

Universidad de Matanzas  
Facultad de Ciencias Empresariales  
Departamento Industrial



Tesis en opción al título de Ingeniera Industrial

**Título:** Estudio de ruido en el hotel Meliá Marina  
Varadero.

**Autora:** Massiel González Falcón

**Tutor:** MsC. Yoel Almeda Barrios

**Matanzas, 2019**

## **Pensamiento**

“Siempre puedes ir más lejos después de  
pensar que no puedes más”

**Anónimo**

## **Dedicatoria**

A mis padres Mariely Falcón y Osvaldo González por el sin números de sacrificios que han hecho para que hoy sea la mujer que soy, por su apoyo incondicional en cada momento y su confianza infinita en mí.

*Con Mucho amor*

*Massiel*

## Agradecimientos

*A mis padres por ser mis ejemplos a seguir, mi motor impulsor, por no soltar mi mano nunca, por darme fuerzas cuando ya no me quedaban. En fin, a ellos les debo todo lo que soy.*

*A mi hermanito que es el corazón de la casa, por sus torpes caricias, por siempre estar para mí y porque siento que es mi alma gemela.*

*A mi abuela Mary por permanecer a mi lado siempre y por su constante preocupación hacia mí.*

*A mi puti por demostrarme su amor todos los días, por su apoyo incondicional, por hacer suyos mis problemas, porque a su lado todo es mejor y por confiar en mí todo este tiempo.*

*A mi abuelo Falcón por subirme siempre la autoestima y por compartir conmigo sus conocimientos.*

*A Osmany por su apoyo incondicional y por confiar en mí.*

*A mis súper amigas Aymee y Geydis por ser las hermanas que me dio la vida, por acompañarme y apoyarme por mucho más que estos 5 años.*

*A Juan, Leyser, Roberto y Machín por enseñarme que los que fueron desconocidos un día pueden llegar a ser parte de mi familia, los quiero un montón.*

*A Claudia, Geovanni y Jaime por formar parte de mi vida universitaria.*

*Al ingeniero Mariño por su colaboración.*

*A Javier por sus horas de dedicación a este trabajo de diploma.*

*Al personal de recursos humanos del hotel Meliá Marina Varadero.*

*A mi tutor por su dedicación y porque sin él no hubiese sido posible la realización de este trabajo de diploma.*

***A TODOS MUCHISIMAS GRACIAS!!!!***

## **Declaración de autoridad**

Yo, Massiel González Falcón, declaro ser la única autora de este Trabajo de Diploma como parte de la culminación de mis estudios en la especialidad de Ingeniería Industrial; en calidad de lo cual autorizo a la Universidad de Matanzas Sede "Camilo Cienfuegos" a hacer uso de la misma cuando y como estime necesario.

---

Massiel González Falcón

# Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Presidente del tribunal

---

Miembro del tribunal

---

Miembro del tribunal

---

Calificación

Ciudad de Matanzas, Cuba, a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del 2019.

## **Resumen**

Debido a las afectaciones provocadas por el ruido en el hotel Meliá Marina Varadero, se desarrolla la presente investigación. El objetivo general fue realizar un estudio de ruido en dicha instalación. Se emplearon herramientas como Microsoft Visio, Software Smaart 7, Software ArcGIS 10.3, SketchUp y el gestor bibliográfico End Note. Se aplicó la metodología de Almeda Barrios (2018) a la cual se le realizaron modificaciones. Se implementaron técnicas como la medición, observación, escucha directa y entrevistas, mediante estas fueron determinadas las principales áreas afectadas con los niveles de presión sonora en cada una de ellas. Se comprobó la existencia de contaminación acústica mediante el diagnóstico a través de los mapas de ruido en los locales analizados. Como medidas de control factibles se determinaron; en la mini-tintorería el mantenimiento periódico de los equipos y el uso obligatorio de tapones de oído para los trabajadores, en el buffet la colocación de una puerta en buen estado en la entrada del área de fregado. En la oficina cajero central se propuso el cambio de la ventanilla de pago y el enclaustramiento de las enfriadoras en el caso de las habitaciones the level para atenuar los niveles de presión sonora provenientes de la sala de máquinas y del sistema de enfriamiento. En el lobby se dictaron medidas técnicas organizativas. El análisis económico de las medidas propuestas fue de 2342.18 CUC.

## **Abstract**

Due to the effects caused by noise in the Melia Marina Varadero hotel, the present research is developed. The general goal was to conduct a noise study in said facility. Tools such as Microsoft Visio, Software Smaart 7, Software ArcGIS 10.3, SketchUp and the bibliographic manager End Note were used. The Almeda Barrios's methodology (2018) was applied, to which modifications were made. Techniques such as measurement, observation, direct listening and interviews were implemented, through which the main affected areas were determined with the sound pressure levels in each one of them. The existence of acoustic contamination was checked through the diagnosis through the noise maps in the analyzed premises. As a feasible control measure they determined; in the mini-tintoreria the periodic maintenance of the equipment and the mandatory use of ear plugs of workers, in the buffet the placement of a door in good condition at the entrance of the scrubbing area. In the central cashier office, the change of the payment window and the confinement of the chillers were proposed in the case of the rooms to attenuate the sound pressure levels coming from the machine room and cooling system. In the lobby, technical- organizational measures were dictated. The economic analysis of the proposed measures was 2342.18 CUC.



# Índice

Introducción.....	1
Capítulo I. Fundamentación teórica.....	6
1.1 Aspectos generales de ruido.....	6
1.1.1 Conceptos de ruido. ....	6
1.1.2 Clasificación de los ruidos. ....	7
1.1.3 Características del ruido. ....	8
1.2 Consecuencias negativas de la exposición al ruido. ....	9
1.3 El ruido como contaminante ambiental .....	12
1.3.1 El ruido en el turismo.....	13
1.4 Diagnóstico y control del ruido.....	15
1.4.1 Control de ruido.....	16
1.4.1 Control del ruido en la fuente o foco. ....	16
1.4.2 Control del ruido en los medios de propagación .....	16
1.4.3 Control del ruido en el receptor.....	19
1.5 Principales leyes y normativas vinculadas con el ruido su evaluación, diagnóstico y control .....	19
1.5.1 Normativas en el mundo.....	19
1.5.2 Normativas en Cuba.....	20
Capítulo II. Metodología seleccionada para el control del ruido y su valoración económica en el hotel Meliá Marina Varadero.....	22
2.1. Antecedentes de la investigación.....	22
2.2. Descripción de la metodología seleccionada .....	23
Capítulo III. Aplicación de la metodología seleccionada en el hotel Meliá Marina Varadero. ....	41
3.1 Caracterización del hotel Meliá Marina Varadero.....	41
3.2 Aplicación de la metodología seleccionada.....	42
Conclusiones generales: .....	62
Recomendaciones:.....	63
Bibliografía:	
Anexos:	

# Introducción

En la actualidad, debido al desarrollo incontrolable de la sociedad, se han incrementado los factores de riesgo para el hombre; el cual no ha dejado de buscar alternativas para su protección y bienestar personal. Hoy día, se trata de contrarrestar los efectos negativos de uno de los agentes que con más frecuencia azotan la humanidad a escala mundial; el ruido.

Este, es sin lugar a dudas el primer factor contaminante que ha sido denunciado por la humanidad, desde el siglo IV a.c. en la antigua Roma, cuando ya se dictaban normas conducentes a reducir los niveles sonoros producidos por los artesanos y canteros; \_haciéndose aun mayor la problemática en el siglo XIX con la revolución industrial que dio origen a la actual situación, generada por los procesos industriales, el avance tecnológico, y el tráfico, que han formado una sociedad ruidosa, tanto en el ámbito social como laboral, haciendo de la urbes localidades con contaminación auditiva en incremento.(Instituto Tecnológico de Seguridad, 1988)

El ruido es un sonido desagradable y molesto, por niveles no necesariamente altos que son potencialmente nocivos para el aparato auditivo y el bienestar psíquico. Como término simple, es un sonido no deseado. (Fernández, 2014; Kitronza y Philippe, 2016)

Los peligros por ruido actualmente están identificados como un gran problema a resolver por la salud ambiental ya que son las formas de energía potencialmente nocivas en el ambiente, que pueden resultar en peligrosidad inmediata o gradual de adquirir un daño cuando se transfiere en cantidades suficientes a individuos expuestos.(PCC, 2016)

Investigadores como Monterroza (2007), Rodríguez González et al. (2007), Abad Toribio et al. (2011) y Parma (2015) aseguran que el ruido es el peligro que afecta a mayor número de trabajadores en el mundo; sin ellos ser conscientes de esto, ya que; es muy frecuente encontrar gran cantidad de fuentes de ruido que lo difunden no sólo a su espacio inmediato sino que pueden afectar áreas aledañas.

El número de empresas de servicios, a nivel global, ha incrementado, tanto es así, que en la actualidad superan a las de producción. En ambas, se hacen presente elevados niveles de ruido.

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.(Organizacion Mundial de la Salud OMS, 2007)

Dentro de la industria de los servicios; el turismo, hoy día, presenta un desarrollo significativo y se coloca a nivel mundial como una de las industrias más competentes y recaudadoras de todos los tiempos, debido a la gran cantidad de personas que se suman diariamente a ser clientes de este sector, el cual no está exento de altos niveles sonoros.

Para Cuba, el turismo ha sido su principal industria a partir de 1990, por lo que ha contribuido significativamente a la economía como fuente de ingresos, empleos y para la reanimación de otros sectores; lo cual confirma la extraordinaria importancia del turismo para el estado cubano, sin embargo; la industria turística en la isla, al igual que en el resto del mundo, también se encuentra perjudicada por elevados niveles de ruido.

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 (Fajardo Segarra et al., 2015). 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 estampa en la salud varía desde simples molestias psíquicas y físicas, hasta la afección orgánica grave, la cual puede provocar la pérdida total de la audición, lo que limita al individuo para la realización de actividades profesionales o de recreación. Usualmente con el paso del tiempo se agravan las consecuencias, donde comienzan a proliferar sentimientos de molestias, estrés, factores de riesgo hasta enfermedades como el insomnio (European Environment Agency, 2014).

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, traducido en afectaciones a las entidades donde laboran, las cuales de manera general, se ven perjudicadas 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 (Martinez, 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 con el ruido, dentro de las cubanas se destacan la NC 26 (2007), NC 871 (2011) y la Ley 81 del Medio Ambiente. Este cuerpo normativo insuficiente, necesitado de revisión y actualización, establece conceptos, procedimientos de medición y criterios para caracterizar ambientes afectados acústicamente. A pesar de la existencia de dichas normas, estas no establecen cómo controlarlo, lo cual constituye su principal deficiencia. 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.

Dado que es evidente la necesidad de controlar al ruido, 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 normas que establezcan metodologías que permitan, de manera óptima, establecer un control sobre aquellas fuentes generadoras de ruido en instalaciones hoteleras, 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 y como aspecto primordial se logrará gran impacto en la experiencia del cliente y, por tanto, en la imagen y reputación mundial de las instalaciones turísticas del polo.

A partir de una revisión de las quejas realizadas por los clientes del hotel Meliá Marina Varadero, cuya propiedad está representada por Gaviota S.A y es administrado por Meliá International Hotels, permitió detectar que existen elevados niveles de ruido en 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 en las entradas monetarias a la misma por concepto de pérdida de clientes. Entrevistas realizadas a trabajadores 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. Esta situación deteriora el objeto social de la instalación pues la misma fue concebida como hotel de ocio y la tranquilidad de sus huéspedes se ve afectada, de ahí el interés de la dirección en el estudio.

Lo antes expuesto permite establecer la siguiente **situación problemática**: las afectaciones de ruidos en el hotel Meliá Marina Varadero que se manifiestan mediante quejas de clientes y trabajadores, la falta de una identificación eficaz de las fuentes que lo generan y las áreas más afectadas, su evaluación, el diagnóstico de la contaminación acústica y las posibles medidas para su disminución o eliminación; limitan la adecuada gestión del riesgo y afectan el bienestar de trabajadores y clientes.

En este sentido el **problema científico** que se define en esta investigación es:

Las afectaciones provocadas por el ruido a trabajadores y clientes en el hotel Meliá Marina Varadero

El **objetivo general** que se propone es:

Realizar un estudio de ruido en el hotel Meliá Marina Varadero.

Los **objetivos específicos** que definen el cumplimiento del objetivo general son:

1. Construir el marco teórico referencial de la investigación, relacionado con la evaluación y control del ruido en el contexto nacional e internacional enfocado a instalaciones hoteleras.
2. Seleccionar una metodología para el estudio de ruido en instalaciones hoteleras.
3. Aplicar la metodología seleccionada en el hotel Meliá Marina Varadero.

El presente trabajo está conformado por tres capítulos que se distribuyen de la siguiente manera:

En el primer capítulo 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 a la salud, comunicación, las organizaciones y las principales medidas de control del mismo, así como el cuerpo normativo vigente que refiere a dicho contaminante.

En el segundo capítulo se define la metodología a implementar, que permite la evaluación y control del ruido en instalaciones hoteleras que incluye: identificar y caracterizar las fuentes y áreas emisoras de ruido, medir los niveles de ruido existentes y clasificarlos, determinar los niveles recomendados y compararlos con los existentes, identificar y calcular los índices de confort acústico, diagnosticar mediante mapas de ruido, proponer medidas de control y valorar económicamente las medidas empleadas.

En el tercer capítulo se realiza una caracterización del hotel Meliá Marina Varadero 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 I. Fundamentación teórica.

En el presente capítulo se analizan aspectos teóricos del ruido como contaminante ambiental. Se exponen definiciones, características, clasificaciones, daños que ocasiona, su influencia en el sector turístico hotelero y las disímiles formas de control.

## 1.1 Aspectos generales de ruido.

El sonido es la vibración mecánica de las moléculas de un gas, de un líquido, o de un sólido (aire, agua, paredes, etc.) que se propaga en forma de ondas, y que es percibido por el oído humano; mientras que el ruido es todo sonido no deseado, que produce daños fisiológicos y/o psicológicos.(Cortés Diaz, 2002)

### 1.1.1 Conceptos de ruido.

El ruido es un término que ha sido abordado por variedad de autores, algunos de sus criterios se recogen a continuación:

**Tabla 1:** Conceptos de ruido por diferentes autores.

Autor/ Año	Conceptos
<b>Modelo Pedro (2000).</b>	Un sonido no deseado
<b>Hansen (2001).</b>	Un sonido desagradable o indeseable.
<b>Harris y Piersol (2002)</b>	Es cualquier señal no deseada. Cualquier disturbio indeseado dentro de una banda de frecuencia útil.
<b>Moya Pon y Ledesma (2003).</b>	Es todo sonido indeseable, que según su naturaleza, magnitud o duración, puede afectar la salud y/o producir otros efectos adversos para las personas y el ambiente.
<b>González y López (2004)</b>	Un sonido indeseado que puede afectar negativamente la salud, bienestar y calidad de vida del hombre y aparenta ser el más inofensivo de los agentes contaminantes, ya que solo es percibido por el oído y en ocasiones por el tacto (vibraciones) en presencia de grandes niveles de presión sonora; con similar sensación de molestia

<b>Magazine (2005)</b>	Un sonido inarticulado que por lo general es desagradable
<b>Tolosa F (2006)</b>	Como todo sonido indeseable, considerando que su indeseabilidad está en función de la experiencia adquirida por el ser humano; y que se encuentra normada por una serie de factores llamados idiosincráticos propios de una sociedad, que tiene elementos históricos, geográficos, etnográficos y educativos comunes.
<b>Comisiones Obreras de Asturias (2007)</b>	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.
<b>DECRETO 213 (2012).</b>	El sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas
<b>Fernández (2014)</b>	Es el sonido indeseado, que perjudica la salud física y psíquica.
<b>Gobierno de México (2015)</b>	Sonido no agradable o conjunto de sonidos no coordinados que originan sensaciones desagradables e interfieren con la actividad humana, siendo el ruido una apreciación subjetiva y molesta del sonido.
<b>Amable et al. (2017 )</b>	Es un sonido que constituye el estorbo público más generalizado en la actualidad, por las afectaciones a la salud que puede ocasionar
<b>Almeda Barrios (2018)</b>	El ruido es un sonido no deseado, causante de una sensación auditiva desagradable o molesta.

**Fuente:** Elaboración propia.

Tras el análisis de los criterios expuestos anteriormente la autora coincide que el ruido es un sonido no agradable generado por actividades humanas que puede ser perjudicial para la salud.

### **1.1.2 Clasificación de los ruidos.**

Para un estudio más detallado de los ruidos fue necesario su agrupación en diferentes clasificaciones las cuales según Ministerio del Ambiente (2003), Secretaría de Estado (2001), Organización Mundial de la Salud OMS (2001) y ISO-TECNICA (2004) son las siguientes:



- ❖ 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 impulso: Ruido que fluctúa en una razón extremadamente grande en tiempos menores a 1 segundo.

### **1.1.3 Características del ruido.**

El ruido es considerado dentro de la gama de contaminantes o agresores ambientales que existen, como el que parece tener una "Personalidad Propia"; debido a las características que posee (S.A., 2015):

- ❖ Es el contaminante más barato.
- ❖ Es fácil de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- ❖ Es complejo de medir y cuantificar.
- ❖ No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- ❖ No se traslada a través de los sistemas naturales.

- ❖ Se percibe solo por un sentido: el Oído, lo cual hace subestimar su efecto; (esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor, tacto y sabor).
- ❖ Se trata de una contaminación localizada, por lo tanto, afecta a un entorno limitado a la proximidad de la fuente sonora.
- ❖ Los efectos perjudiciales, en general, no aparecen hasta pasado un tiempo largo, es decir, sus efectos no son inmediatos.
- ❖ A diferencia de otros contaminantes es frecuente considerar el ruido como un mal inevitable y como el resultado del desarrollo y del progreso.
- ❖ Es ubicuo, es decir, se genera fácilmente donde el hombre realiza cualquier actividad y por eso se encuentra en todas partes.

Para ser percibidos por el oído, según Ruiz Efrén (2004) los sonidos deben tener ciertas características físicas que pueden ser medidas y que son:

- ❖ Intensidad: Es la cantidad de energía acústica y se expresa en decibeles (dB) (El decibelio es una unidad logarítmica y es una unidad de nivel sonoro medido con un filtro previo que quita parte de las bajas y las muy altas frecuencias. De esta manera, después de la medición se filtra el sonido para conservar solamente las frecuencias más dañinas para el oído, razón por la cual la exposición medida en dB A es un buen indicador del riesgo auditivo.
- ❖ Duración: La medida es en unidades de tiempo (segundo, minuto, hora, día, año)
- ❖ Frecuencia: Es el número de ondas que son emitidas durante un segundo, cuya unidad es el Hertz (Hz) definido como una vibración por segundo.
- ❖ Amplitud de la onda: es la distancia que existe entre el punto máximo o mínimo de la onda y su punto de equilibrio.

La sensación sonora es más fuerte conforme es más importante la vibración creada por la presión sonora. A mayor presión sonora, más fuerte es la sensación y más fuerte el ruido.

## **1.2 Consecuencias negativas de la exposición al ruido.**

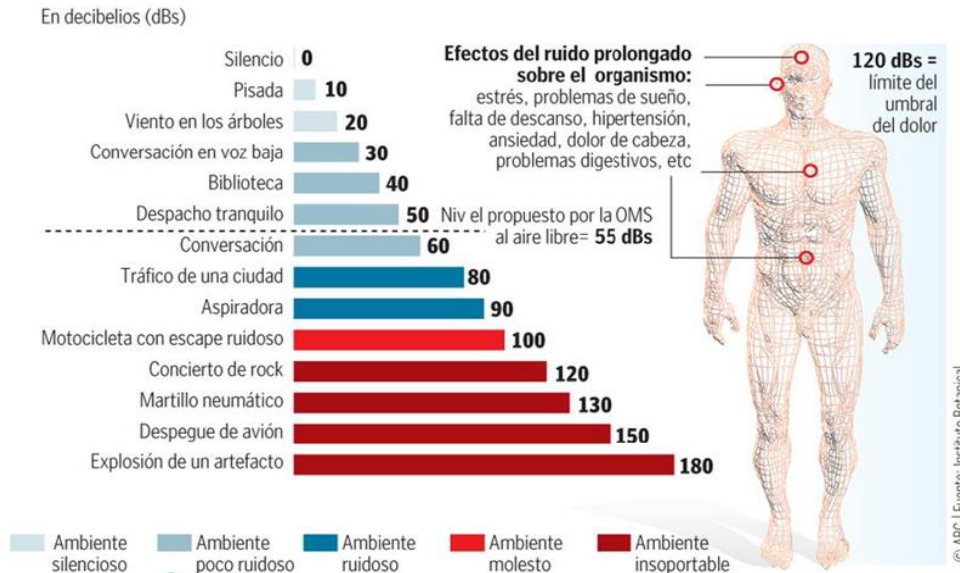
La lista de consecuencias producidas por el ruido es larga, al dolor de cabeza, las perturbaciones en el sueño y el estrés, se unen otras alteraciones tanto fisiológicas, psicológicas como sociológicas y laborales.

Los efectos en la salud de la exposición al ruido dependen del nivel del mismo y de la duración de la exposición. 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. (Guisasola, 2010)

La figura 1 muestra los principales efectos en la salud humana.

### SALUD Y NIVELES DE RUIDO



**Figura 1.** Principales efectos en la salud humana

**Fuente:** tomado de Guisasola (2010).

Aunque el principal efecto y el más conocido del ruido en el trabajo es la pérdida de audición, la exposición al ruido también puede plantear diversos riesgos no-auditivos para la seguridad y la salud de los trabajadores. Según Guisasola (2010) podemos distinguir 3 tipos de efectos:

- ❖ Efectos Auditivos.
- ❖ Efectos Extra-auditivos o Fisiológicos.
- ❖ Efectos sobre la Actividad Laboral.

#### Efectos Auditivos.

Podemos distinguir 2 tipos de daños auditivos en función de la persistencia del daño (daños temporales o permanentes) y en función de la reversibilidad, o no, de la alteración producida en el aparato auditivo.

Variaciones temporales del umbral:

- ❖ Adaptación.

Tras un período prolongado de exposición a un sonido elevado se produce una atenuación de las sensaciones, o acomodación del oído, que dura un tiempo corto

después de la exposición, pero que es reversible, pues el oído recupera su sensibilidad inicial. Se produce en exposiciones superiores a los 40 dB de intensidad y que no alcancen intensidades muy elevadas que pueden producir una lesión o trauma del aparato auditivo.

❖ Fatiga.

Alteración de la sensibilidad debido a una estimulación intensiva que se prolonga durante un tiempo de minutos u horas. Es reversible, pero puede progresar a una variación permanente del umbral.

Variaciones permanentes del umbral:

❖ Trauma acústico agudo.

Es la consecuencia de un ruido de muy alta intensidad y, habitualmente, en breve espacio de tiempo (incluso a un único impulso fuerte). Este tipo de ruidos se conocen como ruidos de impacto o de impulso. Como resultado, puede ocurrir una rotura de la membrana del tímpano y una destrucción de células ciliadas (células sensoriales). Se puede producir una alteración permanente del umbral auditivo.

❖ Hipoacusia o sordera profesional inducida por el ruido.

La sordera profesional es la consecuencia de una exposición prolongada y repetida a niveles sonoros de alta intensidad durante años y que ocasiona una lesión y deterioro progresivo de las células sensoriales del oído. El oído recibirá las ondas sonoras pero los receptores están destruidos y no pueden convertir la onda mecánica en impulso nervioso para enviarlo al cerebro. La pérdida de audición será irreversible.

Efectos Extra-Auditivos o Fisiológicos.

La exposición a ruido depende del tiempo de exposición y la intensidad de ruido elevada, ha sido relacionada con diferentes alteraciones sobre aparatos y sistemas del organismo:

❖ Efectos sobre el equilibrio: vértigos y sincopes.

❖ Efectos sobre la visión: estrechamiento del campo visual. Dilatación de pupilas y nistagmus (movimiento involuntario e incontrolable de los ojos).

❖ Efectos sobre el sistema cardiovascular: alteración del ritmo cardiaco. Riesgo coronario. Alteraciones de la presión arterial.

❖ Efectos sobre el aparato digestivo: alteraciones de la secreción ácida del estómago. Alteraciones de la motilidad gástrica y/o intestinal.

❖ Efectos sobre el aparato respiratorio: aumento de la frecuencia respiratoria.

- ❖ Efectos de índole psicológica: ansiedad. Dificultad de concentración. Inseguridad. Inquietud. Agresividad. Disminución de la efectividad en tareas.
- ❖ También se le relaciona con efectos sobre las funciones neuroendocrinas y sistema reproductor. Además, puede provocar trastornos del sueño.

Muchos de estos efectos son consecuencia de la aparición de situaciones de estrés que son potenciadas por el ruido, y que favorecen numerosas enfermedades cardiovasculares (hipertensión, vasoconstricción), del sistema circulatorio (taquicardia, aumento de la presión sanguínea), alteraciones del aparato digestivo (aumento de úlceras gástricas) y del sistema endocrino.

Efectos sobre la Actividad Laboral.

Se ha demostrado que el ruido contribuye a la degradación de las relaciones interpersonales y altera el clima social en las empresas. Posiblemente por la dificultad objetiva para la comunicación unida a la sensación de “molestia” con la que, habitualmente los trabajadores expuestos a ruido, definen la presencia de ruido en su ambiente de trabajo, independientemente de éste suponga un riesgo para la salud. En relación con todo esto, otros de los efectos colaterales del ruido son: la disminución de la productividad y el aumento de la tasa de errores que genera no-conformidades o deficiencias de calidad.

Por otra parte, también puede ser la causa de un mayor riesgo de accidentes de trabajo, puesto que el ruido disminuye la capacidad de concentración global en el trabajo, y los altos niveles dificultan que los trabajadores escuchen: las señales de alarma, los mensajes de alerta, las señales acústicas necesarias o las señales de advertencia (por ejemplo, las señales de marcha atrás de los vehículos), y se comuniquen, lo que incrementa la probabilidad de que ocurran accidentes.

### **1.3 El ruido como contaminante ambiental**

La contaminación acústica se ha considerado por miles de años como el primer factor contaminante que ha denunciado la humanidad. El incremento en la densidad de la población, la mecanización y automatización de las actividades laborales y el uso generalizado de vehículos automotores han hecho que la contaminación acústica sea una de las mayores causas del deterioro del medioambiente urbano, convirtiéndose en un agente de deterioro ambiental que atañe al medio físico transformado y principalmente al ser humano, es uno de los problemas medioambientales que afecta principalmente las zonas patrimoniales y a quienes las habitan; por tanto, es un factor que mide la calidad de vida. (Fernández de Lara, 2013)

Entre los numerosos factores que contribuyen a la contaminación del ambiente, que afectan la salud y la comodidad del hombre y que agravan la economía de todos los países, el ruido ocupa uno de los primeros lugares. Esta contaminación producida por la actividad humana ha aumentado de forma espectacular en los últimos años. Según estudios realizados por organismos competentes y certificados, 130.000.000 de habitantes de sus países miembros, se encuentran con nivel sonoro superior a 65 decibelios (dB), límite aceptado por la O.M.S. y otros 300.000.000 residen en zonas de incomodidad acústica entre 55-65 dB. (Secretaría de Salud Laboral, 2012)

Se deriva generalmente de la estructura socioeconómica y geográfica de un asentamiento humano, en términos generales 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 traen consigo 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. (S.A., 2015)

### **1.3.1 El ruido en el turismo**

Los impactos que provoca el ruido en la salud humana y en el medio ambiente 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, 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)

Los efectos del ruido inciden de manera significativa al sector turístico pues según Martínez (2017) el confort acústico se ha convertido en una de las principales demandas para los clientes de los hoteles, tal es así que algunos establecimientos poseen certificados que garantizan un confort acústico en su recinto. Se han llevado a cabo una serie de iniciativas para combatir el ruido en instalaciones hoteleras, unos de los más veteranos en su aplicación son los Relais du silence, que comenzaron en Francia en 1968 como grupo de hoteles "con encanto que ofrecían a sus huéspedes una estancia tranquila y en la actualidad se han extendido a cerca de 200 hoteles en toda Europa.

En 2015, 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 cumplieran con determinados estándares. En España, el Instituto Internacional de Confort Acústico (IIAC), con sede en Málaga, trata de concientizar a la sociedad de la necesidad de un buen confort acústico, es decir, la ausencia de molestias sonoras, para mejorar la calidad de vida de las personas. Sus responsables han creado el "Sello de Confort Acústico", que garantiza una experiencia excelente a los usuarios de los establecimientos en posesión de este distintivo (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. (Ministerio de Trabajo y Superintendencia de Riesgos del Trabajo, 2012)

El Instituto Tecnológico Hotelero (ITH) y el Grupo Audiotec Centro Tecnológico de Acústica han firmado un acuerdo de colaboración para generalizar la implantación de la certificación de Calidad Acústica (AQH). La distinción se ha dado a conocer a los cerca de 20 000 hoteles que forman parte de la base de datos de ITH. El nivel acústico para los hoteles, establecido según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), no deberá exceder entre los 25 a 35 decibelios.

El turismo se ha convertido en una opción para el desarrollo económico, social y ambiental, sin embargo, los ruidos generados por la llamada industria sin humo altera el bienestar de las comunidades y localidades turísticas lo que ocasiona que los clientes se lleven una pésima imagen de los lugares visitados pues según revelan algunos informes, el ruido se ha convertido en el principal factor que influye en la reputación online de las instalaciones hoteleras y un 13% de los usuarios expresan su negativa de regresar a la instalación precisamente por problemas de ruido. Con estos resultados, el ruido se sitúa como el elemento peor valorado seguido por los ascensores en mal estado, los olores, el aire acondicionado y la calefacción. Cuba no ha estado exenta de esta problemática, ni escapa de sus efectos. Diversas publicaciones demuestran como 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, según plantea Quiala Armenteros (2011), el número de quejas por ruido es cada vez mayor y Fajardo Segarra et al. (2015) 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.

En los hoteles el cliente busca encontrar descanso, tranquilidad, despreocuparse de sus tareas cotidianas y eliminar el stress del trabajo. No obstante, en muchas ocasiones este descanso se ve alterado por situaciones ajenas del entorno. Es por ello que resulta fundamental construir sobre la base de soluciones acústicas más adecuadas y evitar tener que gastar dinero posteriormente en medidas compensatorias.

#### **1.4 Diagnóstico y control del ruido.**

Entre las herramientas de diagnóstico se encuentran los mapas de ruido los que se han convertido en las últimas décadas en un instrumento esencial para la caracterización del grado de contaminación acústica en las ciudades y la generación de planes de mitigación sonora.

Según Bastián (2015) mapa de ruido es aquel que entrega información visual del comportamiento acústico de un área geográfica (barrio, pueblo, ciudad, región, país), en un momento determinado. Habitualmente los niveles de ruido son representados por medio de colores a modo de las curvas topográficas en un mapa.

En la Norma ISO 1996 (1996) se reconoce que la información que se puede obtener a partir de un mapa de ruido es muy útil para la planificación urbana, como herramienta de apoyo en el diseño de medidas de control de ruido ambiental (normas y otras disposiciones), para la proyección de actividades que puedan generar cambios en el ambiente acústico (evaluación de impacto ambiental).

Santos y Valado (2004) plantean que el uso de la técnica de mapas de ruido como herramienta de planificación permite, entre otras cosas:

- ❖ Cuantificar el ruido en el área en estudio y la posibilidad de evaluar la exposición de la población expuesta.
- ❖ Crear una base de datos, para planificación urbana: localización de actividades ruidosas y de zonas mixtas y sensibles.
- ❖ Modelar diferentes escenarios de evolución futura y realizar la previsión del impacto acústico de infraestructuras y actividades ruidosas aun en proyecto.

Además, los mapas de ruido permiten realizar una evaluación objetiva de la realidad acústica existente en una zona determinada, por lo que se puede concluir que lo mapas de ruido son una herramienta de gestión imprescindible para las autoridades de la gestión urbanística, y a su vez una herramienta útil para cuantificar y planificar la reducción de ruido. (Prieto, 2009)



### **1.4.1 Control de ruido**

Después de analizar la filosofía marcada en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el criterio de autores como Miyara (1999), Barron (2010), Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (2005) y Viña Brito y Marsán Castellanos (2007) la lucha contra el ruido se debe realizar prioritariamente en la propia fuente de generación del ruido, posteriormente en el medio por el que se propaga el ruido, y como último recurso en el propio trabajador expuesto. Según estos criterios, algunas de las medidas posibles para eliminar, o reducir y controlar, la exposición de los trabajadores al ruido, son:

#### **1.4.1 Control del ruido en la fuente o foco.**

La forma más efectiva de controlar el impacto del ruido es reducir su generación (García, 2001). A continuación se muestran algunas de las medidas primarias de control referidas en Miyara (1999), García Dihigo y Real Perez (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 anti-vibratorios.
- ❖ Construcción de pequeñas superficies emisoras, con el empleo de nervios y canales.

#### **1.4.2 Control del ruido 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 y Real Perez (2005), 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.

❖ 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) lo siguiente: “el tratamiento o revestimiento acústico de locales se basa en disminuir la reverberación al recubrir las diferentes superficies con materiales que tengan un alto coeficiente de absorción”.

Para García Dihigo y Real Perez (2005) 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 y Piersol, 2002)

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.

❖ 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)

### **1.4.3 Control del ruido 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)

## **1.5 Principales leyes y normativas vinculadas con el ruido su evaluación, diagnóstico y control**

Desde hace ya varios años existe un marco legal frente a la contaminación acústica, que tiene por objetivo la prevención y reducción de la misma, para evitar y minimizar los daños que puede ocasionar el ruido en la salud humana.

### **1.5.1 Normativas en el mundo**

El ruido ambiental es un problema mundial. Sin embargo, la forma en que el problema es tratado difiere considerablemente debido al país, cultura, economía y política en cuestión. Los decretos, normas y leyes implementadas en las diferentes regiones indican los niveles permisibles del mismo y 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”.

El nivel de ruido que permiten las normas sobre ruido de la mayoría de los países es por lo general de 85-90 dB durante una jornada laboral de ocho horas diarias, aunque algunos países recomiendan que los niveles de ruido sean incluso inferiores a éste y la literatura médica reporta como niveles de ruido peligrosos por encima de 80 dB.(Medina Á, 2013)

### **1.5.2 Normativas en Cuba.**

A los fines de instrumentar la política ambiental nacional mediante una gestión ambiental adecuada, es esencial contar con un sistema de medidas administrativas ágil, eficaz y flexible. En Cuba actualmente se encuentran vigentes legislaciones de carácter laboral, ambiental y un cuerpo de normas de aplicación obligatoria relacionadas con el ruido. A continuación, se mencionan algunas:

- ❖ (NC 19-01-06, 1983): 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): 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): Establece los diferentes métodos de exámenes audiométricos para determinar la pérdida auditiva. Reconoce tres grados de hipoacusia profesional.
- ❖ (NC-ISO 7188, 2005): Especifica un método para medir el ruido emitido por los vehículos de pasajeros (como se define en ISO 3833) en movimiento.
- ❖ (NC 26, 2007): 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): 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.
- ❖ (NC ISO 1999, 2011): 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 .

- ❖ (NC 871, 2011):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.

La eliminación o reducción del exceso de ruido en el lugar de trabajo no es meramente una responsabilidad legal de las empresas, sino que responde igualmente a los intereses comerciales de una organización. Cuanto más seguro y saludable sea el entorno de trabajo, menos probabilidades existirán de ausentismo, accidentes y bajo rendimiento, y por tanto se ahorrarán costos.

#### **Conclusiones parciales del capítulo:**

- ❖ Del análisis de las definiciones del término ruido se determinó que es un sonido no agradable generado por actividades humanas que puede ser perjudicial para la salud.
- ❖ 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.
- ❖ Los autores consultados coinciden en que el control del ruido se realiza en tres momentos fundamentales: el origen, los medios de propagación y el receptor.
- ❖ Para evitar las afectaciones que este contaminante ocasiona a la salud de las personas, asegurar el confort y la calidad de vida existen diferentes legislaciones que regulan sus niveles permisibles tanto en el ámbito nacional como internacional.

## Capítulo II. Metodología seleccionada para el control del ruido y su valoración económica en el hotel Meliá Marina Varadero.

En el presente capítulo se muestra la metodología seleccionada para el control del ruido y su valoración económica en el hotel objeto de estudio. Se presenta su despliegue a través de los procedimientos de evaluación, diagnóstico, control, así como la valoración económica sustentada en técnicas como observación, entrevistas, medición y cálculo de índices.

### 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), Diputación Foral de Bizcaia (2010), Náf Cortés (2014), Alfaro León (2016) y Almeda Barrios (2018).

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.** Matriz binaria

<b>Fase /Metodología</b>	<b>Ibrahim (1996)</b>	<b>Camposeco Espina (2003)</b>	<b>Diputación Foral de Bizcaia (2010)</b>	<b>Näf Cortés (2014)</b>	<b>Alfaro León (2016)</b>	<b>Almeda Barrios (2018)</b>
<b>Identificación de fuentes de ruido.</b>	1	1	1	1	1	1
<b>Evaluación</b>	1	1	1	1	1	1
<b>Diagnóstico</b>	1	1	1	1	1	1
<b>Control</b>	1	1	1	1	1	
<b>Valoración económica</b>	1	1	0	0	1	1
<b>Leyenda: 1:Incluye la fase 0:No incluye la fase</b>						

**Fuente:** elaboración propia

- ❖ Ibrahim (1996) en su metodología aborda de manera general el control de ruidos en termoeléctricas, no emplea en su propuesta la acústica gráfica ni el diseño de barreras acústicas.
- ❖ Camposeco Espina (2003) en su fase de diagnóstico considera la realización de encuestas en los diferentes puestos de trabajo para determinar el grado de afectación de los trabajadores, no incluye en dicha fase el empleo de los mapas de ruido. El enfoque de su investigación es en industrias de maquilado de tuberías de acero.
- ❖ La Diputación Foral de Bizcaia (2010) propone una metodología de control para zonas urbanas pero a pesar de mencionar la fase de control no materializa su desarrollo, además no considera la realización de la valoración económica de las medidas propuestas, lo que pone en desventaja su procedimiento ante las propuestas anteriores.
- ❖ Náf Cortés (2014) trata el tema del control del ruido en el ambiente laboral, su limitante es que no valora económicamente las medidas que propone.
- ❖ Alfaro León (2016) propone una metodología sobre el control del ruido en las áreas de Handling y mantenimiento de TAME EP en plataformas aeroportuarias debido a las características de los puestos de trabajo en estudio, sus medidas se enfocan solo al ámbito organizativo.
- ❖ (Almeda Barrios, 2018) propone una metodología enfocada al control de ruido en las instalaciones hoteleras, así como la valoración económica de las medidas propuestas.

Después del análisis realizado se puede decir que existen metodologías para la evaluación y control del ruido con aplicación en sectores específicos y se selecciona para el estudio la propuesta por (Almeda Barrios, 2018) en la cual se encuentran reflejadas las fases analizadas en la tabla 2.1, donde propone técnicas de control novedosas para las instalaciones hoteleras.

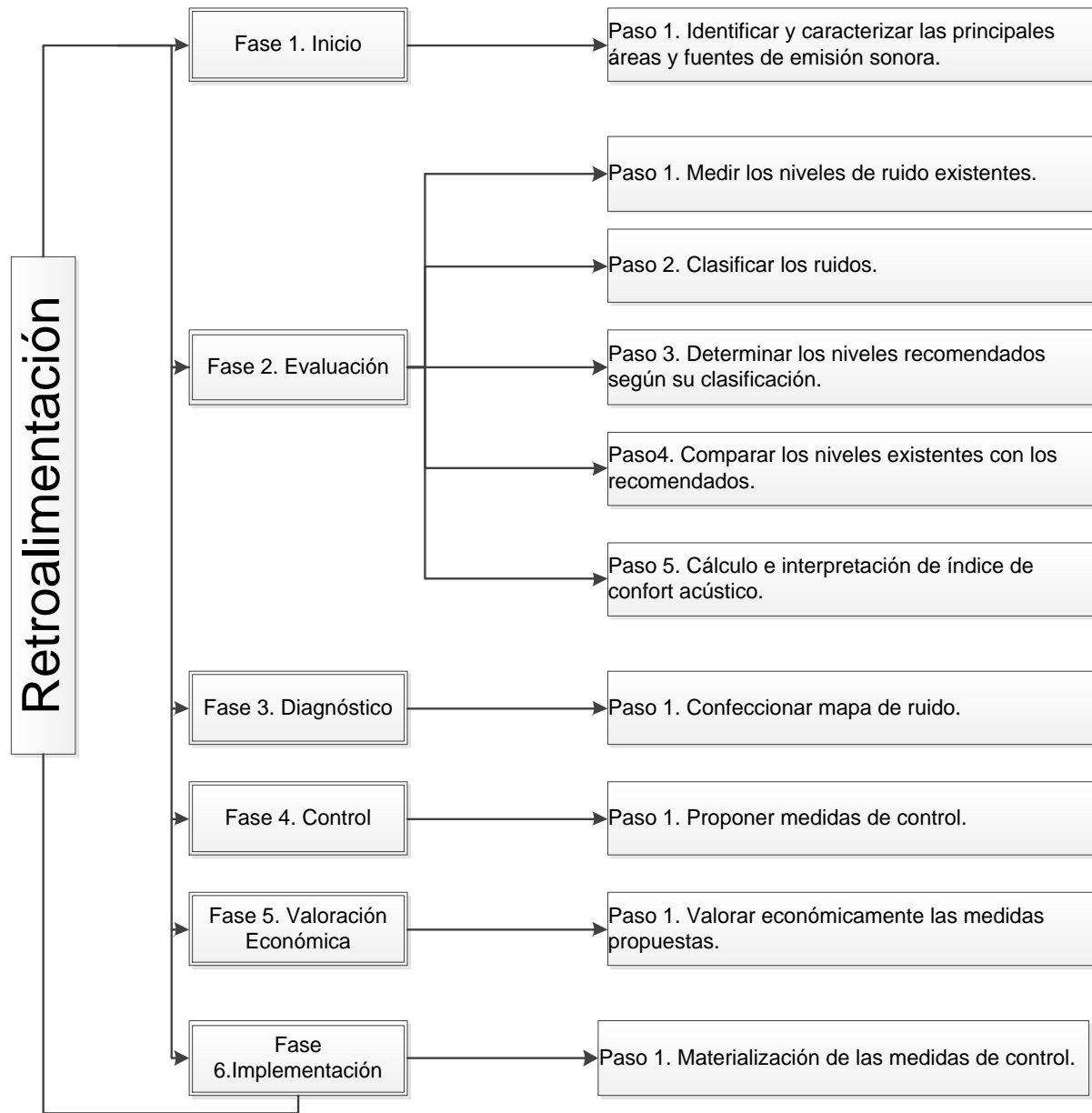
## **2.2. Descripción de la metodología seleccionada**

Para la evaluación y el control del ruido en el hotel Meliá Marina Varadero se selecciona la metodología de Almeda Barrios (2018) por las razones antes mencionadas, la cual se le aplican modificaciones que permiten su optimización en el sector hotelero.

Las modificaciones realizadas a esta metodología residen en la identificación y caracterización de las principales áreas y fuentes emisoras de ruido, así como también en la inserción del cálculo e interpretación de los índices de confort acústico y en el perfeccionamiento de la metodología de los mapas de ruido al emplear el software ArcGIS 10.3.

La figura 2.1 muestra la metodología a utilizar para la evaluación y el control del ruido en el hotel Meliá Marina Varadero.





**Figura 2.1.** Metodología propuesta

**Fuente:** elaboración propia.

La metodología propuesta está compuesta por 6 fases básicas en las cuales se incluye una serie de pasos que permiten evaluar, diagnosticar y controlar los niveles de contaminación acústica existentes en instalaciones hoteleras, con mayor minuciosidad, así como la valoración económica de las medidas de control manejadas. Al concluir la última fase comienza la retroalimentación que permite valorar la eficiencia del control al regresar a la identificación y caracterización de las áreas y fuentes de emisión sonora y de ser necesario, a la evaluación de los niveles existentes en el área objeto de estudio, lo cual permite evidenciar cambios tras la

puesta en marcha de las medidas propuestas al compararlos con los resultados obtenidos al inicio.

### **Fase 1. Inicio**

**Paso1.** Identificar y caracterizar las principales áreas y fuentes de emisión sonora

En este paso se identifican y caracterizan las principales fuentes emisoras de ruido y áreas donde se generan elevados niveles de emisión sonora. Para lograrlo se emplean técnicas como la observación, escucha directa y entrevistas a los trabajadores. El cumplimiento de este paso es de vital importancia pues es necesario identificar en su totalidad las verdaderas fuentes que generan ruidos y las áreas más afectadas por este contaminante para así trabajar de forma oportuna en disminuir las afectaciones producidas por la generación y transmisión de ruido.

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.

En las instalaciones hoteleras la presencia de estas fuentes se debe al incorrecto funcionamiento del equipamiento de ventilación, de lavandería, de electricidad y del bombeo de agua, así como el desarrollo actividades recreativas que implican el uso de medios de amplificación de audio, instrumentos musicales o su combinación y la aglomeración e interacción de clientes en áreas con deficientes propiedades acústicas como pueden ser lobbies y restaurantes.

### **Fase 2. Evaluación**

**Paso 1.** Medir los niveles de ruido existentes

La medición del ruido según Rodríguez González et al. (2007) permite conocer el nivel de nocividad del mismo a partir de los parámetros que lo identifican. Se emplea para realizar las mediciones de los niveles de presión sonora existentes un sonómetro y para el uso del mismo se tienen en cuenta los requisitos citados en Torres Sotolongo y Romero Suárez (2014), los cuales se exponen a continuación:

- ❖ 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.

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, y como se pretende medir el ruido que genera una fuente puntual de ahí la importancia del cumplimiento de este último requisito. En una circunstancia opuesta 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 llevar a cabo 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 Smart 7.

**Fuente:** elaboración propia.

**Paso 2.** Clasificar los ruidos existentes

El criterio básico de clasificación que establecen autores como C. M. Harris (1991), Ibrahim (1996), Berger (2003), García Dihigo y Real Perez (2005) y Rodríguez González et al. (2007) así como la NC 871 (2011), es el que se realiza en función del nivel de presión sonora y su fluctuación en el tiempo, según el cual pueden ser:

- ❖ Ruidos constantes: Según la respuesta lenta del sonómetro, varían en no más de 5 dB en las 8 horas laborables. El criterio de evaluación a utilizar dependerá de la clasificación otorgada en este caso se aplica el Criterio N de evaluación de ruidos o el criterio del nivel sonoro  $L(dB(A))$ .
- ❖ Ruidos no constantes: Varían en más de 5 dB en las 8 horas laborables. Para este tipo de clasificación el procedimiento a aplicar es 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 y Real Perez (2005); 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 (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 NC 871 (2011)(ver anexo1)

**Paso 4.** Comparar los niveles existentes con los recomendados

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

- ❖ Si  $N$  (dB) o  $Leq$  (A) (dB)  $\leq$  NMA (dB), entonces los niveles de ruido son adecuados y no perjudiciales, no es necesario continuar el estudio.
- ❖ Si  $N$  (dB) o  $Leq$  (A) (dB)  $>$  NMA (dB), entonces los niveles de ruido son inadecuados y perjudiciales, es necesaria la aplicación del resto de las fases de la metodología.

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.

**Paso 5.** Cálculo e interpretación de índices de confort acústico

El ruido es uno de los agentes contaminantes más frecuente en los puestos de trabajo incluidos los de tipo no industrial, por ejemplo, las oficinas. Es cierto que en estos ambientes rara vez se presenta el riesgo de pérdida de capacidad auditiva, pero también es cierto que el ruido, aún a niveles alejados de los que producen daños auditivos, puede dar lugar a otros efectos como son: alteraciones fisiológicas, distracciones, interferencias en la comunicación o alteraciones psicológicas. Estos efectos son difíciles de valorar y, en la práctica, cualquier evaluación de la exposición a ruido en oficinas debería empezar por conocer el grado de molestia expresado por los trabajadores de la oficina.

A continuación, se analizan brevemente los diferentes índices de valoración de ruido y su aplicabilidad a la valoración de las molestias producidas por el ruido.

**Nivel de interferencia conversacional (PSIL)**

Con este método se valora la capacidad de un ruido estable de interferir en la conversación entre dos personas en un entorno libre de superficies reflectantes que pudieran reforzar las voces de las personas.

El índice PSIL es la media aritmética de los niveles de presión sonora en las bandas de octava con centro en 500, 1.000, 2.000 y 4.000 Hz. El índice proporciona las distancias máximas a las que se puede mantener una conversación inteligible, con voz normal o con voz muy alta en función de los diferentes valores obtenidos del índice PSIL. Este método está recogido en la norma NTP 503 (1998).

**Tabla 2.3.** Valores indicativos del índice PSIL

PSIL (dB)	Distancia máxima a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación normal (m)	Distancia máxima a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación en voz muy alta (m)
35	7,5	15
40	4,2	8,4
45	2,3	4,6
50	1,3	2,6
55	0,75	1,5
60	0,42	0,85
65	0,25	0,50
70	0,13	0,26

**Fuente:** tomado de NTP 503 (1998).

Este método es útil para la valoración de ruidos estables y continuos.

### Tiempo de reverberación (Tr)

El tiempo de reverberación para una frecuencia dada es el tiempo, en segundos, necesario para que después de que cese la emisión de ruido, el nivel de presión sonora disminuya 60 decibelios.

De una búsqueda de las expresiones para el cálculo del tiempo de reverberación se detectaron las de Norris – Eyring, (Davis (1987)), Millington – Sette (Mompín Poblet, 1982) y Sabine (Recuero López, 1999) . Se propone emplear la de Sabine tal y como se muestra a continuación:

$$(2.2) T = 0,161 [V/A]$$

Donde:

T: Tiempo de reverberación [s]

V: Volumen de la sala [m<sup>3</sup>]

A: Absorción total [sabino]

Obtenida a partir de:

$$(2.3) A = \bar{\alpha} * Stot$$

Donde:

$$(2.4) Stot = \sum S_i \text{ (Superficie total del recinto [m}^2\text{])}$$

$$(2.5) \bar{\alpha} = \frac{\sum_i \alpha_i S_i}{Stot} \text{ (Coeficiente medio de absorción del recinto [sabinos/m}^2\text{])}$$

$\alpha_i$  = coeficiente de absorción de la superficie “i”(ver anexo 2)

$S_i$  = área de la superficie “i” [ $m^2$ ]

En la tabla 2.4 se recogen los tiempos de reverberación recomendados, para distintos locales habitables de diversos tipos de edificios.

**Tabla 2.4.** Tiempos de reverberación

Tipo de edificio	Local	Tiempo de reverberación (s)
<b>Residencial (público y privado)</b>	Zonas de estancia	$\leq 1$
	Dormitorios	$\leq 1$
	Servicios	$\leq 1$
	Zonas comunes	$\leq 1,5$
<b>Administrativo y de oficina</b>	Despachos	$\leq 1$
	Oficinas	$\leq 1$
	Zonas comunes	$\leq 1,5$
<b>Sanitario</b>	Zonas de estancia	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Dormitorios	$\leq 1$
	Zonas comunes	$1,5 \leq T \leq 2$
<b>Docente</b>	Aulas	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Salas de lectura	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Zonas comunes	$1,5 \leq T \leq 2$

**Fuente:** tomado de NTP 503 (1998)

El tiempo de reverberación es un índice útil para la evaluación de la “calidad acústica” de un local. Los locales con superficies muy reflectantes presentan tiempos de reverberación elevados, lo que implica dificultades en la comunicación.

### **Fase 3. Diagnóstico**

#### **Paso 1.** Confeccionar mapas de ruido

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 existan afectaciones por ruido en el hotel Meliá Marina Varadero.

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 de estudio.



Con el aumento del uso de programas de simulación para predecir niveles de ruido aumentan las comparaciones entre softwares y comienzan a emplearse entornos SIG en la elaboración de los mapas. La necesidad de crear mapas de ruido de grandes extensiones, donde se requiere de una gran cantidad de datos de entrada, impulsa a numerosos grupos de investigación a desarrollar sus propios programas de simulación

En la tabla 2.5 se recogen los softwares existentes más populares para la elaboración de ruidos, así como sus utilidades.

**Tabla 2.5.** Algunos de los Softwares utilizados en la elaboración de mapas de ruidos en el exterior son:

<b>Nombre del Software</b>	<b>Descripción</b>
<b>ProfetaSONIC TACTIC Suite</b>	Software acústico para proyección de ruido de fuentes puntuales y multipuntuales en bandas de octava de frecuencia (63; 125; 250; 500; 1k; 2k; 4k y 8k HZ). SE analizan factores como: ambientales, barreras, atenuación por el suelo, entre otros.
<b>Canarina CUSTIC</b>	Software para evaluar la contaminación sonora y el ruido: impacto ambiental del ruido, ingeniería ambiental de la contaminación acústica, gestión ambiental del ruido y de la contaminación acústica en general.
<b>CADNA-A</b>	Permite elaborar mapas de ruido en exteriores, generado a partir de bases de datos de fuentes de ruido comúnmente utilizadas en la industria. Permite también la predicción de ruido generado por carreteras (automóviles), vías férreas (trenes), aeropuertos (aviones).
<b>OTL-TERRAIN</b>	Realiza modelos de distribución de Niveles de Presión Sonora en exteriores mediante modelamiento computacional y presenta la información en un mapa 2D y 3D.
<b>SoundPLAN</b>	Modela espacios abiertos donde se requiere analizar la propagación del sonido. Modela el sonido proyectado al ambiente por fuentes puntuales y flujo vehicular.
<b>ArcGIS</b>	Software en el campo de los Sistemas de Información

	Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Fuente:** elaboración propia.

Como característica común de todos estos softwares se encuentra que son prepago, o sea, que funcionan bajo una licencia que hay que comprar.

De estos, se decide utilizar el software ArcGis, en su versión 10.3, el cual cuenta con una licencia gratuita de 21 días, con acceso a todas sus herramientas.

Para la construcción de los mapas de ruido se emplea la herramienta ArcMap de dicho software.

De los métodos disponibles para realizar la interpolación se recomienda emplear el Kriging, ya que es el apropiado para cambios graduales de ruido y es utilizado en concentraciones de contaminantes, en este caso el ruido ambiental.(Murillo, 2012)

Una vez obtenida toda la información necesaria, se continúa a procesarla como se describe a continuación, para obtener finalmente los mapas de ruido.

1. Georreferenciar la imagen de la zona en que se realiza el estudio, mediante el georreferenciador, de la herramienta del ArcMap del software ArcGIS
2. Preparar los resultados de las mediciones de los puntos de monitoreo en tablas de Excel, donde se tenga en cuenta la siguiente información: código de los puntos, coordenadas y los valores a representar.
3. Importar dichos datos a la herramienta ArcMap del software ArcGIS mediante la opción "Addxy data". Se coloca en el casillero de X Field: las coordenadas correspondientes a la longitud, en el casillero de Y Field: las coordenadas correspondientes a la latitud.
4. En el panel de ArcToolbox, se puede acceder a los distintos métodos de interpolación al seleccionar la Herramienta "SpatialAnalyst Tools" >> "Interpolation.Una vez aquí se puede observar una serie de métodos de interpolación, pero como se mencionó anteriormente, el método de interpolación Kriging, es el más recomendado para la elaboración de los mapas de ruido.
5. Cuando ya se tienen los datos interpolados, se procede a editar la escala de los niveles de presión sonora. Para esto se elaboró una escala que representa los niveles de presión sonora con tramos de 10 dB ya que no se puede implementar la escala propuesta por la Norma ISO 1996 (1996) porque no establece rango ni color para los niveles sonoros mayores a 85 dB, los cuales son de interés para la investigación.

La figura 2.3 muestra los niveles sonoros con sus respectivos colores y tramas.

< 55	<b>Amarillo</b>	Para las zonas que están en estado óptimo de sonoridad
55-65	<b>Verde</b>	Para las zonas que están en estado aceptable de sonoridad
65-75	<b>Azul</b>	Para las zonas que están en estado de alerta de contaminación
75-85	<b>Rojo</b>	Para las zonas contaminadas
>85	<b>Marrón</b>	Para las zonas perjudiciales

**Figura 2.3.** Nivel sonoro con sus respectivos color y trama.

**Fuente:** elaboración propia

6. Se añaden todos los detalles finales para terminar el mapa tales como leyenda, título, etc. y se exporta el mapa en un formato que facilite su manipulación.

La figura 2.4 muestra un ejemplo de la salida del software **ArcGIS** versión 10.3



**Figura 2.4.** Ejemplo de un mapa de ruido del área de servicios técnicos de una instalación hotelera.

**Fuente:** salida del software **ArcGIS** versión 10.3

#### **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, a algunas de las cuales se les realizan oportunas modificaciones que perfeccionan y ajustan su aplicación a los objetivos de la metodología seleccionada.

#### ❖ Cápsulas

**Paso 1.** Determinar el nivel de presión sonora a atenuar (NR).

$$(2.6) NR = Lex - Lrec$$

Donde:

NR: nivel de reducción [dB]

Lex: nivel de presión sonora existente [dB]

Lrec: nivel de presión sonora recomendado [dB]

**Paso 2.** Calcular D (mínima distancia del equipo a la superficie interior de la cápsula)

$$(2.7) D = \lambda/4$$

$$(2.8) \lambda = C/Fmi$$

Donde:

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

$\lambda$ : longitud de onda [m]

C: velocidad del sonido [343 m/s]

Fmi: frecuencia mínima de interés [Hz]

**Paso 3.** Calcular la superficie de la cápsula ( $S_c$ ).

$$(2.9) S_c = 2(Lc \times Hc) + 2(Ac \times Hc) + (Lc \times Ac)$$

Donde:

$S_c$ : superficie de la cápsula [m<sup>2</sup>]

Lc: largo de la cápsula [m]

Ac: ancho de la cápsula [m]

Hc: altura de la cápsula [m]

$$(2.10) Sextc = Stpext + Stext$$

$$(2.11) Lextc = Lc + 2E$$

$$(2.12) Aextc = Ac + 2E$$

Donde:

Sextc: superficie exterior de la cápsula [m<sup>2</sup>]

Stext: superficie exterior del techo [m<sup>2</sup>]

Stpext: superficie total exterior de las paredes [m<sup>2</sup>]

Lextc: largo exterior de la cápsula [m]

Aextc: ancho exterior de la cápsula [m]

Hextc: altura exterior de la cápsula [m]

**Paso 4.** Determinar la atenuación que logra la cápsula sin los orificios.

$$(2.13) \Delta Lc = Rres - 10 \log \left( \frac{Sextc}{Aci} \right)$$

Donde:

$\Delta Lc$ : atenuación que logra la cápsula sin los orificios [dB]

Res: coeficiente de aislamiento resultante [dB]

Aci: absorción interior de la cápsula [sabinos]

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

$$(2.14) Rres = R_1 - \Delta R$$

$$(2.15) \Delta R = 10 \log [1 + (S_2/S_1) \times (10^{(R_1-R_2)/10} - 1)]$$

$$(2.16) Aci = \sum \alpha \times Sci$$

Donde:

$R_1$ : aislamiento sonoro del material base (el de mayor R) [dB] (ver anexo 3).

$R_2$ : aislamiento sonoro del material secundario [dB] (ver anexo 3).

$S_1$ : superficie del elemento constructivo (toda la pared, ventanas y puertas de esa superficie) [m<sup>2</sup>]

$S_2$ : superficie del elemento secundario [m<sup>2</sup>]

$\alpha$ : coeficiente de absorción del material (sabinos/m<sup>2</sup>) (ver anexo 2).

Se debe comprobar que el resultado del  $\Delta Lc$  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.

$$(2.17) \Delta Lt = 10 \log \left( \frac{1}{10^{-\frac{\Delta Lc}{10}} + 10^{-\frac{\Delta Lo}{10}}} \right)$$

$$(2.18) \Delta Lo = 10 \log \left[ \left( \frac{Aci + So}{So} \right) \right]$$

Donde:

$\Delta Lt$ : atenuación total que logra la cápsula en presencia de los orificios [dB]

$\Delta Lc$ : atenuación que logra la cápsula sin los orificios [dB]

$\Delta Lo$ : efecto de disminución del aislamiento de la cápsula por concepto de orificio [dB]

So: superficie de los orificios [m<sup>2</sup>]

En muchas ocasiones, la aplicación de medidas de control como la construcción de cabinas o la división parcial y total de locales, implica la variación de los parámetros físicos en puestos de trabajo como es el caso de la iluminación. En tal sentido, puede ser necesario el diseño de sistemas de iluminación que garanticen los niveles recomendados bajo las nuevas condiciones existentes. A continuación, se explica el método de los lúmenes para el diseño de sistemas de iluminación general.

❖ **Método de los lúmenes**

**Paso 1.** Determinar el nivel de iluminación necesario en lux. Este está condicionado por la actividad que va a desarrollarse en el local el cual está sujeto a NC-ISO 8995 (2003)(ver anexo 4).

**Paso 2.** Decidir el sistema de iluminación a utilizar.

**Paso 3.** Determinar el coeficiente de utilización (CU) (ver anexo 5) Para determinar el CU, se necesita la relación del local (RL)

$$(2.19) RL = \frac{L \times A}{Hm \times (L+A)}$$

$$(2.20) Hm = Hl - Hpt$$

Donde:

L: largo del local [m]

A: ancho del local [m]

Hm: altura de montaje del puesto de trabajo [m]

Hl: altura de local [m]

Hpt: altura del puesto de trabajo [m]

Una vez determinada la relación del local se busca el valor en el anexo 6 donde también se encuentra el índice del local

Para seleccionar el coeficiente de utilización se seleccionan los coeficientes de reflexión de los colores del techo y paredes del local establecido en la NC 19-01-11(ver anexo 7)

**Paso 4.** Determinar el factor de mantenimiento (FM) (ver anexo 5) y el flujo luminoso (FL).

**Paso 5.** Determinar el número de lámparas (# de lámp)

$$(2.21) \# \text{ de lámp} = \frac{E_{recom} \times (L \times A)}{FL \times FM \times CU}$$

Donde:

Erecom: Nivel de iluminación recomendado para el local

L: largo del local [m]

A: ancho del local [m]

CU: coeficiente de utilización

FM: Factor de mantenimiento

FL: Flujo luminoso

**Paso 6.** Determinar el número de luminarias (# de lumin)

$$(2.22) \# \text{ de lumin} = \frac{\# \text{ de lámp}}{\# \text{ de lámp por luminaria}}$$

### Fase 5. Valoración económica

Con el objetivo de valorar económicamente las medidas propuestas, se hace un análisis para la determinación del costo total. Este se conforma por el precio de la mano de obra, la cual, según el ámbito de la contabilidad empresarial, se entiende por el costo absoluto vinculado a los trabajadores; así como el precio de la materia prima, el que se refiere a los costos de los materiales que pueden identificarse en la fabricación de un producto terminado. La tabla 2.6 muestra el modelo a seguir para el cálculo del costo de consumo de materiales y en la tabla 2.7 el modelo para el cálculo del costo de empleo de mano de obra.

**Tabla 2.6.** Modelo para el cálculo del costo de consumo de materiales

Actividad	Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Precio	Total
<b>Costo Total</b>					

**Fuente:** elaboración propia

En su primera columna quedará recogido el desglose de todas las actividades de la propuesta constructiva, en la segunda los materiales constructivos necesarios por cada componente, en la tercera la unidad de medida empleada, en la cuarta la cantidad a utilizar de cada material, en la quinta el precio para cada uno de ellos y por último el total será el resultado de la multiplicación de la cantidad (columna 4) por el precio (columna 5). Finalmente, el costo total de consumo de materiales se corresponderá con la sumatoria de la última columna.

Así mismo, para determinar el costo de empleo de la mano de obra se utiliza la tabla 2.7.

**Tabla 2.7.** Modelo para el cálculo del costo de empleo de mano de obra.

Cantidad de trabajadores	Unidad de medida	Cantidad de horas	Precio	Total
<b>Costo Total</b>				

**Fuente:** Elaboración propia

En el modelo brindado anteriormente se debe recoger en la primera columna la cantidad de trabajadores, en la segunda la unidad de medida empleada, en la tercera la cantidad de horas hombre, posteriormente el precio y finalmente un total que es resultado de multiplicar la cantidad (columna 3) por el precio (columna 4). Finalmente, el costo total de empleo de mano de obra se determinará como la sumatoria de la última columna.

El cálculo de la partida de costos totales será determinado como la suma de las partidas de costo de consumo de materiales y costo de empleo de mano de obra.

$$(2.23) CT = C_{mat} + C_{mo}$$

Donde:

*CT*: Costos totales (CUC)

*C<sub>mat</sub>*: Costo de consumo de materiales (CUC)

*C<sub>mo</sub>*: Costo de empleo de mano de obra (CUC)

## **Fase 6. Implementación**

### **Paso 1.** Materialización de las medidas de control.

Una vez establecidas las medidas de control, deben ser implementadas según 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:**

- ❖ A partir del análisis de seis metodologías para la evaluación y control de ruido se seleccionó la propuesta por Almeda Barrios (2018) que se aplica al sector hotelero.
- ❖ La metodología seleccionada y modificada está compuesta por seis fases que permiten identificar, evaluar, diagnosticar y controlar el ruido, así como valorar económicamente las medidas de control y materializarlas.
- ❖ Se proponen el cálculo de índices de confort acústico y la utilización del software ArcGIS para el diagnóstico como aportes a la metodología.

## **Capítulo III. Aplicación de la metodología seleccionada en el hotel Meliá Marina Varadero.**

En el presente capítulo se realiza una caracterización del hotel Meliá Marina Varadero y se exponen los resultados de la aplicación de la metodología seleccionada en el capítulo anterior para la evaluación y el control del ruido en instalaciones hoteleras.

### **3.1 Caracterización del hotel Meliá Marina Varadero**

Meliá Marina Varadero hotel vacacional Todo Incluido, de categoría Cinco Estrellas, cuenta con 771 Habitaciones, 423 en el módulo del hotel, 126 apartamentos que componen el condominio Vista Mar y 222 apartamentos que forman el condominio Vista Marina. Abarca un área total de 40 900 metros cuadrados (hotel y apartamentos). Está ubicado en la autopista del sur y final dentro de la zona de la Marina Gaviota Varadero y a 300 m de la playa. Perteneciente al grupo de turismo cubano Gaviota S.A. y gestionado por la cadena española Meliá Hotels International Cuba en contrato de administración bajo la marca Meliá Hotels & Resorts, a partir del verano 2013.

La instalación se distingue por:

- ❖ Complejo de hotel y apartamentos complementado con variados servicios que hacen una oferta única y novedosa en Varadero.
- ❖ Todo integrado a un paseo marítimo y un proyecto de marina con capacidad para cerca de 1200 atraques y 24 pontones de amarre.
- ❖ La zona Hotel cuenta 423 habitaciones, dos lobbies con bellas vistas a la marina, piscinas, bares, restaurantes, club infantil, centro de convenciones, gazebo para bodas, SPA y planta The Level.
- ❖ La zona de Condominios cuenta con 348 apartamentos tipo Studio o de Uno y Dos Dormitorios, piscina, bar, gym, pista de tenis, farmacia, grocery-shop, lavandería y parqueo. Todas las habitaciones tienen vista al mar o la piscina.

Productos y servicios que ofertan

La instalación posee una variada oferta gastronómica a través de 11 opciones culinarias, de ellas 5 son restaurantes especializados, más 8 bares con servicio de tea time, jugos, vinos y una amplia variedad de cocteles. El hotel posee un área de 300 metros de playa, dos piscinas para mayores, una de ellas en los condominios, jacuzzi, una piscina para niños, parque infantil, mini-club, además de los servicios típicos del estándar del Hotel en cuestión.

Otros aspectos de interés:

- ❖ Los principales mercados según las estadísticas del personal de recepción son: Canadá, Francia, Rusia, Alemania, España y en menores porcentajes Inglaterra, México, Bélgica y cubanos residentes en el exterior.
- ❖ Entre los principales proveedores se encuentran: Comercializadora ITH, Frutas Selectas Matanzas, Almacenes Universales s.a, Empresturs.a, AT Comercial Gaviota Varadero y Distribuidora Cimex Matanzas.
- ❖ Los competidores del hotel Meliá Marina Varadero son los restantes hoteles del polo turístico de Varadero, ya sean de la cadena Meliá International Hotels, Beaches, Breezes, Islazul, Gran Caribe, Cubanacán u otra.

### **3.2 Aplicación de la metodología seleccionada**

#### **Fase 1.Inicio**

**Paso1.** Identificar y caracterizar las áreas y fuentes de emisión sonora

Mediante la observación, escucha directa y entrevista a trabajadores de diferentes áreas (lo cual incluye cocina, buffet, animación, mini-tintorería, the level, personal de recursos humanos, calidad, contabilidad, economía, ama de llave y servicios técnicos) se determinan como los principales espacios ruidosos: el restaurante buffet El Pilar, la mini-tintorería, habitaciones pertenecientes al the level, la oficina cajero central perteneciente al departamento de contabilidad y el lobby.

Caracterización de las áreas de estudio

- ❖ Restaurante buffet El Pilar

El restaurante buffet El Pilar presta servicios de desayuno (7:30-10:30), almuerzo (13:00-15:00) y cena (18:30-22:00), con amplia variedad de ofertas. Tiene una capacidad máxima de 318 clientes, para lo cual dispone de una plantilla de 42 trabajadores, organizados en dos turnos de ocho horas, cada turno cuenta con un capitán de servicios gastronómicos, 14 dependientes, 4 cocineros (que laboran en el área de pizzas, pastas, *show cooking* y trinchado) y dos asistentes. Las mesas para el servicio están divididas en siete estaciones. El buffet está estructurado en diversas áreas para la colocación de los alimentos, las cuales son: área de frutas y postres, área de pastas y arroces, área de carne, área de pizza, área pescados y mariscos, área fría y caliente y área de sopas y panes.

Los problemas de ruidos detectados en el restaurante buffet El Pilar están ocasionados por la comunicación verbal de clientes, la manipulación de la vajilla y cubertería. La zona

más afectada se debe a la cercanía de las mesas de la estación 7 con el área de fregado, cuya puerta de acceso se encuentra en muy mal estado por lo que permanece abierta.

❖ Mini-tintorería

La mini-tintorería se encuentra ubicada dentro del hotel Meliá Marina Varadero cercano a la oficina de ama de llave. Cuenta con 2 turnos de trabajo donde labora un trabajador y presta servicios a los huéspedes del hotel, a los asesores extranjeros, a los restaurantes especializados y al the level. En el área existen 2 lavadoras 9 Kg modelo Girbau HS, 3 secadoras de 7 Kg modelo Girbau SE -7 y 2 planchas al vapor. Los niveles sonoros más elevados provienen de 2 de las secadoras que se encuentran ubicadas en el área.

❖ Habitaciones pertenecientes al the level

El the level se encuentra enclavado en los pisos 5,6 7 del hotel, cuenta con habitaciones Standard, Standard Vista Marina, Suite y Suite Vista Marina. El piso 6 es objeto de estudio debido a quejas que han recibido los trabajadores de algunos clientes por ruido existentes en 9 de sus habitaciones. Las habitaciones con problemas son de 1639 hasta la 1647 dentro de las cuales se encuentran 3 suite y el resto son habitaciones standard. En esta sección del piso labora 1 camarera, el mismo posee una capacidad máxima de 36 clientes. El ruido que invade la tranquilidad de los clientes está originado por el sistema de enfriamiento el cual está integrado por 9 enfriadoras GREE de 65 toneladas de refrigeración cada una, que se encuentran ubicadas en el patio de servicio cuya función es garantizar el clima de las habitaciones. Las mismas trabajan según la demanda del hotel, por lo que actualmente se encuentran en uso 4 de ellas y en su instalación se previó una de reserva para cualquier falla que pudiera existir.

❖ Oficina cajero central

La oficina cajero central es un local de 2.25 x 1.50 m, cuenta con 2 mesas, 1 silla y una computadora en la cual labora una trabajadora de 9am-5pm, 24 días al mes. La misma se encuentra ubicada al lado de la sala de máquinas donde está situado el circuito de agua fría y agua caliente de la instalación, el cual está compuesto por 8 bombas centrífugas para el sistema de agua fría y 3 bombas y una caldera de gas licuado para garantizar la producción de agua caliente. Las bombas que integran el circuito producen niveles sonoros elevados lo que ha contaminado el área de trabajo de la contadora.

❖ Lobby

El lobby 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 40 trabajadores para brindar atención a estos. Posee espacios destinados al centro de viajes de Gaviota Tour, la recepción del hotel, baños, atención del club Meliá, ventas de tragos y tabacos y el Lobby Bar donde se ofertan gran variedad de bebidas. Posee también comunicación con el Departamento de Calidad y Atención al Cliente, un local de servicio de Internet, un pasillo hacia los elevadores y las habitaciones que se encuentran en este piso y una terraza para fumadores en el exterior del local.

Debido a la ausencia de un local para fiestas en el hotel se utiliza el lobby para la realización de actividades recreativas en días con situaciones climatológicas desfavorables lo que convierte al lobby en una zona perjudicial para la salud tanto de trabajadores como de los clientes de la instalación debido a los altos niveles de presión sonora emitidos por los equipos de audio, además de existir efectos de la comunicación verbal entre los clientes. El desarrollo de un espectáculo en esta área impide el correcto desarrollo de actividades que tienen lugar en el lobby como son la recepción y la toma del pedido a los clientes que disfrutan del servicio del lobby bar. La satisfacción del cliente se está afectada pues, aunque no existan quejas reflejadas en el departamento de calidad algunos clientes han manifestados sus inquietudes con los trabajadores del lobby bar.

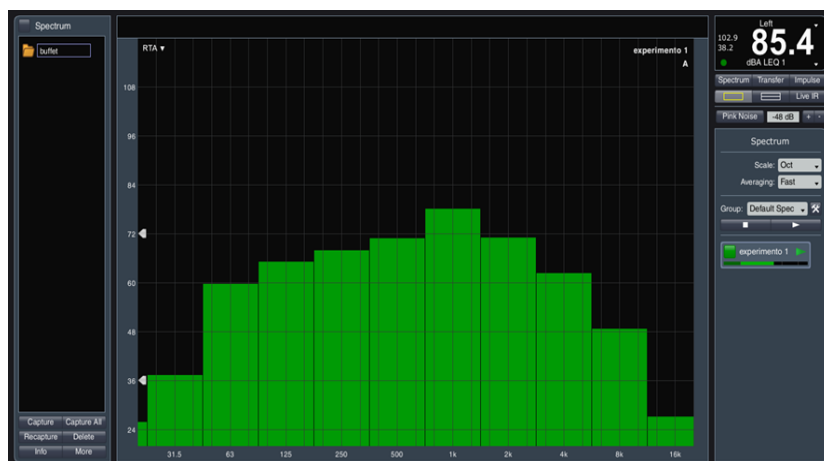
## **Fase 2. Evaluación**

### **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 el horario de servicio de áreas como el buffet y la mini-tintorería, en el lobby se llevaron a cabo antes y durante el espectáculo, en la oficina se realizó en período de tiempo correspondiente con la jornada laboral de la trabajadora y en las habitaciones en el horario de servicio de habitación para no afectar la privacidad de los clientes.

Al vincular el equipo de medición con el software Smaart 7, se logra el desglose del espectro de frecuencias en bandas de octava como se muestra a continuación en las diferentes mediciones realizadas en las áreas de objeto de estudio.

- ❖ Restaurante buffet El Pilar



**Figura 3.1.** Medición en las mesas cerca del área de fregado.

**Fuente:** salida del software Smart 7.

**Tabla 3.1.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	60	66	68	71	80	71	63

**Fuente:** salida del software Smart 7.

De igual forma se realizan diferentes mediciones en los puntos de interés de los locales en estudio; en la tabla 3.2 se resumen los valores obtenidos en el espectro de frecuencias para dichos puntos. En el anexo 8 se muestran las salidas del software Smart 7 con los resultados de las mediciones en los restantes puntos de medición.

**Tabla 3.2.** Determinación de los niveles de presión sonora (NPS) en los diferentes puntos de interés de las áreas en estudio con desglose en el espectro de frecuencias

<b>Local</b>	<b>Punto de medición</b>	<b>F (Hz)</b>						
		63	125	250	500	1000	2000	4000
<b>Buffet El Pilar</b>	Centro del buffet	52	58	62	69	73	70	55
	Sobre las mesas cerca del área de fregado.	60	66	68	71	80	71	63

	Mesas cerca de las estaciones de los dependientes.	23	39	52	60	60	60	64
	Puerta del área de fregado	46	59	74	84	95	94	85
<b>Mini -tintorería</b>	Cerca de las secadoras cuando centrifugan.	62	69	75	74	84	82	70
	En el centro de la mini tintorería cuando las secadoras centrifugan.	25	46	59	61	64	63	49
	En la puerta de la mini tintorería.	24	48	58	66	66	61	61
<b>Habitaciones the level</b>	Habitación 1639	21	58	50	48	48	48	48
	Habitación 1640.	26	47	52	50	48	40	40
	Habitación 1641.	25	51	51	51	51	58	57
	Habitación 1642 y 1643.	30	40	49	50	55	46	38
	Habitación 1644	25	47	57	56	54	40	40
	Habitación 1645,1646 y 1647.	21	53	48	44	44	45	46
	Pasillo de las habitaciones frente a las enfriadoras.	38	44	40	37	46	46	57
	Al final del pasillo	38	50	56	56	58	59	61

	de las habitaciones.							
	En las enfriadoras en el patio de servicio.	71	73	80	84	86	86	76
<b>Oficina cajero central</b>	Sobre la mesa de la computadora.	30	44	61	64	58	61	74
	La ventanilla de pago abierta.	34	46	61	64	58	60	71
	En la sala de máquinas.	49	62	84	87	92	88	82
<b>Lobby</b>	Antes de comenzar el show.	34	46	53	56	59	56	53
	En los sofás frente al equipo de música.	32	46	55	71	80	64	46
	Al lado equipo de música	36	43	47	50	48	48	37

**Fuente:** elaboración propia

## **Paso 2.** Clasificar los ruidos existentes

Según la respuesta lenta del sonómetro, las diversas mediciones realizadas en el buffet, en la mini-tintorería en el horario de servicio y en el lobby varían en más de 5 dB, por tanto, se determina que los ruidos producidos en estas áreas se clasifican como no constantes. En las habitaciones pertenecientes al the level las mediciones varían en menos de 5 dB por lo que los ruidos se clasifican en constantes. Similarmente ocurre en la oficina cajero central donde los ruidos producidos por la sala de máquinas son también constantes.

## **Nivel Sonoro Equivalente Continuo (Leq (A)) para ruidos no constantes aplicado al buffet, la mini tintorería y al 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 85.4 dB (A) en la zona más afectada del buffet (cercano al área de fregado), de 87.6 dB (A) en la mini-tintorería cerca de las secadoras cuando centrifugan y 88.8 dB (A) en los sofás frente al equipo de música.



**Criterio N para ruidos constantes aplicado en las habitaciones the level y en el cajero central.**

Dado que el ruido producido por las enfriadoras que se encuentran en el patio de servicio y por las bombas de la sala de máquinas es constante, se emplea el criterio N (tabla 2.2) para la evaluación del mismo, como se muestra a continuación:

**Tabla 3.3.** Criterio N aplicado en las habitaciones 1642-1643

<b>Frec (Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L (dB-A)</b>	30	40	49	50	55	46	38
<b>Crit N (NdB)</b>	35	35	40	50	55	50	45

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla 3.4.** Criterio N aplicado en la oficina cajero central

<b>Frec (Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L (dB-A)</b>	34	46	61	64	58	60	71
<b>Crit N (NdB)</b>	35	35	55	65	60	65	75

**Fuente:** elaboración propia

**Paso 3.** Determinar los niveles recomendados según su clasificación

Para determinar los niveles recomendados en las áreas objetos de estudio del hotel se emplea la tabla 1 de la NC 871 (2011) (ver anexo 1) donde se obtienen los valores máximos admisibles para los ruidos constantes y no constantes.

Para los servicios que se prestan en el buffet y en el lobby es esencial la comunicación verbal entre clientes y trabajadores y entre los propios trabajadores. La oficina cajero central posee una situación similar solo que además de la comunicación verbal entre compañeros de trabajo también se desarrolla la labor propia de esa área por lo que coincide ambas actividades con características de la actividad laboral # 4 de la norma antes mencionada la cual 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”.

En la mini-tintorería se brindan servicios que dependen en su mayoría de equipos por lo cual se relaciona con la actividad # 2 de dicha norma la cual plantea: “ejecución de operaciones

manuales con comunicación acústica, tales como la dirección de máquinas e instalaciones móviles".

Las habitaciones es el espacio donde los huéspedes buscan tener privacidad, un lugar tranquilo y silencioso donde se pueda descansar y desconectar en la NC 871 (2011) la actividad # 7 es la seleccionada donde se expresa lo siguiente: "Trabajo creador, cumplimentando requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de la información, tal como impartir clases, actividades médicas; actividades científicas; diseño"; aunque no incluye la actividad de descanso se elige esta puesto pues posee el menor valor para los niveles sonoros máximos admisibles para ruidos constantes.

Después de realizar una revisión bibliográfica resultó que lo establecido para las habitaciones (Standard o Suite) es de 45 dB como nivel sonoro máximo admisible, según lo establecido en la NC: 775-9 (2010.) por lo que coincide con el valor seleccionado con anterioridad.

Los niveles recomendados, según la norma, se muestran en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5.** Niveles recomendados según NC 871 (2011) .

Área/Criterio	Nivel sonoro equivalente continuo dB(A)	Criterio N (NdB)
Buffet	70	-
Mini tintorería	80	-
Habitaciones	-	45
Oficina	-	65
Lobby	70	-

**Fuente:** elaboración propia.

**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 el buffet:

$$85.4 \text{ dB (A)} > 70 \text{ dB (A)}$$

En la mini-tintorería:

$$87.6 \text{ dB (A)} > 80 \text{ dB (A)}$$

En las habitaciones:

$$50 \text{ NdB} > 45 \text{ NdB}$$

En la oficina:

$$75 \text{ NdB} > 65 \text{ NdB}$$

En el lobby:

$$88.8 \text{ dB (A)} > 70 \text{ dB (A)}$$

Al realizar un análisis por bandas de octava en las áreas con ruidos constantes se obtiene que en las habitaciones las frecuencias dañadas son 500,1000 y 2000 Hz, donde la más afectada resultó ser la de 1000 Hz al tener un valor de 55 NdB. Un análisis similar se realizó en la oficina cajero central donde la frecuencia deteriorada es la de 4000 Hz con 75 NdB.

En su totalidad las áreas objetos de estudio poseen niveles de ruido que sobrepasan lo establecido, sobre todo en el lobby donde los niveles sonoros superan la norma en 18.8 dB(A). Debido a lo perjudicial que puede ser la exposición prolongada a este ambiente contaminado para la salud de los trabajadores, así como su influencia en la satisfacción del cliente lo que puede incurrir en el deterioro de la imagen de la instalación a nivel internacional se hace necesaria la implementación de las fases de diagnóstico y control, así como un proceso de retroalimentación que demuestre la disminución de los niveles sonoros y del tiempo de reverberación en las zonas afectadas.

#### **Paso 5.** Cálculo e interpretación de índices de confort acústico

La tabla 3.6 muestra los resultados de la aplicación de los índices de confort acústico en las áreas de interés. El nivel de interferencia conversacional se aplicó para las áreas afectadas por ruidos constantes, a diferencia del tiempo de reverberación el cual se analizó en todas las áreas. El anexo 9 muestra la relación de cada área de interés con los coeficientes de absorción de los materiales, valores que extraen de tablas pertenecientes a Miyara (1999),García Dihigo y Real Perez (2005),Carrión Isbert (1998) y Rodríguez González et al. (2007) , con el fin de obtener la absorción total del recinto y determinar el tiempo de reverberación antes del tratamiento.

**Tabla 3.6.** Resultados de la aplicación de los índices en las áreas objeto de estudio

<b>Área/Índice</b>	<b>Nivel de interferencia conversacional (PSIL)</b>	<b>Tiempo de reverberación(segundos)</b>
<b>Buffet</b>	-	0.95
<b>Mini tintorería</b>	-	0.47
<b>Habitaciones Standard</b>	65	0.68
<b>Habitaciones Suite</b>	65	1.01
<b>Oficina</b>	40	0.07

<b>Lobby</b>	-	1.7
--------------	---	-----

**Fuente:** elaboración propia.

El nivel de interferencia conversacional indica las distancias máximas a las que se puede mantener una conversación inteligible, con voz normal o con voz muy alta en función de los diferentes valores obtenidos del índice PSIL. En el caso de las habitaciones la distancia máxima a la que se considera satisfactoriamente inteligible una conversación con voz normal es de 0.25 metros y una conversación en voz muy alta sería a 0.50 metros. Similarmente se analizaron los resultados en la oficina donde la distancia máxima para una buena comunicación normal sería de 4.2 y en voz muy alta la distancia sería 8.4 metros.

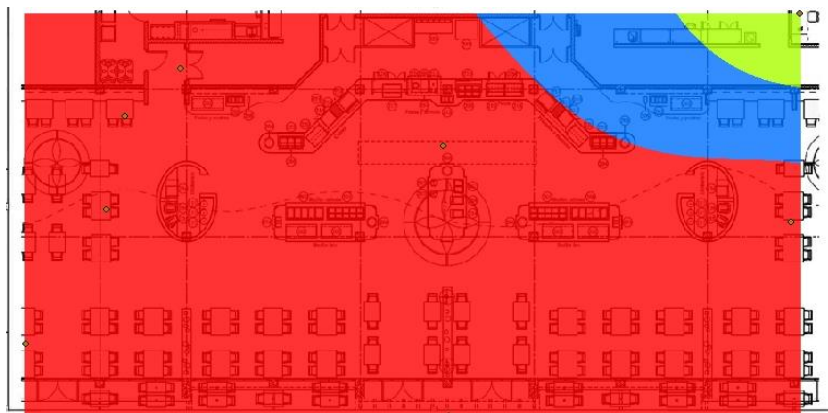
La tabla 2.4 muestra los tiempos de reverberación recomendados, el tipo de edificio residencial es el seleccionado donde los valores deben ser menores que 1. El cálculo realizado arrojó que no todos los tiempos de reverberación de las áreas que se analizan cumplen con esta condición. En el lobby resultó ser necesarios 1.7 segundos para que después que cese la emisión el nivel de presión sonora disminuya 60 decibelios y en las habitaciones Suite se necesitan 1.01 segundos.

Al contar con tiempos de reverberación elevados se puede decir que estos locales poseen superficies muy reflectantes lo que implica la presencia de dificultades en la comunicación.

### **Fase 3. Diagnóstico**

#### **Paso 1. Confeccionar mapas de ruido**

Como instrumento para el diagnóstico se emplean los mapas de ruido, debido a que son las principales herramientas de diagnosis en lugares contaminados acústicamente; los mapas de las áreas analizadas se elaboran en concordancia con los pasos y rangos de niveles sonoros expuestos en el capítulo precedente. El software ArcGIS 10.3 es la herramienta que se utiliza para la elaboración de los mapas de ruido.



**Figura 3.2.** Mapa de ruido del restaurante buffet El Pilar

**Fuente:** salida del software ArcGIS 10.3

En el mapa de ruido quedaron representadas en su totalidad las mediciones realizadas y, como resultado de su aplicación en el buffet, se aprecia que existe contaminación acústica en la mayor parte del local, solo unas mesas ubicadas en la estación 3 se encuentra en alerta de contaminación y en estado aceptable de sonoridad la zona de acceso a la cocina.

En el anexo 10 se encuentran los mapas de ruidos de la mini-tintorería, las habitaciones, la oficina cajero central y del lobby. En el caso de la oficina cajero central se realizaron 2 mapas de ruido, uno con la ventanilla de pago abierta y otro con la ventanilla cerrada al igual que en el lobby donde se analiza el comportamiento cuando se realiza el show y cuando no.

Tras la aplicación de la herramienta resultó que:

- ❖ En la mini-tintorería existe una contaminación acústica en la zona donde se encuentran las lavadoras y una de las planchas. La zona perjudicial es donde están situadas las dos secadoras que son las principales fuentes ruidosas del local, las cuales generan altos niveles de presión sonora que son perjudiciales para las trabajadoras del área.
- ❖ Las habitaciones pertenecientes al the level se encuentran contaminados los pasillos de las nueve habitaciones analizadas debido a que los niveles sonoros existentes sobrepasan lo establecido. El interior de las habitaciones está en alerta de contaminación, solo una parte de las habitaciones y en otros casos los balcones poseen un estado aceptable de sonoridad.
- ❖ La oficina cajero central cuando la ventanilla de pago está abierta arroja que el puesto de trabajo estudiado posee contaminación acústica, debido a los altos niveles de presión sonora que penetran por la ventanilla. Solo un puesto de trabajo de la oficina de contabilidad se encuentra en estado aceptable de sonoridad pues el resto está en alerta por contaminación acústica. Mientras que con la ventanilla de pago cerrada se encuentra como zona contaminada la sala de máquina y la oficina objeto de estudio posee alerta de contaminación.
- ❖ En el lobby cuando no hay show se encuentra como zona contaminada una parte del lobby bar y la zona donde se realiza la venta de tabacos y tragos, debido al bullicio generado por clientes y trabajadores unidos a la música que se pone como parte de la recreación de la instalación. El área de la carpeta, así como los sofás destinados al descanso de los clientes se encuentran bajo alerta de contaminación. Solo donde gaviota tour oferta sus servicios y en la oficina de recepción se establece niveles aceptables de sonoridad. En cambio, cuando se realiza el show en el lobby este se convierte en un ambiente contaminado debido a los altos niveles de presión sonora causados por el espectáculo. La zona cercana a los equipos de música resulta ser una

zona perjudicial para los trabajadores que desempeñan su labor en el área de la carpeta, así como para clientes que lejos de encontrar un ambiente agradable en la instalación se exponen a situaciones dañinas para su salud.

#### **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 objeto de estudio: restaurante buffet El Pilar, la mini-tintorería, en las habitaciones pertenecientes al the level, en la oficina cajero central, así como en el lobby del hotel.

##### **Control en el restaurante buffet El Pilar**

Debido a la situación en cuestión se decide colocar una puerta en buen estado para lograr atenuar los altos niveles sonoros que se emiten desde el fregado, lo que resulta perturbador tanto para los trabajadores como para los clientes quienes se exponen a un ambiente desfavorable influyendo esto en su nivel de satisfacción y empatía con la instalación.

##### **Puerta en el área de fregado**

Para calcular el área de dicha puerta se emplea la ecuación 3.1

$$(3.1) A = a \times h$$

Donde:

A: área de la puerta [ $m^2$ ]

a: ancho de la puerta [ $m$ ]

h: altura de la puerta [ $m$ ]

Como la abertura cuenta con dimensiones de ancho= 1.25m y altura=2m, entonces:

$$A = 1.25 \times 2 = 2.50 m^2$$

Finalmente se determina que la puerta poseerá un área de  $2.50 m^2$

##### **Control en la mini-tintorería**

Tras el análisis de la situación existente en la mini-tintorería para implementar la fase de control se tuvo en cuenta las posibles medidas que darían solución, cuyo resultado arrojó que no es factible la aplicación de medidas secundarias debido a que el ruido es causado por dos de las secadoras que se encuentran en mal estado técnico por lo que se propondría un mantenimiento sistemático y adecuado de las mismas para evitar su deterioro. Además, se propone el uso obligatorio de medios de protección como tapones de oído para el trabajador justo cuando comience el proceso de centrifugado pues en esta área la labor que se desempeña es realizada por un trabajador por lo que el uso de medios de protección no sería impedimento en la intercomunicación entre personas.

## Control en las habitaciones the level

Al realizar un análisis individual de todas las fuentes de ruido se detectó que existe la posibilidad tecnológica de aislar mediante un enclaustramiento las enfriadoras ubicadas en el patio de servicio. Para la realización del mismo se toma como punto de partida la metodología para el diseño de cápsulas propuesta en el capítulo anterior a la cual se le realizaron modificaciones para así dar una fundamentación científica de los materiales, de las dimensiones y así como los niveles de atenuación que es capaz de lograr este enclaustramiento.

**Paso 1.** Determinar el nivel de presión sonora a atenuar (NR)

Con un NPS existente de 73 dB para la frecuencia mínima de interés (125Hz) y un NPS recomendado de 61 dB (tabla 2.2), el nivel de reducción es de:

$$(2.6) NR = 73 \text{ dB} - 61 \text{ dB} = 12 \text{ dB}$$

**Paso 2.** Este paso no se realiza debido a que la instalación tiene la mínima distancia del equipo a la superficie interior de la cápsula definida pues el sistema de enfriamiento se encuentra en una zona cercada en el patio de servicio.

**Paso 3.** Calcular la superficie de la cápsula ( $S_c$ )

Al existir paredes de bloques de hormigón de 10 cm con puertas y ventanas abiertas se le restará el área de las mismas para hallar el valor real de absorción que logran las paredes de este material. El área de puertas y ventanas es de  $26m^2$ .

El enclaustramiento de las enfriadoras según NC: 775-9 (2010.) se debe realizar a una altura mínima de 3m debido a su funcionamiento, por lo que se emplean planchas de acero para elevar las paredes existentes a la altura recomendada y como material para el techo.

Al emplearse dos materiales en el diseño, la superficie de la cápsula se calcula de la manera siguiente:

$$(3.2) S_c = S_{tp} + S_t$$

Donde:

$S_c$ : superficie de la cápsula [ $m^2$ ]

$S_{tp}$ : superficie de total de las paredes [ $m^2$ ]

$S_t$ : superficie del techo [ $m^2$ ]

Entonces:

$$(3.2) S_c = 344 \text{ m}^2 + 221 \text{ m}^2 = 565 \text{ m}^2$$

Para calcular las superficies de las paredes como se tiene bloques de hormigón (material 1) y se utilizan planchas de acero (material 2) se realiza de la siguiente manera:

$$(3.3) S_p = 2(L_c \times H_c) + 2(A_c \times H_c)$$

Donde:

Lc: largo de la cápsula [m]

Ac: ancho de la cápsula [m]

Hc: altura de la cápsula [m]

Sp: superficie de las paredes [m<sup>2</sup>]

$$(3.3) Sp1 = 2(17 \times 2.6) + 2(13 \times 2.6) - 26 = 130 m^2$$

$$(3.3) Sp2 = 2(17 \times 3.3) + 2(13 \times 3.3) + 2(17 \times 0.4) + 2(3 \times 0.4) = 214 m^2$$

Entonces la superficie total de las paredes sería de la siguiente manera:

$$(3.4) Stp = Sp1 + Sp2$$

$$(3.4) Stp = 130 m^2 + 214 m^2 = 344 m^2$$

$$(3.5) St = (Lc \times Ac)$$

$$(3.5) St = (17 \times 13) = 221 m^2$$

**Paso 4.** Determinar la atenuación que logra la cápsula sin los orificios

El bloque de hormigón posee un espesor mayor a 20mm por lo que se tiene que calcular la superficie exterior de la cápsula donde se emplea este material, no ocurre lo mismo para la sección donde se utilizan las planchas de acero pues su espesor al ser de 7mm es despreciable.

$$(2.10) Sextc = 214 m^2 + 132.08 m^2 + 221 m^2 = 567.08 m^2$$

$$(3.3) Sp1 = 2(17.2 \times 2.6) + 2(13.2 \times 2.6) - 26 = 132.08 m^2$$

$$(2.11) Lextc = 17 + 2 \times 0.1 = 17.02 m$$

$$(2.12) Aextc = 13 + 2 \times 0.1 = 13.02 m$$

$$(2.13) \Delta Lc = 28.27 - 10 \log \frac{567.08}{43.35} = 17.1 dB$$

$$(2.14) Rres = 38 - 9.73 = 28.27$$

$$(2.15) \Delta R = 10 \log [1 + 435/130] \times (10^{\frac{38-33}{10}} - 1) = 9.73$$

$$(2.16) Aci = \left(0.01 \frac{sab}{m^2} \times 435\right) + \left(0.30 \frac{sab}{m^2} \times 130\right) = 43.35 sab$$

Se debe cumplir entonces la siguiente condición:

$$\Delta L_{sin\ orificios} \geq NR(\Delta L)$$

$$17.1 dB > 12 dB$$

La cápsula sin orificios logra atenuar 17.1 dB de los 12 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 diseño concebido tiene 11 aberturas para extracción y ventilación del sistema de enfriamiento las cuales se distribuirán de la manera siguiente:



Se emplearán 3 orificios en la extracción de los equipos del interior de la cápsula en caso de rotura. Las enfriadoras tienen las dimensiones siguientes: largo: 4.3m, ancho: 2.0m y altura de 2.30 por lo que para la realización de las aberturas para su extracción se deberá considerar un margen para la manipulación entonces quedaría: largo de 5m y altura de 3m, por lo que el área de cada abertura será de:

$$(3.1) A = l \times h$$

$$A = 5 \times 3 = 15 m^2$$

Para las 2 aberturas que se ubicarán a los lados se determinó: largo: 1m y altura: 3m por lo tanto el área de cada una será de:

$$(3.1)A = 1 \times 3 = 3 m^2$$

Las aberturas superiores serán 6 y tendrán unas dimensiones de: largo: 5m y altura: 0.4m por lo que su área será de:

$$(3.1)A = 5 \times 0.4 = 2 m^2$$

Al tratarse de la superficie total de los orificios se considerarán además de las 11 anteriores, las 12 aberturas que existen en el concreto las cuales poseen una superficie de  $26m^2$  por lo el área total de orificios es de:

$$(3.6)Sup\ total = (3 \times 15m^2) + (2 \times 3m^2) + (6 \times 2 m^2) + 26m^2$$

$$(3.6)Sup\ total = 89m^2$$

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

**Paso 6:**

$$(2.17) \Delta Lt = 10 \log \left( \frac{1}{10^{-\frac{17.1}{10}}} - 10^{\frac{1.73}{10}} \right) = 16.86\ dB$$

$$(2.18) \Delta Lo = 10 \log \left[ \left( \frac{43.35sab + 89m^2}{89m^2} \right) \right] = 1.73\ dB$$

El enclaustramiento propuesto finalmente logra atenuar 16.86 dB de los 12 dB que se necesita; tendrá las siguientes dimensiones: L=17 m, A=13 m y H=6.30 m. Constará de dos piezas: la estructura existente de bloques de hormigón y las planchas de acero de 7mm. La distribución de las aberturas serán: 3 para la extracción de los equipos en caso que sea necesario con una superficie de:  $45 m^2$  colocadas por la zona trasera y en los laterales se realizarán 2 que ocuparán un área de  $3 m^2$  cada una ,para contribuir a alcanzar una buena ventilación .La parte superior poseerá un área de orificios de  $12m^2$  para escape de aire caliente emitido por la enfriadoras como parte de su funcionamiento, además de servir para la ventilación del local. En función de mostrar cómo quedaría la propuesta se hace una simulación a través del software SketchUp, (anexo 11).

Debido al enclaustramiento del sistema de enfriamiento se deberá realizar un diseño del sistema de iluminación para el interior del local, para así garantizar el nivel de iluminación requerida. Para ello se emplea el método de los lúmenes definido en el capítulo anterior

**Paso 1.**  $E_{req}=150\text{lux}$  (Estación de control perteneciente a áreas generales y edificaciones)

**Paso 2.** Las luminarias que existen, según el departamento de compras, en el inventario de la instalación es de dos tubos fluorescentes, Philips, con un flujo luminoso de 2850lx y una potencia de 40w, por tanto, serán las escogidas para el diseño.

**Paso 3.**

$$(2.19) RL = \frac{17m \times 13m}{4.3m \times (17m + 13m)} = 1.71$$

$$(2.20) Hm = 6.3m - 2m = 4.3m$$

El índice del local es F. Al recomendar que las paredes sean pintadas de blanco el coeficiente de reflexión de las mismas será 0.75 a 0.85 y se selecciona en el anexo 5 en la fila de las paredes la columna de 50% por ser el mayor de los que se encuentran. Lo mismo sucede con el techo el cual será de color gris claro cuyo coeficiente es de 0.40 a 0.60 por tanto será en 50%. El coeficiente de utilización obtenido es de 0.58

**Paso 4.** El factor de mantenimiento es de 0.55, pues se trabaja para las peores condiciones.

El flujo luminoso de las lámparas fluorescentes blanca fría es de 2850lux con una potencia de 40w.

**Paso 5.**

$$(2.21) \# \text{ de lámp} = \left( \frac{150(17 \times 13)}{2850 \times 0.55 \times 0.58} \right) = 36 \text{ lamp}$$

**Paso 6:**

$$(2.22) \# \text{ de lumin} = \frac{36}{2} = 18 \text{ lumin}$$

**Paso 7:** Se necesitan 18 luminarias para lograr una adecuada iluminación las cuales se colocarán en las 3 vigas (6 por vigas) que se encuentran en el interior del local, las mismas tienen 13 m de largo y el largo de las luminarias es de 0.7m por lo que al dejar una holgura de 1m de la primera luminaria a la pared, existirá 1m de separación entre las mismas. En el anexo 12 se muestra la distribución de las luminarias.

### **Control en la oficina cajero central**

Para implementar esta fase se propone la clausura de la ventanilla de pago y su reapertura en la pared donde se encuentra el pasillo por donde se transita para llegar a las oficinas de economía y contabilidad puesto que en la misma no se encuentra ninguna estructura ni muebles que impida su colocación. Dicha ventanilla posee unas dimensiones de 1.30 m de

largo y 1 m de altura y el material utilizado en su construcción es aluminio y cristal. El cambio de posición, así como la redistribución de la oficina se muestran en el anexo 13.

### **Control en el lobby**

Uno de los elementos más importantes para los huéspedes es la tranquilidad lo que está interrumpida por las actividades recreativas que se desarrollan en esta área como alternativa en días con condiciones climatológicas desfavorables por lo que se propone realizar los show en los salones existentes en la instalación pues la misma cuenta con un espacio en salones 760  $m^2$  distribuidos en 7 salones en total tal y como se muestra en el anexo 14, 5 salones multipropósito (polivalentes) y 2 salones de reuniones, los cuales son climatizados, poseen medios audiovisuales y formatos con capacidades desde 40 y hasta 600 personas. Con esta propuesta no solo se eliminaría al lobby de la lista de zonas perjudiciales sino también se elevaría la calidad de las actividades al desarrollarse en un local con el confort requerido.

### **Fase 5. Valoración económica**

**Paso1.** Valorar económicamente las medidas propuestas

#### **Restaurante buffet El Pilar**

La colocación de la puerta propuesta en el área de fregado con unas dimensiones de ancho= 1.25m y altura=2m cuesta 120CUC, valor obtenido en el departamento de compras según la comercializadora AT Comercial. La mano de obra necesaria para su montaje será de 2 obreros los cuales cobran 0.45 por hora, trabajo que requiere de una jornada laboral por lo que el costo total de la propuesta es de: 127.20 CUC

#### **Mini-tintorería**

La compra de tapones de oídos se debe realizar mensual, al ser dos trabajadoras en el área y el medio de protección tener un costo de 1.00 CUC serían 2.00 CUC mensual, lo que implicaría en 24 CUC/ anual.

#### **Habitaciones the level**

El anexo 15 muestra la relación de la cantidad de materiales a utilizar para la construcción de la cápsula, así como la mano de obra necesaria. A través del análisis realizado se obtuvo:

Costo Total

$$(2.23) CT=C_{mat}+C_{mo}$$

$$CT=1106.39+1080=2186.39 \text{ CUC}$$

#### **Oficina cajero central**

En el anexo 16 se muestra la cantidad de materiales a utilizar para el cambio de posición de la ventanilla, así como el precio de los mismos y de la mano de obra necesaria. Lo que arrojo un costo de:

Costo Total

$$(2.23) CT=C_{mat}+C_{mo}$$

$$CT=12.19+14.4=26.59 \text{ CUC}$$

### **Fase 6. Implementación**

**Paso 1.** Materialización de las medidas de control.

La medida propuesta para el control de ruido en el restaurante buffet ya fue implementada durante el período de la investigación. Esto permitió realizar un análisis de la efectividad de la medida. La figura 3.3 muestra la puerta en mal estado que se encontraba la entrada del área de fregado.



**Figura 3.3.** Puerta en mal estado del área de fregado

**Fuente:** elaboración propia

La figura 3.4 muestra la implementación de la medida



**Figura 3.4.** Puerta nueva del área de fregado

**Fuente:** elaboración propia

Se determinó entonces el nivel de reducción que se lograba en las áreas tras la colocación de una puerta para el acceso al fregadero tal y como se describe a continuación.

❖ Medición realizada sin puerta



Figura 3.5. Medición en las mesas cerca del área de fregado.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 3.7: Desglose del espectro de frecuencias.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	60	66	68	71	80	71	63

Fuente: salida del software Smart 7.

❖ Medición con la puerta en buen estado

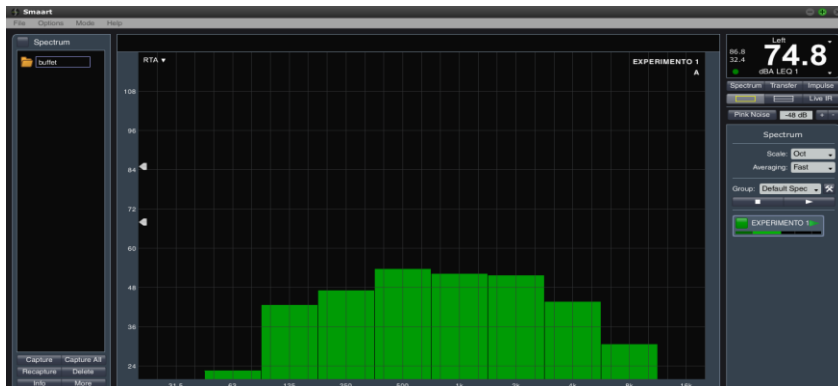


Figura 3.6. Medición en las mesas cerca del área de fregado con puerta.

Fuente: salida del software Smart 7.

Tabla 3.8. Desglose del espectro de frecuencias.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	22	40	47	54	63	63	40

Fuente: salida del software Smart 7.

Al colocar la puerta los niveles sonoros equivalentes disminuyeron en 10.6 dB(A) aunque aún sobrepasan lo establecido debido a que además del área de fregado inciden en esta área la comunicación verbal de clientes, la manipulación de la vajilla y cubertería. La variación del espectro de frecuencias se muestra a continuación:

**Tabla 3.9.** Variación del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	38	26	21	17	17	8	23

**Fuente:** elaboración propia

La variación en el espectro de frecuencia evidencia la disminución de las mismas ante la implementación de la medida propuesta.

**Conclusiones parciales del capítulo:**

- ❖ Se identificó el restaurante buffet El Pilar con 85.4 dB(A), la mini-tintorería con 87.6 dB(A), las habitaciones pertenecientes al the level con 64.4 NdB, la oficina cajero 76.1 NdB y el lobby con 88.8 dB(A) como las principales áreas ruidosas en el hotel Melia Marina Varadero.
- ❖ 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: la colocación de una puerta en buen estado en el área de fregado en el restaurante buffet El Pilar, la utilización de medios de protección en la mini-tintorería además de la realización de un adecuado mantenimiento a los equipos del área. Para eliminar las afectaciones producidas por las enfriadoras en las habitaciones the level se plantea la construcción de un enclaustramiento, en el caso de la oficina cajero central se cambiaría la posición de la ventanilla de pago. La realización del show se propone que no sean en el lobby y se desarrolle en uno de los 7 salones de reuniones que posee la instalación.
- ❖ La valoración económica arrojó que para implementar las medidas propuestas se necesitan: 2342.18 CUC.

## Conclusiones generales:

1. Con el basamento de la literatura consultada fue posible detectar las principales afectaciones provocadas por el ruido en la salud, las organizaciones y la comunicación; así como el marco legal relacionado, además de la aplicación de diversos métodos para su control y evaluación económica.
2. Se modificó la metodología propuesta por Almeda Barrios (2018) compuesta por 6 fases que permite la evaluación, diagnóstico y control del ruido en el hotel Meliá Marina Varadero, así como su análisis económico y su importancia para la salud de los trabajadores y clientes.
3. Las mediciones arrojaron valores de 85.4 dB(A) en el restaurante buffet El Pilar, en la mini-tintorería 87.6 dB(A), 64.4 NdB en las habitaciones pertenecientes al the level En la oficina cajero central 76.1 NdB y en el lobby 88.8 dB(A), los cuales superan los límites normados en todos los casos.
4. Se construyeron, como herramienta de diagnóstico en las áreas analizadas, un total de 7 mapas de ruido que ilustran por colores las zonas de mayor contaminación acústica.
5. Se realizaron propuestas de medidas para reducir o eliminar el ruido en las áreas afectadas donde resalta el diseño de un enclaustramiento para las enfriadoras que afectan las habitaciones the level como medidas secundarias y medidas técnicas-organizativas en el buffet, mini-tintorería, oficina cajero central y el lobby.
6. Mediante un análisis económico se determinó que el costo total para la implementación de las medidas propuestas en los hoteles Meliá Marina es de 2342.18 CUC.

## **Recomendaciones:**

1. Desplegar la fase de implementación de las medidas propuestas para el control de las áreas afectadas, así como una retroalimentación hacia su inicio que demuestre la efectividad del control.
2. Extender la aplicación de la metodología seleccionada a otras instalaciones hotelera del polo turístico.
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. Abad Toribio, L., Colorado Aranguren, D., Martín Ruiz, D., & Retana Maqueda, M. J. (2011). Ruido Ambiental: Seguridad y Salud. *Revista Tecnológica y Desarrollo, Vol. VIII*.
2. Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. (2005). Reducción y control del ruido. *FACTS*.
3. Alfaro León, W. J. (2016). *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), Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21186>
4. Almeda Barrios, Y. (2018). *Contribución al control de ruido y su valoración socioeconómica en instalaciones hoteleras*. (Tesis de Maestría en administración de empresas. Mención: gestión de la producción y de los servicios.), Universidad de Matanzas Sede "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
5. Alton Everest, F. (2001). *The master handbook of acoustics* (Fourth Edition ed.): McGraw-Hill.
6. Amable, I., Méndez, J., Delgado, L., Acebo, F., de Armas, J., & Rivero, M. L. (2017 ). Contaminación ambiental por ruido *Revista Médica Electrónica vol.39*.
7. Arko, A. (2015). No molestar: una tendencia que no hace ruido, *La Nación*. Retrieved from <http://www.lanacion.com.ar/>
8. Barron, M. (2010). *Auditorium Acoustics and Architectural Design* (Second Edition ed.). London and New York: Spon Press.
9. Bastián, N. (2015). Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación. . *Síntesis Tecnológica*.
10. Berger, E. H. (2003). Noise Control and Hearing Conservation. Why do it? *The Noise Manual*.
11. Camposeco Espina, L. I. (2003). *Medición, evaluación y control del ruido en una industria de maquilado de tubería de acero*. (Tesis de Diploma), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
12. Carrión Isbert, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona, España: Editions UPC.
13. Comisión Administradora Bicameral, B. d. C. d. I. N. (2014). Dossier legislativo. Legislación extranjera. Contaminación acústica.
14. Comisiones Obreras de Asturias. (2007). *El ruido: del riesgo sonoro al daño silencioso* (pp. 55). Retrieved from [http://www2.fsc.ccoo.es/comunes/recursos/17629/pub12008\\_GUIA SOBRE EL RUIDO EN EL ENTORNO LABORAL.pdf](http://www2.fsc.ccoo.es/comunes/recursos/17629/pub12008_GUIA SOBRE EL RUIDO EN EL ENTORNO LABORAL.pdf)
15. Confederación de Empresarios de Lugo. (2007). *Manual sobre exposición laboral al ruido y vibraciones* Retrieved from <http://www.celugo.es>
16. Cortés Díaz, J. M. (2002). *Seguridad e Higiene del trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos de Trabajo* (Tercera Edición ed.). Alfaomega, México.
17. Davis, D. y. D., C. . (1987). *Sound System Engineering* (Sams Ed.). Indianápolis.
18. Contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco. (2012).
19. Diputación Foral de Bizcaia. (2010). *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*. Bizcaia, España.
20. European Environment Agency. (2014). Noise in Europe. Copenhagen, Denmark: .

21. Fajardo Segarra, A. F., Paumier Navarro, J. M., & Traba González, I. I. (2015). 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*, pp. 75-85.
22. Fernández. (2014). Ruidos molestos pueden causar sordera. <http://www.vitalis.net/actualidad87.htm>
23. Fernández de Lara, C. (2013). Contaminación sónica en sitios patrimoniales.
24. García, A. (2001). Environmental Urban Noise (Advances in Ecological Sciences) [Press release]
25. García Dihigo, J., & Real Perez, G. (2005). *El hombre y su ambiente laboral*. Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas.
26. García Fránquiz, L. (2017). El ruido: Esa triste huella sonora. *Periódico Girón*.
27. García Sanz, B., & Garrido, F. J. (2003). *La contaminación acústica en nuestras ciudades* Retrieved from [www.estudios.lacaixa.es](http://www.estudios.lacaixa.es)
28. Gobierno de Chile. (2010). *Estrategia para la Gestión del Control de Ruido Ambiental 2010-2014*. Chile.
29. Gobierno de México. (2015). El Ruido. Observatorio de Salud y Medio Ambiente Andalucía.
30. González, L., & López, M. (2004). Niveles de cortisol Sérico al inicio y al final de la jornada laboral y manifestaciones extra auditivas en trabajadores expuestos a ruido en una industria cervecera. [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=SO535513320040004000002&Sscript=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=SO535513320040004000002&Sscript=sci_arttext)
31. Guisasaola, Y. (2010). Efectos extra-auditivos del ruido, salud, calidad de vida y rendimiento en el trabajo; actuación en vigilancia de la salud.
32. Hansen, C. H. (2001). *Fundamentals of acoustics. Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control*.
33. Harris, & Piersol. (2002). *Harris' shock and vibration handbook* (5ta ed.): McGraw-Hill
34. Harris, C. M. (1991). *Handbook of acoustical measurements and noise control*. New York: McGraw-Hill.
35. Ibrahim, A. A. (1996). *Contribución a la evaluación y control del ruido en las termoeléctricas de Cuba*. (Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias), Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
36. Instituto Tecnológico de Seguridad. (1988). Legislación en materia de ruido y criterios de valoración del ruido. *Madrid, España*.
37. ISO-TECNICA. (2004). Conceptos Básicos sobre Acústica. <http://www.ciu.com.uy/isotecnica/acust.htm>
38. Kitronza, P., & Philippe, M. (2016). Environmental factors associated with textile industry. . *Pan Afr Med J*.
39. Kuttruff, H. (2009). *Room Acoustics* (Fifth Edition ed.): Spon Press.
40. Long, M. (2006). *Architectural acoustics*: Elsevier Academic Press.
41. Magazine. (2005). El Ruido en el Trabajo. *Revista de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo*.
42. Martínez, N. (2017). Hoteles sin ruido. Día Mundial del turismo. *Con R de Ruido*. <http://conrderuido.es/noticias/hoteles-sin-ruido-dia-mundial-del-turismo/>
43. Martínez, N. (2017). Los hoteles y el confort acústico *Con R de Ruido*. <http://conrderuido.es/noticias/los-hoteles-y-el-confort-acustico/>
44. Medina Á, V. G., Giraldo L, Henao L, . (2013). Sordera ocupacional: una revisión de su etiología y estrategias de prevención.
45. Ministerio de Trabajo, E. y. S. S., & Superintendencia de Riesgos del Trabajo. (2012). Guía Práctica sobre el ruido en el ambiente laboral. [http://www.srt.gob.ar/images/pdf/Rs85-12\\_Protocolo\\_Ruido\\_Guia\\_Practica.pdf](http://www.srt.gob.ar/images/pdf/Rs85-12_Protocolo_Ruido_Guia_Practica.pdf)

46. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. (2003).
47. Miyara, F. (1999). *Control de Ruido* Retrieved from <http://docplayer.es/10588694-Federico-miyara-control-de-ruido.html>
48. Miyara, F. (2006). *Acústica Arquitectónica Acústica y Sistemas de Sonido* (Cuarta Edición ed.). Rosario, Argentina: UNR Editora (Universidad Nacional de Rosario).
49. Modelo Pedro , T., Bombardo Enrique ,Barrau Enrique , . (2000). *Ergonomía 1* (2000 ed.). Ciudad México,Mexico.
50. Mompín Poblet, J. e. a. (1982). *“Manual de Alta Fidelidad y Sonido Profesional”* (Ed.Marcombo Boixareu Ed.). Barcelona
51. Monterroza, A. (2007). Proyecto de control de ruido en la ciudad de Cartagena. <https://www.scribd.com/document/66532104/Proyecto-Control-Ruido>
52. Moya Pon, F., & Ledesma, R. (2003). Normas ambientales para la protección contra ruidos. *Santo Domingo, República Dominicana*.
53. Murillo, D., et al. (2012). Comparación de Métodos de Interpolación para la Generación de Mapas de Ruido en Entornos Urbanos. 62-68.
54. Náf Cortés, R. (2014). Análisis y gestión del ruido industrial. *Santander, España*. [http://www.icasst.es/archivos/documentos\\_contenidos/3653\\_2.SANTANDER.pdf](http://www.icasst.es/archivos/documentos_contenidos/3653_2.SANTANDER.pdf)
55. Acústica—Medición del ruido emitido por los vehículos de pasajeros bajo condiciones representativas de tránsito urbano (2005).
56. Manual de alumbrado (2003).
57. Medición del Ruido en lugares donde se encuentran personas. Requisitos generales (1983).
58. Determinación de la potencia sonora. Método de orientación (1983).
59. Determinación de la pérdida de audición (1983).
60. Ruido en zonas habitables. Requisitos higienico sanitarios. (2007).
61. Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas — parte 1: Elementos generales (2010).
62. Seguridad y salud en el trabajo — ruido en el ambiente laboral — requisitos higiénico sanitarios generales (2011).
63. 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 (2011).
64. base para el diseño y construcción de inversiones turística emitida (2010.).
65. Description and Measurement of Environmental Noise (1996).
66. Confort acústico: el ruido en oficinas (1998).
67. OMS, O. M. d. I. S. (2001). Propiedades físicas. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsasv/e/areas/notransmi/ruido/ruido.htm>
68. OMS, O. M. d. I. S. (2007). Latino América es la región más ruidosa del mundo: OMS. *La Crónica Diaria S.A de C.V.* <http://www.cronica.com.mx/notas/2007/mundo.php>
69. Parma, L. (2015). *Manual Práctico de Control de Ruido* Retrieved from <http://www.ingenieroambiental.com/4002/Manual%20Practico%20del%20Control%20de%20Ruido.pdf>
70. Actualización de los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021 (2016).
71. Prieto, M. A. (2009). Estudio de la validación, errores e incertidumbre en la elaboración de mapas de ruido,. [http://oa.upm.es/2031/1/MIGUEL\\_AUSEJO\\_PRIETO](http://oa.upm.es/2031/1/MIGUEL_AUSEJO_PRIETO)
72. Quiala Armenteros, Y. (2011). El ruido también contamina. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*.
73. Recuero López, M. (1999). *Acústica Arquitectónica”* (E. Paraninfo Ed.). España.

74. Rodríguez González, I. J., Torrens Álvarez, O., Leyva Bruzón, L., Pérez-Delgado Fernández, A., Jáuregui, D., Marsán Castellanos, J., . . . Lago Muñoz, G. (2007). *Seguridad y salud en el trabajo*. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
75. Ruiz Efen. (2004). *Contaminación acústica: efectos sobre parámetros físicos y psicológicos*. (Doctorado), Universidad de la Laguna Facultad de Medicina.
76. S.A. (2015). Laboratorio de Condiciones de Trabajo Ergonomía Diseño de puestos de trabajo. <https://es.scribd.com/document/360173243/7863-ruido-pdf>
77. Sand, M. (2017). *Noise pollution and control in urban European environments*. (Bachelor of Engineering), Helsinki Metropolia University of Applied Sciences.
78. Santos, L. C., & Valado, F. (2004). mapa de ruído Municipal como ferramenta de planeamento, *Portugal*.
79. Secretaría de Estado. (2001). *Requisitos generales para la protección contra ruidos: Niveles máximos permitidos de los procedentes de fuentes fijas y móviles*. Santo Domingo. República Dominicana: Retrieved from [http://www.usaid.gov/dr/docs/resources/norma\\_ruido\\_proteccion.doc](http://www.usaid.gov/dr/docs/resources/norma_ruido_proteccion.doc).
80. Secretaría de Salud Laboral. (2012). *Cuadernillo Informativo de PRL: Ruido y Vibraciones* UGT-Madrid (Ed.) Retrieved from <https://books.google.com/cu/books?id=kv6LoAEACAAJ>
81. Segura Mateu, F. (2013). *Diseño de pantallas acústicas para reducir costes de fabricación*. (Tesis en opción al título de Ingeniero en Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen), Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Politécnica Superior de Gandía, Gandía, España.
82. Tolosa F. (2006). Efectos del ruido sobre la salud. . [http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos\\_ruido\\_salud.html](http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html)
83. Torres Sotolongo, D. E., & Romero Suárez, P. (2014). Procedimiento para la evaluación del ruido ambiental urbano en el municipio de Regla (Cuba) utilizando sistemas de información geográfica. *GeoFocus*.
84. Viña Brito, S., & Marsán Castellanos, J. (2007). *Seguridad y salud en el trabajo*. La Habana: Ed. Félix Varela.
85. Virginis, J. A. (2015). *La prevención contra el ruido en el ambiente de trabajo*. (Tesis de Maestría en Derecho del Trabajo y Relaciones Laborales Internacionales), Universidad Nacional de Tres de Febrero, Buenos Aires, Argentina.

## 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

<b>6. Solución de tareas complejas cumpliendo requisitos relativos a actividades intelectuales, tales como la actividad de traducción, programación, trabajo en laboratorios docentes e investigativos.</b>	55	60
<b>7. Trabajo creador, cumplimentando requisitos relativos a la recepción y el procesamiento de la información, tal como impartir clases, actividades médicas; actividades científicas; diseño.</b>	45	50
<b>MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE.</b>	80	85
<b>8. Cabina de maquinistas de locomotoras diesel y eléctricas.</b>		
<b>9. Local para personal en los vagones de recorrido largo.</b>	60	65
<b>10. Vagones interprovinciales de pasajeros y vagones restaurantes.</b>	70	75
<b>MEDIOS DE TRANSPORTE MARITIMO.</b>	80	85
<b>11. Cuartos de máquinas de los buques.</b>		
<b>MEDIOS DE TRANSPORTE AEREO.</b>	80	85
<b>12. Cabinas y salones de aviones y helicópteros.</b>		
<b>MAQUINARIA AGRICOLA Y DE CONSTRUCCION.</b>	80	85
<b>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.</b>		

Fuente: tomado de NC 871 (2011)

**Anexo 2.** Coeficientes de absorción de los materiales

Material	Frecuencias (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Paneles acústicos	0,15	0,30	0,75	0,85	0,75	0,40
Yeso	0,03	0,03	0,20	0,03	0,04	0,05
Concreto u hormigón	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05
Madera (plywood, pino)	0,15	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10
Fieltro	0,10	0,15	0,25	0,30	0,30	0,30
Muro de ladrillos	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Cortinas	0,05	0,12	0,15	0,25	0,37	0,50
Planchas de acero	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Espuma acústica (6 mm)	0,10	0,10	0,13	0,18	0,48	0,45
Espuma acústica (2,5 - 15 cm)	0,16	0,25	0,45	0,84	0,97	0,87
Fibra de vidrio (5 mm)	0,38	0,63	0,78	0,87	0,83	0,77
Fibra de vidrio (4 mm)	0,20	0,35	0,65	0,80	0,75	0,65
Fibra de vidrio (40 mm)	0,29	0,52	0,69	0,89	0,96	0,97
Absorción de una persona	0,18	0,04	0,46	0,46	0,57	0,46
Lana de vidrio (60 mm)	0,24	0,55	0,84	0,92	0,98	1,00
Espuma formaldehído (40 mm)	0,12	0,36	0,80	0,95	0,95	1,00
Corcho	0,12	0,27	0,72	0,79	0,76	0,77
Fibra amianto	-	0,55	0,65	0,75	0,80	0,80
Bloque de hormigón	0,30	0,45	0,30	0,25	0,40	0,25
Muro de ladrillo enlucido en yeso	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05
Piso de listones de madera	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,06
Mármol	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Amianto proyectado (15 mm)	0,30	0,35	0,45	0,50	0,55	0,60
Butaca de madera	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04
Suelo de goma de 5 mm sobre cemento	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
Vidrio	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Suelo de corcho 20 mm sobre cemento	0,08	0,02	0,08	0,19	0,24	0,21

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

**Anexo 3.** Valores de aislamiento sonoro o perdidas por transmisión del sonido (R) para varios materiales.

Material	Frecuencia (Hz)						$\bar{R}$	m Kg/m <sup>2</sup>
	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 ( $\geq$ 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	-

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



**Anexo 4.** Tabla 1 perteneciente al manual de alumbrado

Tipo de interior, tarea o actividad	$E_m$ lux	$CUDI$	$R_a$	Notas
<b>1.ÁREAS GENERALES DE EDIFICACIONES</b>				
Vestibulos de entrada	100	22	60	
Salas de estar, de fumar	200	22	80	
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	En las salidas y entradas Proporcionar una zona de transición y evitar cambios súbitos
Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas)	150	25	40	
Rampas/andenes/patios de carga	150	25	40	
Cantinas, tabernas	200	22	80	
Áreas de descanso	100	22	80	
Locales para ejercicios físicos	300	22	80	
Guardarropas, cuartos de aseo, baños, tocadores	200	25	80	
Enfermerías	500	19	80	
Locales para atención médica	500	16	90	$T_{cp}$ 4000k, como mínimo
Cuartos técnicos (industrias), Cuartos de aparata eléctrica	200	25	60	
Garita de posta, local del centro general de distribución	500	19	80	

Almacén, cuartos de mercancías, almacén refrigerado	100	25	60	200 lux si están ocupados continuamente
Áreas de despacho, embalaje, manipulación	300	25	60	
Estación de control	150	22	60	200 lux si están ocupados continuamente
<b>2. EDIFICIO AGRÍCOLA</b>				
Carga y operación de mercancías y equipos, maquinaria de manipulación de mercancías	200	25	80	
Edificación para ganado	50	28	40	
Cuartones de animales enfermos, establo de parición (vacas)	200	25	80	
Preparación de alimentos, lechería, lavado de utensilios	200	25	80	
<b>3. PANADERÍAS</b>				
Preparación y horneado	300	22	80	
Terminado, escarchado, decoración	500	22	80	
<b>4. INDUSTRIA DEL CEMENTO, HORMIGÓN Y LADRILLOS</b>				
Secado	50	28	20	Los colores de seguridad serán reconocibles
Preparación de materiales, trabajo en hornos y mezcladores	200	28	40	
Taller general de maquinaria	300	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Conformación	300	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
<b>5. INDUSTRIA DE LA CERÁMICA Y EL VIDRIO</b>				
Secado	50	28	20	
Preparación, maquinado general	300	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Esmaltado, laminado, prensado, conformación de partes sencillas, escarchado, soplado del vidrio	300	25	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Trituración, estampado, pulido del vidrio, conformación de partes	750	19	80	Para locales altos: ver también 4.6.2
Trabajo decorativo	500	19	80	
Trituración de vidrio óptico, trituración y estampado manual	750	18	80	

**Fuente:** tomado de NC-ISO 8995 (2003)

**Anexo 5:** Luminarias para alumbrado en interiores.

Luminaria	Distancia e/ luminaria inferior a:	Coef. Conserva ción	Te- cho	70 %			50 %			
				Pa- red	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					I.L. Coeficiente de utilización					
1.Reflector de cúpula RIM alumbrado DIRECTO	1,3 x altura de montaje	B=0,75 R=0,65 M=0,55	J	0,33	0,28	0,25	0,32	0,28	0,25	
			I	0,40	0,36	0,33	0,40	0,36	0,35	
			H	0,47	0,43	0,39	0,47	0,42	0,39	
			G	0,54	0,49	0,45	0,53	0,48	0,45	
			F	0,59	0,54	0,50	0,58	0,53	0,50	
			E	0,65	0,61	0,57	0,64	0,60	0,57	
			D	0,69	0,65	0,62	0,68	0,64	0,62	
			C	0,72	0,68	0,65	0,70	0,67	0,65	
			B	0,76	0,75	0,70	0,74	0,72	0,69	
			A	0,78	0,75	0,75	0,76	0,74	0,72	
2.Luminaria distribución simétrica para lámpa- ras incandes centes. Haz ancho. Alumbrado DIRECTO	1,7 x altura de montaje	B=0,80 R=0,75 M=0,70	J	0,36	0,32	0,29	0,35	0,32	0,29	
			I	0,45	0,41	0,38	0,45	0,41	0,38	
			H	0,52	0,48	0,46	0,51	0,47	0,46	
			G	0,50	0,54	0,51	0,57	0,53	0,50	
			F	0,62	0,58	0,55	0,61	0,58	0,55	
			E	0,67	0,64	0,61	0,66	0,63	0,64	
			D	0,70	0,67	0,65	0,69	0,65	0,64	
			C	0,72	0,69	0,67	0,71	0,68	0,67	
			B	0,75	0,75	0,71	0,74	0,72	0,70	
			A	0,77	0,75	0,73	0,75	0,73	0,72	
3.Luminaria distribución simétrica para lámpa- ras de mer- curio. Haz ancho. Alumbrado DIRECTO	0,7 x altura de montaje	B=0,75 R=0,70 M=0,65	J	0,38	0,34	0,32	0,38	0,34	0,32	
			I	0,47	0,43	0,40	0,46	0,43	0,40	
			H	0,55	0,49	0,46	0,52	0,49	0,46	
			G	0,59	0,55	0,52	0,58	0,54	0,52	
			F	0,63	0,59	0,56	0,62	0,58	0,56	
			E	0,68	0,64	0,62	0,67	0,64	0,61	
			D	0,71	0,67	0,65	0,69	0,67	0,65	
			C	0,72	0,78	0,67	0,71	0,69	0,67	
			B	0,75	0,73	0,71	0,74	0,72	0,70	
			A	0,77	0,75	0,73	0,75	0,74	0,72	
4.Luminaria distribución simétrica para lámpa- ras de mer- curio. Haz medio Alumbrado DIRECTO	0,7 x altura de montaje	B=0,75 R=0,70 M=0,65	J	0,46	0,43	0,41	0,46	0,43	0,41	
			I	0,54	0,51	0,49	0,53	0,51	0,48	
			H	0,59	0,56	0,53	0,58	0,55	0,53	
			G	0,63	0,58	0,57	0,62	0,59	0,57	
			F	0,65	0,63	0,68	0,65	0,62	0,60	
			E	0,69	0,67	0,65	0,68	0,66	0,64	
			D	0,71	0,69	0,67	0,70	0,68	0,67	
			C	0,73	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	
			B	0,75	0,75	0,71	0,73	0,72	0,71	
			A	0,76	0,75	0,73	0,75	0,73	0,72	

Luminaria	Distancia e/ luminaria inferior a:	Coef. Conserva ción	Te- cho	70 %			50 %			
				Pa- red	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					I.L. Coeficiente de utilización					
5.Luminaria distribución simétrica para lámpa- ras de mer- curio. Haz estrecho Alumbrado DIRECTO	0,8 x altura de montaje	B=0,75 R=0,68 M=0,63	J	0,51	0,48	0,46	0,51	0,48	0,46	
			I	0,58	0,55	0,53	0,57	0,55	0,53	
			H	0,62	0,59	0,57	0,61	0,59	0,57	
			G	0,66	0,63	0,61	0,65	0,63	0,61	
			F	0,69	0,68	0,64	0,68	0,66	0,64	
			E	0,72	0,70	0,68	0,71	0,69	0,67	
			D	0,74	0,72	0,70	0,73	0,71	0,70	
			C	0,75	0,74	0,72	0,74	0,73	0,71	
			B	0,77	0,76	0,74	0,76	0,75	0,73	
			A	0,78	0,77	0,76	0,77	0,75	0,74	
6.Luminaria de 2 tubos fluorescente con pantalla Montaje de superficie Alumbrado SEMI- DIRECTO	0,8 x altura de montaje	B=0,70 R=0,60 M=0,50	J	0,30	0,25	0,22	0,29	0,25	0,22	
			I	0,39	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30	
			H	0,46	0,44	0,37	0,45	0,40	0,36	
			G	0,53	0,48	0,44	0,52	0,47	0,43	
			F	0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48	
			E	0,65	0,60	0,58	0,62	0,58	0,54	
			D	0,70	0,65	0,61	0,66	0,63	0,61	
			C	0,73	0,69	0,65	0,70	0,66	0,63	
			B	0,77	0,73	0,70	0,73	0,70	0,68	
			A	0,80	0,77	0,74	0,76	0,74	0,71	
7.Luminaria de un tubo fluorescente con cubierta plástica. Montaje superficie Alumbrado SEMI- DIRECTO	1,4 x altura de montaje	B=0,75 R=0,70 M=0,65	J	0,24	0,19	0,15	0,23	0,19	0,15	
			I	0,31	0,26	0,21	0,29	0,25	0,21	
			H	0,36	0,31	0,26	0,34	0,29	0,26	
			G	0,42	0,36	0,32	0,39	0,34	0,30	
			F	0,46	0,40	0,36	0,43	0,38	0,34	
			E	0,51	0,46	0,41	0,48	0,43	0,40	
			D	0,54	0,50	0,46	0,51	0,47	0,44	
			C	0,57	0,53	0,49	0,53	0,50	0,47	
			B	0,60	0,57	0,53	0,57	0,54	0,51	
			A	0,63	0,60	0,57	0,59	0,57	0,54	
8.Luminaria de 2 tubos fluorescente con difusor transparente Resistente a la corrosión Alumbrado SEMI- DIRECTO	1,4 x altura de montaje	B=0,80 R=0,75 M=0,70	J	0,29	0,23	0,19	0,28	0,23	0,19	
			I	0,36	0,29	0,26	0,34	0,29	0,25	
			H	0,43	0,37	0,33	0,41	0,36	0,33	
			G	0,46	0,41	0,37	0,46	0,41	0,36	
			F	0,51	0,46	0,41	0,49	0,45	0,41	
			E	0,56	0,52	0,47	0,54	0,50	0,46	
			D	0,59	0,55	0,52	0,57	0,54	0,51	
			C	0,62	0,58	0,55	0,60	0,57	0,54	
			B	0,65	0,62	0,59	0,64	0,61	0,59	
			A	0,67	0,64	0,62	0,65	0,63	0,61	

Luminaria	Distancia e/ luminaria inferior a:	Coef. Conserva ción	Te- cho	70 %			50 %		
				Pa- red	50%	30%	10%	50%	30%
			I.L.	Coeficiente de utilización					
9.Luminaria de 2 tubos fluorescente Montaje de superficie Alumbrado SEMI- DIRECTO	1,4 x altura de montaje	B=0,75 R=0,65 M=0,55	J	0,27	0,21	0,17	0,27	0,21	0,17
			I	0,35	0,30	0,24	0,35	0,30	0,24
			H	0,43	0,36	0,30	0,41	0,35	0,31
			G	0,49	0,42	0,37	0,49	0,42	0,36
			F	0,55	0,47	0,42	0,53	0,47	0,41
			E	0,62	0,55	0,50	0,60	0,53	0,49
			D	0,67	0,61	0,56	0,66	0,60	0,55
			C	0,71	0,65	0,60	0,70	0,63	0,59
			B	0,76	0,71	0,66	0,74	0,69	0,65
A	0,81	0,76	0,71	0,78	0,74	0,70			
10.Luminaria de 4 tubos fluorescente con cubierta plástica Montaje empotrado Alumbrado DIRECTO	1,2 x altura de montaje	B=0,70 R=0,60 M=0,50	J	0,27	0,22	0,20	0,26	0,22	0,19
			I	0,33	0,29	0,26	0,33	0,29	0,25
			H	0,38	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30
			G	0,43	0,38	0,35	0,42	0,38	0,34
			F	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38
			E	0,50	0,47	0,43	0,50	0,46	0,43
			D	0,53	0,50	0,47	0,53	0,49	0,47
			C	0,55	0,52	0,50	0,54	0,52	0,49
			B	0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53
A	0,60	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55			
11.Luminaria de 2 tubos fluorescente con rejilla difusora de 23° Alumbrado SEMI- DIRECTO	1,2 x altura de montaje	B=0,70 R=0,65 M=0,60	J	0,27	0,23	0,20	0,26	0,22	0,20
			I	0,35	0,30	0,27	0,33	0,30	0,27
			H	0,41	0,36	0,33	0,39	0,35	0,32
			G	0,47	0,42	0,39	0,45	0,41	0,37
			F	0,51	0,46	0,43	0,49	0,45	0,41
			E	0,57	0,53	0,49	0,54	0,50	0,47
			D	0,60	0,57	0,53	0,57	0,54	0,51
			C	0,63	0,60	0,56	0,59	0,56	0,54
			B	0,67	0,64	0,61	0,62	0,60	0,58
A	0,69	0,66	0,64	0,64	0,62	0,60			
12.Luminaria de 4 tubos fluorescente con rejilla difusora de 30 ° Montaje empotrado Alumbrado DIRECTO	1,2 x altura de montaje	B=0,70 R=0,60 M=0,50	J	0,27	0,23	0,20	0,27	0,23	0,20
			I	0,34	0,30	0,27	0,33	0,30	0,26
			H	0,39	0,35	0,32	0,38	0,34	0,31
			G	0,43	0,39	0,36	0,49	0,39	0,36
			F	0,46	0,42	0,39	0,46	0,42	0,39
			E	0,50	0,47	0,44	0,50	0,46	0,44
			D	0,53	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47
			C	0,55	0,52	0,50	0,54	0,51	0,49
			B	0,57	0,54	0,52	0,56	0,54	0,52
A	0,58	0,56	0,55	0,57	0,56	0,54			

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

**Anexo6:** Relación entre el índice del local (IL) y la relación del local (RL)

Relación del local	Índice del local
Menos de 0,7	J
de 0,7 a 0,9	I
de 0,9 a 1,12	H
de 1,12 a 1,38	G
de 1,38 a 1,75	F
de 1,75 a 2,25	E
de 2,25 a 2,75	D
de 2,75 a 3,50	C
de 3,50 a 4,50	B
Más de 4,50	A

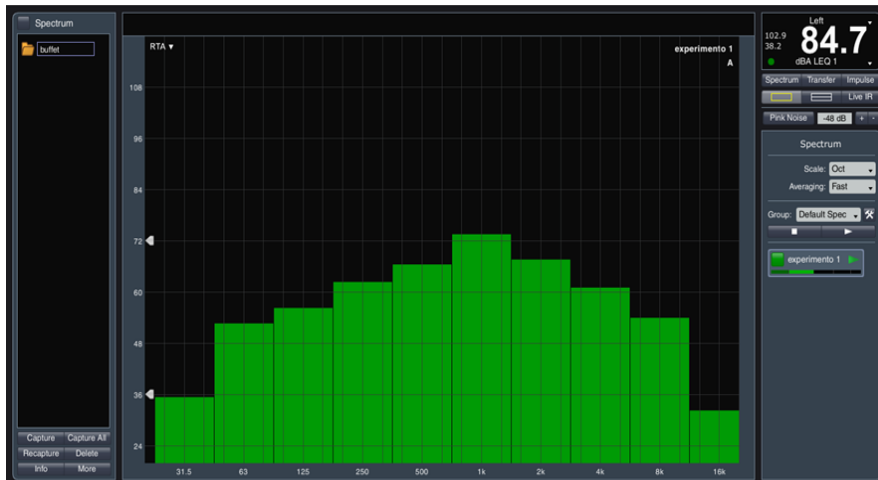
**Fuente:** tomado de Rodríguez González et al. (2007)

**Anexo 7:** Coeficientes de reflexión de varios colores. Fuente: NC 19-01-11 (1981)

COLOR	COEFICIENTE
Blanco	0,75 a 0,85
Beige	0,62 a 0,70
Amarillo claro	0,60 a 0,70
Amarillo oscuro	0,50 a 0,60
Rojo claro	0,40 a 0,50
Rojo oscuro	0,15 a 0,30
Berbellón	0,15
Verde claro	0,45 a 0,65
Verde oscuro	0,05 a 0,30
Azul claro	0,40 a 0,60
Azul oscuro	0,05 a 0,20
Azul cobalto	0,15
Pardo	0,12 a 0,25
Gris claro	0,40 a 0,60
Gris oscuro	0,15 a 0,25
Negro	0,01
Marrón claro	0,30 a 0,40
Marrón oscuro	0,10 a 0,20
Rosado	0,45 a 0,55

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

**Anexo 8. Mediciones realizadas con el software Smart 7.**



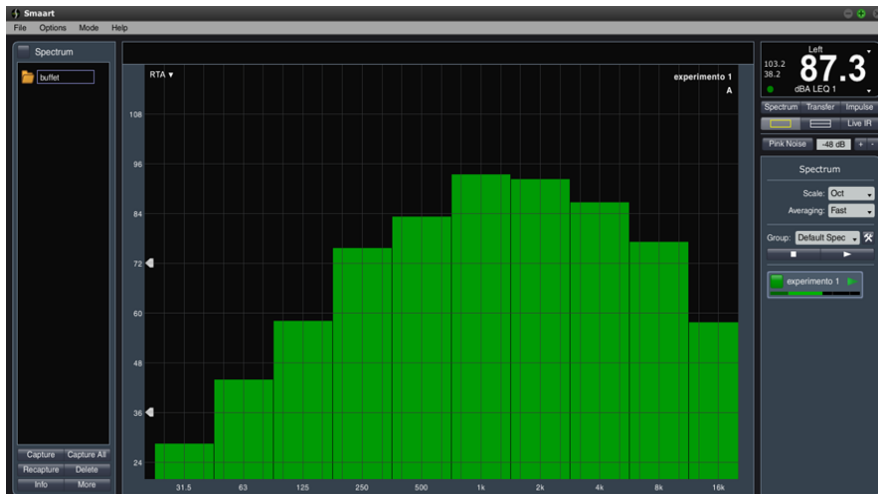
**Figura 8.1.** Medición en el centro del buffet.

**Fuente:** salida del software Smart 7.

**Tabla 8.1.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	52	58	62	69	73	70	55

**Fuente:** salida del software Smart 7.



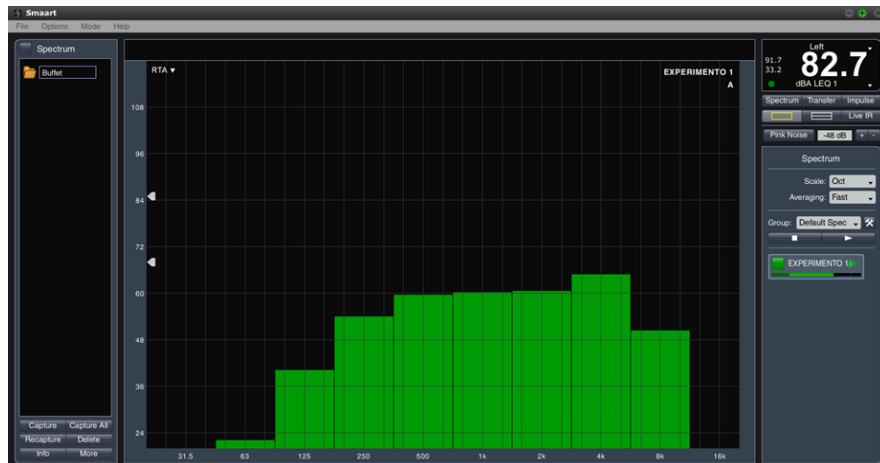
**Figura 8.2.** Medición en la puerta del área de fregado.

**Fuente:** salida del software Smart 7.

**Tabla 8.2.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	46	59	74	84	95	94	85

**Fuente:** salida del software Smart 7.



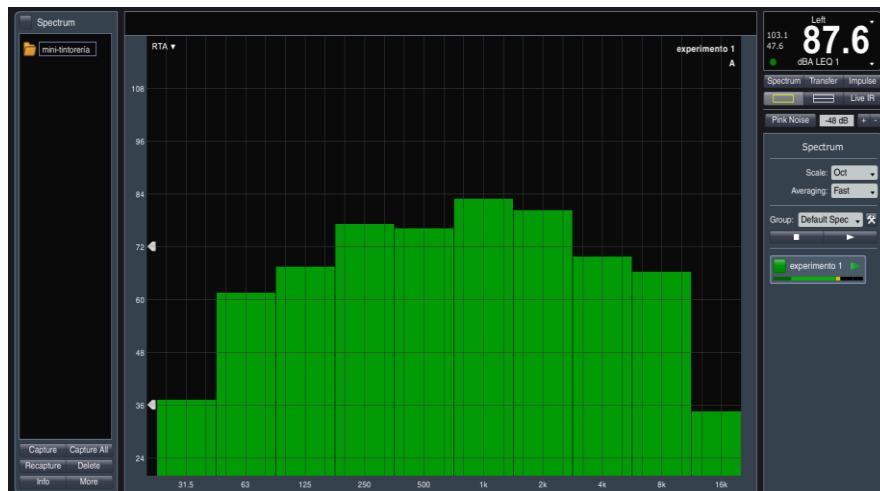
**Figura 8.3.** Medición en las mesas cerca de las estaciones de los dependientes.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.3.** Desglose del espectro de frecuencias.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	23	39	52	60	60	60	64

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



**Figura 8.4.** Medición cerca de las secadoras cuando centrifugan.

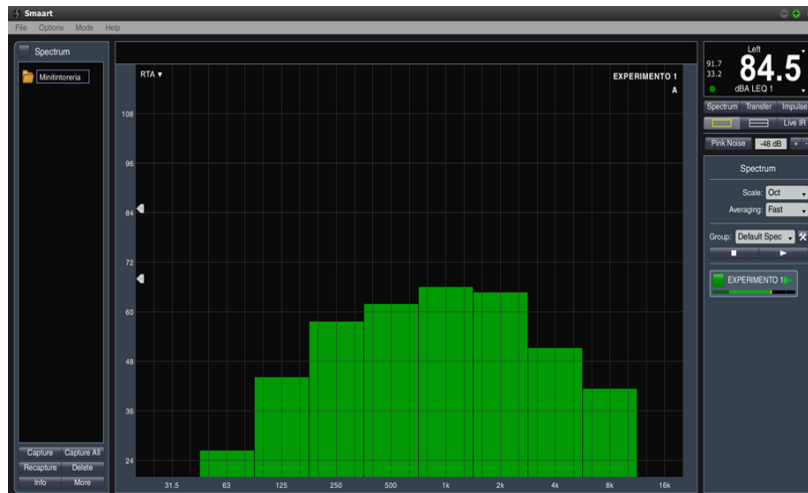
**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.4.** Desglose del espectro de frecuencias.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	62	69	75	74	84	82	70

**Fuente:** salida del software Smaart 7.





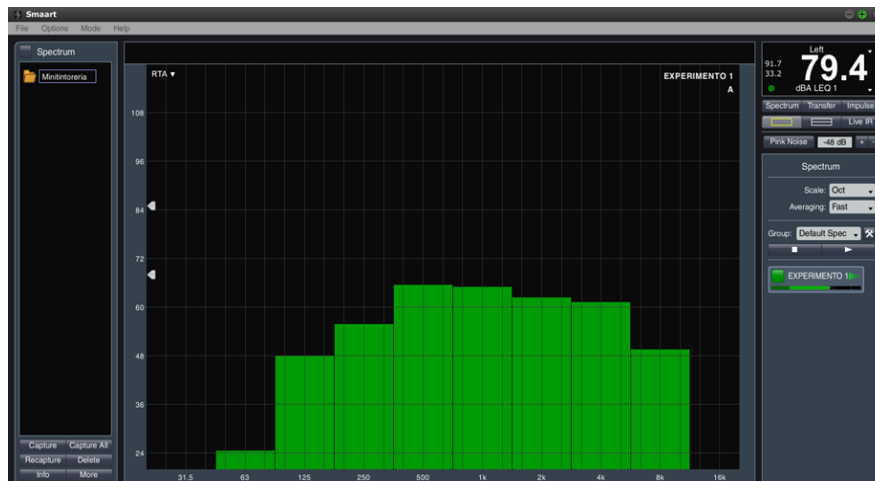
**Figura 8.5.** Medición en el centro de la mini tintorería cuando las secadoras centrifugan.

**Fuente:** salida del software Smart 7.

**Tabla 8.5.** Desglose del espectro de frecuencias.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	25	46	59	61	64	63	49

**Fuente:** salida del software Smart 7.



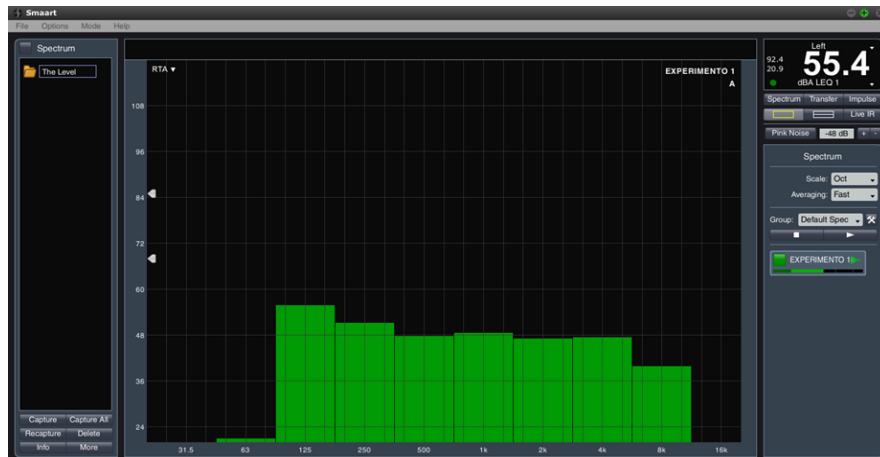
**Figura 8.6.** Medición en la puerta de la mini tintorería.

**Fuente:** salida del software Smart 7.

**Tabla 8.6.** Desglose del espectro de frecuencias.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	24	48	58	66	66	61	61

**Fuente:** salida del software Smart 7.



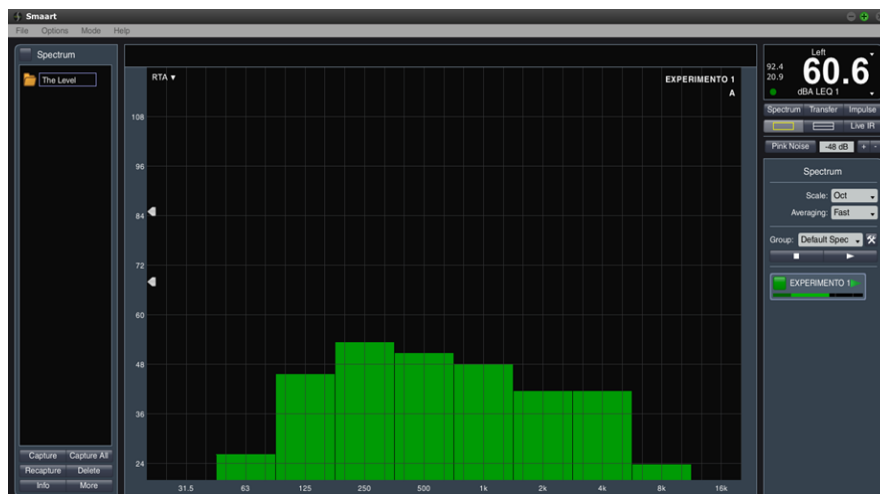
**Figura 8.7.** Medición en la habitación 1639

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.7.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	21	58	50	48	48	48	48

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



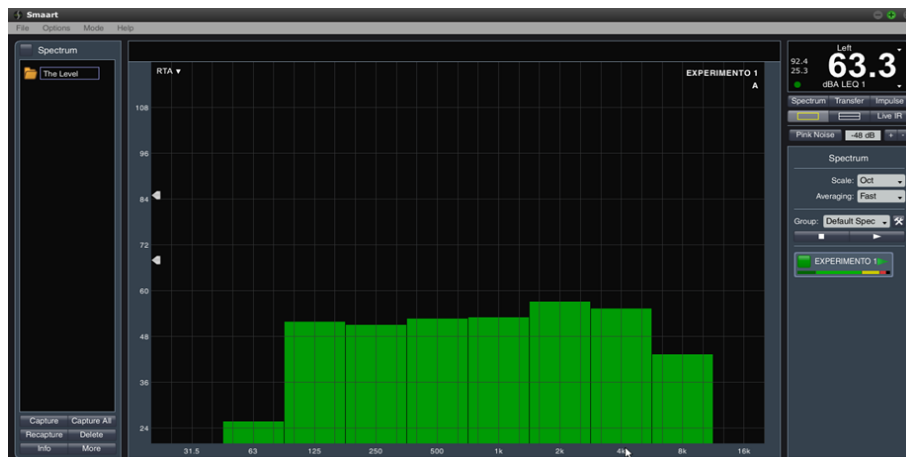
**Figura 8.8.** Medición en la habitación 1640.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.8.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	26	47	52	50	48	40	40

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



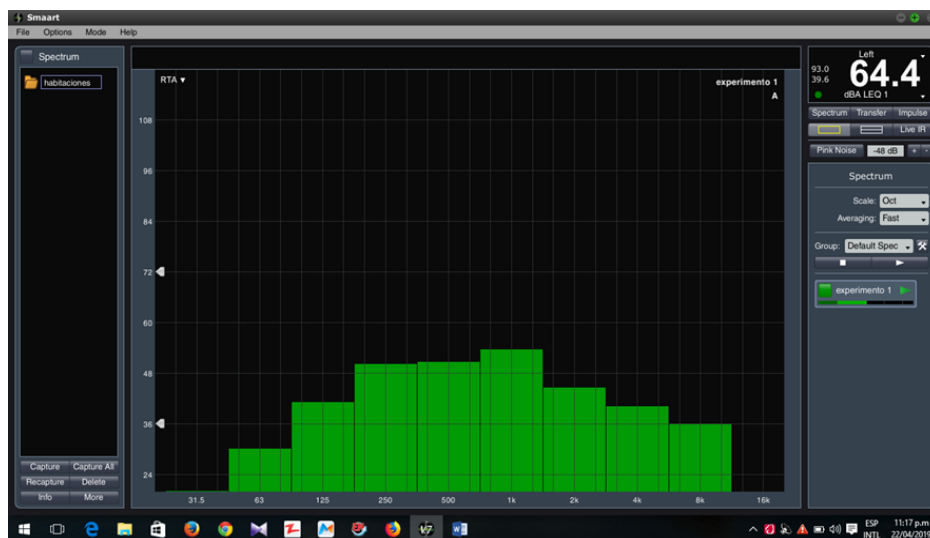
**Figura 8.9.** Medición en la habitación 1641.

**Fuente:** salida del software Smart 7.

**Tabla 8.9.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	25	51	51	51	51	58	57

**Fuente:** salida del software Smart 7.



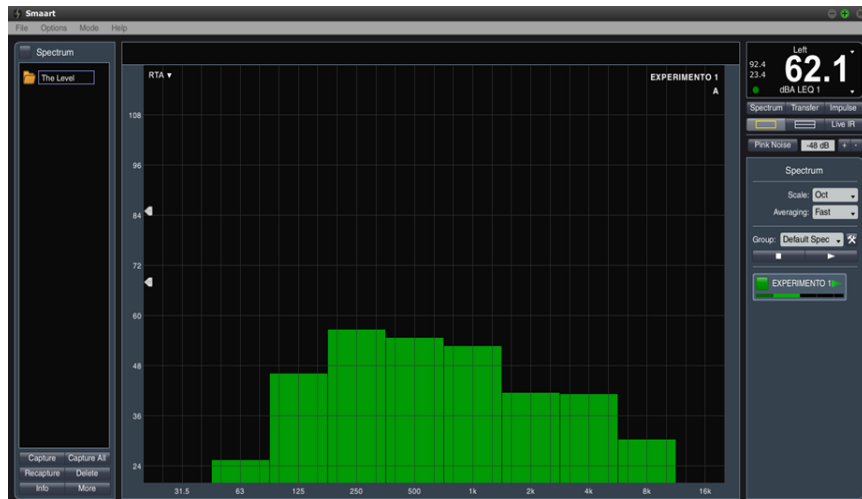
**Figura 8.10.** Medición en la habitación 1642 y 1643.

**Fuente:** salida del software Smart 7.

**Tabla 8.10.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	30	40	49	50	55	46	38

**Fuente:** salida del software Smart 7.



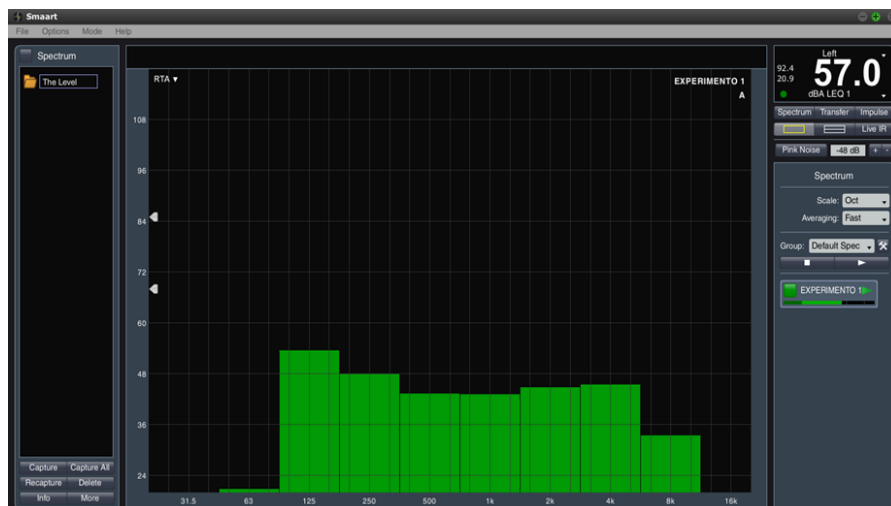
**Figura 8.11.** Medición en la habitación 1644.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.11.** Desglose del espectro de frecuencias.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	25	47	57	56	54	40	40

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



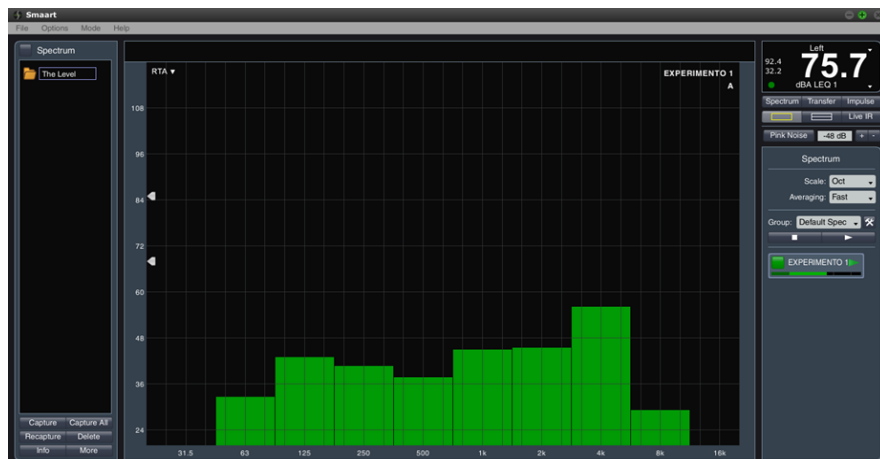
**Figura 8.12.** Medición en la habitación 1645,1646 y 1647.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.12.** Desglose del espectro de frecuencias.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	21	53	48	44	44	45	46

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



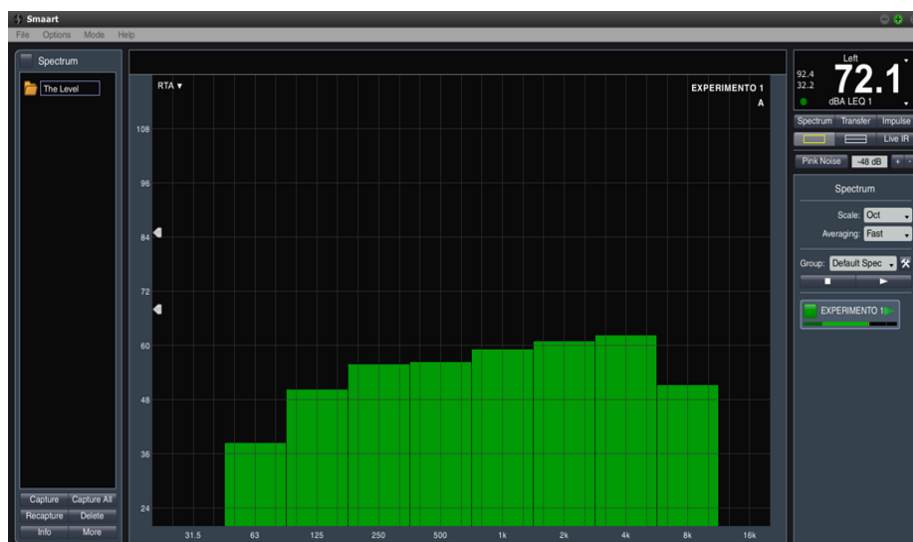
**Figura 8.13.** Medición en el pasillo de las habitaciones frente a las enfriadoras.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.13.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	38	44	40	37	46	46	57

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



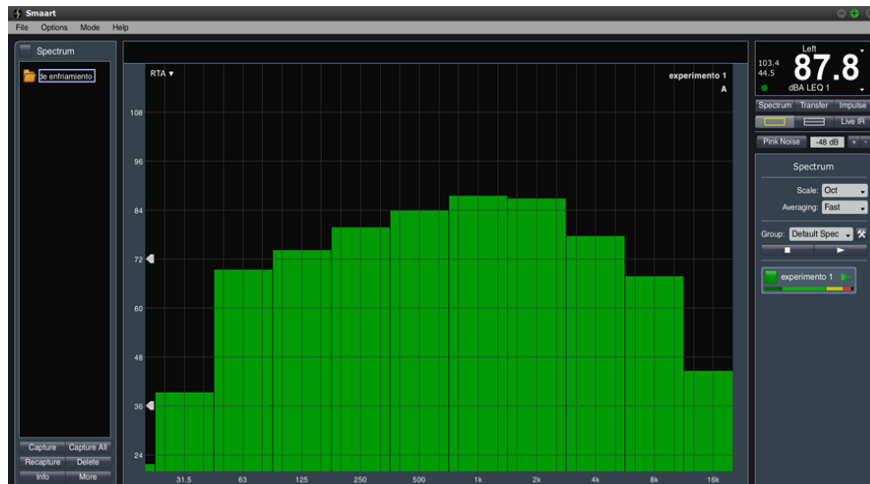
**Figura 8.14.** Medición al final del pasillo de las habitaciones.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.14.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	38	50	56	56	58	59	61

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



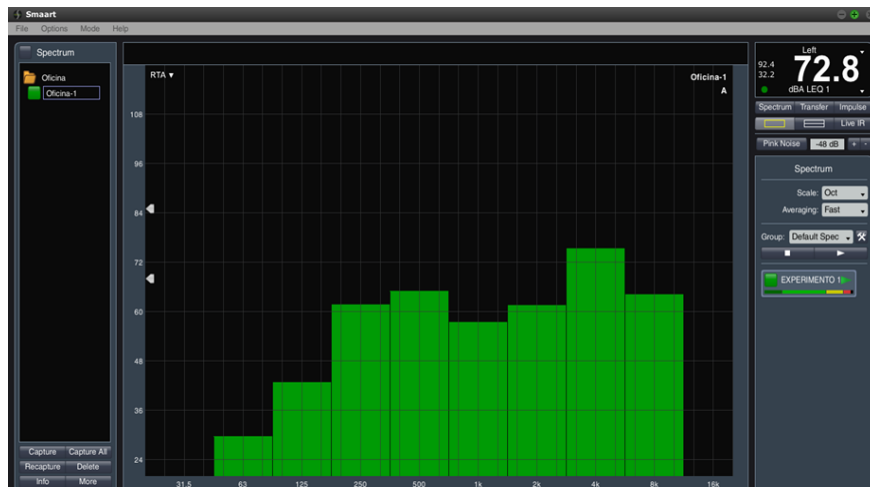
**Figura 8.15.** Medición en las enfriadoras en el patio de servicio.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.15** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	71	73	80	84	86	86	76

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



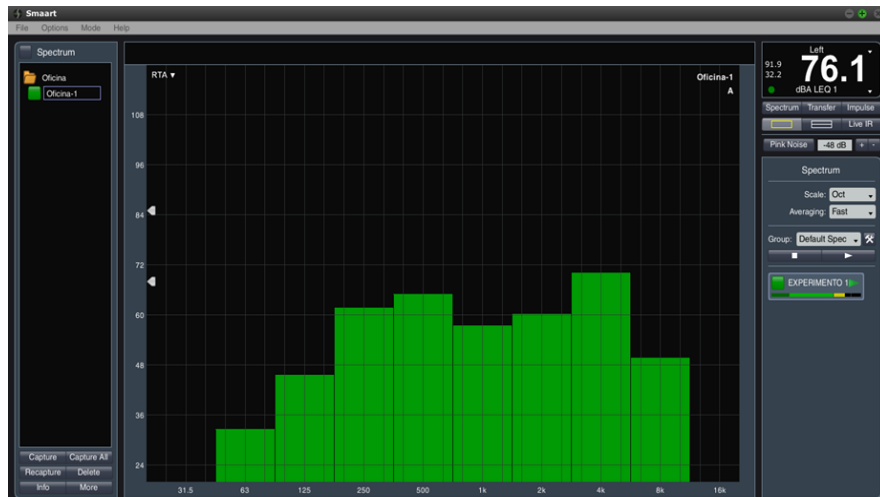
**Figura 8.16.** Medición sobre la mesa de la computadora.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.16.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	30	44	61	64	58	61	74

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



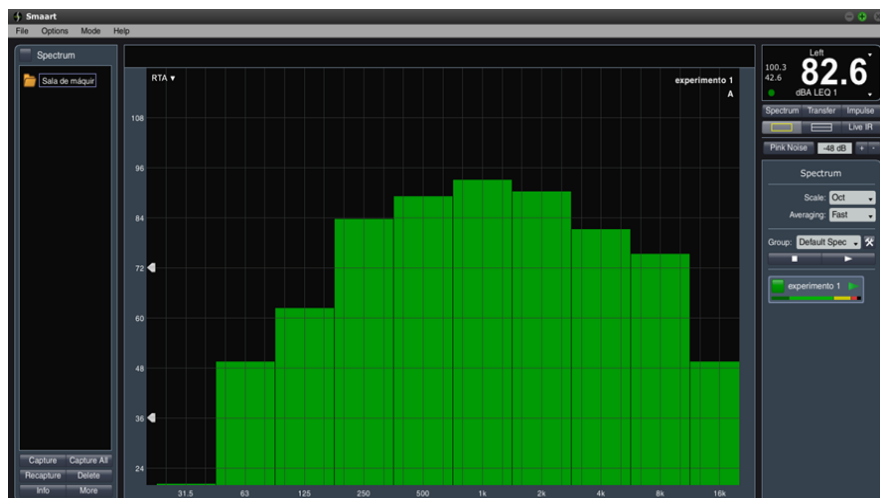
**Figura 8.17.** Medición sobre la mesa de la computadora con la ventanilla de pago abierta.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.17.** Desglose del espectro de frecuencias.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	34	46	61	64	58	60	71

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



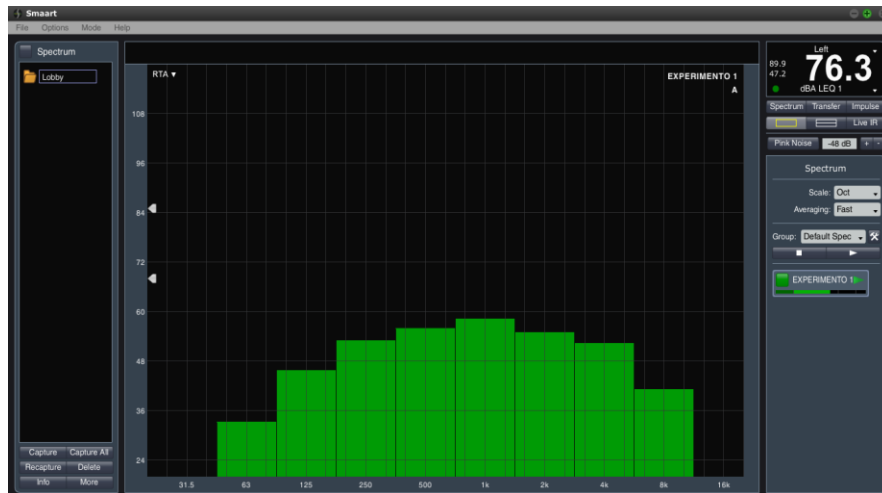
**Figura 8.18.** Medición en la sala de máquinas

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.18.** Desglose del espectro de frecuencias.

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000
L(dB-A)	49	62	84	87	92	88	82

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



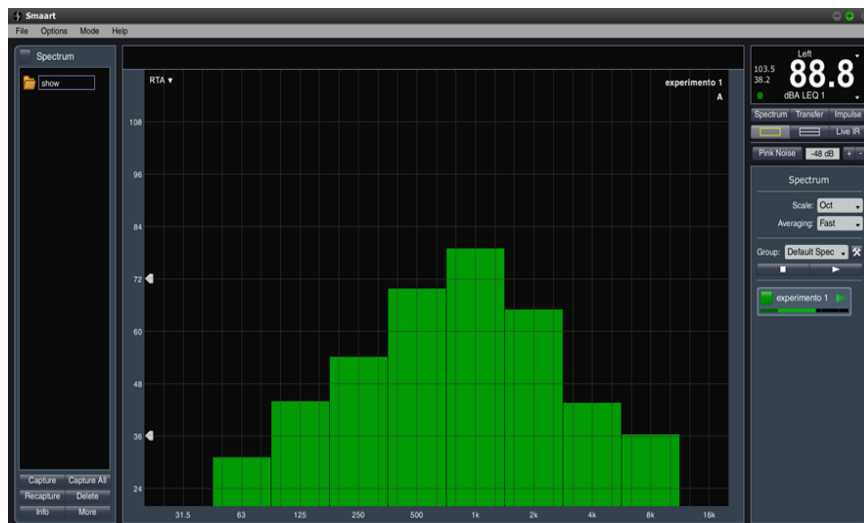
**Figura 8.19.** Medición antes de comenzar el show.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.19.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	34	46	53	56	59	56	53

**Fuente:** salida del software Smaart 7.



**Figura 8.20.** Medición en los sofás frente al equipo de música.

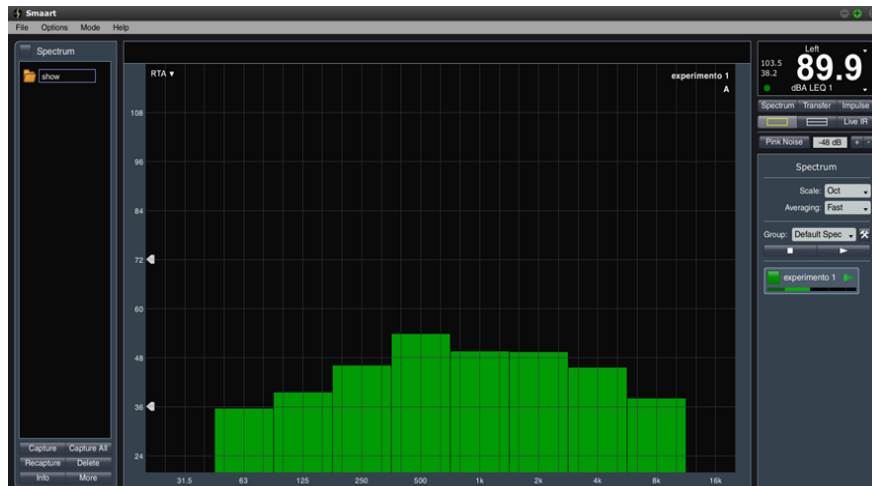
**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.20.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	32	46	55	71	80	64	46

**Fuente:** salida del software Smaart 7.





**Figura 8.21.** Medición al lado equipo de música.

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Tabla 8.21.** Desglose del espectro de frecuencias.

<b>F(Hz)</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>
<b>L(dB-A)</b>	36	43	47	50	48	48	37

**Fuente:** salida del software Smaart 7.

**Anexo 9.** Coeficientes de absorción y superficies de las áreas objeto de estudio.

**Tabla 9.1.** Coeficientes de absorción y superficies del restaurante buffet El Pilar.

<b>Superficie</b>	<b>Área (<math>m^2</math>)</b>	<b>Tipo de material</b>	<b>Coeficiente de absorción del material (sabinos/<math>m^2</math>)</b>	<b>Absorción de la superficies(sabinos)</b>
<b>1. Mesas para clientes</b>	92.88	Madera	0.1	9.29
<b>2. Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada</b>	127.2	Madera y vinil	0.59	75.05
<b>4. Sofás con alto porcentaje de superficie tapizada</b>	10.45	Vinil	0.83	8.67
<b>5. Paredes de los estantes</b>	21.11	Madera	0.1	2.11
<b>6. Plano superior de</b>	7.92	Madera	0.1	0.79

<b>los estantes</b>				
<b>7. Fracción de mármol de mesas buffet</b>	28.3	Mármol	0,2	5.66
<b>8. Fracción metálica de mesas buffet</b>	10.25	Aluminio	0.02	0.21
<b>9. Cubierta de mesas buffet</b>	25.15	Azulejo	0.02	0.50
<b>10. Piso</b>	663	Azulejo	0.02	13.26
<b>11. Techo</b>	663	Concreto	0.05	33.15
<b>12. Pared de concreto</b>	345.95	Concreto	0.05	17.30
<b>13. Ventanas de cristal</b>	24	Cristal	0.02	0.48
<b>14. Columnas</b>	9.24	Concreto	0.05	0.46
<b>15. Puertas de cristal</b>	9.6	Cristal	0.02	0.19
<b>Puerta de aluminio</b>	6	Aluminio	0.02	0.12
<b>16. Luminarias en el techo</b>	1.35	Cristal	0.02	0.027
<b>17. Inyectores y extractores</b>	1.25	Aluminio	0.02	0.025
<b>18. Personas</b>	360	-	0.57	205.2
<b>Atot</b>				372.49

Fuente: elaboración propia.

$$(2.2)T = 0.161 \frac{2188.5}{372.49} = 0.95 s$$

**Tabla 9.2.** Coeficientes de absorción y superficies de la oficina de Caja de pago

<b>Superficie</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tipo de material</b>	<b>Coeficiente de absorción del material (sabinos/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Absorción de la superficies(sabinos)</b>
<b>1. Buro de madera</b>	2.08	Madera	0.1	0.21
<b>2. Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada</b>	0.40	Madera y vinil	0.59	0.24
<b>5. Estantes</b>	2.08	Madera	0.1	0.21

<b>8. Archivo</b>	1.82	Aluminio	0.02	0.04
<b>10. Piso</b>	6.1	Azulejo	0.02	0.12
<b>11. Techo</b>	6.1	Concreto	0.05	0.30
<b>12. Pared de concreto</b>	345.95	Concreto	0.05	17.30
<b>13. Ventanas de cristal</b>	1.70	Cristal	0.02	0.03
<b>Puerta de aluminio</b>	1.50	Aluminio	0.02	0.03
<b>16. Luminarias en el techo</b>	0.12	Cristal	0.02	0.01
<b>18. Personas</b>	1	-	0.57	0.57
<b>Atot</b>				19.06

**Fuente:** elaboración propia.

$$(2.2)T = 0.161 \frac{8.9}{19.06} = 0.07 s$$

**Tabla 9.3.** Coeficientes de absorción y superficies de la Mini-tintorería

<b>Superficie</b>	<b>Área (<math>m^2</math>)</b>	<b>Tipo de material</b>	<b>Coeficiente de absorción del material (<math>sabinos/m^2</math>)</b>	<b>Absorción de la superficies(sabinos)</b>
<b>1. Buro</b>	1.80	Madera	0.1	0.18
<b>2. Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada</b>	0.76	Madera y vinil	0.59	0.45
<b>Lavadoras</b>	1.92	Aluminio	0.02	0.04
<b>Secadoras</b>	4	Aluminio	0.02	0.08
<b>Plancha</b>	2.08	Aluminio	0.02	0.04
<b>10. Piso</b>	42.5	Azulejo	0.02	0.85
<b>11. Techo</b>	42.5	Plástico	0.7	29.75
<b>12. Pared de concreto</b>	15.65	Concreto	0.05	0.78
<b>13. Ventanas de cristal</b>	3.36	Cristal	0.02	0.07
<b>Puerta de aluminio</b>	2.09	Aluminio	0.02	0.04
<b>16. Luminarias en el techo</b>	0.12	Cristal	0.02	0.01

<b>17. Inyectores y extractores</b>	0.13	Aluminio	0.02	0.01
<b>18. Personas</b>	1	-	0.57	0.57
<b>Atot</b>				32.87

**Fuente:** elaboración propia

$$(2.2)T = 0.161 \frac{95.63}{32.87} = 0.47 \text{ s}$$

**Tabla 9.4.** Coeficientes de absorción y superficies del Lobby

<b>Superficie</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tipo de material</b>	<b>Coeficiente de absorción del material (sabinos/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Absorción de la superficies(sabinos)</b>
<b>1. Mesa de madera</b>	7.92	Madera	0.1	0.79
<b>2. Sillas con bajo porcentaje de superficie tapizada</b>	62.32	Madera y vinil	0.59	36.77
<b>Mesa de bebida</b>	1.25	Madera	0.1	0.12
<b>Parte superior del buro de la carpeta</b>	2.06	Mármol	0.2	1.71
<b>Sofás con alto porcentaje de superficie tapizada</b>	2.08	Vinil	0.83	1.73
<b>Banquetas</b>	0.48	Madera	0.1	0.05
<b>Piso</b>	577.22	Azulejos	0.02	11.54
<b>11. Techo</b>	577.22	Concreto	0.05	28.86
<b>Techo</b>	1.08	Cristal	0.02	0.02
<b>12. Pared de concreto</b>	136	Concreto	0.05	6.8
<b>13. Pared de cristal</b>	12	Cristal	0.02	0.24
<b>Pared recubierta de madera</b>	16	Madera	0.1	1.6
<b>16. Luminarias en el techo</b>	1.13	Cristal	0.02	0.02

<b>18. Personas</b>	220	-	0.57	125
<b>Atot</b>				215.25

Fuente: elaboración propia

$$(2.2)T = 0.161 \frac{2313.2}{215.25} = 1.7 s$$

**Tabla 9.5.** Coeficientes de absorción y superficies de las habitaciones suite

<b>Superficie</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tipo de material</b>	<b>Coeficiente de absorción del material (sabinos/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Absorción de la superficies(sabinos)</b>
<b>1. Cama</b>	4	Madera y espuma	0.83	3.32
<b>2. Sillas de mimbre</b>	1.80	Mimbre y madera	0.83	1.49
<b>Espaldar de la cama</b>	1.71	Madera	0.1	0.17
<b>Butacas con por ciento medio de tapiz</b>	1.12	Madera y vinil	0.68	0.76
<b>Sofás con alto porcentaje de superficie tapizada</b>	3.36	Vinil	0.83	2.80
<b>Mesas de madera</b>	3.28	Madera	0.1	0.33
<b>Mesas de TV</b>	2.34	Madera	0.1	0.23
<b>Mesas con gavetas</b>	0.6	Madera	0.1	0.06
<b>Estante de madera</b>	0.35	Madera	0.1	0.03
<b>Baúl</b>	0.8	Madera	0.1	0.08
<b>Puertas de madera</b>	7.85	Madera	0.1	0.78
<b>Puertas del closet</b>	6.84	Aluminio	0.02	0.14
<b>Puerta de cristal</b>	8.86	Cristal	0.02	0.18
<b>10. Piso</b>	45	Azulejo	0.02	0.9
<b>12. Techo</b>	45	Concreto	0.05	2.25
<b>Pared de concreto</b>	67.72	Concreto	0.05	3.39

<b>16. Luminarias en el techo</b>	0.45	Cristal	0.02	0.01
<b>17. Inyectores y extractores</b>	0.25	Aluminio	0.02	0.01
<b>18. Personas</b>	3	-	0.57	1.71
<b>Atot</b>				18.64

**Fuente:** elaboración propia

$$(2.2)T = 0.161 \frac{117}{18.64} = 1.01 s$$

**Tabla 9.6.** Coeficientes de absorción y superficies de las habitaciones Standard

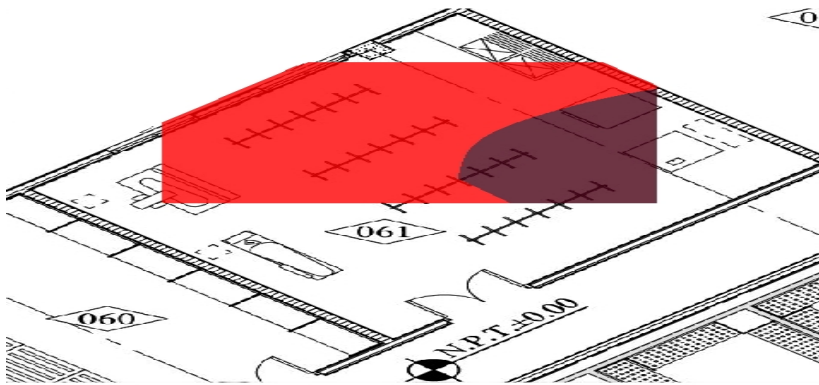
<b>Superficie</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tipo de material</b>	<b>Coeficiente de absorción del material (sabinos/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Absorción de la superficies(sabinos)</b>
<b>1. Cama</b>	4.66	Madera y espuma	0.83	3.87
<b>2. Sillas de mimbre</b>	1.08	Mimbre y madera	0.83	0.90
<b>Espaldar de la cama</b>	2.16	Madera	0.1	0.22
<b>Butacas con por ciento medio de tapiz</b>	2.28	Madera y vinil	0.68	1.55
<b>Mesas de madera</b>	0.77	Madera	0.1	0.01
<b>Mesas de TV</b>	1.08	Madera	0.1	0.11
<b>Mesas con gavetas</b>	2	Madera	0.1	0.2
<b>Baúl</b>	0.6	Madera	0.1	0.06
<b>Puertas de madera</b>	4.71	Madera	0.1	0.47
<b>Puertas del closet</b>	3.42	Aluminio	0.02	0.07
<b>Puerta de cristal</b>	4.43	Cristal	0.02	0.09
<b>Ventana de cristal</b>	2.08	Cristal	0.02	0.04
<b>10. Piso</b>	22.5	Azulejo	0.02	0.45
<b>12. Techo</b>	22.5	Concreto	0.05	1.12

<b>Pared de concreto</b>	47.72	Concreto	0.05	2.39
<b>16. Luminarias en el techo</b>	0.33	Cristal	0.02	0.01
<b>17. Inyectores y extractores</b>	0.125	Aluminio	0.02	0.03
<b>18. Personas</b>	4	-	0.57	2.28
<b>Atot</b>				13.87

**Fuente:** elaboración propia

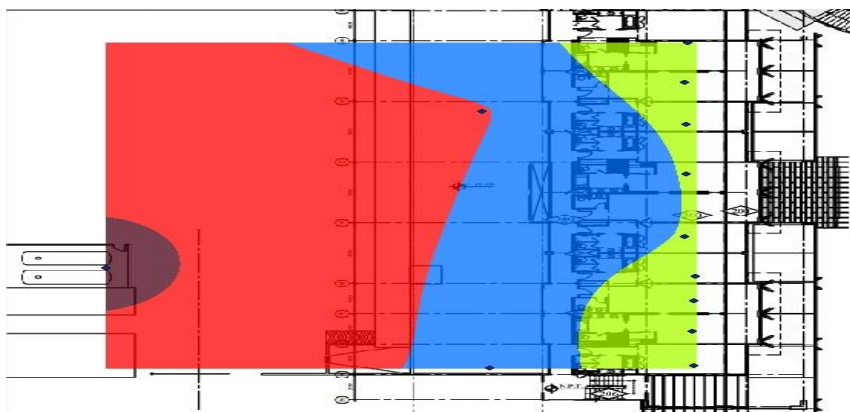
$$(2.2)T = 0.161 \frac{58.5}{13.87} = 0.68 \text{ s}$$

### Anexo 10. Mapas de ruido



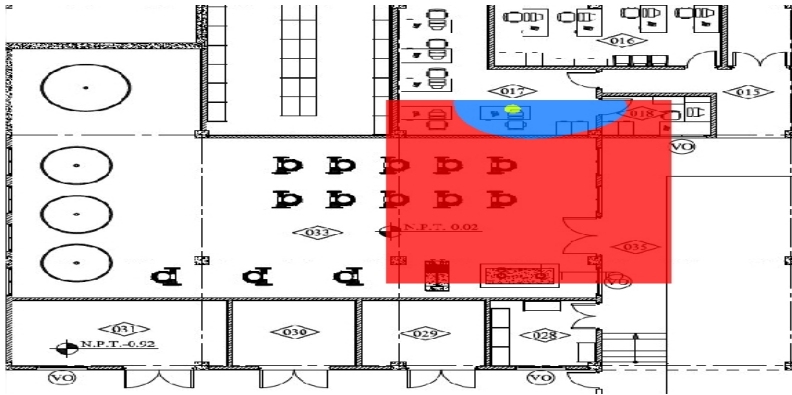
**Figura 10.1.** Mapa de ruido de la mini-tintorería

**Fuente:** salida del software ArcGIS 10.3



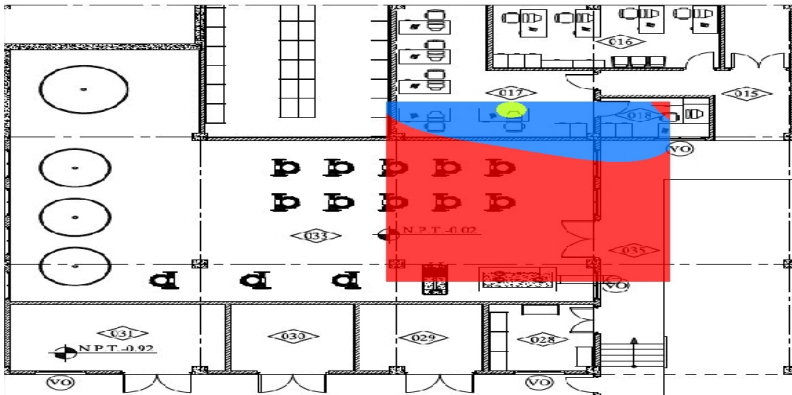
**Figura 10.2.** Mapa de ruido de las habitaciones.

**Fuente:** salida del software ArcGIS 10.3



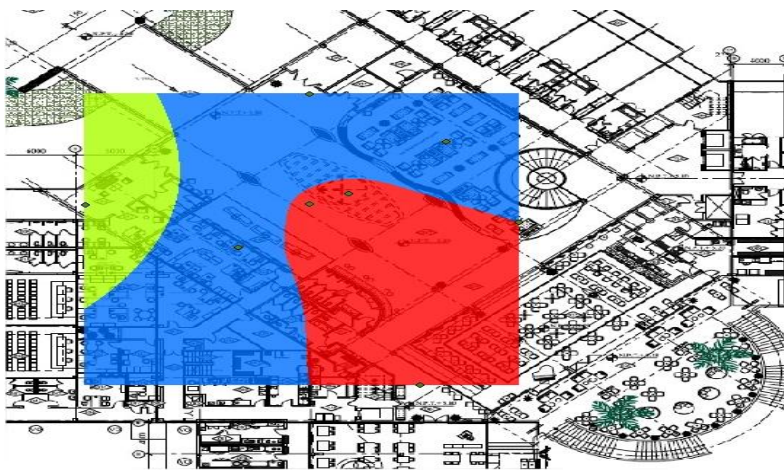
**Figura 10.3.** Mapa de ruido de la oficina cajero central cuando la ventanilla de pago está abierta.

**Fuente:** salida del software ArcGIS 10.3.



**Figura 10.4.** Mapa de ruido de la oficina cajero central con la ventanilla de pago cerrada.

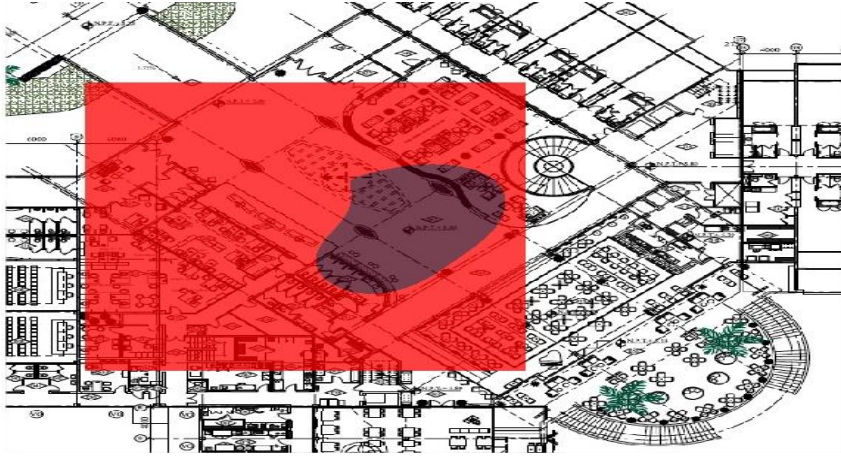
**Fuente:** salida del software ArcGIS 10.3.



**Figura 10.5.** Mapa de ruido del lobby cuando no hay show.

**Fuente:** salida del software ArcGIS 10.3

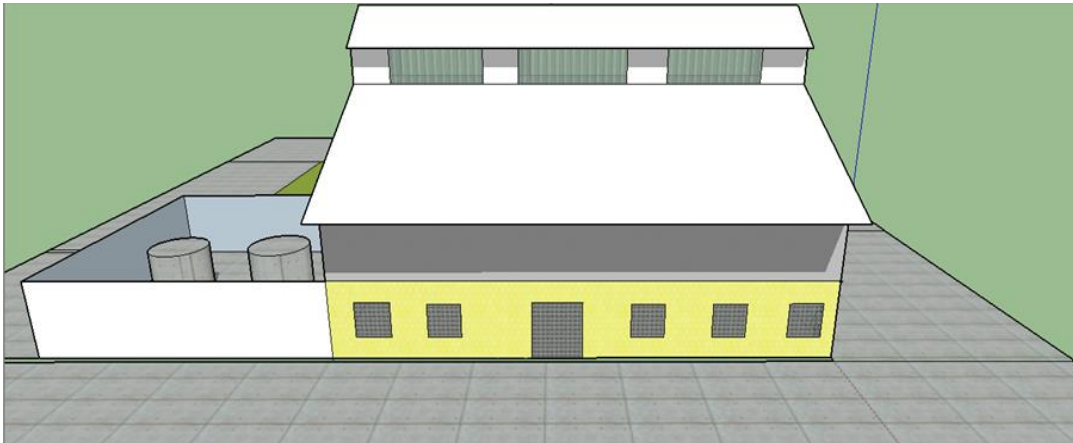




**Figura 10.6.** Mapa de ruido del lobby cuando hay show.

**Fuente:** salida del software ArcGIS 10.3

**Anexo 11.** Enclaustramiento de las enfriadoras.



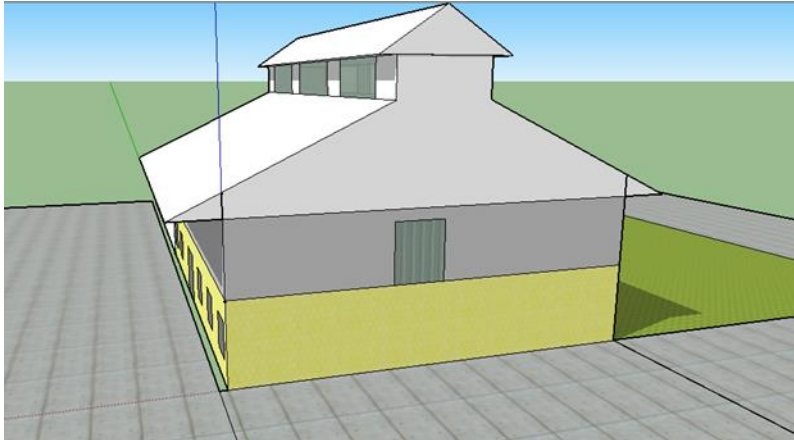
**Figura 11.1.** Vista frontal del diseño.

**Fuente:** salida del SketchUp.



**Figura 11.2.** Vista trasera del diseño.

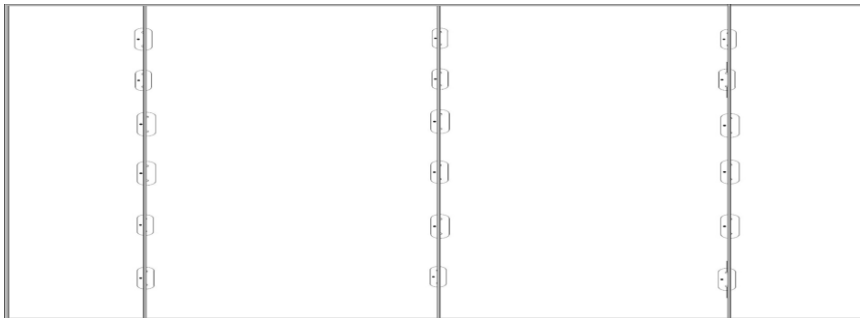
**Fuente:** salida del SketchUp.



**Figura 11.3.** Vista lateral del diseño.

**Fuente:** salida del SketchUp.

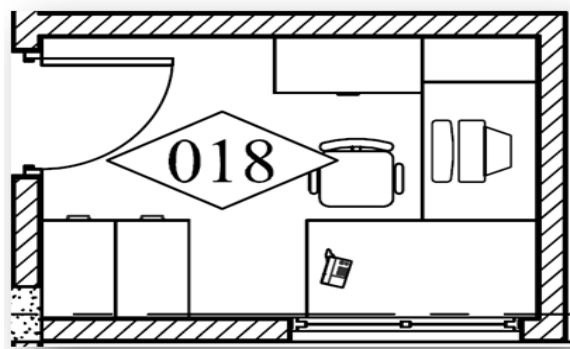
**Anexo 12:** Distribución de las luminarias.



**Figura 12.1.** Distribución de luminarias.

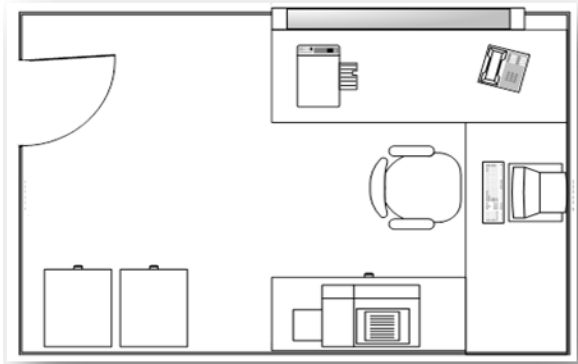
**Fuente:** salida del Microsoft Visio.

**Anexo 13:** Oficina cajero central



**Figura 13.1.** Plano de la oficina de cajero central

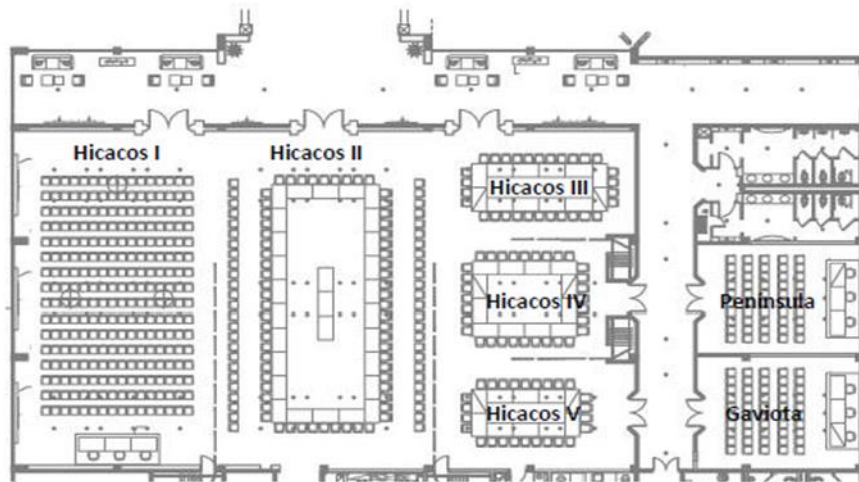
**Fuente:** elaboración propia.



**Figura 13.2.** Propuesta de cambio de posición de la ventanilla de la oficina de cajero central

**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 14.** Plano de distribución de los salones del hotel Meliá Marina Varadero



**Figura 14.1.** Distribución de los salones del hotel Meliá Marina Varadero

**Fuente:** elaboración propia.

**Anexo 15.** Costo de los materiales y mano de obra del enclaustramiento.

**Tabla 15.1.** Costo del consumo de materiales para el enclaustramiento.

Actividad	Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Precio(CUC)	Total(CUC)
Montaje de las paredes	Perfil de acero tipo U para fachada	unidades	27	4.11	110.97
	Vigas de soporte	m	10.5	2.75	28.87
	Vigas de canal	m	14	2.6	36.4

	300 mm				
	Vigas de canal 200 mm	m	28	2.0	56
	Tornillo métrico M-12	Cientos de unidades	400	23.15	92.6
	Tornillo con cabeza hexagonal	unidades	40	0.019	0.76
	Tornillo de anclaje M-16	unidades	16	0.35	5.6
	Platillo de soporte	unidades	4	3.35	13.4
<b>Colocación del techo</b>	Perfil de acero tipo U para fachada	unidades	24	4.11	98.64
	Vigas de 100x50	m	91	0.97	88.27
	Tornillo métrico M-12	Cientos de unidades	100	23.14	23.14
	Luminarias fluorescentes	unidades	18	6.60	118.8
	Louvers	unidades	11	37.54	412.94
<b>Costo total</b>	1106.39				

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla 15.2.** Costo de empleo de la mano de obra para el enclaustramiento

Cantidad de obreros	Unidad de medida	Cantidad de horas	Precio(CUC)	Total(CUC)
15	Hh	120	0.45	1080

**Fuente:** elaboración propia

**Anexo 16.** Costo de los materiales y mano de obra del cambio de la ventanilla.

**Tabla 16.1.** Costo del consumo de materiales para el cambio de la ventanilla.

Actividad	Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Precio(CUC)	Total(CUC)
<b>Colocación de los bloques para cerrar la ventanilla</b>	Bloques de hormigón de 10 cm	unidad	10	0.32	3.2
	Cemento gris P350	bolsa	1/2	4.75	2.37
	Arena	m <sup>3</sup>	1/4	4.87	1.22
<b>Resano</b>	Cemento gris P350	bolsa	1/2	4.75	2.37
	Arena	m <sup>3</sup>	1/4	4.87	1.22
	Polvo de piedra	m <sup>3</sup>	1/2	3.62	1.81
<b>Costo total</b>					12.19

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla 16.2.** Costo de empleo de la mano de obra para el cambio de la ventanilla.

Cantidad de obreros	Unidad de medida	Cantidad de horas	Precio(CUC)	Total(CUC)
2	Hh	16	0.45	14.4

**Fuente:** elaboración propia