 sabinos/ m^2 .



Figura 3.9 Tótems acústicos.

Fuente: tomado de (s.a, 2015) [97].

Finalmente se recomienda la colocación de 2 cubos acústicos en la recepción, como muestra la figura 3.10, de 0.38 m de lado los cuales poseen un coeficiente de absorción sonora de 0.99 sabinos/ m^2 para la frecuencia de 2000 Hz.

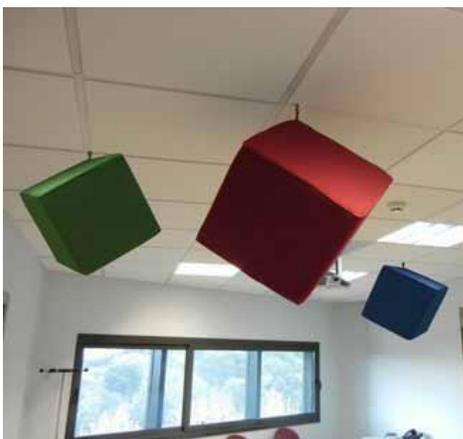


Figura 3.10 Cubos acústicos.

Fuente: tomado de (s.a, 2015) [97].

En presencia de condiciones ambientales similares a las existentes antes del control en el lobby, con una absorción total de 590.24 sabinos (**Ver Anexo 9**), se estima un tiempo de reverberación de:

$$(2.2) RT_d = \frac{0.161 \times 3095.3}{590.24 + 4 \times 0.00247 \times 3095.3} = \frac{498.34}{620.82} = 0.80 \text{ segundos}$$

$$(2.12) \Delta RT = 0.86 - 0.80 = 0.06 \text{ segundos}$$

Los resultados de la aplicación del control evidencian una disminución del tiempo de reverberación en el lobby y, junto a la aplicación de las medidas primarias propuestas, se lograrán grandes cambios en el local que incrementarán el confort acústico, tanto de los trabajadores como de los clientes.

- **Control en el lobby (parte inferior)**

En un inicio se calcula el tiempo de reverberación antes de la aplicación de las medidas, donde las temperaturas de 25 °C y 24 °C de bulbo seco y húmedo respectivamente, arrojan una HRA del 80 %, y bajo estas condiciones la atenuación del sonido en el aire es de 1.07 dB/100 m, con lo cual se determina una constante de atenuación del sonido en el aire para la frecuencia de 2000 Hz de $0,00247 m^{-1}$, que unido a los $3357.66 m^3$ de volumen del local y a una absorción total del recinto de 167.38 sabinos (**Ver Anexo 10**), proyectan un valor de dicho tiempo de:

$$(2.15) RT_a = \frac{0.161 \times 3357.66}{167.38 + (4 \times 0.00247 \times 3357.66)} = \frac{540.58}{200.55} = 2.70 \text{ segundos}$$

Tal valor debe disminuir una vez implementadas las medidas de control.

Se parte de un análisis para la aplicación de medidas primarias en el lobby y dado que en este local es necesario lograr la disminución de los NPS provenientes de la banda musical del lobby superior, en conciencia de las afectaciones que estos niveles causan, inicialmente se proponen las siguientes soluciones:

- Disminución del volumen de sonido de los amplificadores de audio de la banda, con la consideración de no afectar el show por deficiente escucha.
- Valoración de la disminución del tiempo de exposición a esta situación mediante la contratación de un espectáculo menos ruidoso.
- Realización de la mayor cantidad de actividades posibles al aire libre.

Posteriormente se procede a la aplicación de medidas de control sobre el medio. Bajo la condición de que las propuestas no solo deben disminuir los NPS existentes sino también lograr el embellecimiento del lugar donde son emplazadas, para esto se determina el

empleo de elementos de acústica gráfica mediante la utilización de objetos con propiedades absorbentes en diversos espacios del lobby que, por sus características constructivas, poseen gran coeficiente de absorción sonora, ayudan a la disminución del tiempo de reverberación existente (no solo producto de la música sino también de la comunicación verbal) y combinan estas potencialidades con su naturaleza decorativa. Para la selección de estos elementos se utiliza un catálogo de la empresa Acústica Integral [2], la cual es líder en soluciones acústicas a nivel internacional.

El lobby inferior posee un área de techo de 550.89 m^2 , espacio para el cual se recomienda la colocación de 5 cubos acústicos, con dimensiones de 0.38 m de lado los cuales poseen un coeficiente de absorción sonora de 0.99 sabinos/ m^2 para la frecuencia de 2000 Hz.

También se propone la utilización de 100 paneles absorbentes decorativos, los cuales poseen un coeficiente de absorción de 0.95 sabinos/ m^2 para la frecuencia de 2000 Hz.

En presencia de condiciones ambientales similares a las existentes antes del control en el lobby, con una absorción total de 204.06 sabinos (**Ver Anexo 11**), se estima un tiempo de reverberación de:

$$(2.15) \quad RT_d = \frac{0.161 \cdot 3357.66}{204.06 + 4 \cdot 0.00247 \cdot 3357.66} = \frac{540.58}{237.24} = 2.28 \text{ segundos}$$

$$(2.20) \quad \Delta RT = 2.70 - 2.28 = 0.42 \text{ segundos}$$

Los resultados de la aplicación del control evidencian una disminución del tiempo de reverberación en el lobby y, junto a la aplicación de las medidas primarias propuestas, se lograrán grandes cambios en el local que incrementarán el confort acústico tanto de los trabajadores como de los clientes.

Fase 5. Valoración socioeconómica

Paso1. Valorar socioeconómicamente las medidas propuestas

A continuación se realiza la valoración socioeconómica de las medidas propuestas en el buffet y en el lobby, para lo cual se parte del cálculo independiente de los términos de dicho índice en cada caso.

Lavandería

- **Análisis Costo-Beneficio (ACB)**

Dado que 23 clientes sienten insatisfacción con los NPS provenientes de la lavandería y con una tarifa media diaria de 228.6 cuc, los beneficios estimados de la aplicación de medidas de control en la lavandería poseen un valor de:

$$(2.23) \text{ Beneficios} = 3 * 23 * 228.6 = 15773.4 \text{ cuc}$$

Para el cálculo de los costos totales es necesario tener en cuenta que se contará con tres obreros que laborarán siete días para implementar las medidas, que una puerta de madera de tales dimensiones cuesta 80 cuc, el precio unitario de los tapones de oídos es de 1 cuc (100 pares a comprar) y, dado que se necesitan tres planchas de acero de área 3.00 m^2 con precio de 72.5 cuc por unidad, entonces los costos totales serán de:

$$(2.17) \text{ Costos}_{\text{tot}} = 397.5 + 28.14 = 425.64 \text{ cuc}$$

Entonces:

$$(2.14) \text{ ACB} = 15773.4 - 425.64 = 15347.76 \text{ cuc}$$

- **Costos Sociales Intangibles**

La lavandería cuenta con un total de 43 trabajadores, los cuales poseen un salario medio de 33.3 cuc y, como promedio, entregarían para controlar los problemas por ruido en esta zona el 12.5 % de su salario. Con estos valores se determinan los CSIt, los cuales son de:

$$(2.27) \text{ CSIt} = 43 \times 33.3 \times 0.125 = 178.99 \text{ cuc}$$

Los CSIc en este caso son de:

$$(2.28) \text{ CSIc} = 10 \times 23 \times 228.6 = 52578 \text{ cuc}$$

Por tanto, los CSI poseen un valor de:

$$(2.26) \text{ CSI} = 178.99 + 52578 = 52756.99 \text{ cuc}$$

- **ISE de la lavandería**

Finalmente, el ISE para las medidas de control en la lavandería del hotel es de:

$$(2.21) \text{ ISE} = 15347.76 + 52756.99 = 68104.75 \text{ cuc}$$

Buffet

- **Análisis Costo-Beneficio (ACB)**

Para determinar los beneficios es necesario obtener la cantidad de clientes insatisfechos con los NPS existentes, para ello, de una capacidad máxima del hotel de 1204 clientes, un error prefijado del 10% y probabilidades de fallo y éxito de 0.5, se encuesta una muestra de:

$$(2.16) n = \frac{1204(2^2 * 0.5 * 0.5)}{0.1^2(1203) + 2^2 * 0.5 * 0.5} \approx 93 \text{ clientes}$$

Una vez analizadas las encuestas se concluye que 61 de ellos sienten insatisfacción con los NPS existentes en el buffet, mientras que con la situación del lobby 83 clientes se encuentran perturbados.

Con una tarifa media diaria de 228.6 cuc/cliente para los diferentes períodos del año, los beneficios estimados de la aplicación del revestimiento en el buffet ascienden a:

$$(2.15) \text{ Beneficios} = 3 * 61 * 228.6 = 41833.8 \text{ cuc}$$

Para el cálculo de los costos totales es necesario tener en cuenta que la espuma acústica posee un precio de 1 cuc/ m², se requiere de 3 empleados de servicios técnicos como mano de obra y la duración de la aplicación de tal medida se estima en una semana. Con esto, dichos costos poseen un valor de:

$$(2.17) \text{ Costo}_{\text{Stot}} = 740 + 28.14 = 768.14 \text{ cuc}$$

Entonces:

$$(2.14) \text{ ACB} = 41833.8 - 768.14 = 41065.66 \text{ cuc}$$

- **Costos Sociales Intangibles**

El buffet cuenta con un total de 46 trabajadores, los cuales poseen un salario medio de 32.6 cuc y, como promedio, entregarían para controlar los problemas por ruido en el local el 8.1% de su salario. Con estos valores se determinan los CSIt, los cuales son de:

$$(2.19) \text{ CSIt} = 0.081 * 32.6 * 46 = 121.5 \text{ cuc}$$

Para esta medida los CSIc son de:

$$(2.20) \text{ CSIc} = 228.6 * 10 * 61 = 139446 \text{ cuc}$$

Los CSI poseen un valor de:

$$(2.18) \text{ CSI} = 121.5 + 139446 = 139567.5 \text{ cuc}$$

- **ISE del buffet**

Finalmente el ISE para el revestimiento en el buffet posee un valor de:

$$(2.13) \text{ ISE} = 41065.66 + 139567.5 = 180633.16 \text{ cuc}$$

Lobby superior

- **Análisis Costo-Beneficio (ACB)**

Dado que 83 clientes sienten insatisfacción con los NPS existentes en el lobby y, para una tarifa media diaria de 228.6 cuc, los beneficios estimados del emplazamiento de los elementos absorbentes en el lobby poseen un valor de:

$$(2.15) \text{ Beneficios} = 3 * 83 * 228.6 = 56921.4 \text{ cuc}$$

Para calcular los costos se debe tener en cuenta que un panel absorbente cuesta 95.7 cuc, un tótem 729.3 cuc y un cubo 165 cuc; además se contará con 3 obreros de servicios técnicos que laborarán 5 días en el emplazamiento de los objetos.

$$(2.17) \text{Costos}_{\text{tot}} = 12051.6 + 20.1 = 12071.7 \text{ cuc}$$

Entonces:

$$(2.14) \text{ACB} = 56921.4 - 12071.7 = 44849.7 \text{ cuc}$$

- **Costos Sociales Intangibles**

El lobby cuenta con un total de 56 trabajadores, los cuales poseen un salario medio de 31.68 cuc y, como promedio, entregarían para controlar los problemas por ruido en esta zona el 10.7% de su salario. Con estos valores se determinan los CSIt, los cuales son de:

$$(2.19) \text{CSIt} = 0.107 * 31.68 * 56 = 189.83 \text{ cuc}$$

Los CSIc en este caso son de:

$$(2.20) \text{CSIc} = 228.6 * 10 * 83 = 189738 \text{ cuc}$$

Por tanto los CSI poseen un valor de:

$$(2.18) \text{CSI} = 189.83 + 189738 = 189927.83 \text{ cuc}$$

- **ISE del lobby superior**

Finalmente el ISE para el emplazamiento de materiales absorbentes en el lobby del hotel es de:

$$(2.13) \text{ISE} = 44849.7 + 189927.83 = 234777.53 \text{ cuc}$$

Lobby inferior

- **Análisis Costo-Beneficio (ACB)**

Para determinar los beneficios es necesario obtener la cantidad de clientes insatisfechos con los NPS existentes, para ello, de una capacidad máxima del hotel de 1204 clientes, un error prefijado del 10% y probabilidades de fallo y éxito de 0.5, se encuesta (**Ver Anexo 4**) una muestra de:

$$(2.22) n = \frac{1204(2^2 * 0.5 * 0.5)}{0.1^2(1203) + 2^2 * 0.5 * 0.5} \approx 93 \text{ clientes}$$

Una vez analizadas las encuestas se concluye que existen 83 clientes en el lobby que se encuentran insatisfechos con los NPS existentes, mientras que 23 clientes se han quejado a causa de ruidos provenientes de la lavandería.

Con una tarifa media diaria de 228.6 cuc/cliente para los diferentes períodos del año, los beneficios estimados del emplazamiento de los elementos absorbentes en el lobby poseen un valor de:

$$(2.23) \text{Beneficios} = 3 * 83 * 228.6 = 56921.4 \text{ cuc}$$

Para el cálculo de los costos totales es necesario tener en cuenta que un cubo cuesta 165.00 cuc, un panel absorbente 95.70 cuc, y al contar con tres trabajadores de servicios técnicos con salario de 1.34 cuc/día cada uno, los cuales laborarán cinco días, entonces los costos totales serán de:

$$(2.17) \text{Costos}_{\text{tot}} = 10395 + 20.1 = 10415.1 \text{ cuc}$$

Entonces:

$$(2.14) \text{ACB} = 56921.4 - 10415.1 = 46506.3 \text{ cuc}$$

- **Costos Sociales Intangibles**

El lobby cuenta con un total de 2 trabajadores, los cuales poseen un salario medio de 32 cuc y, como promedio, entregarían para controlar los problemas por ruido en esta zona el 10.7% de su salario. Con estos valores se determinan los CSIt, los cuales son de:

$$(2.27) \text{CSIt} = 0.107 * 32 * 2 = 6.85 \text{ cuc}$$

Los CSIc en este caso son de:

$$(2.28) \text{CSIc} = 228.6 * 10 * 83 = 189738 \text{ cuc}$$

Por tanto los CSI poseen un valor de:

$$(2.26) \text{CSI} = 6.85 + 189738 = 189744.85 \text{ cuc}$$

- **ISE del lobby inferior**

Finalmente el ISE para el emplazamiento de materiales absorbentes en el lobby del hotel es de:

$$(2.21) \text{ISE} = 46506.3 + 189744.85 = 236251.15 \text{ cuc}$$

A continuación la tabla 3.3 jerarquiza el valor de los ISE calculados, lo cual facilita a los directivos la prioridad de inversión por áreas.

Tabla 3.4 Prioridad de inversión por áreas según el ISE.

Área	ISE (cuc)	Prioridad
Lobby inferior	236251.15	1
Lobby superior	234777.53	2
Buffet La Panchita	180633.16	3
Lavandería	68104.75	4

Fuente: elaboración propia.

Los valores indican que se deben implementar las medidas de control en el siguiente orden: lobby inferior, lobby superior, buffet y lavandería.

- **Implementación y retroalimentación**

La fase 6 de la metodología que corresponde a la implementación implica el desembolso de cuantías monetarias; las cuales fueron determinadas en los costos del ACB para cada medida. La centralización de la economía cubana que limita la independencia económica de las empresas y la toma de decisiones de inversión a corto plazo, imposibilitó el cumplimiento de esta fase en el transcurso de la investigación pues, aun cuando se presentaron los resultados a los directivos de la instalación que manifestaron el interés en su implementación, es necesario valorarlas en el análisis del presupuesto del próximo año para su posible aprobación.

Con respecto a la retroalimentación se propone que, una vez implementadas las medidas de control, estén atentos a los cambios en la tecnología, el personal, las condiciones ambientales, u otros factores y se itere la metodología, permitiendo cumplir con el principio de la mejora continua, toda vez que se detectan las nuevas brechas ante los cambios del entorno, de la tecnología o de la organización y por tanto permiten la retroalimentación.

Conclusiones parciales del capítulo

- Se identificaron al restaurante buffet La Panchita, la lavandería y el lobby como las principales fuentes de ruido en el hotel Sol Palmeras.
- Se registraron valores de 92,7 dB (A); 72,1 dB (A); 82,4 dB (A); 93,5 dB(A) en la lavandería, buffet, lobby inferior y lobby superior respectivamente, los cuales superan la norma.
- Mediante el diagnóstico a través de los mapas de ruido se comprobó la existencia de contaminación acústica en los locales analizados.
- Como principales propuestas de control factibles se determinaron el encapsulamiento del motor de agua en la lavandería, revestimiento acústico del buffet y el empleo de elementos de acústica gráfica en el lobby.
- El cálculo del Índice Socioeconómico prioriza la aplicación de las medidas de control en las áreas analizadas en el siguiente orden: lobby inferior, lobby superior, buffet y lavandería.

Conclusiones Generales

1. De la literatura consultada se detectaron las principales afectaciones provocadas por el ruido en la salud, las organizaciones y la comunicación; así como el marco legal relacionado y diversos métodos para su control y evaluación socioeconómica.
2. Se diseñó una metodología compuesta por 6 fases que permite la evaluación, diagnóstico y control del ruido en el hotel Sol Palmeras, así como la jerarquización de las medidas de control propuestas a partir de su valoración socioeconómica mediante el ISE.
3. Los valores registrados de 92,7 dB (A); 72,1 dB (A); 82,4 dB (A); 93,5 dB(A) en la lavandería, buffet, lobby inferior y lobby superior respectivamente; superan los límites normados en todos los casos.
4. Se construyeron, como herramienta de diagnóstico en las áreas analizadas, cuatro mapas de ruido que ilustran por barreras de colores las zonas de mayor contaminación acústica.
5. Como principales propuestas de control factibles se determinaron el encapsulamiento del motor de agua en la lavandería, revestimiento acústico del buffet y el empleo de elementos de acústica gráfica en el lobby, con lo cual se estima la reducción del tiempo de reverberación.
6. Del cálculo del Índice Socioeconómico se determinó como orden de prioridad en la aplicación de las medidas de control en las áreas analizadas lobby inferior, lobby superior, buffet y lavandería con valores de 236251.15; 234777.53; 180633.16 y 68104.75 CUC respectivamente.

Recomendaciones

1. Desarrollar la fase de implementación de las medidas de control propuestas según el orden otorgado por el ISE.
2. Extender la aplicación de la metodología propuesta a otras instalaciones hoteleras realizando los ajustes necesarios.
3. Valorar otras alternativas de compra para los materiales utilizados en el control que permitan reducir el costo de la medida y mantener su efectividad.

Bibliografía

1. García Dihigo, Joaquín and Real Perez, Grether, *El hombre y su ambiente laboral*, Matanzas, Cuba, Universidad de Matanzas, 2005, ISBN: 1488:2008
2. Echeverría, Carlos Alberto; and Murillo, Diego Maurilio et. al. *Simulación de ruido de tránsito automotor como herramienta para el rediseño de rutas de transporte público colectivo en el municipio de Medellín. Colombia. Revista Ingenierías (G-2)*. Medellín, Colombia, Universidad de Medellín, 2011. vol. 10: pp. 19-30
3. Degrandi Oliveira, Carlos Rogerio and Nogueira Arena, Gilberto Walter. *Exposición ocupacional a la contaminación sonora en Anestesiología. Revista Brasileira de Anestesiología (G-2)*. Brasil, 2012. vol. 62 pp. 257 - 261.
4. Sierra Calderón, Darío David and Bedoya Marrugo, Elías Alberto. *Prevalencia de hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en empresas del sector madera de la ciudad de Cartagena 2015. Revista Nova*. Colombia, Publicación Científica Biomédica, 2016. vol. 13 pp. 47 - 56
5. Caballero Núñez, Antonio [et al.]. *Evaluación del ambiente sonoro en la actividad de un astillero. RCI Revista Cubana de Ingeniería*, 2016. Vol. VII: pp. 64 - 70
6. Cowan, J. P., *Handbook of Environmental Acoustics*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1994.
7. López Barrio, J and Carles, José L., «La calidad sonora de Valencia. Espacios sonoros representativos» *Fundación Bancaixa*, 1997,
8. Hansen, Colin H., *Fundamentals of acoustics. Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control*, 2001.
9. Harris, Cyril M. and Piersol, Allan G., *Harris' shock and vibration handbook*, 5ta Ed., McGraw-Hill 2002, ISBN: 0-07-137081-1.
10. Fernández, «Ruidos molestos pueden causar sordera», [en línea], 2014, [consulta: 27 de enero 2018], Disponible en: <<http://www.vitalis.net/actualidad87.htm> >
11. Monterroza, A. , «Proyecto de control de ruido en la ciudad de Cartagena», [en línea], 2007, [consulta: 5 de febrero 2018], Disponible en: <<https://www.scribd.com/document/66532104/Proyecto-Control-Ruido>>
12. Rodríguez González, Iraida J.[et al.], *Seguridad y salud en el trabajo*, La Habana, Cuba, Editorial Félix Varela, 2007.
13. Abad Toribio, Laura [et al.]. *Ruido Ambiental: Seguridad y Salud. Revista Tecnología@ y Desarrollo*. Madrid, España, Universidad Alfonso X el Sabio. Escuela Politécnica Superior Villanueva de la Cañada, 2011. Vol. VIII.http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD11_002.pdf
14. Parma, Leonardo, *Manual Práctico de Control de Ruido* [en línea], Santiago, Chile, Sistemas Acústicos Modulares SAM Ltda, 2015 [consulta: 3 de febrero 2018]. Disponible en: <<http://www.ingenieroambiental.com/4002/Manual%20Practico%20del%20Control%20de%20Ruido.pdf> >
15. OMT, Organización Mundial del Turismo. *Turismo internacional – 2017 presenta los mejores resultados semestrales de los últimos siete años*. PR 17100, 2017.<http://media.unwto.org/es/press-release/2017-09-08/turismo-internacional-2017-presenta-los-mejores-resultados-semestrales-de-los-ultimos-siete-anos>
16. European Environment Agency, *Noise in Europe* Copenhagen, Denmark, ,, 2014 -, publ. -[consulta: 6 de febrero 2018]. Disponible en: <<http://forum.eionet.europa.eu/nrc-noise/library/noise-report-2014>>.
17. s.a, «Latino América es la región más ruidosa del mundo: OMS», *La Crónica Diaria S.A de C.V* [en línea], 2007, [consulta: 31 de enero 2018], Disponible en: <<http://www.cronica.com.mx/notas/2007/mundo.php>>

18. Fajardo Segarra, Alejandro Francisco [et al.]. *Evaluación del ruido producido por el transporte automotor en la calle San Pedro en el Centro histórico de Santiago de Cuba. Ciencia en su PC*. Santiago de Cuba, Cuba, Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba, 2015. pp. 75-85. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181339920007>
19. Virginis, Jose Antonio, «La prevención contra el ruido en el ambiente de trabajo», [Tesis de Maestría en Derecho del Trabajo y Relaciones Laborales Internacionales], Buenos Aires, Argentina, Universidad Nacional de Tres de Febrero, 2015.
20. Martínez, Nuria, «Hoteles sin ruido. Día Mundial del turismo», *Con R de Ruido* [en línea], 2017, [consulta: 27 de enero 2018], Disponible en: <http://conrderuido.es/noticias/hoteles-sin-ruido-dia-mundial-del-turismo/>
21. Amable, Isabel [et al.]. *Contaminación ambiental por ruido Revista Médica Electrónica Matanzas* 2017 vol.39. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_serial&pid=1684-1824&lng=es&nrm=iso
22. Pacheco Covili, Gonzalo Bernabé and Rey Gozalo, Guillermo, «Analysis of the influence of public transport in noise levels in the city of Talca, Chile», en *Environmental Acoustics & Community Noise: FIA2016-12* Buenos Aires, Argentina, 2016, [consulta: 30 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.icacommission.org/Proceedings/ICA2016BuenosAires/papers/FIA2016-0012.pdf>
23. Corredor Rueda, Gina Lorena and Ramírez Rubio, Nidia Maritza, «Efectos secundarios del ruido una mirada mas alla de la hipoacusia», [Tesis en opción del título de Especialista en Salud Ocupacional], Bogotá, Colombia, Universidad Javeriana, Facultad de Enfermería, 2008.
24. Secretaría de Salud Laboral, *Cuadernillo Informativo de PRL: Ruido y Vibraciones* [en línea], 2012 [consulta: 27 de enero 2018]. Disponible en: <https://books.google.com/cu/books?id=kv6LoAEACAAJ>
25. Gobierno de Chile. *Barómetro del Turismo*. Ministerio de Economía Fomento y Turismo de Chile, 2016. <https://www.sernatur.cl/wp-content/uploads/2016/11/20170403-Baro%CC%81metro-2016.pdf>
26. Arko, Andrea «No molestar: una tendencia que no hace ruido», *La Nación*,
27. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social and Superintendencia de Riesgos del Trabajo, *Guía Práctica sobre el ruido en el ambiente laboral* [en línea], 2012 [consulta: 28 de enero 2018]. Disponible en: http://www.srt.gob.ar/images/pdf/Rs85-12_Protocolo_Ruido_Guia_Practica.pdf
28. García Fránquiz, Liz, «El ruido: Esa triste huella sonora» *Periódico Girón*, 2017,
29. Oficina Nacional de Estadística e Información, *Anuario estadístico de Cuba 2016*, Edición 2017, La Habana, Cuba, 2017.
30. s.a, «Playas de Varadero en Cuba cierran temporada alta con más de medio millón de turistas» *El nuevo Herald*, 2017,
31. s.a, «¿Cómo se ha comportado el turismo en Cuba?» *Escambray*, 2017, ISSN 9664-1277.
32. s.a, «Turismo sin Ruido» *El nuevo Diario*, 2011,
33. s.a, «Del ruido y del Turismo» *El Universal*, 2013,
34. Quiala Armenteros, Yuniey *El ruido también contamina. Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*. Villa Clara, Cuba, 2011.
35. Office of Noise Abatement & Control, *Protective Noise Levels*, 20460, Washington, D. C., 1978.

36. *Norma ambiental para la protección contra ruidos*, NA-RU-001-03, Santo Domingo, República Dominicana, Editora Búho, 2003.
37. Confederación de Empresarios de Lugo, *Manual sobre exposición laboral al ruido y vibraciones* [en línea], Fundación para la prevención de riesgos laborales, 2007 [consulta: 31 de enero 2018]. Disponible en: <<http://www.celugo.es>>
38. Comisiones Obreras de Asturias, *El ruido: del riesgo sonoro al daño silencioso* [en línea], Asturias, 2007 [consulta: 26 de enero 2018]. Disponible en: <http://www2.fsc.ccoo.es/comunes/recursos/17629/pub12008_GUIA_SOBRE_EL_RUIDO_EN_EL_ENTORNO_LABORAL.pdf>
39. Álvarez Bayona, Teresa, *Aspectos Ergonómicos del ruido: evaluación* [en línea], España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, [consulta: 1 de febrero 2018]. Disponible en: <<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Ruido%20y%20Vibraciones/ficheros/DTE-AspectosErgonomicosRUIDOVIBRACIONES.pdf>>
40. Miyara, Federico, *Control de Ruido* [en línea], 1999 [consulta: 2 de febrero 2018]. Disponible en: <<http://docplayer.es/10588694-Federico-miyara-control-de-ruido.html>>
41. *Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones.*, Decreto N° 3.516 Ecuador, 2003.
42. Secretaría de Estado. *Requisitos generales para la protección contra ruidos: Niveles máximos permitidos de los procedentes de fuentes fijas y móviles*. Santo Domingo. República Dominicana, 2001. <http://www.usaid.gov/dr/docs/resources/norma_ruido_proteccion.doc>
43. OMS, Organización Mundial de la Salud, «Propiedades físicas», [en línea], 2001, [consulta: 8 de febrero 2018], Disponible en: <<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsasv/e/areas/notransmi/ruido/ruido.htm>>
44. ISO-TECNICA, «Conceptos Básicos sobre Acústica», [en línea], 2004, [consulta: 1 de febrero 2018], Disponible en: <<http://www.ciu.com.uy/isotecnica/acust.htm>>
45. Torres Sotolongo, Damián Ernesto and Romero Suárez, Pedro. *Procedimiento para la evaluación del ruido ambiental urbano en el municipio de Regla (Cuba) utilizando sistemas de información geográfica*. GeoFocus, 2014. <www.geo-focus.org>
46. s.a, «Laboratorio de Condiciones de Trabajo Ergonomía Diseño de puestos de trabajo.», [en línea], 2015, [consulta: 5 de febrero 2018], Disponible en: <<https://es.scribd.com/document/360173243/7863-ruido-pdf>>
47. Dirección del Trabajo del Gobierno de Chile, «El 30% de los trabajadores está expuesto a altos niveles de ruido», [en línea], 2004, [consulta: 6 de febrero 2018], Disponible en: <<http://www.dt.gob.cl/prensa/1618/w3-article-72351.html>>
48. Berger, Elliott H., «Noise Control and Hearing Conservation. Why do it?», *The Noise Manual*, 2003,
49. Davi, Héctor Carlos, *Ruidos y Vibraciones. Control y Efectos. Enfoque técnico, médico y jurídico*, Parte tercera, Buenos Aires, Argentina, Editora Carpetas de Derecho S.A, 1998, p. 232.
50. Viña Brito, Silvio, *Ergonomía*, Vol. I, Ciudad de la Habana, Cuba, Editorial Pueblo y Educación, 1987.
51. Alonso Becerra, Alicia, *Ergonomía*, Primera edición, La Habana, Ed. Félix Varela, 2007.
52. Martimportugués, Clara [et al.]. *Efectos del ruido comunitario*. *Revista de Acústica*. España, Facultad de Psicología. Dpto. de Psicología Social, Antropología Social, Trabajo Social y Servicios Sociales. Universidad de Málaga, 2003. Vol. 34

53. García Sanz, Benjamín and Garrido, Francisco Javier, *La contaminación acústica en nuestras ciudades* [en línea], España, Fundación "la Caixa", 2003 [consulta: 6 de febrero 2018]. Disponible en: <www.estudios.lacaixa.es>
54. Orozco Medina, Martha G. and González, Alice Elizabeth. *La importancia del control de la contaminación por ruido en las ciudades Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY*, 2015. Vol. 19: pp. 129-136. <http://redalyc.org/pdf/467/467509250006.pdf>
55. Verdejo, Alvaro. *Elaboración de antecedentes relativos a la emisión de ruidos generados por actividades de construcción*, 2001. Contrato N° 21-21-001/01
56. Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. *Reducción y control del ruido. FACTS*. España, 2005. <http://agency.osha.eu.int>
57. Viña Brito, Silvio and Marsán Castellanos, Juan, *Seguridad y salud en el trabajo*, La Habana, Ed. Félix Varela, 2007.
58. Consejo Nacional de Seguridad de Chile, «Reducción y Control del Ruido», [en línea], 2007, [consulta: 2 de febrero 2018], Disponible en: <www.sigweb.cl>
59. Náf Cortés, Robert «Análisis y gestión del ruido industrial», *Santander, España* [en línea], 2014, [consulta: 5 de febrero 2018], Disponible en: <http://www.icasst.es/archivos/documentos_contenidos/3653_2.SANTANDER.pdf>
60. Barron, Randall F., *Industrial Noise Control and Acoustics* [en línea], Louisiana Tech University, Ruston, Louisiana, U.S.A., Marcel Dekker, Inc., 2003 [consulta: 3 de febrero 2018]. Disponible en: <<http://www.dekker.com>>
61. Peiró Torresa, M.P[et al.], «Open noise barriers based on sonic crystals. Advances in noise control in transport infrastructures», *ScienceDirect* [en línea], 2016, [consulta: 5 de febrero 2018], Disponible en: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516308067>>
62. García, A. *Environmental Urban Noise (Advances in Ecological Sciences)*. Southampton, WIT Press, 2001.
63. Carrión Isbert, Antoni *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*, Barcelona, España, Editions UPC, 1998, ISBN: 84-8301-252-9.
64. Alton Everest, F. , *The master handbook of acoustics*, Fourth Edition, McGraw-Hill, 2001.
65. Long, Marshall, *Architectural acoustics*, Elsevier Academic Press, 2006, ISBN: 978-0-12-455551-8.
66. Kuttruff, Heinrich, *Room Acoustics*, Fifth Edition, Spon Press, 2009, ISBN: 0-203-87637-7.
67. Barron, Michael, *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, Second Edition, London and New York, Spon Press, 2010, ISBN: 0-203-87422-6.
68. Harris, C. M *Handbook of acoustical measurements and noise control*, New York, McGraw-Hill, 1991, ISBN: 0-07-026868-1, pp. 3019-3020.
69. Segura Mateu, Francisco, «Diseño de pantallas acústicas para reducir costes de fabricación», [Tesis en opción al título de Ingeniero en Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen], Gandia, España, Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Politécnica Superior de Gandia, 2013.
70. Miyara, Federico, «Acústica Arquitectónica», *Acústica y Sistemas de Sonido*, Cuarta Edición, Rosario, Argentina, UNR Editora (Universidad Nacional de Rosario), 2006, Capítulo 4, ISBN: 978-950-673-557-9.
71. Comisión Administradora Bicameral, Biblioteca del Congreso de la Nación, «Dossier legislativo. Legislación extranjera. Contaminación acústica.» 2014, ISSN: 2314-3215.
72. Sexto, Luis Felipe *Ruido, normativa y legislación en Cuba Ruido, ambiente y sostenibilidad*. Cuba, 2012. <http://noise-control.radical-management.com/>

73. Comité Estatal de Normalización. Nivel Central, *Medición del Ruido en lugares donde se encuentran personas. Requisitos generales*, NC 19-01-06, La Habana, Cuba, 1983.
74. Comité Estatal de Normalización. Nivel Central, *Determinación de la potencia sonora. Método de orientación*, NC 19-01-10, La Habana, Cuba, 1983.
75. Comité Estatal de Normalización. Nivel Central, *Detreminación de la pérdida de audición*, NC 19-01-13, La Habana, Cuba, 1983.
76. Oficina Nacional de Normalización, *Acústica—Medición del ruido emitido por los vehículos de pasajeros bajo condiciones representativas de tránsito urbano*, NC-ISO 7188: 2005, Primera edición, Ciudad de La Habana, Cuba, 2005.
77. *Ruido en zonas habitables. Requisitos higienico sanitarios.*, NC 26: (2007), Segunda Edición, La Habana, Cuba, 2007.
78. Oficina Nacional de Normalización, *Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas — parte 1: Elementos generales*, NC 391-1: 2010, Segunda Edición, La Habana, Cuba, 2010.
79. Oficina Nacional de Normalización, *Seguridad y salud en el trabajo — acústica — determinación de la exposición al ruido en el trabajo y estimación de las pérdidas auditivas inducidas por el ruido*, NC ISO 1999: 2011, La Habana, Cuba, 2011.
80. Oficina Nacional de Normalización, *Seguridad y salud en el trabajo — ruido en el ambiente laboral — requisitos higiénico sanitarios generales*, NC 871: 2011, Primera Edición, LA Habana, Cuba, 2011.
81. Quintero Turiño, Anileydis and Muñoz Alfonso, Yisel *Protección jurídica frente al ruido. Los instrumentos regulatorios administrativos. Ámbito Jurídico*. Rio Grande, 2009. Vol XII.
http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=6128
82. Ibrahim, Alí Alalí, «Contribución a la evaluación y control del ruido en las termoeléctricas de Cuba», [*Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias*], Santa Clara, Cuba, Universidad Central de Las Villas, Departamento de Ingeniería Industrial, 1996.
83. Camposeco Espina, Lesbia Ivonne, «Medición, evaluación y control del ruido en una industria de maquilado de tubería de acero», [*Tesis de Diploma*], Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Departamento de Ingeniería Industrial, 2003.
84. Diputación Foral de Bizcaia. *Guía técnica para la gestión del ruido ambiental en las administraciones locales: La actuación contra el ruido y la mejora del ambiente sonoro de nuestros municipios*. Departamento de Medio Ambiente. Bizcaia, España, 2010.
85. Alfaro León, Washington José, «Identificación, medición, evaluación y control de ruido a los trabajadores de las áreas de Handling y mantenimiento de TAME EP, en plataformas aeroportuarias», [*Tesis de Maestría*], Gauayquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, 2016.
86. *Diccionario de Conceptos (online)*, Argentina, 2017, «Concepto de Diagnóstico»,
87. Gobierno de Chile. *Estrategia para la Gestión del Control de Ruido Ambiental 2010-2014*. Ministerio del Medio Ambiente. Chile, 2010.
88. Sand, Marikka, «Noise pollution and control in urban European environments», Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, 2017.
89. Hidalgo Otamendi, Antonio[et al.], *Metodología para la realización de mapas de ruido* Coimbra, Portugal, Universidad de Coimbra, 2008 -, publ. -[consulta: 1 de marzo 2018]. Disponible en: <<http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Coimbra08/id278.pdf>>.

90. Yepes, Dora L.[et al.]. *Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano -Caso Medellín*. Dyna. Medellín, Colombia, 2009.<https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/10243>
91. Segués Echazarreta, Fernando, *Estrategia de elaboración de un mapa de ruido* Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Ministerio de Fomento - Ministerio de Medio Ambiente, 2016 -, publ. -[consulta: 1 de marzo 2018]. Disponible en: <<https://www.vitoriagasteiz.org/http/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/89/88/38988.pdf>>.
92. García Dihigo, Joaquín and Félix López, Miryam Elizabeth «Metodología para la implantación y evaluación socioeconómica de los programas de intervención ergonómica», Matanzas, Cuba, Universidad de Matanzas, 2015.
93. Medina León, Alberto[et al.]. *Índices integrales para el control de gestión: consideraciones y fundamentación teórica*. *Revista Ingeniería Industrial*, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba, 2014. Vol. XXXV: p. 94-104.
94. García Dihigo, Joaquín, «Nuevo Modelo de Evaluación e Intervención Ergonómica», Matanzas, Cuba, Universidad de Matanzas, 2017.
95. A.M.A, American Marketing Association, *Manual de AMA (American Marketing Association) para la satisfacción del cliente*, Buenos Aires, Argentina, Editorial Granica, 1998, ISBN 13: 9789506412609
96. Marrero, M. "Economía ambiental". En: *Conferencias del Doctorado de medio ambiente* Universidad de Matanzas, 2014) [fecha de consulta: Disponible en:
97. s.a. *Catálogo General. Guía de materiales y soluciones acústicas. Insonorización*. Acústica Integral. España, 2015.<http://acusticaintegral.com>
98. Cabrera Padrón, Laura Liz, «Metodología para el control del ruido y su valoración socioeconómica en instalaciones hoteleras. Aplicación: hotel Sol Palmeras.», [Tesis de Diploma], Matanzas, Universidad de Matanzas sede Camilo Cienfuegos, Departamento de Ingeniería Industrial, 2018.
99. García Dihigo, J.Ruidos, vibraciones y presiones extremas, 2016. Ediciones la U. Colombia.100.Pérez Miñana, J. Compendio práctico de acústica, 1era edición. Barcelona. Editorial Labor, S.A.; 1969; pp. 159-182
100. Rouse, W. y Boff, K. (2012). Cost/Benefit of economic and noneconomic impact of Human Factors and ergonomics. Chapter 40. Pag. 1122 to 1137. Hanbook of Human Factors and Ergonomics. Ed: G. Salvendy. 4ta Edition
101. Anderson, R. (2012). A sistem aproch to product and development. An ergonomic International Journal of Industrial Ergonomics. Pág. 1-8.
102. Dixon, J. (1994). Análisis económico de impactos ambientales. Edición Latinoamericana, ISBN 9977-57-328-X. Costa Rica.
103. Marrero, M. (2013). Economía ambiental. Conferencias del Doctorado de medio ambiente. Universidad de Matanzas. Cuba.
104. Guyton,Arthur C and Hall, John E. Text Book of Medical Physiologx. Eleventh Edition. Elsevier Saunders 2006. ISBN 0-7216-0240-1

Anexos

Anexo 1. Tabla 1 de la NC 871 del 2011.

Requisitos que debe satisfacer la actividad. Tipo de actividad laboral	Valores máximos	
	Criterio N (dB)	Nivel sonoro equivalente continuo dB(A)
1. Todos los puestos y locales de trabajo.	80	85
2. Ejecución de operaciones manuales con comunicación acústica, tales como la dirección de máquinas e instalaciones móviles.	75	80
3. Ejecución de operaciones manuales sin operaciones intermedias, tales como el equipamiento y el servicio de las máquinas, labores microscópicas en electrónica, la mecánica de precisión y la óptica, sin medios ópticos auxiliares (lupa, microscopio).	70	75
4. Solución de tareas cotidianas relativas a la actividad intelectual con requisitos constantes de comunicación con un público variable; ejecución de procesos motores, donde existen operaciones intermedias, tales como labores administrativas; atención a los clientes y servicios de consulta.	65	70
5. Requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de la información acústica, tales como la observación en pizarras de distribución; el servicio telefónico y la telegrafía; el servicio de despacho; búsqueda de defectos en equipos electrónicos; dibujo técnico; tareas de diseño.	60	65
6. Solución de tareas complejas cumpliendo requisitos relativos a actividades intelectuales, tales como la actividad de traducción, programación, trabajo en laboratorios docentes e investigativos.	55	60
7. Trabajo creador, cumplimentando requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de la información, tal como impartir clases, actividades médicas; actividades científicas; diseño.	45	50
MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE.		
8. Cabina de maquinistas de locomotoras diesel y eléctricas.	80	85
9. Local para personal en los vagones de recorrido largo.	60	65
10. Vagones interprovinciales de pasajeros y vagones restaurantes.	70	75

MEDIOS DE TRANSPORTE MARITIMO. 11. Cuartos de máquinas de los buques.	80	85
MEDIOS DE TRANSPORTE AEREO. 12. Cabinas y salones de aviones y helicópteros.	80	85
MAQUINARIA AGRICOLA Y DE CONSTRUCCION. 13. Puestos de trabajo de los choferes y otro personal de servicio de tractores, cosechadoras, máquinas para el movimiento y preparación de la tierra y equipos utilizados en construcción de carreteras.	80	85

Fuente: tomado de (NC 871, 2011) [80].

Anexo 2. Tablas 1 y 2 de la NC 26 del 2007.

Tabla 1. Niveles sonoros máximos admisibles y niveles tolerables LAeq y L10 (P90 de LMÁX) de la hora más desfavorable del período diurno de las 07 a las 22 h y del nocturno de las 22 a las 07 h en las zonas urbanizadas aledañas a los edificios de viviendas.

LAeq [dB(AF)]	Niveles tolerables				Niveles máximos admisibles	
	Áreas urbanizadas estables		Remodelaciones		Nuevas urbanizaciones	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
Suburbano	73	73	70	64	59	59
Comercial	75	71	70	58	67	53
Tránsito	68	58	65	55	47	47
Instalaciones mecánicas e industriales	71	66	70	60	50	50
L10 [dB (AF)]	100		90		80	

Tabla 2. Niveles sonoros máximos admisibles y niveles tolerables LAeq y L10 (P90 de LMÁX) de la hora más desfavorable del período diurno de las 07 a las 22 h y el nocturno de las 22 a las 07 h en el local de la vivienda más desfavorable por ruido.

LAeq [dB(AF)]	Niveles tolerables				Niveles máximos admisibles	
	Áreas urbanizadas estables		Remodelaciones		Nuevas urbanizaciones	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
Suburbano	68	68	65	59	49	49
Comercial	70	66	65	53	57	43
Tránsito	63	53	60	50	37	37
Instalaciones mecánicas e industriales	66	61	65	55	40	40
L10 [dB (AF)]	s85		75		65	

Fuente: tomado de (NC 26, 2007) [77].

Anexo 3. Atenuación en el aire (γ) en dB/100 m, en función de la frecuencia, la temperatura centígrada (T) y la humedad relativa ambiente (HRA).

HRA [%]	T [°C]	Frecuencia [Hz]						
		125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
20	10	0,058	0,120	0,327	1,100	3,62	9,15	15,4
	15	0,065	0,122	0,270	0,817	2,82	8,88	20,2
	20	0,071	0,139	0,260	0,653	2,15	7,41	21,5
	25	0,074	0,164	0,286	0,587	1,70	5,88	19,6
	30	0,073	0,187	0,341	0,600	1,45	4,71	16,5
	35	0,068	0,200	0,412	0,682	1,37	3,93	13,6
30	10	0,055	0,105	0,228	0,677	2,35	7,66	18,7
	15	0,060	0,121	0,223	0,545	1,77	6,20	19,0
	20	0,062	0,142	0,252	0,501	1,41	4,85	16,6
	25	0,059	0,160	0,304	0,527	1,22	3,88	13,7
	30	0,054	0,168	0,367	0,615	1,18	3,27	11,3
	35	0,049	0,165	0,422	0,755	1,28	2,97	9,45
40	10	0,052	0,104	0,198	0,507	1,68	5,90	17,7
	15	0,054	0,123	0,218	0,451	1,31	4,57	15,6
	20	0,052	0,139	0,263	0,465	1,12	3,60	12,8
	25	0,048	0,147	0,319	0,539	1,07	3,01	10,4
	30	0,043	0,145	0,370	0,663	1,14	2,70	8,71
	35	0,038	0,136	0,400	0,815	1,34	2,65	7,59
60	10	0,045	0,105	0,190	0,386	1,10	3,84	13,4
	15	0,043	0,118	0,231	0,406	0,95	3,03	10,8
	20	0,039	0,123	0,279	0,480	0,93	2,54	8,78
	25	0,034	0,118	0,318	0,596	1,02	2,32	7,34
	30	0,030	0,109	0,336	0,729	1,22	2,34	6,47
	35	0,026	0,098	0,332	0,845	1,51	2,58	6,07
80	10	0,038	0,102	0,197	0,357	0,88	2,87	10,3
	15	0,034	0,107	0,240	0,415	0,83	2,37	8,28
	20	0,030	0,104	0,277	0,515	0,90	2,13	6,86

	25	0,026	0,096	0,295	0,635	1,07	2,11	5,98
	30	0,023	0,086	0,291	0,741	1,33	2,31	5,57
	35	0,020	0,076	0,273	0,803	1,64	2,74	5,60
100	10	0,032	0,096	0,203	0,355	0,77	2,35	8,37
	15	0,029	0,096	0,241	0,435	0,80	2,03	6,81
	20	0,025	0,090	0,283	0,542	0,92	1,94	5,81
	25	0,021	0,080	0,266	0,647	1,14	2,06	5,28
	30	0,018	0,071	0,252	0,717	1,42	2,40	5,18
	35	0,016	0,061	0,230	0,737	1,71	2,93	5,50

Fuente: tomado de (Miyara, 1999) [40].

Anexo 4. Encuesta a clientes.

Estimado cliente/Dear client/Cher client:

En la siguiente encuesta aparecen una serie de áreas del hotel Sol Palmeras. Seleccione con una "X" aquellas donde usted haya sentido molestias ocasionadas por ruido.

In the following survey appears some areas of the hotel Sol Palmeras. Select with an "X" those where you have felt discomfort caused by noise.

Dans l'enquête suivante, vous trouverez les noms de quelques endroits de l'hôtel "Sol Palmeras". Cochez ceux où vous avez senti des mécontentements causés par le bruit.

Piscina	Pool	Piscine
Restaurante buffet	Buffet Restaurant	Restaurant buffet
Lavandería	Laundry	Laverie
Lobby	Lobby	Lobby
Teatro	Theater	Théâtre
Gimnasio	Gym	Gymnase
Habitaciones	Rooms	Chambres
Restaurante Oshin	Oshin Restaurant	Restaurant Oshin
Restaurante O Sole Mio	O Sole Mio Restaurant	Restaurant O Sole Mio
Steak House	Steak House	Steak House
Fun Pub	Fun Pub	Fun Pub
Tiendas	Stores	Magasins
Restaurante Las Fajitas	Las Fajitas Restaurant	Restaurant Las Fajitas
Otros: _____ _____	Others: _____ _____	Autres: _____ _____

Fuente: elaboración propia.

Anexo 5. Salidas del software Smaart 7 con las mediciones en el espectro de frecuencias en los diferentes puntos de interés de las áreas objeto de estudio.

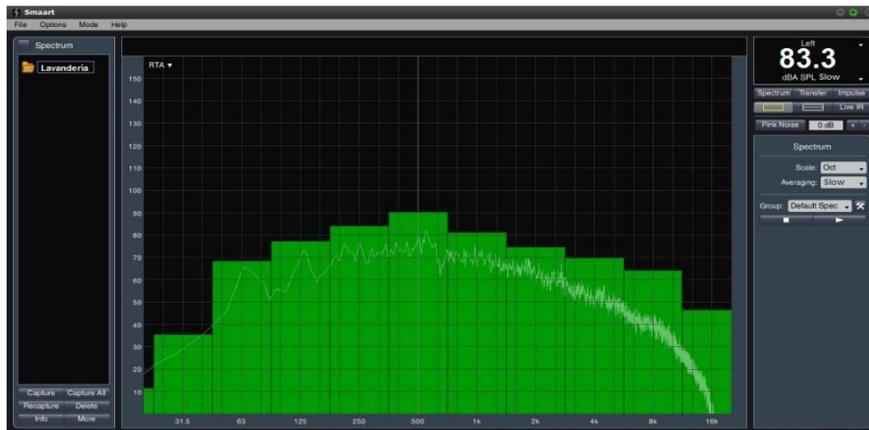


Figura 5.1. Medición sobre el puesto de Doblado.

Fuente: salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	69	78	83	90	81	75	70

Figura 5.2. Desglose del espectro de frecuencias-doblado.

Fuente: Salida del software Smaart 7.

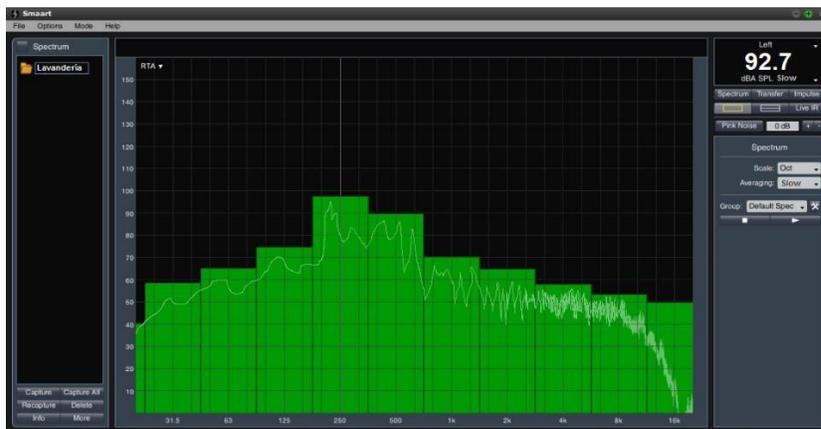


Figura 5.3. Medición en la sala de máquinas.

Fuente: salida del software Smaart 7.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	66	75	98	90	70	66	58

Figura 5.4. Desglose del espectro de frecuencias-sala de máquinas.

Fuente: Salida del software Smart 7.

- **Buffet**

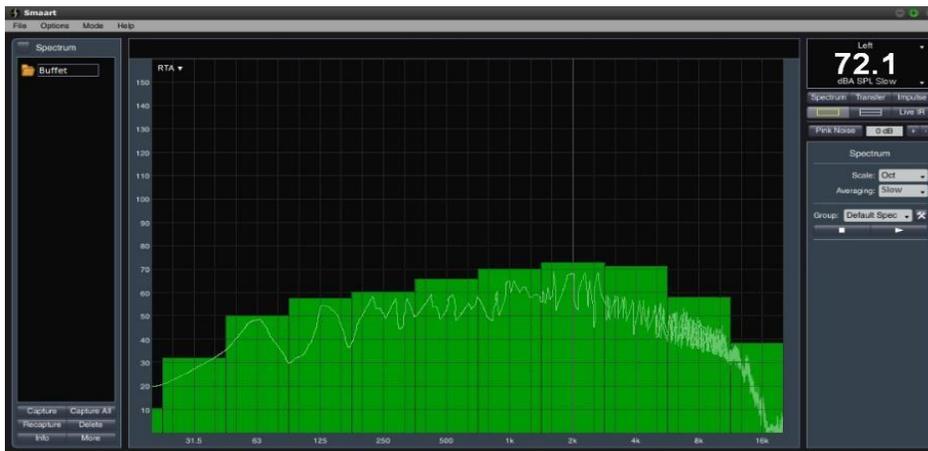


Figura 5.5. Medición sobre la mesa buffet.

Fuente: salida del software Smart 7.

F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	58	60	66	70	73	71

Figura 5.6. Desglose del espectro de frecuencias- mesa buffet.

Fuente: salida del software Smart 7.

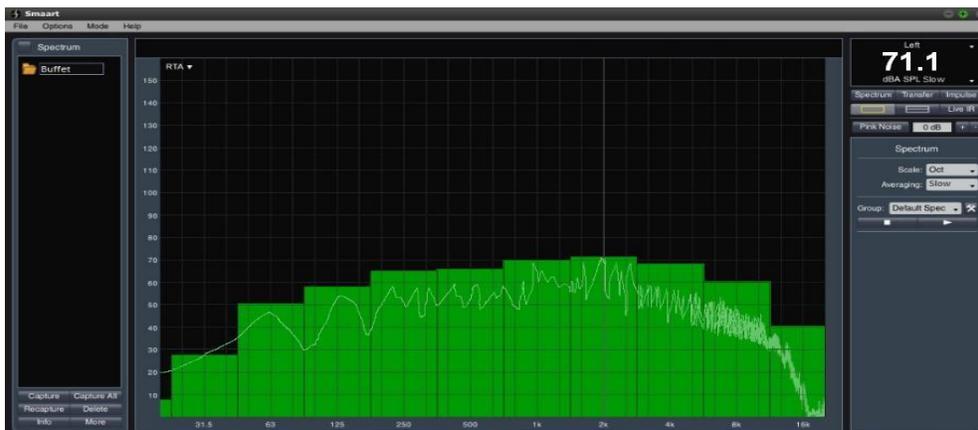


Figura 5.7. Medición en las mesas aledañas a la mesa buffet.

Fuente: salida del software Smart 7.

F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	59	65	66	70	72	69

Figura 5.8. Desglose del espectro de frecuencias-mesas aladañas.

Fuente: Salida del software Smart 7.

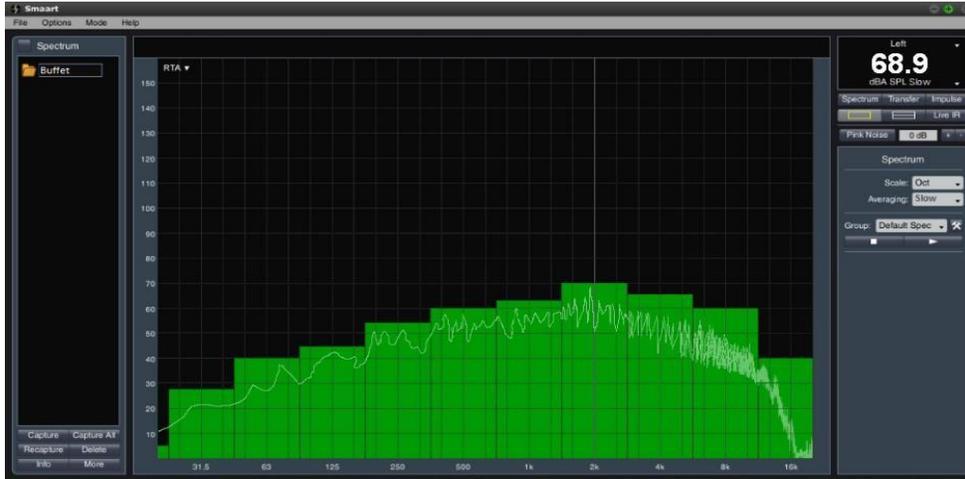


Figura 5.9. Medición sobre la pared.

Fuente: salida del software Smart 7.

F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	45	54	60	62	70	66

Figura 5.10. Desglose del espectro de frecuencias-sobre la pared.

Fuente: Salida del software Smart 7.

- Lobby (parte superior)

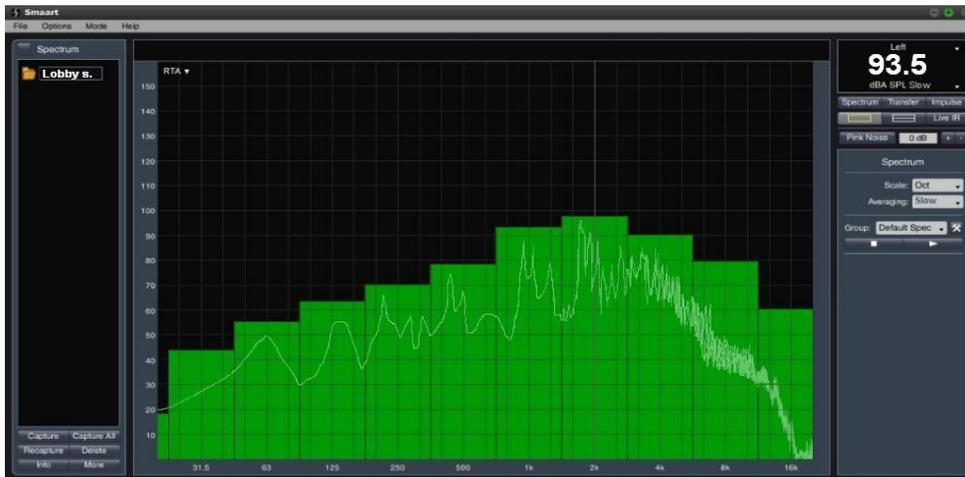


Figura 5.11. Medición en el área de la banda.

Fuente: salida del software Smart 7.

F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	63	70	79	93	98	90

Figura 5.12. Desglose del espectro de frecuencias-banda.

Fuente: salida del software Smart 7.

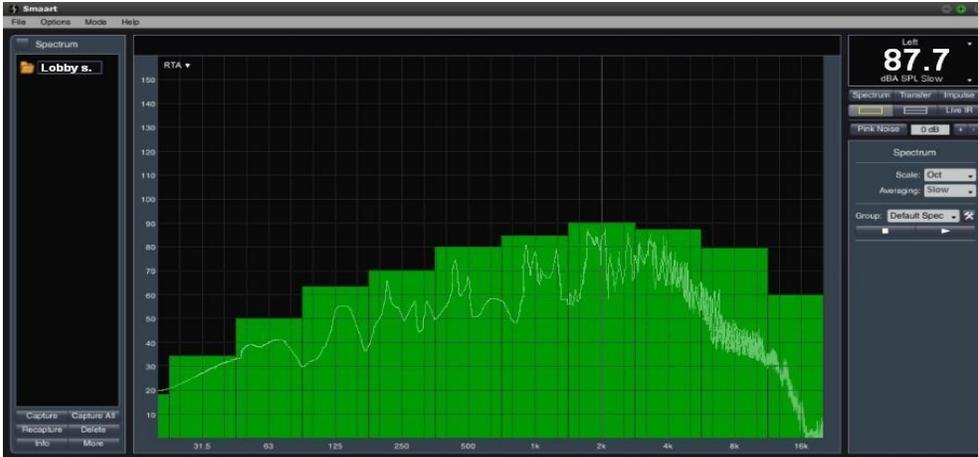


Figura 5.13. Medición sobre las mesas cercanas a la banda.

Fuente: salida del software Smart 7.

F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	63	70	80	85	90	88

Figura 5.14. Desglose del espectro de frecuencias-mesas cercanas.

Fuente: salida del software Smart 7.



Figura 5.15. Mediciones frente al Bar Turquino.

Fuente: salida del software Smart 7.

F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
L (dB-A)	63	70	74	79	80	78

Figura 5.16. Desglose del espectro de frecuencias-Bar Turquino.

Fuente: salida del software Smart 7.

- Lobby (parte inferior)



Figura 5.17. Medición en la escalera.

Fuente: salida del software Smart 7.

F·(hz)	125	250	500	1000	2000	4000
L·(dN-A)	60	67	70	80	83	81

Figura 5.18. Desglose del espectro de frecuencias- escalera.

Fuente: salida del software Smart 7.



Figura 5.19. Medición frente a los elevadores

Fuente: salida del software Smart 7.

F·(hz)	125	250	500	1000	2000	4000
L·(dN-A)	60	62	70	76	79	72

Figura 5.20. Desglose del espectro de frecuencias-elevadores.

Fuente: salida del software Smart 7.

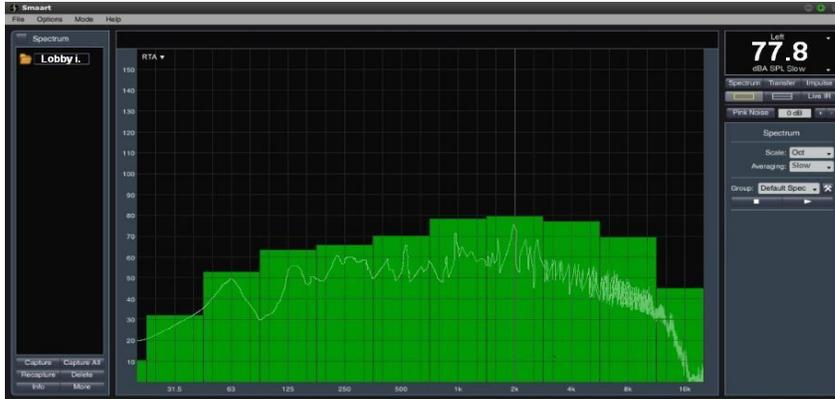


Figura 5.21. Mediciones frente al Buffet.

Fuente: salida del software Smart 7.

F·(hz)	125	250	500	1000	2000	4000
L·(dN-A)	64	66	70	79	80	78

Figura 5.22. Desglose del espectro de frecuencias-frente al buffet.

Fuente: salida del software Smart 7.

Fuente: elaboración propia

Anexo 6. Coeficientes de aislamiento sonoro (R) por frecuencia para diferentes materiales

Material	Frecuencia (Hz)						R	m Kg/m ³
	125	250	500	1000	2000	4000		
Pared de ladrillo con repello ambas caras (210 mm)	40	46	51	54	59	62	53	480
Pared de ladrillo con repello ambas caras (75 mm)	31	39	39	37	49	53	40	170
Pared hormigón (150 mm)	38	42	47	54	61	64	50	350
Pared hormigón (60 mm)	35	32	33	41	47	52	39	140
Pared bloques (20 cm)	38	44	51	60	62	61	52	385
Pared bloques (15 cm)	32	40	48	54	59	65	48	320
Pared bloques (10 cm)	38	35	44	50	56	62	46	180
Plancha de goma (10 mm)	16	21	24	27	29	24	26	8
Playwood (25 mm)	16	25	26	24	30	36	26	15
Playwood (10 mm)	19	19	22	25	25	19	22	7
Tablero de bagazo (4 mm)	14	16	19	21	25	20	20	3
Plancha aluminio (2 mm)	13	15	22	26	30	33	22	5
Plancha acero CT-3 (7 mm)	33	38	39	40	30	42	39	55
Plancha acero CT-3 (3,5mm)	29	33	36	39	41	31	37	28
Plancha acero CT-3 (1 mm)	17	23	30	32	35	38	30	8
Manta de fibra de vidrio	27	23	27	34	39	41	32	-
Madera de pino (6 cm)	27	31	33	35	37	40	34	-
Vidrio (3 mm)	-	26	27	31	33	29	30	-
Panel de yeso	28	32	34	40	38	49	37	-
Techo placa hormigón(10 cm)	38	36	43	52	58	64	47	240
Techo placa hormigón(15 cm)	35	41	50	56	61	70	51	360
Techo de losa prefabricada	30	33	40	40	52	55	40	160
Puerta de acero (6 mm)	25	27	31	36	32	-	30	-

Puerta playwood (≥ 4 mm)	15	17	19	21	20	15	18	-
Puerta de madera con fieltro	29	33	36	34	41	40	36	-
Puerta metálica simple	17	21	26	31	35	40	31	-
Puerta de aluminio	19	19	26	31	30	34	27	-
Ventana de madera con vidrio de 3 mm de espesor	13	16	21	25	26	15	21	-
Ventana de vidrio con marco de madera o metal	19	13	22	22	25	27	22	-
Panel de 3 vidrios	21	24	32	37	34	44	31	-
Láminas de PVC (17 mm)							25	-
Láminas de PVC (3.5 mm)							18	-

Fuente: tomado de (Rodríguez González et al., 2007)

Anexo 7. Superficies y coeficientes de absorción del buffet.

Superficie	Área (m²)	Tipo de material	Coeficiente de absorción del material (sabinos/m²)
1. Mesas para clientes	200.66	Madera	0.1
2. Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	210.45	Madera y vinil	0.59
3. Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	90.15	Mimbre, vinil y aluminio	0.59
4. Sofás con alto porcentaje de superficie tapizada	62.7	Vinil	0.83
5. Paredes de los estantes	21.11	Madera	0.1
6. Plano superior de los estantes	7.92	Mármol	0.2
7. Fracción de mármol de mesas buffet	24.43	Mármol	0,2
8. Fracción metálica de mesas buffet	9.81	Aluminio	0.02
9. Cubierta plástica de mesas buffet	16.45	Plástico	0.7
10. Piso	439.4	Azulejo	0.02
11. Techo recubierto de madera	438.07	Madera	0.1
12. Pared recubierta de madera	237.81	Madera	0.1
13. Pared de cristal	108	Cristal	0.02
14. Columnas recubiertas de madera	117	Madera	0.1
15. Puertas abiertas	44.49	-	1
16. Luminarias en el techo	37.81	Cristal	0.02
17. Inyectores y extractores	9.94	Aluminio	0.02
18. Personas	397	-	0.57

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Absorción total del lobby superior antes del control.

Superficie	Área (m²)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material (sabinos/m²)	Absorción de la superficie (sabinos)
Butacas con un porcentaje medio de superficie tapizada	108,77	mimbre y vinil	0,68	73,96
Bases de las mesas cuadradas de madera	6,82	madera	0,1	0,68
Superficies de cristal de las mesas cuadradas de madera	1,81	cristal	0,02	0,04
Bases de las mesas rectangulares de madera	7,99	madera	0,1	0,8
Superficies de cristal de las mesas rectangulares de madera	0,61	cristal	0,02	0,01
Sofás con alto porcentaje de superficie tapizada	95,67	vinil y madera	0,83	79,41
Bases de las mesa redondas	33,35	madera	0,1	3,34
Superficies de las mesas redondas	13,43	mármol	0,2	2,69
Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	108,68	madera y vinil	0,59	64,12

Butacas con alto porcentaje de superficie tapizada	8,60	mimbre y vinil	0,83	7,14
Mesas enteras de madera	4,92	madera	0,1	0,49
Tablón	17,47	madera	0,1	1,75
Piano	2,72	madera	0,1	0,27
Bocinas	2,63	plástico	0,7	1,84
Piso	1060,21	azulejos	0,02	21,20
Paredes de cristal	151,34	cristal	0,02	3,03
Base de la maqueta	1,57	madera	0,1	0,16
Superficie de cristal de la maqueta	9,53	cristal	0,02	0,19
Paredes recubiertas de azulejos	154,50	azulejos	0,02	3,09
Paredes de concreto	12,21	concreto	0,05	0,61
Techo	1120,45	concreto	0,05	56,02
Columnas recubiertas de azulejos	97,55	azulejos	0,02	1,95
Puertas abiertas	96,91	-	1	96,92
Personas	228	-	0,57	129,96
Atot				549,66

Fuente: elaboración propia.

Anexo 9. Absorción total del lobby superior después del control.

Superficie	Área (m²)	Tipo de material	Coefficiente de absorción del material (sabinos/m²)	Absorción de la superficie (sabinos)
Butaca con un porcentaje medio de superficie tapizada	108,77	mimbre y vinil	0,68	73,96
Base de la mesa cuadrada de madera	6,82	madera	0,1	0,68
Superficie de cristal de la mesa cuadrada de madera	1,81	cristal	0,02	0,04
Base de la mesa rectangular de madera	7,99	madera	0,1	0,80
Superficie de cristal de la mesa rectangular de madera	0,61	cristal	0,02	0,01
Sofá con alto porcentaje de superficie tapizada	95,67	vinil y madera	0,83	79,41
Base de mesa redonda	33,35	madera	0,1	3,34
Superficie de mesa redonda	13,43	mármol	0,2	2,69
Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada	108,68	madera y vinil	0,59	64,12
Butaca con alto porcentaje de superficie tapizada	8,60	mimbre y vinil	0,83	7,14
Mesa de madera	4,92	madera	0,1	0,49
Tablón	17,47	madera	0,1	1,75
Piano	2,72	madera	0,1	0,27
Bocinas	2,63	plástico	0,7	1,84
Piso	1060,21	azulejos	0,02	21,20
Paredes de cristal	151,34	cristal	0,02	3,03
Base Maqueta	1,57	madera	0,1	0,16
Superficie de cristal de maqueta	9,53	cristal	0,02	0,19

Paredes recubiertas de azulejos	154,50	azulejos	0,02	3,09
Pared de concreto	9,17	concreto	0,05	0,46
Techo	1087,33	concreto	0,05	54,37
Columnas recubiertas de azulejos	97,55	azulejos	0,02	1,95
Puertas abiertas	96,91	-	1	96,91
Personas	228	-	0,57	129,96
Paneles absorbentes	33,12	espuma de melamina	0,95	31,46
Tótems	9,70	resina de melamina	0,95	9,22
Cubos acústicos	1,73	resina de melamina	0,99	1,71
Atot				590,24

Fuente: elaboración propia.

Anexo 10: Absorción total en el lobby inferior antes del control.

Superficie	Área	Material	Coefficiente de absorción	Absorción total de la superficie
Puertas abiertas	44.83	-	1	44.83
Pared de cristal	410.78	cristal	0.02	8.22
Puerta elevador	3.96	aluminio	0.02	0.08
Butacas con por ciento medio de tapiz	83.33	madera y vinil	0.68	56.67
Base de mesas	4.55	madera	0.1	0.45
Superficie de mesas	1.78	mármol	0.2	0.36
Expositor de ron	8.59	Madera	0.1	0.86
Mostrador de artesanía	14.37	cristal	0.02	0.29
Pared de concreto	12.54	concreto	0.05	0.63
Puerta de empleados	2.0903184	aluminio	0.01	0.02
Piso	538.00	azulejo	0.02	10.76
Techo	550.89	concreto	0.05	27.54
Personas	28	-	0.57	15.96
Pared de azulejo	35.93	azulejo	0.02	0.72
Atot	167.38			

Fuente: elaboración propia.

Anexo 11: Absorción total del lobby inferior después del control.

Superficie	Área	Material	Coefficiente de absorción	Absorción total de la superficie
Puertas abiertas	44.83	-	1	44.83
Pared de cristal	410.78	cristal	0.02	8.22
Puerta elevador	3.96	aluminio	0.02	0.08
Butacas con por ciento medio de tapiz	83.33	madera y vinil	0.68	56.67
Base de mesas	4.55	madera	0.1	0.45
Superficie de mesas	1.78	mármol	0.2	0.36
Expositor de ron	8.59	Madera	0.1	0.86
Mostrador de artesanía	14.37	cristal	0.02	0.29
Pared de concreto	12.54	concreto	0.05	0.63
Puerta de empleados	2.0903184	aluminio	0.01	0.02
Piso	538.00	azulejo	0.02	10.76
Techo	514.89	concreto	0.05	25.74
Personas	28	-	0.57	15.96
Paneles absorbentes decorativos	36	espuma de melamina	0.95	34.20
Pared de azulejo	35.93	azulejo	0.02	0.72
Cubos acústicos	4.332	resina de melamina	0.99	4.28
Atot				204.07

Fuente: elaboración propia.