

00116

cca

c|Q

# INFORME FINAL

ANALISIS DE LA POLITICA NACIONAL

DEL CONTROL DE RUIDO AMBIENTAL

Proyecto CONAMA/BIRF 07-0003-001

## PARTE A

**SISTEMA DE CALIDAD  
ACUSTICA DE LA VIVIENDA**

DICIEMBRE 1996

## CAPITULO N°1. INTRODUCCION

Este informe final es el resultado del Estudio "Análisis de la política Nacional del Control de Ruido Ambiental", proyecto CONAMA-Birf.07-0003-001, iniciado el 16 de Octubre de 1995, cuyo mandante es la Comisión Nacional de Medio Ambiente.

El desarrollo del estudio fue asignado mediante licitación pública al consultor, cuya Oferta Técnica forma parte del contrato respectivo, junto con las Bases de la licitación y los Términos de Referencia (**Anexo 5**).

### 1.1. ALCANCE Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO.-

El presente informe se refiere a dos documentos que constituyen el producto final de este estudio:

- a) Modelo de Ordenanza Municipal sobre ruido
- b) Sistema de Calidad Acústica de Viviendas

y se presenta dividido en dos volúmenes dedicados a cada tema respectivamente.

Este volumen se refiere a este último documento. Sin embargo, el análisis para elaborar estos documentos incluye necesariamente la información sobre el ámbito legal, administrativo y técnico en que serían aplicados, por lo que se ha considerado el marco más amplio de análisis.

Se entiende por "Sistema de Calidad Acústica de Viviendas" al conjunto de actores y roles que deben existir para crear una tendencia hacia mejorar la calidad acústica del parque de viviendas del país.

#### 1.1.1 Objetivos del estudio según bases

Según los términos de referencia incluidos en las bases del Concurso "Análisis de la Política Nacional en el Control de Ruido Ambiental" parte II, los Objetivos Generales son:

"Elaborar documentos que sirvan como base para complementar posteriormente la reglamentación sobre ruido ambiental existente."

La parte III Objetivos Específicos dice:

"Obtener una propuesta de reglamento acerca de la calidad acústica de la vivienda"

Como Resultados Esperados en relación a la calidad acústica de la vivienda se tiene:

1. "Revisión, recopilación y análisis de antecedentes sobre normas, legislaciones, y reglamentos existentes a nivel nacional e internacional en lo relativo a la calidad acústica de viviendas."
- 2 "Obtener características necesarias que debe poseer el reglamento sobre calidad acústica de la vivienda".
3. "Proposición de un reglamento tipo acerca de calidad acústica de la vivienda."

En **Anexo 1** se adjuntan los mencionados "Términos de Referencia"

#### 1.1.2 Otros objetivos.-

Acuerdos establecidos en reunión de trabajo del 9 de Febrero de 1996 (**Anexo 2**) con contraparte técnica de Conama que modifican o complementan el alcance señalado por las Bases:

- a) En lo relativo al reglamento de calidad acústica de viviendas, hasta el momento se ha trabajado en el diseño de un mecanismo que no sea meramente obligatorio, que es lo que sucede actualmente donde existe una normativa referente calidad acústica de construcciones que nunca se ha aplicado (Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones). Allí el municipio debe establecer el nivel sonoro medio del sector y de acuerdo a esto se deberá cumplir con lo establecido en la norma oficial para condiciones acústica de lo locales (NCh 352). Con esto como antecedente, el diseño ha sido orientado más bien a elaborar un sistema más aplicable que obligatorio.
- b) Se establece que lo que interesa en el estudio es obtener la forma jurídica y técnica que permita implementar una norma de calidad acústica de vivienda aplicable y expedita en su funcionamiento. El realizar un reglamento es un tema muy complejo, y se propone que se establezca cómo va a ser promulgada esta reglamentación. Deberá establecerse la estrategia legislativa con las normativas

que están vinculadas con el sistema, y la identificación de las instituciones que están involucradas.

Se comentó las ventajas que tiene el diseñar una norma del INN, a la cual ya se hace referencia en un cuerpo legal, y lo dinámico que éste mecanismo donde al cambiar la norma cambian automáticamente los requisitos legales. Una norma oficial es de aplicación más universal. Sin embargo, un reglamento o un sistema jurídico de estas características, incluye no sólo las exigencias técnicas a cumplir, sino también la forma de fiscalizar, determinar quién fiscaliza, las sanciones, indicar quién sanciona, el sistema de certificación, especificaciones de un laboratorio de referencia, etc., los que son puntos muy importantes en el diseño de algo aplicable. Por lo tanto, en la propuesta del consultor no sólo deberá incluirse la norma técnica, sino todo el sistema que lo sustenta su aplicación. Al respecto, el consultor se entrevistará con los abogados del MINVU para saber cual es su opinión oficial al respecto.

Los puntos importantes de la propuesta del consultor deben considerar una propuesta viable jurídicamente; en segundo lugar, que esta propuesta incluya una estrategia legislativa, que si bien no implique diseñar todo el cuerpo legal, defina el camino a seguir, y en tercer lugar, que esta propuesta sea una reglamentación (no sólo una norma del INN), con todo el diseño del sistema completo: acreditación, certificación, fiscalización, etc.).

- c) Sobre el tema si ésta será una norma de calidad ambiental como se define en la Ley 19.300, se definirá la propuesta de forma tal que trate la protección que otorga la vivienda y no de los niveles de inmisión. En el caso de referirse a la presencia del nivel de ruido (contaminante) en el ambiente interior de las viviendas, el consultor presentará un informe técnico que justifique el que no ingrese al sistema declarado en la Ley de Bases como norma de calidad ambiental primaria.

## 1.2 SITUACION ACTUAL.-

En primer lugar, la calidad de la edificación está regulada por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, establecida por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. En materia de acústica, dicha Ordenanza hace mención de las Normas Chilenas Oficiales ( NCh 352 Of 61 "Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios") y otorga a las Direcciones de Obras Municipales el rol de definir las áreas donde estas normas son obligatorias.

En la práctica, estas disposiciones no se han fiscalizado, principalmente debido al enorme costo que tendría para los municipios mantener la capacidad técnica para dicha fiscalización, si estas fueran exigibles a todas las viviendas. Esto no quiere decir que el problema no existe, a juzgar por la percepción que tiene la población del ruido ambiental y de su inadecuada protección, de acuerdo a encuestas masivas efectuadas en la Comuna de Santiago y Providencia. ("Epidemiología del Ruido Comunitario en la Comuna de Providencia", Varas, Dr H., 1994), ya las innumerables denuncias que reciben las Municipalidades y Carabineros.

El Decreto Supremo 286 - 1984 del Ministerio de Salud regula la emisión de fuentes fijas de ruido y ha servido para regular la emisión de éstas especialmente en zonas mixtas. Sin embargo, los planificadores urbanos carecen de herramientas que les permitan regular las emisiones por fuentes móviles y sus efectos, es decir, el creciente aumento del ruido de tránsito vehicular.

El problema de las fuentes móviles es preocupante por su creciente extensión y porque afecta especialmente a zonas residenciales. El ruido producido por los flujos vehiculares independientemente de la existencia de industrias o zonas industriales tiene cada vez mayor incidencia en las viviendas.

Por lo tanto, el esfuerzo por prevenir los conflictos de ruido a través de la zonificación no son suficientes y se hace necesario proteger las zonas silenciosas y evaluar la compatibilidad de desarrollo de viviendas en zonas altamente contaminadas por flujo de tránsito.

Por otra parte, la Ley de Bases del Medio Ambiente señala la necesidad de aplicar un Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental el cual requiere de normas de calidad ambiental. La creación de estas normas primarias, si bien es una tarea indiscutible, no podría realizarse en el corto plazo, por lo que no parece ser la vía adecuada para sustentar un sistema de calidad acústica de viviendas.

Sin embargo, existe una urgente demanda por normas que permitan la predicción de impactos en forma compatible con este sistema, para obras cuya área de influencia de ruido incluya viviendas existentes o proyectadas, como carreteras, por ejemplo.

La iniciativa de reforzar la normativa vigente en el área de la contaminación acústica responde a una realidad común a la mayoría de los países: se trata de un tipo de contaminación que

históricamente va en aumento, incluso en países donde se han realizado planes de control de ruido por décadas.

Las estadísticas indican avances importantes en varias formas de contaminación, por lo que la incidencia del ruido es cada vez más masiva como degradación de la calidad de vida. A su vez, los altos niveles de ruido son causados por un número cada vez mayor de pequeñas fuentes, disminuyendo la incidencia de grandes emisores aislados.

### 1.3.- CRITERIOS GENERALES DE LA PROPUESTA

Dado que este intento de controlar el problema no es el primero en Chile, la primera consideración es decidir si realmente se necesitan nuevas normas, y si estas tienen probabilidades reales de tener efectos. Es decir, es fundamental asumir un criterio realista.

La paradoja de que las actuales normas son insuficientes, pero al mismo tiempo son sub-utilizadas, se explica por la concepción vertical con que han sido creadas. Desde el momento en que se crea un deber ciudadano, se crea una demanda de fiscalización imposible de satisfacer. Por lo tanto, al concebir las nuevas normas se propone incluir el análisis del contexto en que se aplicarían, considerando los escenarios reales que se presentarán. Se prioriza, por lo tanto, el logro que la norma sea aplicable por sobre el logro de una norma legal y técnicamente perfecta.

La experiencia de la aplicación de normas sobre ruido nos muestra que las buenas intenciones no bastan para lograr resultados. Entre las deficiencias que aparecen con más frecuencia puede nombrarse las siguientes:

- Regulación basada en las penalidades, sin considerar beneficios.
- Superposición de roles: los servicios públicos como ente normativo, ministro de fe, especialista acústico y ente sancionador.
- Demanda excesiva de recursos sobre los servicios fiscalizadores.
- Falta de incentivos a la participación de los beneficiarios.
- Falta de mecanismos autorregulados o autofinanciados.

En general, puede concluirse que el problema principal no es la falta de normativa, sino de una normativa apropiada, que contribuya a resolver tanto los conflictos individuales como el problema colectivo del ruido urbano.

Un aspecto en el que efectivamente hay carencia de normas, incluso a nivel internacional, es en los estudios de impacto ambiental, herramienta fundamental en la gestión preventiva de la contaminación acústica.

#### 1.3.1.- Planteamiento.-

Se plantea el desafío de diseñar un procedimiento en el cual quienes participan en su aplicación tengan real interés por el éxito. Esto implica que los usuarios de las normas lo hagan voluntariamente, y que estas sean flexibles para adaptarse a las necesidades de cada usuario. (el concepto de usuario no se refiere sólo al habitante, sino a la comunidad que busca evitar o resolver el problema del ruido)

La condición de usuario voluntario implica que la comunidad ha asumido la convicción de que los beneficios de un ambiente acústicamente más apropiado merecen destinar un esfuerzo, cuyo costo es inferior a los beneficios.

Es importante tener siempre en cuenta la valoración económica de los efectos no auditivos del ruido, tales como desvalorización o abandono de un barrio, o la disminución de la calidad de vida.

Esta voluntad de aplicar normas será necesariamente diversa en lugares diferentes. También la flexibilidad para atender distintos requerimientos disponiendo de distintos recursos implica diversidad. Por lo tanto, junto con hacer posible dicha flexibilidad, deberá resguardarse especialmente la homogeneidad entre escenarios y usuarios diferentes.

Se plantea que esta flexibilidad no implique aplicar diferentes estándares, sino que implique diferentes grados de complejidad. La aplicación gradual se refiere a que la aplicación de normas genere información progresiva en la medida que se requiera mayor detalle.

En el caso de la calidad acústica de viviendas, podrá haber diferentes grados de detalle en la evaluación para adaptarse a la variada demanda del usuario.

En cualquier caso se plantea que la función y responsabilidad de controlar la calidad del procedimiento recae siempre en un organismo central que acredita y supervisa el proceso. De esta manera, la garantía de calidad técnica de la fiscalización se basa en personas y equipos calificados para realizar el procedimiento, independientemente de si es el propio ministro de fe o un funcionario público o un empleado de una empresa o un consultor privado.

Por último, se plantea la importancia fundamental de la prevención a mediano y largo plazo. Se hace necesario recalcar aquí que si observamos los problemas de calidad acústica de viviendas, fácilmente podremos concluir que fueron previsibles y en algunos casos evitables.

Uno de los errores más comunes es hacer descansar la planificación urbana sólo en la zonificación, que tiende a reunir actividades afines y/o compatibles en zonas diferenciadas. Esta solución se orienta a controlar las fuentes fijas de ruido y es válida para ciudades pequeñas, donde basta con 1 o 2 zonas de cada tipo.

Sin embargo, para ciudades mayores de 100.000 hab., las fuentes móviles pasan a ser determinantes en la calidad acústica urbana, contaminando primero las zonas comerciales y luego las zonas residenciales. A su vez, el crecimiento transforma los suburbios, concebidos originalmente con vías sólo de acceso poco contaminantes, en áreas centrales con importantes vías de paso muy contaminantes que recogen el flujo de nuevas áreas periféricas. Este proceso se repite a veces, como el caso de Santiago, con cada generación.

La planificación preventiva del ruido en grandes ciudades debe comprender desde el evitar la instalación de nuevas fuentes fijas hasta evitar la construcción de viviendas en áreas que en el futuro constituirán grandes fuentes de ruido.

Este planteamiento contrasta con el principio actualmente en aplicación de asignar las mayores densidades y mayores alturas de edificación a las principales vías de tránsito vehicular. (que son las principales fuentes de contaminación acústica).

Para una gran ciudad resulta más económico y acústicamente favorable, a largo plazo, instalar industrias más limpias y silenciosas próximas a, o incluso en, zonas residenciales, reduciendo los tiempos, distancias y cantidad de viajes.



El diseño de las viviendas, a su vez, debe considerar los actuales y futuros niveles de ruido exterior a las que estarán expuestas, así como la debida privacidad entre ellas.

Algunos criterios básicos propuestos para incorporar al desarrollo de este trabajo son los siguientes:

- Asumir la máxima continuidad entre lo existente actualmente y lo propuesto.
- Considerar la gran diversidad de realidades y recursos de las diferentes comunas del país.
- Considerar procedimientos que puedan aplicarse progresivamente, en orden ascendente de complejidad.
- Coordinar al gobierno central y municipios, de modo de poder fijar límites flexibles de respuesta al ciudadano en forma independiente y de común acuerdo en cada comuna.
- Tender a transferir gradualmente la capacidad de respuesta desde el gobierno central a los gobiernos locales.
- Mantener el control de calidad primario de los procedimientos en el gobierno central.
- Permitir la participación de entidades o personas privadas especializadas en la aplicación de los procedimientos.
- Evitar la obligación de fiscalizar masivamente, sin consideración de las reales necesidades.
- Facilitar mecanismos de información y participación de la comunidad en la tarea de hacer cumplir los objetivos.
- Facilitar mecanismos de planificación urbana que eviten el aumento de contaminación acústica.
- Facilitar las iniciativas privadas y la regulación del mercado para mejorar la calidad acústica.
- Privilegiar en lo posible los procedimientos internacionales ISO a objeto de que los índices usados sean homologables con los de otros países.

## CAPITULO N° 2 METODOLOGIA

### 2.1 ENFOQUE GENERAL

La estrategia de esta propuesta se basó en el diálogo y la iteración como herramientas principales de trabajo, por las razones que siguen.

Por una parte, el carácter interdisciplinario del tema exige conjugar los aspectos de gestión con los aspectos técnicos, ambos complejos y, a veces, conflictivos entre sí. Por ejemplo, excelentes soluciones técnicas pueden ser impracticables si no se adaptan a la realidad del país, del mercado, de la legislación o de los usuarios.

Por otra parte, se estima que para decidir los criterios básicos se requería una discusión amplia con el mandante y, mejor aún, con terceros, dado que la visión del consultor es necesariamente parcial. Así como los Términos de Referencia consideran una etapa de revisión entre Preinforme Final e Informe Final, se propuso realizar otra etapa de revisión por parte del mandante en una instancia más temprana. Concluida esta revisión, se propuso realizar unas Jornadas de Evaluación para acordar los criterios a aplicar. En estas jornadas se invitó a participar a todas las partes que se estimó conveniente para garantizar que los criterios adoptados fueran viables desde el punto de vista político, legal, técnico, administrativo, económico, etc.

Por último, una tercera instancia de diálogo fueron las reuniones de trabajo entre miembros del equipo consultor y entre consultor y mandante con contraparte.

El carácter multidisciplinario incide también en las especialidades requeridas para enfrentar el estudio. Además de las obvias disciplinas de acústica, estimamos necesaria la participación de especialistas en arquitectura, construcción y legislación, dado que estas últimas presentan en el país algunas trabas al manejo de problemas ambientales.

La propuesta consideró un esquema de trabajo en base a una Dirección y 3 áreas: Legislación, Vivienda y Municipal. Las 2 últimas orientadas a elaborar la norma y ordenanza respectiva y la primera a definir el ámbito legal de todas la normativa de ruido y proporcionar apoyo en la redacción de documentos por las otras áreas. Para este efecto, se estimó conveniente incorporar al equipo habitual de trabajo a un abogado, de modo que los conflictos

legales se manifestaran antes de proponer documentos al mandante.

## 2.2. EQUIPO DE TRABAJO

El consultor es una agrupación de profesionales asociados, quienes actúan bajo el nombre de Ambiente Consultores en algunas especialidades ambientales, principalmente acústica, impacto ambiental, uso eficiente de energía y física de los edificios.

Dado el carácter de un estudio de elaboración de normas, donde se recoge experiencia de muchos años y se proyectan efectos a mediano plazo, se estimó que el principal aporte debía ser hecho directamente por profesionales expertos, prescindiendo prácticamente de asistentes.

El Jefe de Proyecto fue el Sr. Eugenio Collados, quien estuvo a cargo de la coordinación interna y externa.

Los profesionales que participaron en este estudio son la Sra. Jeannette Arcil, Abogado, la Sra. Gabriela Armijo, Arquitecto MSc., el Sr. Ricardo Pesse, Master en Estadística, el Sr. José Piña, Magister en Física y el Sr. Eugenio Collados, Ingeniero PhD.

La administración general del proyecto estuvo a cargo de la Sra. Julia Soto, en forma centralizada para todas las áreas.

## 2.3. PLAN DE TRABAJO

Se organizaron 4 áreas de trabajo: Area Dirección, encargada de la coordinación y dirección del proyecto, Area Legislación, encargada del marco legal vigente, Area Vivienda, encargada de la calidad acústica en viviendas y Area Municipal, encargada de la ordenanza de ruido. Se estimó que, además de los temas relevantes de Vivienda y Ordenanza indicados en los Términos de Referencia, era indispensable analizar el marco legal en que las ordenanzas serían promulgadas y aplicadas, a objeto de garantizar su real eficacia.

La primera etapa estuvo orientada a reunir información, analizar alternativas y tomar decisiones respecto de temas conflictivos. Al final de esta etapa se consideraron 2 actividades fundamentales: una revisión externa, realizada por la contraparte técnica, para analizar los antecedentes y criterios planteados en un informe preliminar, y unas Jornadas de Evaluación en que participó todo el equipo, incluyendo contraparte e invitados

externos, para discutir la estrategia frente a situaciones dudosas o conflictivas.

La segunda etapa estuvo orientada a la redacción de los documentos a proponer, tomando como base las decisiones y acuerdos previamente adoptados. En esta etapa se consideró una estrecha colaboración entre los especialistas legales y técnicos, expresados en actividades de revisión. El intercambio de criterios se materializó a través de informes de avance, observaciones, comentarios y reuniones de trabajo.

### 2.3.1. Actividades 1a Etapa

Las actividades realizadas en la Primera Etapa relativas a la calidad acústica de la vivienda fueron las siguientes:

- INFORME PRELIMINAR, cuyo objetivo fue resumir las alternativas posibles y los conflictos a resolver en el estudio, previo a las Jornadas de Evaluación.
- RECOPIACION DE LEGISLACION, cuyo objetivo fue disponer del conjunto de documentos que representen las disposiciones vigentes de incidencia en la aplicación de normas sobre ruido ambiental.
- ESQUEMA DE INSTITUCIONALIDAD cuyo objetivo fue describir el marco legal dentro del cual es posible promulgar normas y ordenanzas sobre ruido ambiental.
- RECOPIACION ANTECEDENTES VIVIENDA cuyo objetivo fue disponer de la información actualizada respecto de ordenanzas y normas sobre la calidad acústica de las viviendas, tanto nacionales como internacionales.
- CRITERIOS CALIDAD ACUSTICA DE VIVIENDAS, cuyo objetivo fue definir las posibles alternativas de criterios a adoptar, identificar conflictos y hacer recomendaciones.
- CASOS TIPOS DE VIVIENDAS cuyo objetivo fue caracterizar algunos casos que representen los posibles escenarios donde aplicar la ordenanza de calidad acústica de viviendas.
- REUNIONES DE TRABAJO con contraparte y CONAMA
- CONTACTO con otras personas interesadas.

### 2.3.2. Jornadas de Evaluación

Estas Jornadas, realizadas los días 17, 24 y 25 de Enero de 1996 generaron las siguientes actividades:

- REUNION INFORMATIVA con todos los participantes el día 17 de Enero, donde se hizo una presentación general del tema por parte de Conama, se informó del estado de avance del Proyecto y se presentaron los temas a discutir los días 24 y 25 de enero. Se hizo entrega de una carpeta con los antecedentes y programa de la Jornada.

- REUNION DE TRABAJO DIA 24 DE ENERO en torno al tema Sistema de Calidad Acústica de la Vivienda. Se dividió la audiencia en dos grupos con dos temas principales: Planificación y Certificación. En ambos grupos hubo un moderador que dirigió el debate con el objeto de generar conclusiones.

- REUNION DE TRABAJO DIA 25 DE ENERO en torno al tema de Modelo de Ordenanza Municipal, donde también se dividió la audiencia para la discusión de dos temas centrales: Prevención e Información y Corrección y Acreditación, con dos moderadores. Se generó un debate y se elaboraron conclusiones.

En Anexo N° 2 se adjuntan documentos generados en las mencionadas Jornadas de Evaluación.

### 2.3.3. Actividades 2a Etapa

Los actividades realizadas en la Segunda Etapa fueron las siguientes:

- REVISION LEGAL 1 cuyo objetivo fue revisar, desde el punto de vista legal, las proposiciones de las áreas de vivienda y municipal.

- REVISION LEGAL 2 cuyo objetivo fue corregir la redacción final de los borradores propuestos.

- REDACCION VIVIENDA 1 cuyo objetivo fue disponer de un borrador de trabajo que contuviera los criterios definidos en las Jornadas de Evaluación por acuerdo con la contraparte.

- REVISION BORRADOR VIVIENDA cuyo objetivo fue revisar la compatibilidad legal del borrador de norma de calidad acústica de viviendas.

- REDACCION VIVIENDA 2 cuyo objetivo fue redactar borrador definitivo de la norma de calidad acústica de viviendas.
- BORRADOR INFORME FINAL, cuyo objetivo fue presentar todos los resultados parciales y finales del estudio.
- REUNIONES DE TRABAJO CON CONTRAPARTE Y CONAMA.

#### 2.4 DOCUMENTOS DE TRABAJO ELABORADOS

A continuación se presenta un listado de los documentos elaborados en las distintas etapas desarrolladas a lo largo de este Estudio, y que formaron parte de alguno de los informes entregados a CONAMA, o sirvieron de base o de enlace para los mismos. Estos Documentos de Trabajo están en poder del mandante en forma de documento y de archivo computacional.

##### PRIMER INFORME DE AVANCE

###### Area Legislativa

- Recopilación bibliográfica.
- Normativa actual.
- Jerarquización.

###### Area Vivienda

- Estudio preliminar de normas internacionales y nacionales.
- Clasificación de las mismas.
- Cuadro comparativo del alcance de las normas.

###### Area Ejecutiva

- Informe de avance.
- Elaboración de cartas para tomar contacto con diversas instituciones en el extranjero relativas a la normativa existente en la actualidad.

##### INFORME PRELIMINAR (SEGUNDO INFORME DE AVANCE)

###### Area Legislativa

- Marco Legal.
- Mecanismos de control
- Análisis de la normativa.
- Relativo a la Constitución Política.
- Relativo a las municipalidades.
- Relativo al Código Sanitario.
- Relativo a la Ley de Bases, N° 19300.

- Relativo a la Ley General de Urbanismo y Construcciones.
- Normas INN.

#### Area Vivienda

- Análisis exhaustivo de la normativa vigente.
- Generalidades
- Directrices generales
- Condiciones exigibles
- Cumplimiento y control
- Usuarios potenciales de un Sistema de Calidad Ambiental para Viviendas.
- Primer esbozo de un Diagrama de Procedimientos de Norma de Calidad Acústica de la Vivienda.
- Acreditación
- Certificación
- Parámetros de Evaluación
- Ensayos
- Emplazamiento
- Adosamiento
- Instalaciones
- Niveles de calidad Acústica.

#### Area Ejecutiva

- Informe de avance.
- Criterios básicos de trabajo.
- Compatibilidad con la normativa vigente.
- Enfoque propuesto para el diseño de una Norma de Calidad de la Vivienda y de una Ordenanza Municipal.
- Temas de discusión propuestos en las distintas áreas.
- Preparación de la documentación que se usó en las Jornadas de Evaluación.
- Temas de discusión Area Vivienda.
- Temas de discusión Area Ordenanza.

### TERCER INFORME DE AVANCE

#### Area Vivienda

- Segundo esbozo de un Diagrama de procedimientos de aplicación de una Norma de Calidad Acústica de la vivienda.

#### Area Ejecutiva

- Informe de Avance.
- Aclaración de las observaciones al informe anterior.
- Recopilación, análisis y estudio de opiniones recogidas al finalizar las Jornadas de Evaluación.

#### CUARTO INFORME DE AVANCE

##### Area Legislativa

- Apoyo profesional en la elaboración de la documentación que proponen las Areas de Vivienda y Ordenanza.

##### Area Vivienda

- Informe de reunión con División Jurídica del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Escenarios con casos tipo para análisis de aplicabilidad de una Norma de Calidad Acústica de la Vivienda.
- Estrategia para la operación de un Sistema de Calidad Acústica de la Vivienda.
- Instancias mínimas para su aplicabilidad.
- Instancias deseables para su aplicabilidad.
- Recursos requeridos para operar.
- Clasificación de barrios.
- Funciones de acreditación.
- Ensayos para evaluar la calidad.
- Criterios .

##### Area Ejecutiva

- Informe de avance.
- Aclaración de las observaciones hechas al informe anterior.

#### QUINTO INFORME DE AVANCE

- Introducción: alcance del estudio, situación actual del problema, estrategia propuesta.
- Metodología: enfoque general, equipo de trabajo, plan de trabajo, documentos de trabajo elaborados, demanda esperada para un sistema CAV, sistemas CAV existentes, análisis de normas existentes, discusión crítica.
- Sistema CAV propuesto: estrategia y criterios adoptados, estrategia para la operación de un sistema CAV, borrador de norma, procedimiento de aplicación, ejemplo de aplicación.
- Marco legal de la norma CAV: análisis de las normas, jerarquización de las normas, mecanismos de respeto a la jerarquía, mecanismos de control a posteriori.
- Análisis técnico: recursos materiales y humanos, instancias necesarias para la certificación.
- Conclusiones, referencias y listado de anexos.



### CAPITULO 3. ANTECEDENTES PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALIDAD ACÚSTICA DE VIVIENDAS

#### 3.1 POTENCIALES USUARIOS DEL SISTEMA

Los usuarios que necesitan una futura Norma de Calidad Acústica de Viviendas son potencialmente tres:

- a) Los usuarios voluntarios que desean ofrecer o adquirir viviendas con mejor calidad ambiental.

La calidad ambiental, dentro de la cual se encuentra su calidad acústica, es un parámetro que incide en los precios de venta de las viviendas

Esto hace que los empresarios de la construcción, así como los corredores de propiedades, personas vinculadas estrechamente con los compradores de viviendas, están interesados en ofrecer productos de mejor calidad ambiental.

Sin embargo, no disponen de una herramienta para evaluar un entorno urbano desde el punto de vista acústico, ni para diseñar una vivienda tomando en cuenta este parámetro, ni para construir esta vivienda con la técnica adecuada para conseguir cierto grado de calidad, ni para evaluar los resultados finales, ni para saber ofrecer en una publicidad esta calidad agregada. En la práctica, disponer de una norma con una escala de calidad acústica es una forma de disponer de un sello de calidad que puede ser utilizado comercialmente para que el mercado incentive el desarrollo de soluciones eficientes.

Por otra parte, los fabricantes de elementos constructivos tampoco disponen de indicadores que les permitan ofrecer productos de mejor calidad a arquitectos, constructores y usuarios.

Finalmente, cuando las empresas constructoras tienen reclamos de sus clientes, no saben si las exigencias son atendibles o exageradas, si es factible una solución (si hay compatibilidad de ruido ambiente e instalación de viviendas) o si la solución que le ofrecen cumple o no con algún tipo de norma.

- b) Las leyes, decretos u ordenanzas que necesiten de una norma para regular los problemas de ruido.

Si algún organismo público decide decretar una ley, decreto u ordenanza sobre calidad ambiental de la vivienda, necesitará de una referencia para establecer una escala de niveles de

ruido aceptables en los distintos recintos que conforman una vivienda, incluyendo el entorno urbano de ellas, es decir su compatibilidad con éste. De acuerdo a esta disposición la comunidad podrá estar debidamente informada de sus derechos y podrá exigir que esta calidad y compatibilidad "se respete a lo menos, por el tiempo que se demora en pagar una vivienda (aprox. 15 años)", por todos los sectores involucrados: Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Planes Reguladores Intercomunales), Municipio (Planes Reguladores Comunales), Transporte (Licitación de vías para el transporte público), Obras Públicas (impacto de grandes obras), etc. (Acuerdo N° 2, Com.1, Jornadas de Evaluación en **Anexo N° 3**).

Por otra parte, estos mismos organismos podrán determinar la incompatibilidad de ciertas zonas para el establecimiento de barrios residenciales. Por ejemplo, el otorgamiento de subsidios u otros incentivos podría estar condicionado a no generar nuevos problemas de incompatibilidad por ruido.

En suma, es un instrumento de apoyo a la planificación territorial.

- c) Los evaluadores de Estudios de Impacto Ambiental, en proyectos que incluyen o afectan a viviendas.

Los estudios de Impacto Ambiental tales como cambios en la vialidad urbana o interurbana, diseño de nueva vialidad, creación o ampliación de aeropuertos, expansión o instalación de nuevos rodoviarios, instalación de colegios, lugares de recreación y esparcimiento o deportes, industrias, etc. que pueden afectar a viviendas y los estudios de Impacto de Desarrollos Inmobiliarios, que incluyen viviendas, necesitan como referencia una norma de Calidad Acústica, para la evaluación de la calidad actual, los impactos esperados y para determinar las medidas de mitigación.

La demanda por parte de los usuarios se manifiesta a través de los corredores de propiedades, algunos de los cuales fueron consultados, indicando que el exceso de ruido tiene una importante incidencia en las razones para buscar un cambio de domicilio y venta de propiedades. Esta incidencia es mayor en edificios en altura.

De las encuestas realizadas por el Dr. H. Varas, Jefe del Depto. de Higiene y Control Ambiental de la Municipalidad de Providencia, se desprende que la prevalencia de las molestias por ruido en esa comuna es hasta de un 57,1%, en donde las mujeres

están bastante más afectadas (76%) que los hombres (24%), "esto debido probablemente al mayor tiempo de permanencia en casa de las primeras", según la misma fuente. ("Epidemiología del ruido comunitario en la comuna de Providencia", Varas, Hernán Dr., U. de Chile, 1994).

Por el contrario, no se detectó interés por parte de las autoridades que definen las tendencias de desarrollo de la construcción de viviendas. Para este efecto, se envió una carta explicativa del proyecto a personas que podían estar interesadas en opinar sobre el tema tales como el Sr. Director del Departamento de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Sr. Jaime Silva, el Sr. Director del Departamento Técnico del mismo Ministerio, Sr. José Manuel Cortínez, todos los Secretarios Regionales Ministeriales del MINVU y a 2 Directores de la Cámara Chilena de la Construcción: Sr. Tadashi Asahi y Sr. Isidoro Latt. No hubo respuesta a estas cartas.

### 3.2. ANALISIS DE NORMAS EXISTENTES.-

En general las normas existentes pueden clasificarse en dos grupos:

- a) Las que tienen recomendaciones generales y (o) límites de aislación contra el ruido aéreo o de impacto y
- b) Las que incluyen métodos o procedimientos para verificar estos límites.

Extractos de algunas normas se encuentran en el **Anexo 6**.

#### 3.2.1. Normas que tienen recomendaciones generales.

Las normas de este tipo existen en muchos países e incluyen los dos documentos legales chilenos:

- 1) La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, que contiene una recomendación general en cuanto a la clasificación de locales de acuerdo al ruido que emiten y la distancia de éstos a las viviendas más cercanas. Además delega en los Municipios la tarea de calificar las zonas y establece que se debe cumplir con las Normas INN pertinentes para los locales descritos.

Aunque la Ordenanza es obligatoria, el hecho de delegar en un Municipio una tarea que no tiene definido un procedimiento, hace difícil su aplicación.

Por lo demás, también es difícil cumplir con una norma que está obsoleta e incompleta. (ver extractos de Ordenanza en Anexo 6)

- 2) La Norma NCh352 Of 61 "Condiciones Acústicas que deben cumplir los edificios" en que se hacen recomendaciones generales y se establecen límites de aislación acústica para elementos de fachada, cubiertas, losas de entrepiso, tabiques interiores e instalaciones de ductos sin establecer ningún procedimiento de verificación.

Otras normas del Primer grupo son:

- 3) La norma española NBE-CA-88 que es una norma de carácter obligatorio que establece recomendaciones, límites y un tipo de ficha de cálculo para proyectos, que es un procedimiento teórico de verificación. Las materias contenidas en esta Norma son las siguientes:

- Generalidades: objeto, campo de aplicación, condiciones acústicas de los edificios, condiciones acústicas del ambiente exterior, condiciones acústicas del ambiente interior.

- Directrices Generales: en el planeamiento urbanístico, en el proyecto de edificios, en el proyecto de las instalaciones.

- Condiciones exigibles a los elementos constructivos: condiciones generales, particiones interiores, paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos, paredes separadoras de zonas comunes interiores, fachadas, elementos horizontales de separación de propiedades o usuarios distintos, cubiertas.

- Condiciones exigibles a las instalaciones: condiciones generales, equipos comunitarios, canalizaciones hidráulicas y conductos de aire.

- Cumplimiento y control: Cumplimiento de la norma en el proyecto, cumplimiento de la norma por las entidades supervisoras de los proyectos, control de la recepción de los materiales, control de la ejecución.

Los anexos contienen:

- A1. Conceptos fundamentales, definiciones, notaciones y unidades.  
A2. Condiciones del medio.

- A3. Aislamiento acústico de los elementos constructivos.
- A4. Condiciones de los materiales.
- A5. Recomendaciones.

- 4) El Decreto del 6 de Octubre de 1978 de Francia establece recomendaciones y límites para la planificación urbana y la protección de fachadas de viviendas. El 29 de Noviembre del año 1995 se estaba revisando esta norma y se hizo obligatoria desde el 1 de Enero de 1996 para todo el territorio francés.

El sistema francés es el único que se ha encontrado con un sistema de "Sello de Calidad Acústica" (Label Acoustique) con el que se premian los edificios que alcanzan especificaciones superiores a las del decreto antes mencionado. Esta norma está basada en la exigencia de resultados, dejando a los profesionales la elección de los medios para conseguir los límites fijados.

- 5) El documento Planning Policy Guidance: Planning and Noise, PPG 24 de Septiembre de 1994 del Departamento del Ambiente de Gran Bretaña contiene las siguientes materias:

- Políticas de ruido en planes de desarrollo.
- Categorías de exposición al ruido en el desarrollo residencial.
- Control del desarrollo: control del desarrollo de las actividades ruidosas como la construcción, la industria, aviones y aeropuertos, las actividades deportivas, de recreación y entretenimiento, las actividades sensibles al ruido, medidas de mitigación al impacto de ruido, condiciones para el desarrollo urbano, áreas asignadas y lugares de conservación natural.
- Evaluación ambiental.
- Controles adicionales del ruido.

En los Anexos hay tablas de recomendaciones de exposición al ruido de las viviendas, categorías de exposición al ruido, guía detallada para la evaluación de ruido, ejemplos de condiciones de planeamiento, cómo especificar límites de ruido, aislación de los edificios del ruido exterior y listado de normativa vigente.

- 6) La normativa de Departamento de la Vivienda y el Desarrollo Urbano de los Estados Unidos (HUD) reconoce que el ruido es una fuente mayor de contaminación ambiental. Establece una clasificación de categorías de la exposición al ruido. Establece niveles interiores de exposición al ruido y da una

pauta de la aislación acústica usada entre unidades de vivienda, muros y losas. Determina límites de Sound Transmission Class (STC) para elementos constructivos. La STC es un número simple que da una estimación de la pérdida de transmisión de un panel o estructura. Mientras mayor es el valor de STC, mejor es el comportamiento de la aislación acústica.

- 7) En el documento titulado "Medidas para incorporar el ruido en la planificación del uso de suelo", publicado por el Comité de Ruido Urbano de la Agencia Interfederal del Departamento de Transporte de los Estados Unidos se discuten las herramientas no acústicas que pueden usar los gobiernos locales para reducir los efectos del ruido en el suelo urbano. Estas van desde el incrementar la conciencia pública sobre el tema, hasta medidas muy drásticas pero probadamente efectivas de regulación de la compra de suelos severamente expuestos al ruido.

### 3.2.2. Normas que establecen procedimientos de verificación y medición in situ o laboratorios.

Este tipo de normas no existe en todos los países, ya que muchos de ellos reconocen la certificación de acuerdo a ensayos según normas extranjeras. Además, varias normas consideran procedimientos muy similares o idénticos a las recomendaciones internacionales.

- 1) La norma International Standard ISO 140 establece con precisión y en forma completa, los procedimientos para medir la aislación acústica en edificios, tanto en laboratorio como in situ, para ruido aéreo y de impacto. Se incluye una traducción de esta norma en el **Anexo 4**
- 2) La norma International Standard ISO 717/ 1, 2 y 3 estandariza un método para convertir a una cifra o índice único el comportamiento acústico, ya que la aislación del ruido aéreo, de impacto, elementos de fachada, etc. tiene valores diferentes para cada frecuencia.
- 3) La norma IRAM 4 063 Argentina, partes 1 a 8, de Octubre de 1982 establece procedimientos de medición en laboratorios e in situ de aislación acústica de partes de edificios para ruido aéreo y de impacto. Es una versión muy parecida a la Norma ISO 140.
- 4) La norma española UNE 74-040-84 partes 1 a 8 es un conjunto coordinado de especificaciones aplicables a los laboratorios

que realizan medidas de aislamiento acústico de los elementos constructivos. No incluye procedimientos para mediciones in situ. Es compatible con ISO 140.

- 5) La norma alemana DIN 52 230 establece las condiciones de laboratorio para mediciones de aislación acústica de ruido aéreo y de impacto. Las revisiones recientes de esta norma se asimilan a las ISO, aún cuando son más completas en cuanto a recomendaciones. La norma DIN 4109 establece los límites aceptables para mediciones in situ.
- 6) Las normas ASTM (American Society for Testing and Materials): E 92-90 , E90-90, E 989-90, E 597-81, E 336-90, E 596-77, C 423-90a y E 795-91, contienen procedimientos de laboratorio para determinar aislación acústica de recintos, muros, losas, etc. para ruido aéreo y de impacto. Además contienen procedimientos para medir absorción acústica de materiales y determinación de la Clase de Aislación de Impacto (IIC), y Clase de Trasmisión Acústica (STC) las que al igual que en la norma ISO 717 dan un valor simple para comparar distintos sistemas constructivos.

En la Tabla 1 se muestra un resumen del alcance de las Normas examinadas.

## CUADRO COMPARATIVO DEL ALCANCE DE LAS NORMAS SOBRE CALIDAD ACUSTICA EN LA VIVIENDA

NORMA	A			B			C			D			E			F			G			H					
	R	L	M	R	L	M	R	L	M	R	L	M	R	L	M	R	L	M	R	L	M	R	L	M	R	L	M
1. Norma NBE-CA-88 (España)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Norma NCH 352 Of61 (Chile)				X	X	X	X	X	X				X						X	X	X						
3. Norma IRAM 4063 Parte III, IV, V, VI, VII, VIII. (Argentina)				X			X			X			X			X			X								
4. ISO 140 (Internacional)				X			X			X			X			X			X								
5. DIN 52210 (Alemania)				X			X			X			X			X			X								
6. PPG 24 (Gran Bretaña)	X	X	X																								
7. ASTM E 492-90, E 90-90 (U.S.A.)				X			X			X			X			X			X								
8. ISO 717 1-2-3 (Internacional)				X			X			X			X			X			X			X			X		
9. UNE 74-040-84 (España)				X			X			X			X			X			X			X			X		

Fuente: Ambiente Consultores 1996

- DESCRIPCION: "A" APTITUD DEL LUGAR PARA USO RESIDENCIAL  
 "B" PARTICIONES VERTICALES INTERIORES  
 "C" PARTICIONES VERTICALES ENTRE PROPIEDADES DISTINTAS  
 "D" PARTICIONES VERTICALES HACIA ZONAS COMUNES  
 "E" ELEMENTOS DE FACHADAS  
 "F" ELEMENTOS HORIZONTALES ENTRE PROPIETARIOS DIFERENTES  
 "G" CUBIERTAS  
 "H" INSTALACIONES INTERIORES

- "R" RECOMENDACIONES  
 "L" NIVELES  
 "M" METODOS



### 3.3. MARCO LEGAL PARA LA APLICACION DE NORMAS.

#### 3.3.1. Constitución Política de la República.

La Constitución Política de la República de Chile en su artículo 1 inciso 4 expresa que: Es deber del Estado resguardar la seguridad nacional, dar protección a la población y a la familia, propender al fortalecimiento de ésta, promover la integración armónica de todos los sectores de la nación y asegurar el derecho de las personas a participar con igualdad de oportunidades en la vida nacional.

Por otro lado, en su capítulo 3 cuando habla de los derechos y deberes constitucionales, en el artículo 19 nos dice que La Constitución asegura a todas las personas:

- N° 1 El derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona.
- N° 8 El derecho a vivir en un medio ambiental libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza.

La Ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger al Medio Ambiente.

- N° 21 El derecho a desarrollar cualquier actividad económica que no sea contraria a la moral, al orden público o a la seguridad nacional, respetando las normas legales que la regulen
- N° 24 El derecho de propiedad en sus diversas especies sobre toda clase de bienes corporales o incorporales.

Solo una Ley puede establecer el modo de adquirir la propiedad de usar, gozar y disponer de ella y las limitaciones y obligaciones que deriven de su función social.

A su vez, el artículo 20 inciso 3º de la Constitución Política del Estado expresa que "Procederá también, el recurso de protección en el caso del nº 8 del artículo 19, cuando el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación sea afectado por un acto arbitrario e ilegal imputable a una autoridad o persona determinada.

### 3.3.2. Ley General de Urbanismo y Construcciones.

La Ley General de Urbanismo y Construcción se refiere al tema de ruidos o trepidaciones en su artículo No. 160, y expresa que "En el caso de establecimientos industriales o locales de almacenamientos ..... que produjeran ruidos o trepidaciones, la Municipalidad fijará, previo informe de la Secretaría Regional, correspondiente del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y del Servicio Nacional de Salud, el plazo dentro del cual deben retirarse del sector en que estuvieren establecidos...".

En su artículo 162 autoriza a instalar en las viviendas económicas un pequeño comercio, sin perder las franquicias establecidas en el DFL 2 de 1959, siempre que su destino principal subsista como habitacional.

EL D.S.47, Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (19 de Mayo 1992) del MINVU es la que fija el texto de la nueva Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Este cuerpo legal reglamenta la aplicación de la ley General de Urbanismo y Construcción.

Reglamenta la construcción, reconstrucción, alteración, modificación y reparación de edificios, como también la forma de hacer y aprobar planes reguladores. En este sentido entrega atribuciones respecto a determinar zonificaciones y uso del suelo a las Dirección de Obras Municipales.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, califica los locales, según sus condiciones acústicas en:

- totalmente aislados,
- parcialmente aislados,
- sin exigencias acústicas y
- locales ruidosos.

Hace referencia a la calificación sonora de los barrios que debiera efectuar la Municipalidad respectiva, el deber de sometimiento a las normas oficiales sobre condiciones acústicas de los locales y lugares donde pueden ser construidos de acuerdo a estas calificaciones.

Establece también los requisitos para ciertos tipos de establecimientos de un estudio de impacto que su funcionamiento causará en el barrio, (ej. colegios de más de 360 alumnos).

Expresa que los establecimientos industriales o de bodegaje serán calificados caso a caso por el Ministerio de Salud, estableciendo las siguientes categorías y definiendo cada una de ellas:

- 1.- Peligroso
- 2.- Insalubre o contaminante
- 3.- Molesto
- 4.- Inofensivo

Establece también que las instalaciones mecánicas que produzcan ruidos molestos deberán consultar aislaciones y dispositivos que impidan las trepidaciones.

### 3.3.3 Normas INN

El marco legal dentro del cual es posible promulgar normas sobre ruido ambiental está explicado por la formación misma de la norma y las etapas que establece el Instituto Nacional de Normalización, I.N.N., para su aprobación y dictación.

Las normas chilenas oficiales son preparadas por el INN, quien tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. La norma tiene que ser aprobada por el H. Consejo del Instituto Nacional de Normalización y es declarada Oficial de la República por Decreto, en el caso específico referido a calidad de la vivienda, el decreto emana del Min. de Vivienda y Urbanismo.

Etapas de la formación de una norma chilena:

- Anteproyecto: Documento que se presenta para su estudio y discusión al Comité. Este documento puede tener su origen en la detección de una necesidad insatisfecha detectada por el INN, a solicitud de un grupo de la sociedad, o en la autoridad que la necesita.
- Proyecto A de norma en consulta pública. Es el documento anterior ya estudiado y aprobado por el Comité y que se somete a consulta pública. Pueden hacerse observaciones.
- Proyecto B de norma: Es el documento final, que se somete a consideración del Consejo del INN para su aprobación.
- Norma chilena: Es el documento que ha sido aprobado por el Consejo del INN.

- Norma chilena oficial: Es la norma que ha sido declarada oficial para la República de Chile por Decreto supremo del Gobierno.

Las Normas chilenas solo tienen carácter obligatorio cuando otro documento legal, por ejemplo, un Reglamento, una ordenanza, una ley etc., hacen referencia a ella. Esta referencia puede ser general, en cuyo caso se entenderá deben aplicarse todas las normas referentes a la materia, o pueden ser específicas, es decir que se refieran a una norma en especial. Solamente en este caso tienen carácter obligatorio y puede exigirse su cumplimiento.

Además, una norma sobre la calidad acústica de la vivienda, deberá contemplar su concordancia con la LEY 18.287, que establece procedimiento ante los Juzgados de Policía Local, actuación de inspectores etc.

Para el cumplimiento de sus funciones, las municipalidades pueden celebrar convenios con otros órganos de la administración, en las condiciones que señale la ley, sin alterar las funciones y atribuciones que corresponden al Municipio.

Las municipalidades deben actuar dentro del marco de los planes nacionales y regionales que regulen la respectiva actividad. El encargado de velar por esta actividad es el Intendente Regional.

Al Departamento de Obras Municipales corresponde la elaboración del proyecto del Plan Regulador Comunal y proponer sus modificaciones. También velar por el cumplimiento de este Plan y de las Ordenanzas correspondientes.

La reciente Ley denominada de Protección del Consumidor excluye las viviendas como bien de consumo, por lo cual no es aplicable a la calidad de viviendas.

### 3.4 JERARQUIZACION DE NORMAS

3.4.1 Constitución: Es la norma primera, fundamental, encargada de regular los aspectos más relevantes de la forma u organización social de un pueblo.

3.4.2 Ley: es una declaración de la voluntad soberana, que manifestada en la forma prescrita por la Constitución, manda prohíbe o permite.

3.4.3 Decreto: Orden escrita emanada de una autoridad administrativa y revestida de ciertas formalidades. Ej Decreto Alcaldicio.

De acuerdo a la autoridad que los dicta tenemos:

- Decreto: Dictado por cualquier autoridad administrativa.
- Decreto Supremo: Son dictados por el Presidente de la República.
- Decreto Supremo Reglamentario (REGLAMENTO) Son ordenes escritas, emanadas del Presidente de la República, firmadas por él y por él o los Ministros respectivos, que contienen una norma jurídica de alcance general.

Si el decreto se agota en la aplicación de un caso concreto, es decir tiene un efecto particular, se trata de un simple decreto, si su aplicación es de carácter general, se le denomina decreto reglamentario o reglamento.

Tanto el Decreto como la Ley se encuentran subordinados a la Constitución.

La Ley posee superioridad jerárquica en relación con los decretos.

3.4.4 Decreto ley: Son decretos dictados por el presidente de la República, en materias propias de Ley, sin que medie autorización alguna del Congreso.

En cuanto a su forma son decretos, en cuanto a su fondo son leyes. Estos decretos suponen un quiebre constitucional.

3.4.5 Decreto con fuerza de ley: Son decretos dictados por el Presidente de la República sobre materias propias de ley y de acuerdo a una autorización conferida por el Congreso Nacional.

En cuanto a su forma podemos decir que son decretos y particularmente son Decretos Supremos, en cuanto a su fondo, son leyes y tienen rango de Ley. Se dictan en virtud de una ley delegatoria y el Presidente debe adecuarse tanto a esa ley y a la Constitución. Esta facultad está contenida en el artículo 32 nº 3 de la Constitución. Sus limitaciones están contenidas en el artículo 61 de la Constitución y se refieren principalmente a tiempo (la autorización no puede ser por más de un año) a materia, ya que éstas pueden recaer solo en materias de dominio legal y jamás sobre Nacionalidad y ciudadanía Elecciones y plebiscito.

3.4.6 Instrucción: Son comunicados que los funcionarios superiores de la administración pública dirigen a sus subordinados, indicándoles la manera de aplicar una ley o reglamento, o las medidas que se deben tomar para el mejor funcionamiento de un Servicio Público. Pueden ser verbales o escritas. Si tienen un carácter general reciben el nombre de Circulares. Si tienen carácter particular se llaman oficios.

3.4.7 Resoluciones: Son aquellas ordenes emanadas de jefes de servicios descentralizados dictadas para la buena administración del respectivo servicio público.

3.4.8 Ordenanza: Son normas emanadas de la autoridad Alcaldicia, que regulan materias relativas al funcionamiento y organización municipal. Son generales y obligatorias para la comunidad. Mediante ordenanzas pueden establecerse multas, que son aplicadas por los Juzgados de Policía Local.

3.4.9 Decretos Alcaldicios: Son resoluciones que versan sobre casos particulares.

### 3.5 MECANISMOS DE RESPETO A LA JERARQUIA

#### 3.5.1 Mecanismos de control preventivo.

3.5.1.1 Las leyes interpretativas de la Constitución y las orgánicas Constitucionales deben ser aprobadas por el Tribunal Constitucional antes de su promulgación, para verificar su constitucionalidad.

3.5.1.2 Si durante la tramitación de un proyecto de ley se suscitan dudas sobre su constitucionalidad puede solicitarse un pronunciamiento del tribunal Constitucional. Si este determina que la norma es contrarias a la Constitución, no puede continuar su tramitación.

3.5.1.3 Los decretos promulgatorios de cualquier tipo de ley, deben ser tomados razón por la Contraloría, organismo que verifica la identidad de los textos.

Si se rechaza el decreto promulgatorio, no cabe la insistencia y el Poder Ejecutivo puede concurrir al Tribunal Constitucional.

Si la Contraloría toma razón, cualquiera de las cámaras puede recurrir al Tribunal Constitucional.

3.5.1.4 Los decretos con fuerza de ley, deben cumplir con el trámite de toma de razón.

3.5.1.5 Los reglamentos deben someterse al trámite de toma de razón. Algunos reglamentos están exentos de este trámite, por mandato de la ley.

Si un reglamento es devuelto por la Contraloría, el Presidente puede disponer la toma de razón mediante un decreto de insistencia, el que debe constar con la firma de todos los Ministros.

Si el reparo es por inconstitucionalidad, no hay insistencia. Hay que recurrir al tribunal Constitucional.

Si la Contraloría toma razón de un reglamento y una de las cámaras lo estime inconstitucional por haber amagado su competencia, éste puede recurrir al tribunal Constitucional.

3.5.1.6 Los decretos y resoluciones de carácter particular, se encuentran sometidos al trámite de toma de razón, salvo que la ley o el Contralor General de la República hayan dispuesto su excención. se aplican las mismas reglas ya enunciadas.

### 3.6 MECANISMOS DE CONTROL A POSTERIORI

3.6.1 Respecto de los textos legales: Recurso de inaplicabilidad de acuerdo al artículo 80 de la Constitución.

3.6.2 Reclamo ante los tribunales contenciosos-administrativos, de acuerdo al artículo 38 inciso 2 de la Constitución política del estado.

3.6.3 Mecanismos de impugnación ante los tribunales ordinarios, Ej.: Recurso de ilegalidad en contra de los Decretos Municipales, de acuerdo al artículo 5 transitorio del Decreto Ley 1289 de 1975.

### 3.7 NORMATIVA LEGAL EN LA QUE HAY REFERENCIA AL PROBLEMA DE CONTAMINACION ACUSTICA. (extractos en el Anexo N°5)

3.7.1 Código Sanitario: rige, según su artículo nº 1 todas las cuestiones relacionadas con el fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes de la República, salvo aquellas sometidas a otras leyes.

3.7.2 Decreto Supremo 745, que aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

En el título IV trata de la contaminación ambiental y específicamente en su párrafo III sobre los agentes físicos y el ruido. Hace distinciones acerca de los tipos de ruido, fija los límites en cuanto a horario e intensidad de exposición al mismo, confeccionando una tabla al respecto y exige protección acústica para ruidos de impacto de niveles superiores a 140 dB.

3.7.3 Decreto Supremo 286, que aprueba reglamento sobre niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas.

El decreto supremo 286, del Ministerio de Salud, promulga un reglamento que establece los niveles máximos permisibles de presión sonora continuos equivalentes, y los criterios técnicos para evaluar, y calificar la emisión de ruidos molestos generados hacia la comunidad por fuentes fijas, disposiciones que por decirlo expresamente se aplican sin perjuicio de las normas contenidas en el DS 745.

3.7.4 Ley 19.300 sobre bases generales del medio ambiente.(1994)

3.7.5 DFL N°458 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.(13 Abril 1976)

3.7.6 Ley General de Urbanismo y Construcciones.

3.7.7 DS 47 Ordenanza general de Urbanismo y Construcciones (19 de Mayo 1992) MINVU, que fija el texto de la nueva Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Este cuerpo legal reglamenta la aplicación de la ley General de Urbanismo y Construcción.

3.7.8 Ley 18.290 Del 07/02/84 Ley del Tránsito (art. 77, 78, 81, 199, 7.

3.7.9 Ley 18.362 Crea áreas protegidas. Vigencia suspendida por el artículo 39.

3.7.10 Ley 16.744 sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

3.7.11 DS 78, del Ministerio de Salud, aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales mínimas en los lugares de trabajo. Fue reemplazado por el DS N° 745 sobre la misma materia.

3.7.12 DS 75 Establece condiciones para transporte de cargas.



3.7.13 DS 294 Fija texto refundido y sistematizado ley 15.840 y DFL 206 de 1960. En general ambas leyes tratan el problema de residuos. (ley 3133).

3.7.14 DS 125 Del 11.11.89 Modifica Plan Intercomunal de Stgo.

3.7.15 DS 4740 del 09.10.47 Reglamento sobre normas sanitarias municipales.

3.7.16 DS 163 del 04.01.85 Reglamento de los servicios y transportes por calles y caminos.

3.7.17 DS 167 del 04.01.85 Reglamenta revisiones técnicas y plantas revisoras.

3.7.18 DS 655 del 07.03.41 Reglamento sobre higiene y seguridades industriales, Art.22 y 23 Contaminación acústica.

3.7.19 DS 205 del 11.01.89 Modifica decreto 357 de 1960. Artículo único. Cementerios, velatorios, distancias, contaminación biológica, contaminación acústica.

3.7.20 DS 34 del 11.02.91 Reajusta monto multas ley tránsito.

3.7.21 DS 40 del 07.03.69 Prevención de riesgos profesionales (mod DS 20/80 Trab, y Prev.do 05.05.80)

3.7.22 DS 54 del 11.03.69 Aprueba reglamento para constitución y funcionamiento de los comités paritarios de higiene y seguridad.

3.7.23 DS 122 del 18.07.91 Fija requisitos dimensionales y funcionales a vehículos que presten servicio de locomoción colectiva.

3.7.24 Decreto Nº 144, Ministerio de Salud.

3.7.25 Decreto 2605, que modifica los decretos N° 745 de 1992 y N° 18 de 1982.

El cuadro de la página siguiente muestra un esquema del conjunto de textos legales relacionados con el ruido. Se muestran en el nivel superior los textos generales, en el segundo nivel los textos específicos con rango de Ley y en el tercer nivel los textos de menor jerarquía.

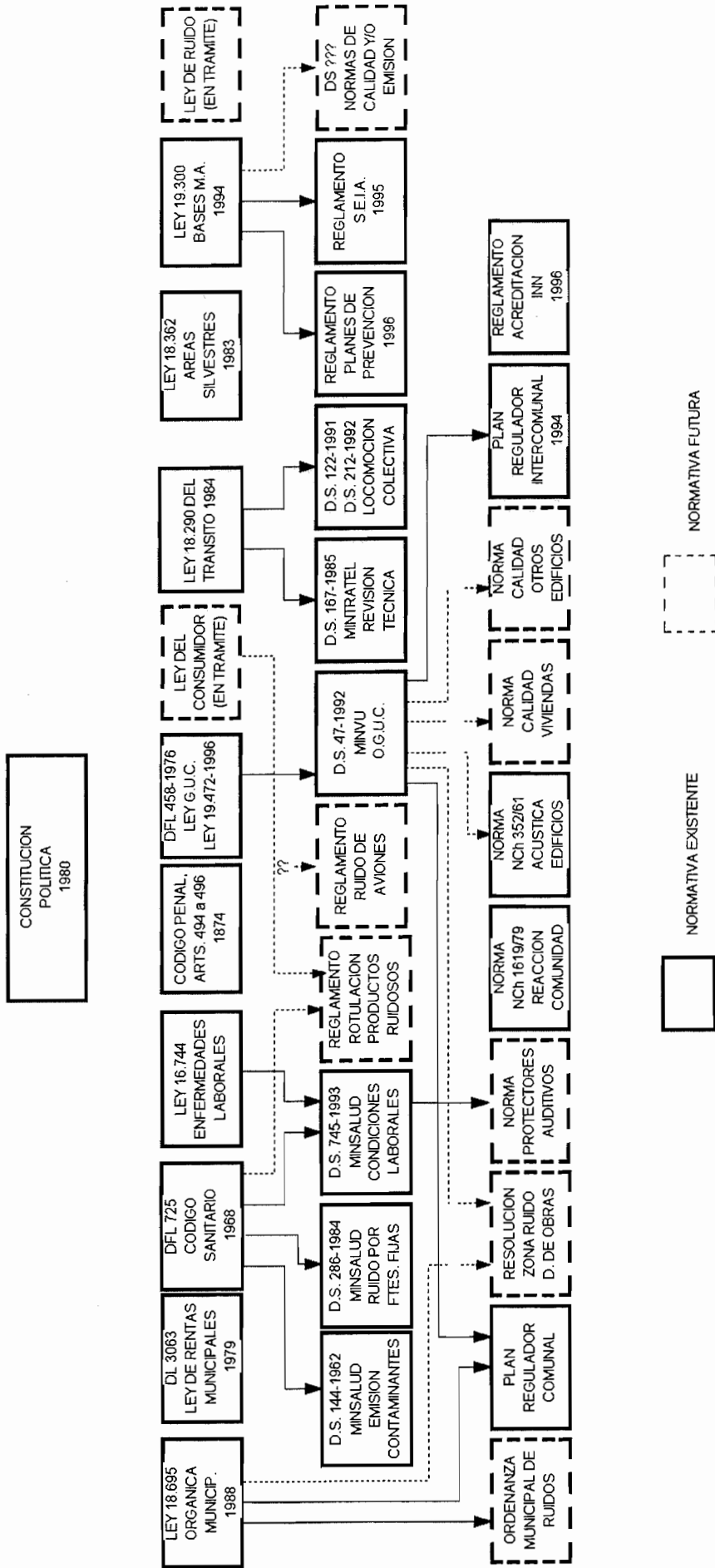


DIAGRAMA JERARQUICO DEL MARCO LEGAL SOBRE RUIDO, ACTUAL Y FUTURO

## CAPITULO 4. SISTEMA DE CALIDAD ACUSTICA DE VIVIENDAS

### 4.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA

El primer componente del sistema es una norma que haga compatibles todas las evaluaciones de calidad acústica de las viviendas, incluyendo las escalas internacionales, para todos los fines comerciales, técnicos, científicos, de planificación, de salud, u otros. Es decir, se requiere estandarizar una escala de calidad.

El sistema de calidad, además de la estandarización dada por una norma adecuada, requiere que existan instancias de planificación, certificación, acreditación, fiscalización, sanción, capacitación, difusión, investigación, etc. para ser efectivamente aplicable.

#### 4.1.1 Actores del sistema

Los actores del sistema de calidad acústica de la vivienda son:

- a) los usuarios de viviendas que pueden ser afectados en su calidad de vida por los impactos negativos de la planificación territorial,
- b) los compradores de viviendas nuevas, con derecho a estar informados de la calidad acústica objetiva y certificada de las viviendas mismas y de su entorno.
- c) los inversionistas inmobiliarios interesados en invertir en productos con mayor valor agregado certificado,
- d) los profesionales de la construcción que están contratados para cumplir con el punto anterior,
- e) los corredores de propiedades que necesitan de certificación para fijar los precios de compra y de venta en relación a una escala de calidad,
- f) los proveedores de materiales y elementos para la construcción interesados en promover sus productos a través de la publicidad de las viviendas con calidad certificada.
- g) los profesionales especialistas que pueden ofrecer soluciones técnicas para cumplir con las exigencias de la norma,

- h) Todos las instituciones de educación que pueden ofrecer capacitación: a nivel de instaladores, arquitectos, constructores, ingenieros civiles, ingenieros acústicos, técnicos, inspectores municipales o ministeriales, etc,
- i) las Direcciones de Obras Municipales que deciden incorporar el ruido en los planes reguladores y determinar zonas de protección o de incompatibilidad con vivienda,
- j) Ministerio de Vivienda y Urbanismo que decide incorporar el ruido a los Planes Reguladores Intercomunales, medir el impacto de sus decisiones, dimensionar medidas de mitigación y (o) incorporar el sector público de viviendas al Sistema,
- k) los evaluadores de proyectos que requieren estudios o declaración de impacto ambiental y que necesitan evaluar la compatibilidad de estos proyectos con viviendas nuevas o existentes y dimensionar las medidas de mitigación,
- l) los laboratorios de ensayo que evalúan sistemas o elementos constructivos para la construcción, efectúan las mediciones para emitir certificados de calidad, capacitan a personas que quieren acreditarse, etc.,
- m) un Laboratorio de Referencia, que acredita, capacita y certifica la calidad acústica según la Norma,
- n) y personas interesadas en ser acreditados por un Laboratorio de Referencia para medir y certificar calidad acústica de la vivienda.

#### 4.1.2 Aplicación voluntaria del S.C.A.V.

En el caso de la aplicación voluntaria del sistema, los interesados, ya sea los usuarios o los inversionistas, pueden exigir u ofrecer respectivamente, un certificado de calidad según Norma.

El inversionista se asegurará de esto mediante un contrato con la empresa constructora y (o) los arquitectos.

El arquitecto y constructor harán lo que técnicamente sea necesario para cumplir con la calidad elegida según la Norma.

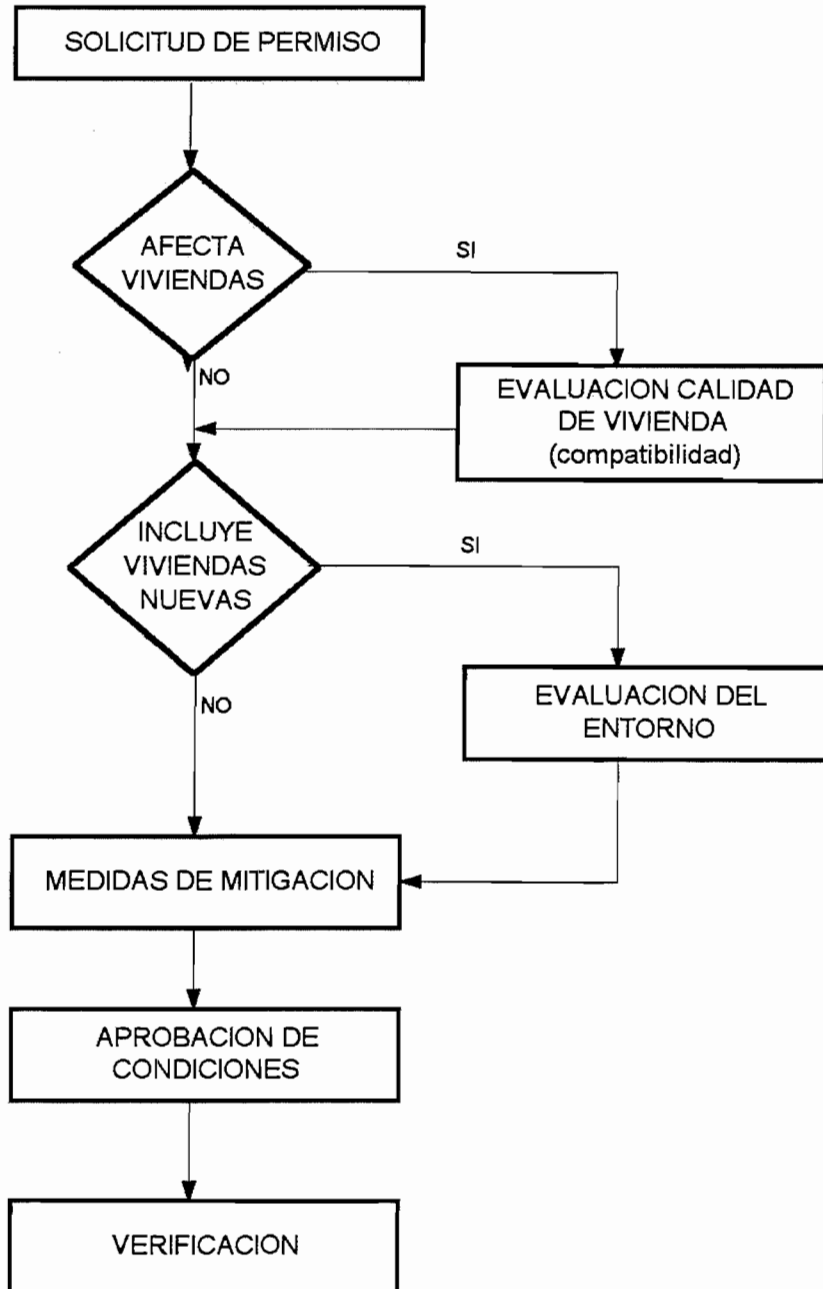
La certificación la hará una persona acreditada por el Laboratorio de Referencia, ateniéndose a lo establecido por la norma

Los usuarios exigirán el certificado en el momento de firmar el contrato de compraventa.

En el contrato de compraventa, debe quedar explicitada la certificación de acuerdo a la Norma C.A.V., que servirá de respaldo ante cualquier reclamo post venta.

Se adjunta diagrama de flujo que ilustra la aplicación voluntaria del Sistema C.A.V.

PROCEDIMIENTOS DE APLICACION DE LA NORMA  
ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL



#### 4.1.3 Aplicación obligatoria del S.C.A.V.

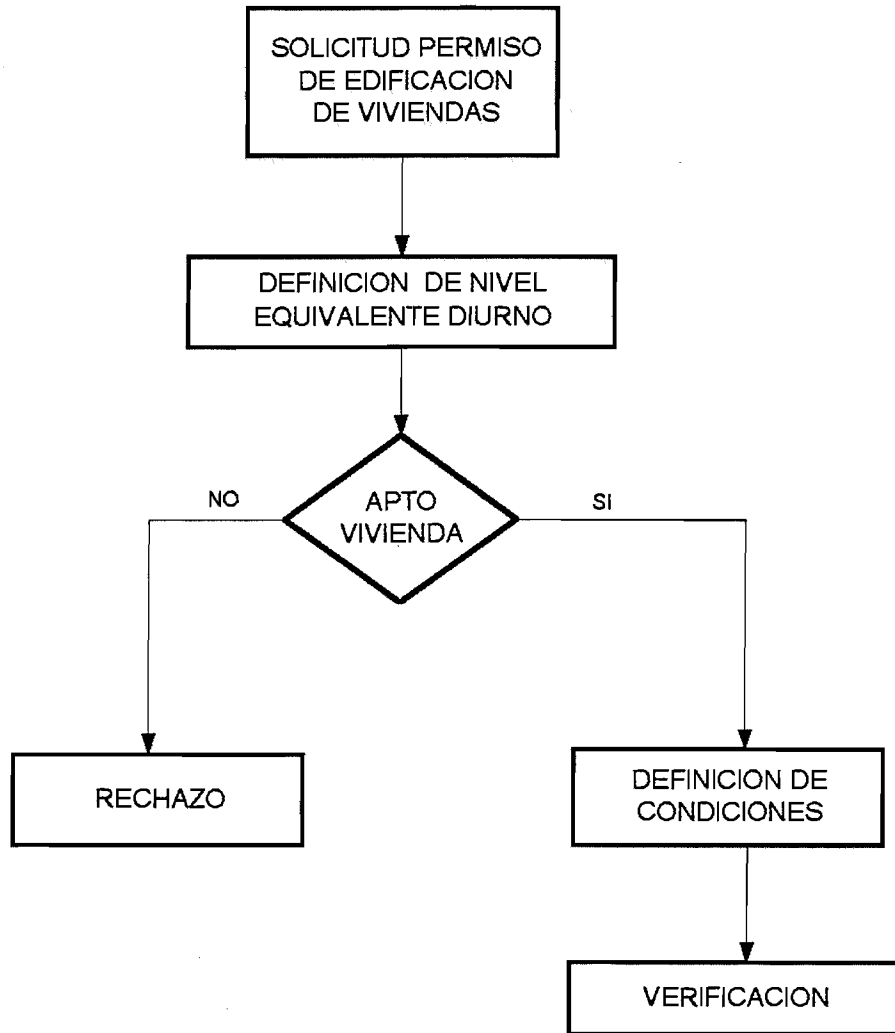
Al solicitarse un permiso de edificación de viviendas en la Dirección de Obras respectiva, la misma le entregará la definición de Neq diurno de la zona y se podrá evaluar su compatibilidad con vivienda.

Si no es compatible, se rechaza el permiso, si es compatible, se definen las condiciones para el nivel de calidad exigido por la Norma.

En el momento de la recepción final, se verificará la calidad acústica exigida en forma instrumental, como lo establece la Norma y se extenderá el certificado de nivel de calidad correspondiente.

Se adjunta diagrama de flujo.

REGLAMENTACION OBLIGATORIA





#### 4.1.4 Aplicación preventiva en proyectos nuevos

Al solicitarse a COREMA un permiso ambiental para un proyecto que requiere un estudio de impacto ambiental, la Autoridad deberá revisar si afecta a viviendas y si se produce un impacto compatible o no con ellas.

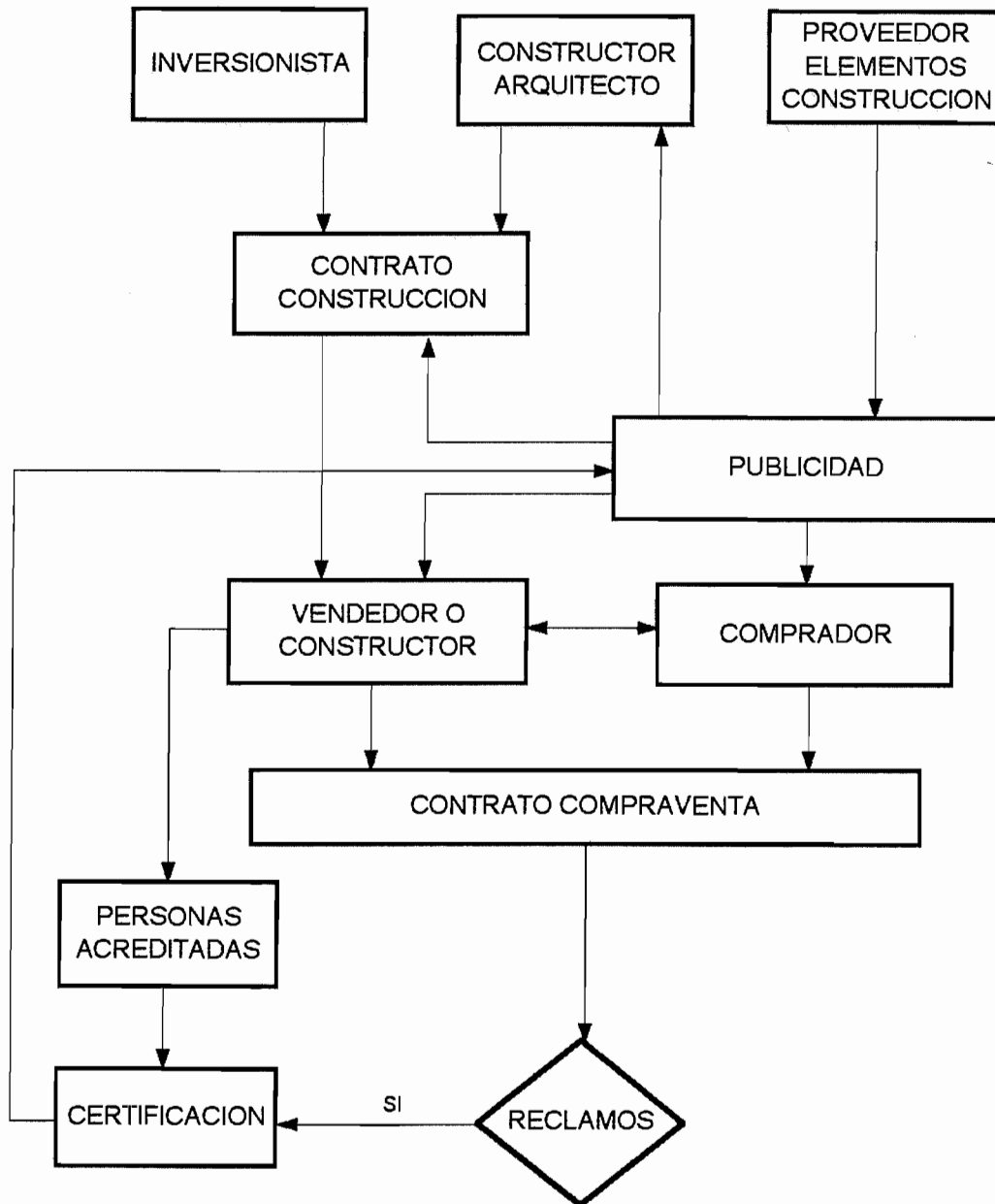
Si el proyecto afecta a viviendas existentes, será procedente que el proponente incluya en su estudio de impacto una evaluación del impacto acústico de acuerdo a la norma propuesta. Se podrá definir claramente las metas a cumplir en el Plan de Mitigación propuesto.

Si el proyecto no afecta a las viviendas existentes pero incluye viviendas nuevas, el proponente deberá efectuar una evaluación del entorno presente y futuro y establecer las medidas de mitigación de acuerdo a esta evaluación.

Lamentablemente, la actual reglamentación de la Ley 19.300 excluye de los estudios de impacto ambiental a las viviendas que están sometidas a un Plan Regulador.

Se adjunta diagrama de flujo.

USUARIOS VOLUNTARIOS DE SISTEMA CAV



#### 4.1.5 Control de calidad del sistema

Las personas debidamente acreditadas de acuerdo a los procedimientos descritos anteriormente, o los procedimientos que determine el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, serán las encargadas de hacer las verificaciones instrumentales del Sistema C.A.V. de acuerdo a los procedimientos de la Norma de C.A.V.

La certificación de los niveles de calidad acústica de las viviendas serán extendidos ya sea por las personas acreditadas o por los laboratorios acreditados, de acuerdo a los procedimientos descritos en la Norma C.A.V.

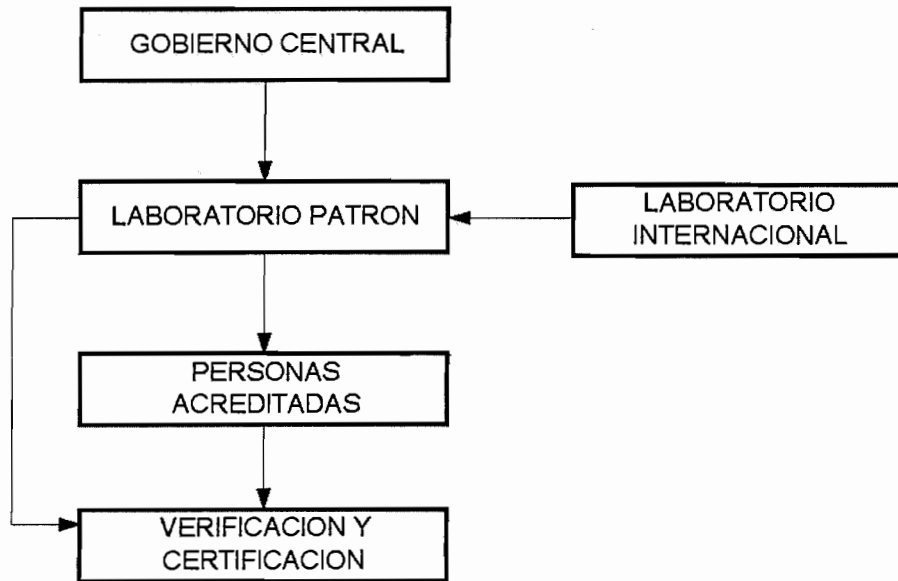
La acreditación de las personas las efectuará solamente el Laboratorio de Referencia, la que durará un lapso de tiempo determinado, después del cual deberá renovarla.

El Laboratorio de referencia podrá tener a su cargo además la capacitación y la acreditación de laboratorios de ensayo y de centros de capacitación.

Este laboratorio nacional estará apoyado y acreditado por el sistema internacional al que pertenece el Instituto Nacional de Normalización.

Se adjunta diagrama de flujo.

ENTIDADES EXTERNAS NECESARIAS AL PROCEDIMIENTO



#### 4.1.6. Laboratorios de ensayo

El Sistema de Calidad Acústica de la Vivienda depende técnicamente de un Laboratorio de Referencia como el que describe la Guía ISO /IEC 25, traducido por el Instituto Nacional de Normalización, INN - Chile y que forma parte de los documentos exigidos por dicho organismo para la acreditación de laboratorios de ensayo y laboratorios de calibración en nuestro país.

Entre sus alcances, esta guía "establece los requisitos generales de acuerdo con los cuales tiene que demostrar que opera un laboratorio, si va a ser reconocido como competente para efectuar calibraciones o ensayos específicos".

"También puede ser usada por los organismos de acreditación, organismos de certificación y otros..."

Por otra parte el INN también ha publicado, en Abril de 1996, el "Reglamento para la acreditación de organismos de certificación de productos y de laboratorios de ensayo" (Anexo N°6).

Este reglamento establece los procedimientos y requisitos que se aplican en la acreditación de organismos de certificación y laboratorios de ensayo, en carácter voluntario. El INN, a través de la División de Acreditación administra y brinda el soporte técnico al Sistema de Acreditación.

En este reglamento están definidos los requisitos, los procedimientos de acreditación, el comité de evaluación, la vigencia del registro y renovación, la actualización y publicación del registro, los aranceles, las infracciones y sanciones, y las reclamaciones.

#### 4.2. CRITERIOS ADOPTADOS.-

##### 4.2.1 Estrategia para la Operación del Sistema de Calidad Acústica de Viviendas (S.C.A.V).-

La característica principal del sistema de calidad acústica es que sea efectivamente aplicable. La aplicabilidad, a su vez, depende de que el procedimiento sea simple, expedito, económico y de clara interpretación.

En ningún caso la obligatoriedad determina que una norma o reglamento se aplique realmente. Como ejemplo de reglamentación obligatoria pero ineficaz, se cita la Ordenanza General de

Urbanismo y Construcciones, que en su artículo 4.1.5 señala: "Los locales ... del segundo grupo (vivienda) que se encuentren ubicados en barrios con alto nivel sonoro medio, de acuerdo con la clasificación que adopte la Dirección de Obras Municipales, deberán someterse a las Normas Oficiales sobre condiciones acústicas de los locales."

La Ordenanza citada es estrictamente obligatoria y la Norma Oficial Nch 352 "Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios" existe desde 1961. Sin embargo, el consultor no conoce caso alguno en que dicho artículo haya sido aplicado o que una Dirección de Obras Municipales haya clasificado los barrios según su nivel sonoro medio.

Por lo tanto, se propone que el documento central del sistema de calidad acústica de viviendas sea una Norma Oficial, técnicamente rigurosa, pero suficientemente flexible para ser aplicada sólo cuando es útil y en la medida que exista demanda de calidad por parte de los usuarios.

Es probable que en una primera etapa sólo se aplique el sistema por la vía voluntaria, hasta que la demanda o el déficit de calidad justifique un sistema obligatorio.

Se propone como estrategia priorizar el sistema voluntario para las funciones de control, reforzando el rol de entidades públicas en la planificación.

#### 4.2.2 Criterios de calidad acústica mínima.-

Para la certificación del nivel mínimo de calidad acústica se considerarán los siguientes requisitos, definidos suponiendo que la protección acústica mínima que otorga la vivienda es la necesaria para permitir el sueño de sus usuarios y, por lo tanto, se evalúa en dormitorios:

- 1) La protección acústica de la fachada, principalmente a través de ventanas, debe ser suficiente para evitar que los ruidos exteriores, principalmente por tránsito vehicular, generen niveles excesivos en dormitorios. Considerando que 35 dBA corresponde al nivel nocturno máximo aceptable en dormitorios y 10 dB es la disminución típica entre niveles diurnos y nocturnos, el valor de aislación de fachada en dormitorios medido en decibeles no debe ser inferior al Nivel Equivalente Diurno menos 45 dB. Esta condición no cubre los casos de ruidos

imprevistos que también afectan el sueño, pero no son reflejados por el Nivel Equivalente Diurno.

- 2) La privacidad mínima que debe otorgar la vivienda es la necesaria para realizar las actividades propias del uso habitacional sin afectar a otras viviendas. Para este efecto se requiere que la aislación aérea en pareos vertical desde salas de estar hacia dormitorios (si existe dicho pareo) no sea inferior a 45 dB. Esta condición no se refiere exclusivamente al muro divisorio, ya que puede ser afectada por la cubierta, ventanas u otros elementos constructivos en vías propagación indirecta.
- 3) El cumplimiento de las condiciones anteriores está sujeto a que el ruido interior de las viviendas sin ocupantes no exceda a los anteriores. Se estima satisfactorio que como máximo el nivel de ruido generado por instalaciones no sea superior a 35 dBA en dormitorios. Se consideran todas las instalaciones mecánicas, hidráulicas, eléctricas, etc., tales como bombas, ventiladores, ascensores, descarga de basuras, contactores, cañerías, ductos, calderas, condensadores, etc. Se excluyen los equipos de emergencia, tales como grupos electrógenos y de aviso, como timbres, alarmas, etc.

El cumplimiento de las 3 condiciones anteriores implicaría que la vivienda cumple con la calidad acústica mínima.

#### 4.2.3 Criterios de calidad acústica superior.-

Para la certificación de niveles superiores de calidad acústica se considerarán requisitos deseables, pero no esenciales, que aseguren que todos los recintos habitables de la vivienda tengan condiciones de ruido de fondo y privacidad requeridas por sus usos, tales como los siguientes:

- A) Protección diurna de ruidos generados en el exterior. Para este efecto el valor de aislación de fachada en salas de estar medido en decibeles no debe ser inferior al Nivel Equivalente Exterior menos 55 dB.
- B) Protección de ruidos generados en el interior de la propia vivienda. Para este efecto se debe evaluar la privacidad lograda por tabiques y puertas entre dormitorios y otros recintos de la misma vivienda, los cuales deben alcanzar una aislación de 30 dB.

- C) Protección de ruidos generados en circulaciones y áreas comunes de edificios de viviendas. Se requiere una protección similar a la de pareos, en la que incide principalmente la puerta de acceso.
- D) Protección de ruidos de instalaciones en recintos diferentes de dormitorios. Se considera deseable una protección en salas de estar.
- E) Protección de espacios exteriores de descanso. Para este efecto se requiere que el nivel exterior diurno no sea inferior a 60 dBA.
- F) Protección de ruidos de impacto. Se requiere que los ruidos producidos por golpes o fricción y transmitidos por la estructura del edificio no alcancen los recintos sensibles. Se evalúa este fenómeno mediante el ensayo de la máquina de impactos.

De cada ensayo se obtendrá una cantidad de dB por sobre o bajo un valor de referencia establecido. De estas diferencias se calculará un promedio ponderado, que será el índice de calidad.

De este modo se tendrá una escala continua de calidad por sobre la mínima, expresado en cifras de fácil interpretación por los usuarios.

Se adjunta Cuadro Resumen de Ensayos para grados mínimos y superiores de calidad acústica.

#### 4.3. BORRADOR DE NORMA

En las páginas siguientes se presenta el borrador de norma propuesto en base a los criterios antes explicados.



**CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS  
PARA GRADO MINIMO DE CALIDAD ACUSTICA**

PARAMETRO	ELEMENTO	ENSAYO	CRITERIO
<b>A</b>	Fachada	Aislación en dormitorios	Mayor que NED - 45 dB
<b>B</b>	Pareo vertical	Aislación en dormitorios	Mayor que 45 dB
<b>C</b>	Instalaciones	Nivel en dBA en dormitorios	Inferior a 35 dB

**CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS  
PARA GRADO SUPERIOR DE CALIDAD ACUSTICA**

NOTA: Los grados superiores de calidad acústica deben considerar, además de los necesarios para cumplir el grado mínimo de calidad acústica todos los parámetros siguientes que sean aplicables.

Los índices de Calidad Acústica Exterior (CAE), de Calidad Acústica en Pareos (CAP) y de Calidad Acústica Interior (CAI) requieren que los parámetros A,B y C sean iguales a cero o positivos, pero permiten que alguno o algunos de los parámetros restantes sean negativos.

PARAMETRO	ELEMENTO	ENSAYO	CRITERIO
<b>D</b>	Entorno	Nivel equiv. diurno (NED)	Inferior a 60 dB
<b>E</b>	Fachada	Aislación en sala de estar	Mayor que NED - 50 dB
<b>F</b>	Pareo horizontal	Aislación en dormitorios	Mayor que 45 dB
<b>G</b>	Areas comunes	Aislación en sala de estar	Mayor que 40 dB
<b>H</b>	Pareo horizontal	Impacto en dormitorios	Menor que 70 dB
<b>I</b>	Interior	Aislación en dormitorios	Mayor que 30 dB
<b>J</b>	Instalaciones	Nivel en dBA en sala de estar	Menor que 40 dB

## METODO DE EVALUACION DE LA CALIDAD ACUSTICA DE VIVIENDAS

### Preámbulo

El texto propuesto para esta norma se orienta a su uso tanto para fines preventivos como correctivos de los efectos del ruido sobre las viviendas.

La presente norma se basa en las características típicas del ruido urbano y, por lo tanto, no es directamente aplicable a casos en que predominen otros tipos de ruidos, tales como ruido industrial o de aviones.

La presente norma es autoconsistente, con excepción de los métodos de ensayos, para cuyo efecto requiere, se complementa y es compatible con la norma ISO 140.

En el estudio de esta norma se han tenido a la vista, entre otros documentos, los siguientes:

International Standard ISO 140/1 a 8 "Measurement of sound insulation in buildings and of building elements"

International Standard ISO 717/1 a 3. "Rating of sound insulation for dwellings"

Norma Española UNE 74-040-84 Partes 1 a 8. "Medida del aislamiento acústico de los edificios y de sus elementos constructivos."

NBE Norma Básica de la Edificación, NBE-CA-88  
"Condiciones Acústicas en los Edificios" MOPT  
Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 1909/81,  
España.

Norma NCh26.EOf71 "Física, Acústica, Magnitudes y  
Unidades".

Ley y Ordenanza General de Urbanismo y  
Construcciones, según Decretos Supremos 458/76 y  
47/92 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Norma NCh352 Of 61 "Condiciones Acústicas que deben  
cumplir los edificios."

Norma NCh 6. Of78 "Magnitudes, Unidades, símbolos y  
valores numéricos- Principios generales".

Norma IRAM 4 063 de Octubre de 1982 "Transmisión de  
Sonidos en Edificios", Argentina.

Norma ASTM E-336-90 "Standard Test Method for  
Measurement of Airborne Sound Insulation in  
Buildings", EE.UU.

Norma ASTM E-492-90 "Laboratory Measurement of  
Impact Sound Transmission Through Floor-Ceiling  
Assemblies using the Tapping Machine, EE.UU.

Norma NCh 2401.Of93 "Criterios Generales  
concernientes al funcionamiento de los laboratorios  
de ensayo".

Ley N° 92-1444 del 31 de Diciembre de 1992 relativa a la lucha contra el ruido, Francia.

Decreto N° 95-20 del 9 de Enero de 1995, Ministerio del Ambiente, Francia.

Norma del Departamento de la Vivienda y el Desarrollo Urbano de los Estados Unidos (HUD): "Environmental Criteria and Standards, Noise Abatement and Control, 24 CFR, Part 51, Subpart B", 1979.

Recomendaciones de la Interagencia EPA-HUD-DOD-DOT, "Guidelines for considering noise in land use planning and control", EE.UU, 1980.

Normas DIN 52210 a 52212 y DIN 4109, Alemania.

Recomendación del Ministerio del Ambiente, Gran Bretaña: "Planning and Noise", 1994.

## A) Objeto y Campo de Aplicación

### **Artículo 1°**

La presente norma tiene por objetivo definir la calidad acústica de las viviendas en cuanto a su eficacia para otorgar a sus habitantes:

- a) protección ante los efectos negativos del exceso de ruido exterior y
- b) privacidad entre recintos interiores donde se realicen actividades diferentes.

En la presente norma se establecen:

- a) una escala para evaluar el ruido exterior,
- b) las condiciones para cumplir el grado mínimo de calidad acústica,
- c) una escala para evaluar grados superiores de calidad y
- d) los métodos de evaluación de la calidad acústica de viviendas.

### **Artículo 2°**

Esta norma es aplicable a todas las viviendas del país.

En lo principal, se puede utilizar para los siguientes efectos:

- a) evaluar la calidad acústica de viviendas existentes,
- b) evaluar la compatibilidad de los niveles de ruido de un lugar con su posible uso habitacional y
- c) evaluar el impacto por emisión de ruido de nuevas actividades sobre viviendas existentes en el área afectada.

Esta norma no es aplicable para evaluar:

- a) la calidad acústica de elementos constructivos por separado.
- b) edificios destinados a usos no habitacionales.

### Artículo 3°

Esta norma se refiere especialmente a los siguientes aspectos parciales de la calidad acústica:

- a) La clasificación del ruido ambiental exterior del lugar de emplazamiento de las viviendas.
- b) La aislación al ruido aéreo de las fachadas expuestas al ruido ambiental exterior.
- c) La aislación al ruido aéreo de muros verticales y horizontales que separan propiedades diferentes.

- d) La aislación al ruido aéreo de tabiques y puertas interiores ubicados entre recintos de la misma vivienda.
- e) La propagación de ruidos producidos por fricción, vibraciones o impactos sobre elementos estructurales del edificio que afectan propiedades diferentes.
- f) La propagación de ruidos producidos por elementos mecánicos, hidráulicos, eléctricos u otros que forman parte de las instalaciones permanentes de los edificios, excluyendo los equipos de aviso y emergencia.

## B) Terminología

### **Artículo 4°**

Los símbolos y unidades empleadas en la presente norma se encuentran definidas en NCh6.Of78 y NCh26.EOf71.

Los términos utilizados concuerdan con las definiciones de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

### **Artículo 5°**

Para efectos de la aplicación de esta norma, se definen los siguientes conceptos:

#### **Aislación al ruido aéreo (R):**

Es la diferencia entre el Nivel Equivalente en un recinto o en un espacio exterior y el Nivel Equivalente en un recinto adyacente, medidos en dB

durante el mismo intervalo de tiempo, en bandas de tercios de octava. Se aplica en fachadas y paneles o muros divisorios verticales.

**Area común:**

Son los recintos y espacios transitables que constituyen parte de los bienes comunes de acuerdo a las disposiciones de la Ley de Propiedad Horizontal.

**Flujo vehicular equivalente (FVE):**

Es la suma del flujo de vehículos livianos más 7 veces el flujo de vehículos pesados, expresados en vehículos/hora.

**Grado mínimo de calidad acústica:**

Es el conjunto de condiciones acústicas que debe cumplir una vivienda para ser certificada como tal.

**Grado superior de calidad acústica:**

Es el conjunto de valores numéricos que expresan el grado de calidad acústica por sobre el grado mínimo de calidad acústica.

**Indice de Aislación Aérea (IAA):**

Es el valor en dB resultante de reducir los valores de R en tercios de octava a un valor único mediante la aplicación de la Tabla 4.

**Indice de Ruido de Impacto (IRI).**



Es el valor en dB resultante de reducir los valores de NRI en tercios de octava a un valor único mediante la aplicación de la Tabla 5.

**Nivel de Ruido de Impacto Normalizado (NRI):**

Es el Nivel Sonoro medido en tercios de octava en un punto al centro de un recinto inferior (según Norma ISO 140) y producido por la operación de una máquina de impacto normalizada sobre el piso de otro recinto superior.

**Nivel Equivalente Diurno (NED):**

Es el Nivel Sonoro Continuo Equivalente, en dBA, medido entre 7 y 21 horas, día hábil, a 2 metros del centro del vano (ventana o puerta) evaluado.

**Nivel de Presión Sonora (NPS):**

Es el valor dado por la relación

$$NPS = 20 \log (p/p_0)$$

donde  $p$  es el valor RMS de la presión sonora, en Pascal y  $p_0$  es la presión sonora de referencia 20 micropascales.

**Ruido aéreo:**

Es el ruido emitido por una fuente de ruido directamente hacia el aire, el cual pasa a ser el medio principal de propagación hacia el receptor.

**Ruido de fondo:**

Es el ruido que se percibe en ausencia de la fuente de ruido específica que se evalúa.

**Ruido de impacto:**

Es el ruido originado por golpes o vibraciones sobre una estructura sólida como medio principal de propagación y luego emitido hacia el aire por ésta.

**Pareo horizontal:**

Elemento de estructura horizontal, tal como losa o entrepiso, que separa dos viviendas que constituyen propiedades diferentes, de acuerdo a la Ley de Propiedad Horizontal.

**Pareo vertical:**

Elemento de estructura vertical que separa recintos interiores de dos viviendas que son parte de propiedades diferentes.

**Velocidad Máxima Autorizada**

Es la velocidad máxima permitida en una vía para tránsito vehicular, según la Ley del Tránsito.

C) Clasificación del ruido exterior

**Artículo 6°**

La clasificación del ruido exterior se limita a las clases indicadas en la tabla siguiente, definidas por el Nivel Equivalente Diurno NED (7 a 21 horas), evaluado en dBA sin decimales y considerando todo tipo de fuentes de ruido.

Se mide a 2 metros al exterior de la fachada, a no menos de 3m de superficies reflectantes, a 1,5 m. de altura sobre el suelo.

**TABLA 1.** Clases de Nivel Equivalente Diurno y su compatibilidad con uso habitacional

CLASE	RANGO NED	INTERIOR VIVIENDA	EXTERIOR VIVIENDA
A	bajo 55 dBA	Compatible	Compatible
B	55 a 60 dBA	Compatible con ventanas entreabiertas	Compatible
C	61 a 65 dBA	Compatible con ventanas cerradas	Compatible con probable molestia
D	66 a 70 dBA	Compatible sólo con aislación IAA 25 dB	Incompatible
E	71 a 75 dBA	Compatible sólo con aislación IAA 30 dB	Incompatible
F	sobre 75 dBA	Incompatible	Incompatible

**Nota 1:** La compatibilidad indicada considera las siguientes suposiciones:

- a) los niveles nocturnos son 10 dB inferiores a los diurnos,
- b) el índice de aislación IAA de la fachada de viviendas comunes es 10 dB con ventanas abiertas y 20 dB con ventanas cerradas y
- c) no existen fuentes de ruido de alto nivel y corta duración, tales como paso de aviones o ruidos impulsivos.

**Nota 2:** La compatibilidad con ventanas cerradas está sujeta a que existan alternativas de ventilación.

#### **Artículo 7°**

La clasificación del ruido exterior debe ser realizada por la Dirección de Obras Municipales de la comuna respectiva o de los organismos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de las que ésta depende, en base a una estimación del Nivel Equivalente Diurno NED más probable en el lugar de emplazamiento de la vivienda, considerando todas las fuentes de ruido existentes y proyectadas de acuerdo a los usos de suelo y trazados viales establecidos.

En lugares donde la edificación, obras viales y actividades urbanas se encuentren plenamente establecidas, se debe estimar el NED por medio de mediciones.

En lugares en proceso de desarrollo, urbanización, densificación o con vías planificadas, la estimación puede realizarse en base a cálculos, maquetas, simulaciones u otros métodos que se indiquen explícitamente.

#### **Artículo 8°**

En caso de no existir la clasificación indicada en el Art. 7°, se deberá hacer una clasificación simplificada, considerando como única fuente de ruido el tránsito vehicular por las vías a que está directamente expuesta cada fachada.

Nota: Esta estimación puede ser insuficiente si existen otras fuentes de ruido significativas, tales como flujo aéreo o industrias.

La estimación del NED, para vías con velocidad autorizada 50 km/hora, se obtiene a partir del Flujo Vehicular Equivalente FVE en veh/hora y la distancia D, en metros, medida entre el borde de la calzada y la ventana representativa de la fachada, según la siguiente relación, en dBA sin decimales:

$$\text{NED} = 60 + 10 \log \text{FVE} - 14 \log D$$

Nota: Esta estimación se basa en un flujo con 15 % de vehículos pesados.

Nota: La ventana representativa corresponde a la ventana del recinto sensible más expuesto a dicha fachada. En caso de no existir ventana, se consideran otros elementos livianos del recinto, tales como puertas, celosías u otros. En caso de no existir elementos de fachada livianos se considera otro recinto.

#### Artículo 9°

Para vías en que la Velocidad Máxima Autorizada VMA en km/hora sea superior a 50 km/hora, se utiliza la siguiente relación, en dBA sin decimales:

$$\text{NED} = 60 + 10 \log \text{FVE} - 14 \log D + 0,2 (\text{VMA} - 50)$$

#### Artículo 10°

En caso de existir más de una vía con incidencia directa sobre la misma fachada, se obtiene el NED resultante a partir de los NED parciales de acuerdo a la Tabla 2.

**Tabla 2.** Valor resultante de la presencia simultánea de 2 niveles parciales  $NED_1$  y  $NED_2$  ( $NED_1 > NED_2$ )

$NED_1 - NED_2$ (dBA)	NED resultante (dBA)
0	$NED_1 + 3$
1	$NED_1 + 3$
2	$NED_1 + 2$
3	$NED_1 + 2$
4	$NED_1 + 1$
5	$NED_1 + 1$
6	$NED_1 + 1$
7	$NED_1 + 1$
8	$NED_1 + 1$
9	$NED_1 + 1$
10 ó superior	$NED_1$

**Artículo 11°**

En caso de resultar un valor de NED inferior al límite diurno máximo permisible para fuentes fijas vigente en la zona, este último valor se utiliza para la clasificación.

**Nota:** Actualmente los límites diurnos máximos permisibles son 55, 60 y 65 dBA para zona residencial, comercial y mixta con industria inofensiva, respectivamente, según el D.S. 286/84 del Ministerio de Salud.

#### D) Ensayos

##### **Artículo 12°**

Todos los ensayos se deben realizar "in situ", en lo posible bajo condiciones normales de amoblamiento, con ventanas cerradas, seleccionando como representativo el recinto o la combinación de recintos que presenten las condiciones más desfavorables. En caso de duda sobre la alternativa más desfavorable, los ensayos se deben realizar sobre dos o más casos, descartándose los resultados más favorables.

##### **Artículo 13°**

En el caso de viviendas de edificación pareada o continua, de planta y especificaciones similares, los ensayos realizados en una vivienda se consideran también representativos de las viviendas que cumplen todas las condiciones siguientes:

- a) se encuentran ubicadas a distancias de la línea de edificación que no difieren entre sí más de 5 metros,
- b) se encuentran ubicadas a menos de 50 metros entre sí en dirección paralela a la línea de edificación y
- c) no se encuentran inmediatas a un cruce de vías.



En el caso de viviendas en edificios colectivos en altura, de planta y especificaciones similares, los ensayos realizados en una vivienda se consideran representativos de las viviendas ubicadas en pisos inmediatamente superior e inferior, además de la representatividad lateral ya indicada en a), b) y c).

#### **Artículo 14°**

La medición del Nivel Equivalente Diurno se debe realizar a 2 metros al exterior de la ventana del recinto seleccionado como representativo de la fachada más desfavorable, con filtro A, durante todo el período entre 7 y 21 horas de cualquier día hábil, con adecuada protección del viento, de acuerdo al procedimiento descrito en la norma ISO 1996/1.

#### **Artículo 15°**

El ensayo de aislación de ruido aéreo para fachadas se debe aplicar en la ventana del dormitorio y/o sala de estar seleccionada. El ensayo se debe realizar por tercios de octava entre 100 y 3150 Hz de acuerdo al procedimiento descrito en la Norma ISO 140/V 1978. Se puede utilizar como fuente de ruido el propio ruido exterior o una fuente artificial de ruido blanco. En el primer caso, la medición de cada nivel equivalente debe considerar integración sobre un período no inferior a 5 minutos.

#### **Artículo 16°**

El ensayo de aislación de ruido aéreo en pareos verticales de viviendas correspondientes a propiedades distintas se debe aplicar en los tabiques o muros que

correspondan a salas de estar, dormitorios y áreas comunes seleccionadas. El ensayo se debe realizar por tercios de octava entre 100 y 3150 Hz de acuerdo al procedimiento definido por la Norma ISO 140/IV 1978.

#### **Artículo 17°**

El ensayo de aislación de ruido aéreo en pareos horizontales de viviendas correspondientes a propiedades distintas se debe aplicar en losas o entrepisos que correspondan a salas de estar y/o dormitorios. El ensayo se debe realizar por tercios de octava entre 100 y 3150 Hz de acuerdo al procedimiento definido por la Norma ISO 140/IV 1978.

#### **Artículo 18°**

El ensayo de propagación de ruido de impacto en pareos de viviendas correspondientes a propiedades distintas se aplicará en losas o entrepisos horizontales, ya sea entre recintos sobrepuestos uno sobre otro o en forma diagonal. El ensayo se debe realizar utilizando una máquina de impacto como fuente de ruido en el recinto superior, midiendo en el recinto inferior por tercios de octava entre 100 y 3150 Hz, de acuerdo al procedimiento definido por la Norma ISO 140/VI y VII 1978.

#### **Artículo 19°**

El ensayo de aislación de ruido aéreo en divisorios entre recintos de una misma vivienda debe aplicarse en los tabiques o muros que limitan el dormitorio seleccionado con los recintos adyacentes. El ensayo se debe realizar por tercios de octava entre 100 y 3150 Hz de acuerdo al procedimiento definido por la Norma ISO 140/IV 1978.

Nota: La norma ISO 140 es equivalente a las normas UNE-040-84 "Medición del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos constructivos" e IRAM 4 063 "Transmisión de Sonidos en Edificios".

#### **Artículo 20°**

El ensayo de propagación de ruido de instalaciones permanentes de una vivienda o edificio de viviendas debe aplicarse en salas de estar y dormitorios, operando en forma habitual y por separado cada uno de los equipos mecánicos, hidráulicos, eléctricos u otros, incluyendo las redes de agua, descargas de alcantarillado, descargas de basuras y ductos de ventilación que sean pertinentes. Se excluyen sistemas de aviso y equipos de emergencia.

La medición del Nivel de Presión Sonora debe realizarse en un punto próximo al centro del recinto seleccionado, a no menos de 1 metro de los muros, a 1,5 metros de altura, con ventanas cerradas, con filtro A, de acuerdo al procedimiento descrito en la norma ISO 1996/1, tanto con la instalación a evaluar operando como sin operar (sólo en presencia del ruido de fondo).

El ensayo se debe realizar sólo si el nivel de ruido de fondo es inferior a 30 dBA. Cuando la diferencia de NPS con y sin la instalación operando sea menor que 10 dBA, se debe aplicar la corrección en relación al ruido de fondo según la Tabla 3.

**Tabla 3.** Corrección a sustraer del nivel sonoro medido para eliminar el efecto del ruido de fondo.

Diferencia entre el NPS medido con la instalación operando y el NPS debido sólo al ruido de fondo	Corrección a sustraer del NPS medido con la instalación operando
3 dB o inferior	3 dB
4 a 5 dB	2 dB
6 a 9 dB	1 dB

#### Artículo 21

Los valores resultantes de los ensayos de aislación por tercio de octava se deben reducir a un valor único de acuerdo a la Tabla 4, en la que el valor "N" es un número entero, el cual se modifica hasta cumplir las condiciones definidas a continuación.

La columna "Ref. - N" debe contener los valores de la columna "Referencia" menos un mismo valor "N" entero para todas las filas.

La columna "Aislación R" debe contener los valores de aislación al ruido aéreo obtenidos por los ensayos definidos según ISO 140/4.

La columna "Déficit" debe contener la diferencia "Ref. - N" menos "Aislación R", sólo cuando este valor es positivo.

El "Promedio" debe ser el promedio aritmético de los valores positivos de la columna "Déficit".

**Tabla 4. Cálculo del Índice de Aislación Aérea IAA a partir de los valores de R por tercios de octava.**

Frecuencia	Referencia	Ref.- N	Aislación R	Déficit
Hz	dB	dB	dB	dB
100	33			
125	36			
160	39			
200	42			
250	45			
315	48			
400	51			
500	52			
630	53			
800	54			
1000	55			
1250	56			
1600	56			
2000	56			
2500	56			
3150	56			
Promedio				

El valor de "N" se debe incrementar hasta cumplirse que el "Promedio" sea igual o inferior a 2 dB. Establecido dicho valor mínimo de "N", el "Índice de Aislación Aérea" IAA es el valor de la columna "Ref. - N" para la frecuencia 500 Hz.

#### **Artículo 22°**

Los valores resultantes de los ensayos de impacto en tercios de octava se deben reducir a un valor único de acuerdo a la Tabla 5.

La columna "Ref. + N" debe contener los valores de la columna "Referencia" más un mismo valor "N" entero para todas las filas.

La columna "Nivel Impacto" debe contener los valores de Nivel de Ruido de Impacto obtenidos por los ensayos definidos según ISO 140/7.

La columna "Déficit" debe contener la diferencia "Nivel Impacto" menos "Ref. + N", sólo cuando este valor es positivo.

El "Promedio" debe ser el promedio aritmético de los valores positivos de la columna "Déficit".

**Tabla 5. Cálculo del Índice de Ruido de Impacto IRI a partir de los valores NRI por tercios de octava.**

Frecuencia	Referencia	Ref. + N	Nivel Impacto	Déficit
Hz	dB	dB	dB	dB
100	62			
125	62			
160	62			
200	62			
250	62			
315	62			
400	61			
500	60			
630	59			
800	58			
1000	57			
1250	54			
1600	51			
2000	48			
2500	45			
3150	42			
Promedio				

El valor de "N" se debe incrementar hasta cumplirse que el "Promedio" sea igual o inferior a 2 dB. Establecido dicho valor mínimo de "N", el "Indice de Ruido de Impacto" IRI es el valor de la columna "Ref. + N" para la frecuencia 500 Hz.

Nota: Las Tablas 4 y 5, así como el método de cálculo respectivo son equivalentes al método indicado por la norma ISO 717 "Rating of sound insulation for dwellings"

#### E) Grado de calidad

##### **Artículo 23°**

El grado mínimo de calidad acústica se cumple si todos y cada uno de los siguientes parámetros son iguales a cero o positivos:

- a) Parámetro A: Es el valor de aislación aérea de fachada en dormitorios más 45 dBA menos el Nivel Equivalente Diurno.

$$A = IAA (\text{dormitorio/externo}) + 45 - \text{NED}$$

- b) Parámetro B: Es el valor de aislación aérea en pareo vertical entre salas de estar o dormitorios (si existe) menos 45 dB.

$$B = IAA (\text{pareo vertical}) - 45$$



- c) Parámetro C: Es el menor valor resultante de sustraer a 35 dBA el Nivel de Presión Sonora, corregido según el ruido de fondo, para cualquier instalación permanente, excepto de aviso o emergencia, en dormitorios.

$$C = 35 \text{ dBA} - \text{NPS (dormitorios)}$$

#### Artículo 24°

Los grados superiores de calidad acústica deben considerar, además de los necesarios para cumplir el grado mínimo de calidad acústica, todos los parámetros siguientes que sean aplicables:

- a) Parámetro D: Es el valor de que resulta de sustraer a 60 dB el valor del Nivel Equivalente Diurno en la fachada más expuesta al ruido exterior.

$$D = 60 - \text{NED}$$

- b) Parámetro E: Es el valor de aislación aérea de fachada en salas de estar más 50 dBA menos el Nivel Equivalente Diurno.

$$E = \text{IAA (sala de estar/externo)} + 50 - \text{NED}$$

- c) Parámetro F: Es el valor de aislación aérea en pareo horizontal entre salas de estar y/o dormitorios menos 45 dB.

$$F = \text{IAA (recinto superior/inferior)} - 45 \text{ dB}$$

- d) Parámetro G: Es el valor de la aislación aérea entre áreas comunes e interior de viviendas menos 40 dB.

$$G = IAA (\text{área común/interior}) - 40$$

- f) Parámetro H: Es el valor resultante de sustraer a 70 dB el Nivel de Ruido de Impacto en pareo horizontal o diagonal entre salas de estar y/o dormitorios.

$$H = 70 - NRI (\text{recinto superior/inferior})$$

- g) Parámetro I: Es el valor de la aislación aérea entre dormitorios y/o sala de estar de la propia vivienda, con puertas cerradas, menos 30 dB.

$$I = IAA (\text{sala de estar/dormitorio}) - 30$$

- h) Parámetro J: Es el menor valor resultante de sustraer a 40 dBA el Nivel de Presión Sonora en dBA, corregido según el ruido de fondo, para cualquier instalación permanente, excepto de aviso o emergencia, en recintos diferentes de dormitorios.

$$J = 40 - NPS (\text{no dormitorios})$$

#### **Artículo 25°**

Los grados superiores de calidad acústica de la vivienda se deben expresar mediante los siguientes índices, en dB, sólo si son positivos:

- a) Calidad Acústica Exterior CAE, que es el promedio aritmético sin decimales entre los parámetros A, D y E.
- b) Calidad Acústica Pareos CAP (donde procede), que es el promedio aritmético sin decimales entre los parámetros B, F, G y H o los que procedan entre estos.
- c) Calidad Acústica Interior CAI, que es el promedio aritmético sin decimales entre los parámetros C, I y J.

**Nota:** Los índices CAE, CAP y CAI requieren que los parámetros A, B y C sean iguales a cero o positivos, pero permiten que alguno o algunos de los parámetros restantes sean negativos.

#### F) Informes y Certificados

#### **Artículo 26°**

Los certificados podrán ser emitidos sólo por laboratorios acreditados, es decir, con reconocimiento formal de su competencia para realizar los ensayos establecidos anteriormente, de acuerdo a los reglamentos vigentes.

**Artículo 27°**

Los informes y certificados emitidos como resultado de ensayos deberán contener a lo menos la siguiente información:

- a) Identificación del responsable de los ensayos y su acreditación.
- b) Identificación de los equipos utilizados.
- c) Fecha, día de la semana y condiciones meteorológicas de los ensayos.
- d) Identificación de la vivienda.
- e) Condiciones de uso y amoblamiento de la vivienda.
- f) Representatividad de un conjunto de viviendas (si es aplicable).
- g) Identificación de los recintos ensayados en un croquis.
- h) Resultados de los ensayos efectuados.
- i) Cálculo de los valores únicos de aislación y ruido de impacto.
- j) Cumplimiento de la condición de los parámetros A, B y C positivos (para certificación de grado mínimo de calidad acústica).
- k) Valor de los índices CAE, CAP (si procede) y CAI de calidad acústica (sólo para certificación de grados superiores de calidad acústica).

#### 4.4. EJEMPLO

Se evalúa una vivienda que se encuentra emplazada en una vía de servicio donde no existe una estimación de NED por la Dirección de Obras. Por lo tanto, será necesario hacer una estimación del NED probable mediante el método aproximado. La vía tiene un flujo probable de 200 vehículos livianos/hora y 15 vehículos pesados/hora. La velocidad máxima autorizada es 50 km/h, la normal en vías urbanas.

Por otra parte, la ventana más expuesta está a 6 metros del borde de la calzada.

El flujo vehicular equivalente es  $100+15 \times 7 = 205$  v/h

Por lo tanto, el Nivel Sonoro Diurno Estimado es:

$$\text{NED} = 60 + 10 \times \log (205) - 14 \times \log (6)$$

$$\text{NED} = 60 + 2 - 11 = 51 \text{ dBA}$$

Se trata de una zona de uso residencial con comercio, por lo que el nivel diurno máximo permisible es 60 dBA. Por lo tanto, se trata de una zona con probable predominio de fuentes fijas y se considera 60 dBA como NED más probable.

La vivienda es de 2 pisos, pareada verticalmente, con instalaciones de agua potable, alcantarillado, agua caliente por califont y extractor de aire en baño y cocina. Existe 1 dormitorio y 1 sala de estar hacia la fachada más expuesta, donde se realizan los ensayos.

Para evaluar el cumplimiento del grado mínimo de calidad acústica se evalúan los parámetros A, B y C.

##### 4.4.1 Aislación de fachada en dormitorio.

Aplicando la Tabla 4, se calcula el Índice de Aislación Aérea IAA en el pareo a partir de los valores de R por tercios de octava obtenidos por los ensayos.

Se busca un valor de N hasta que el promedio de los déficit positivos es menor a 2.

Tabla 4

Frecuencia	Referencia	Ref.- N	Aislación R	Déficit
Hz	dB	dB	dB	dB
100	33	2	4	
125	36	5	8	
160	39	8	7	1
200	42	11	9	2
250	45	14	15	
315	48	17	16	1
400	51	20	19	1
500	52	21	20	1
630	53	22	23	
800	54	23	21	2
1000	55	24	25	
1250	56	35	27	
1600	56	35	25	
2000	56	35	28	
2500	56	35	28	
3150	56	35	27	
Promedio				1,3

El valor de N para cumplir la condición es 31 Se concluye que el valor del IAA es 21 dB.

El parámetro A tiene un valor  $21 + 45 - 60 = 6$ . Por lo tanto cumple la condición A mayor o igual a 0.

#### 4.4.2 Aislación de pareo en dormitorio.

Aplicando la Tabla 4, se calcula el Índice de Aislación Aérea IAA en el pareo a partir de los valores de R por tercios de octava obtenidos por los ensayos.

Tabla 4

Frecuencia	Referencia	Ref.- N	Aislación R	Déficit
Hz	dB	dB	dB	dB
100	33	29	25	4
125	36	32	31	1
160	39	35	33	2
200	42	38	38	
250	45	41	43	
315	48	44	43	1
400	51	47	46	1
500	52	48	50	
630	53	49	50	
800	54	50	49	1
1000	55	51	53	
1250	56	52	52	
1600	56	52	55	
2000	56	52	54	
2500	56	52	56	
3150	56	52	56	
Promedio				1,6

El valor de N para cumplir la condición es 4. Se concluye que el IAA es 48 dB.

El parámetro B es  $48 - 45 = 3$ . Por lo tanto cumple la condición B mayor que 0.

#### 4.4.3 Ruido de instalaciones.

Se considera sólo el ruido de instalaciones de agua potable, alcantarillado y campana con extractor de aire, ya que no existen otras instalaciones mecánicas.

Los valores medidos en dormitorio vecino son 32, 39 y 33 dBA. El valor del parámetro C es - 4 para la descarga de WC.

Por lo tanto no cumple el grado mínimo de calidad acústica.

#### 4.4.4 Ejemplo de una vivienda social existente.

Se analiza un caso medido en 1970 de la vivienda racionalizada CORVI. (ver Anexo 4)

En este caso se cuenta con mediciones por octava, por lo que se supondrá uniforme para los 3 tercios de cada octava.

El valor de IAA de fachada en dormitorio resulta ser 20 dB. En este caso no se conoce el valor del NED en el lugar de emplazamiento de la vivienda. Sin embargo, puede calcularse que el parámetro A será positivo para NED hasta 65 dBA, por lo que la vivienda es compatible con emplazamientos en Clase A, B o C.

El valor de IAA entre dormitorios del pareo es 41 dB. Por lo tanto el parámetro B tiene un valor - 4 y no cumpliría el grado básico de calidad acústica.



#### 4.5. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA CAV

- 4.5.1. Recursos que se requieren para un sistema obligatorio de Calidad Acústica de Viviendas.
- a) El cuerpo legal que define técnicamente los conceptos de calidad acústica es una norma chilena oficial, aprobada por el INN y declarada oficial por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. El costo de elaborar esta norma corresponde al de los estudios preliminares, de los cuales forma parte este estudio.
  - b) El cuerpo legal que puede hacer obligatorio el cumplimiento del nivel mínimo de calidad acústica, según definición de la norma propuesta, es la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, Art. 4.1.5, si existe una decisión por parte de las Direcciones de Obras Municipales.
  - c) El probable nivel de ruido en el entorno de las viviendas se obtiene de la clasificación hecha por cada Dirección de Obras Municipales en virtud de sus atribuciones de planificación territorial y lo indicado en la O.G.U.C., Art 4.1.5, y de acuerdo con la norma propuesta.
  - d) El 1er propietario es el garante de la calidad acústica de la vivienda por el período que determine la O.G.U.C., según modificaciones recientes.
  - e) En caso de denuncia del usuario ante la Municipalidad o la Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo, corresponde al Juez de Policía Local resolver la aplicación de sanciones, según Art. 21 de la O.G.U.C., previa certificación.
  - f) El Ministerio de Vivienda y Urbanismo establece un convenio, mediante el cual se asigna el rol de Laboratorio de Referencia. Este puede ser un organismo especializado (INN, universidad, ISP, empresa o parte de un Laboratorio Nacional de Referencia, Cenma,

etc.), será acreditado por un Laboratorio Internacional y tendrá por función acreditar la solvencia técnica de las personas e instrumentos necesarios para la certificación.

- g) La División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional del MINVU lleva un registro de las personas acreditadas para realizar ensayos y otorgar certificados.
- h) El cumplimiento o incumplimiento de la calidad acústica mínima es certificado por una persona acreditada por el Laboratorio de Referencia e inscrita en el registro respectivo.
- i) Los costos de la Certificación los paga la persona que la solicita voluntariamente, por ej., el primer propietario, o se divide como costes en caso de una demanda.

#### 4.5.2 Aplicación a través de la O.G.U.C.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones no requiere modificación alguna para la operación del sistema de calidad acústica. Sin embargo, las modificaciones respecto de quien es responsable y el período de garantía contribuirían a la efectividad del sistema.

El principal recurso que se requiere es la voluntad de los municipios y del Ministerio de Vivienda y Urbanismo para aplicar las disposiciones de la O.G.U.C. respecto de calidad acústica. Existiendo esta voluntad, se requiere que exista un proyecto de norma apropiado para que pueda ser declarado Norma Oficial por el Ministerio y luego que esta norma sea incorporada a los proyectos del Ministerio.

La aplicación del Art. 4.1.5 de la O.G.U.C. no implica costos administrativos adicionales a los actuales.

La consecuencia presupuestaria más importante son las modificaciones técnicas que puedan requerir las viviendas actualmente construidas por el Ministerio que no cumplan el nivel mínimo de calidad. Sin embargo, la decisión de hacer obligatorio un nivel mínimo aceptable

de calidad es una de las metas planteadas por el actual ministerio e implica sostener que los beneficios logrados serán muy superiores a los costos adicionales.

#### 4.5.3 Medidas de Planificación

Se deberá establecer un procedimiento para predecir el Nivel Equivalente Diurno (NED) más probable y así poder clasificar la calidad acústica ambiental de sectores urbanos donde se considere la potencial construcción de viviendas.

A continuación se presenta una traducción de parte de un Documento de "Medidas para considerar el ruido en el Control y Planificación del Uso de suelo." del Comité de Ruido Urbano de la Agencia Interfederal del Departamento de Transporte de Estados Unidos, donde se clasifican estas medidas, situaciones en que se aplican y comentarios respecto a las dificultades de aplicación de ellas en un orden de creciente dificultad.

"Existen muchas medidas que el Gobierno Local puede usar para reducir el efecto del ruido en los usos de suelo circundantes. Estas medidas van desde, simplemente, incrementar la conciencia pública sobre el ruido existente hasta medidas muy drásticas pero probadamente efectivas de regulación de la compra de suelos severamente expuestos al ruido. La siguiente tabla resume algunas de estas medidas. Esta tabla no intenta ser exhaustiva, se presenta simplemente, para ilustrar el rango de medidas disponibles para reducir el efecto del ruido en usos del suelo.

Las medidas están ordenadas de acuerdo a un incremento de las exigencias y de efectividad general. La efectividad de cualquier medida es, sin embargo, función de la situación específica de ruido y de la manera como se aplica. Debe entenderse que, usualmente, la manera más efectiva de acercarse al problema es usando una combinación de medidas, como por ejemplo: aplicando los requerimientos legales de zonificación y edificación al mismo tiempo.

La tabla incluye para cada medida un resumen general de la experiencia que se tiene actualmente

con ellas. La columna titulada "Situación donde es más aplicable" incluye indicaciones de limitaciones inherentes a una medida dada. La columna de "Comentarios" está dedicada a proveer información general en cómo funciona esa medida".

**TABLA 3: MEDIDAS PARA INCORPORAR EL RUIDO EN LA PLANIFICACION DEL USO DEL SUELO**

MEDIDAS	SITUACION DONDE ES MAS APLICABLE	OBSERVACIONES
<p>I.- Aumentar la conciencia pública</p> <p>a) Educación ciudadana</p>	<p>En cualquier situación</p>	<p>Puede ser un factor importante para determinar el valor de las viviendas y otros usos de suelo. Puede tener un efecto directo sobre urbanizadores y constructores. Usar en combinación con otras acciones.</p>
<p>b) Información anticipada sobre niveles de ruido a arrendatarios y compradores.</p>	<p>En cualquier situación</p>	<p>Puede ser requerida por una Ordenanza Local. Permite a los arrendatarios y compradores escoger su entorno con plena información. Podría reducir o eliminar quejas posteriores o demandas por daños.</p>
<p>II.- Coordinación</p> <p>a) Procedimiento según Circular OMB/A-95</p>	<p>En cualquier situación donde se propongan proyectos públicos o con apoyo estatal.</p>	<p>Permite identificar problemas de ruido en la revisión de los programas públicos o con apoyo estatal. Control indirecto</p>
<p>b) Procedimientos de Evaluación Ambiental</p>	<p>En cualquier situación donde se requieran análisis de Impacto Ambiental.</p>	<p>Control Indirecto. Incrementa la conciencia sobre el ruido. Puede desincentivar proyectos inadecuados. Mecanismo para proponer mecanismos de mitigación.</p>
<p>III.- Proveer servicios de asesorías</p> <p>a) Revisión de Arquitectura y Planificación Urbana</p>	<p>Donde exista personal y financiamiento adecuado.</p>	<p>Análisis específico para cada lugar.</p>
<p>b) Apoyo al diseño</p>	<p>Donde exista personal y financiamiento adecuado.</p>	<p>Permite incluir medidas de mitigación, como: aislación de edificios, modificación del emplazamiento, pantallas acústicas, etc.</p>

*Continúa en página siguiente*

**TABLA 3: MEDIDAS PARA INCORPORAR EL RUIDO EN LA PLANIFICACION DEL USO DEL SUELO**

MEDIDA	SITUACIÓN DONDE ES MAS APLICABLE	OBSERVACIONES
<p>III.- Proveer servicios de asesorías</p> <p>c) Biblioteca de Información.</p>	<p>En cualquier situación</p>	<p>Servicio de asesoría pasivo.</p>
<p>IV.- Incorporar conceptos de ruido en procesos de planificación integral</p>	<p>Donde se implemente la planificación integral, especialmente si considera zonificación.</p>	<p>Es más efectivo cuando el ruido se considera un factor básico, junto con otros, tales como: pendientes, condiciones del suelo, etc. Debe incluirse en todo tipo de proyectos. Puede requerir legislación.</p>
<p>V.- Incorporar conceptos de ruido en Programas de Manejo de Medio Ambiente</p>	<p>Donde se apliquen Programas de Manejo Ambiental (manejo de basura, calidad de aires, manejo de zona de costas, etc).</p>	<p>Estos programas inciden en las políticas de uso de suelo</p>
<p>VI.- Normas y Políticas para urbanizaciones</p> <p>a) Normas de subdivisión y/o aprobación de loteos. Requiere considerar medidas de atenuación de ruido en el diseño del loteo.</p>	<p>Cuando alguna parte del proyecto de urbanización incluye áreas expuestas al ruido.</p>	<p>Puede ser inaplicable para ruido de aviones. Puede requerir legislación.</p>
<p>b) Ordenanza de edificación. Requiere aislación, separación y absorción en la construcción de los edificios.</p>	<p>Donde puede reducirse el ruido a niveles aceptables o de prohibirse los edificios que no logren dichos niveles.</p>	<p>Puede requerir aislación hasta 35 dB (15 dB más que la construcción común). Los espacios exteriores no quedan protegidos. Puede requerir Ordenanzas que utilicen las Zonas de Ruido para aplicar Normas de Edificación. Es difícil de aplicar en forma retroactiva. Puede generar oposición local a los aumentos de costos. Se relaciona con uso eficiente de energía. Pueden incluirse estos requerimientos en las Normas de Salud.</p>

*Continúa en página siguiente*

TABLA 3: MEDIDAS PARA INCORPORAR EL RUIDO EN LA PLANIFICACION DEL USO DEL SUELO

MEDIDA	SITUACIÓN DONDE ES MAS APLICABLE	OBSERVACIONES
<p>VI.- Normas y Políticas para urbanizaciones</p> <p>c) Permisos especiales y(o) planificación de distritos especiales</p>	<p>Donde se otorguen permisos</p>	<p>Se requerirá un análisis del lugar específico para cada caso. Puede requerir legislación.</p>
<p>d) Designaciones "para uso especial"</p>	<p>Donde exista un lugar con características especiales o únicas (culturales, históricas, con recursos de agua, escénicas, regiones de inundación, tierras agrícolas, etc).</p>	<p>Estas áreas pueden estar expuestas al ruido y al designarlas para "uso especial" asegura la compatibilidad con el ruido. Puede requerir legislación.</p>
<p>e) Plano oficial</p>	<p>Donde existan calles o estén planificadas.</p>	<p><b>La planificación de las vías de circulación de mayor envergadura deberá evitar que pasen por áreas sensibles al ruido y deberá incentivar el desarrollo en áreas no expuestas al ruido.</b></p>
<p>f) Localización de Inversiones Públicas</p>	<p>En cualquier situación</p>	<p>Edificios públicos, calles y equipamiento deberán ser localizados para incentivar la compatibilidad en el uso y ser ellos mismos compatibles</p>
<p>VII. Controles de uso del suelo</p> <p>a) Zonificación</p> <p>1.- Para uso de suelo compatible</p>	<p>En cualquier situación</p>	<p>Se basará en un Plano Regulador General. Puede requerir legislación para usar el ruido como criterio. No es retroactivo y puede ser removido con aviso a corto plazo. Es más efectivo en zonas no urbanizadas.</p>

Continúa en página siguiente

**TABLA 3: MEDIDAS PARA INCORPORAR EL RUIDO EN LA PLANIFICACION DEL USO DEL SUELO**

MEDIDAS	SITUACIÓN DONDE ES MAS APLICABLE	OBSERVACIONES
2.- Uso de "áreas colchón"	Cuando las fuentes de ruido están a nivel de terreno.	Fácil de implementar en áreas de baja densidad. No es efectiva en zonas de ruido de aviones. Requerirá de legislación.
3.- Uso de bermas o barreras	Cuando las fuentes de ruido están a nivel de terreno.	Efectivas pero se debe tener cuidado para asegurar la estética. Puede requerir legislación.
4.- Para permitir condominios o loteos	Para loteos medianos y grandes.	Potenciales beneficios muy significativos. Constructores pueden incorporar "áreas colchón" sin reducir el número de unidades. Requerirá legislación.
<p>VIII.- Intereses en la compraventa de propiedades.</p> <p>a) Precio de compra</p> <p>1.- Compatibilidad</p>	Donde los niveles de ruido son muy altos.	Intentos de neutralizar los peores efectos del ruido dentro del predio. Puede requerir legislación.
2.- Uso público	Donde el uso público es compatible y necesario en ese lugar.	Limitado por la necesidad de compatibilidad con uso público.
b) Precio de compra y re-venta con restricciones urbanísticas.	Donde otras medidas son impracticables.	Autoridad pública será reticente. Gobierno local objetará controles. Privados objetarán al gobierno por convertirse en urbanizadores. Dependiente de la factibilidad de demanda para uso compatible. Requerirá legislación.

Continúa en página siguiente



**TABLA 3: MEDIDAS PARA INCORPORAR EL RUIDO EN LA PLANIFICACION DEL USO DEL SUELO**

MEDIDAS	SITUACIÓN DONDE ES MAS APLICABLE	OBSERVACIONES
c) Derechos de Urbanización	Donde otras medidas son impracticables.	Es más práctico que el "Precio de Compra Simple". Requerirá legislación.
d) Distritos de preservación de Zonas Agrícolas	Donde la tierra es apropiada.	Requerirá legislación. Mínimo de sitio de 50 acres es típico y posibilita un simple dueño.
IX.- Incentivos a los impuestos a la propiedad (espacios abiertos, agrícolas, etc.)	Donde existen presiones de impuestos en propietarios de tierras no urbanizadas.	Requerirá legislación. Fácil de implementar en muchos casos. No previene la urbanización incompatible pero puede posibilitar el uso de suelo compatible y económicamente productivo.

Continúa en página siguiente

Como puede apreciarse, el procedimiento deberá considerar:

- Usos de suelo permitidos
- Fuentes móviles actuales y futuras
- Fuentes fijas actuales y futuras
- Niveles de ruido actuales
- Valoración de los vecinos del silencio

La metodología básica será en base a una estimación teórica del nivel sonoro diurno probable por fuentes móviles en un horizonte de 5 años. Como información adicional y más exacta se podrá considerar la información obtenida de mediciones y encuestas.

En forma paralela se clasificará el nivel probable debido a fuentes fijas, de acuerdo al uso de suelo y los niveles diurnos indicados por el DS 286. El nivel a considerar será el mayor entre fuentes fijas y móviles.

Una vez estimado el NED probable, se aplicará la Tabla 1 para analizar la compatibilidad con los usos proyectados. Dependiendo de las expectativas de los usuarios y de las características urbanas del lugar, se adoptarán las medidas más convenientes.

**TABLA 1.** Clases de Nivel Equivalente Diurno y su compatibilidad con uso habitacional

CLASE	RANGO NED	INTERIOR VIVIENDA	EXTERIOR VIVIENDA
A	bajo 55 dBA	Compatible	Compatible
B	55 a 60 dBA	Compatible con ventanas entreabiertas	Compatible
C	61 a 65 dBA	Compatible con ventanas cerradas	Compatible con probable molestia
D	66 a 70 dBA	Compatible sólo con aislación IAA 25 dB	Incompatible
E	71 a 75 dBA	Compatible sólo con aislación IAA 30 dB	Incompatible
F	sobre 75 dBA	Incompatible	Incompatible

Este proceso de clasificación implica un esfuerzo adicional de las Direcciones de Obras Municipales en el otorgamiento de permisos de edificación. Sin embargo, una vez establecidas las reglas de clasificación e incorporadas en los planes reguladores, estas pueden aplicarse fácilmente.

#### 4.5.4. Funciones de los servicios fiscalizadores

Las Municipalidades y las Secretarías Regionales de Vivienda y Urbanismo deberán disponer de un procedimiento para recibir/denuncias, ordenar la certificación y aplicar sanciones. Dicho procedimiento será similar al existente en la actualidad para estos efectos y no debiera implicar una infraestructura adicional. La certificación será a través de especialistas acreditados, ya sean estos funcionarios o contratistas, por medio del sistema de acreditación INN u otro que determine el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

El costo de los servicios de certificación no recaerá en los Servicios Públicos, sino en el interesado, sin perjuicio de que el Juez sancione al afectado con el reembolso de dichos gastos.

#### 4.5.5. Instancias deseables para la aplicación de un sistema voluntario de Calidad Acústica de Viviendas.

- a) Instituciones públicas o privadas realizan capacitación de personas interesadas en solicitar acreditación ante el Laboratorio de Referencia.
- b) El Laboratorio de Referencia está certificado y reconocido internacionalmente por convenio con algún laboratorio extranjero (parte de las condiciones del llamado a licitación).
- c) Los propietarios, corredores o empresarios pueden solicitar certificación de calidad acústica superior a la mínima y hacer uso comercial de dichos resultados.
- d) Los contratos de compraventa, provisión de elementos, construcción, arrendamiento, concesión, etc. pueden hacer referencia a la

norma oficial y exigir el cumplimiento civil de niveles de calidad acústica igual o superior a la mínima.

- e) Los proveedores de equipos, corredores de propiedades, inmobiliarias, etc. publicitan la calidad acústica de sus productos estimulando la competencia y demanda por mayor calidad.
- f) Los proyectos nuevos que involucren zonas de uso habitacional hacen referencia a la norma al ser evaluados respecto de su impacto acústico.
- g) Las Direcciones de Obras pueden prever problemas de contaminación acústica y definir zonas protegidas mediante la clasificación de los niveles de ruido estimados para las diferentes áreas de su territorio.
- h) Los usuarios o agrupaciones vecinales pueden verificar la calidad de sus viviendas solicitando servicios de certificación.
- i) Existen laboratorios que investigan y ensayan soluciones innovativas y/o demostrativas.
- j) Existen centros de información y divulgación (dependientes de Conama, Minvu, Sernac, Cámara de la Construcción u otros) que difunden las exigencias y soluciones relacionadas con el sistema de calidad acústica.
- k) Existen empresas que ofrecen servicios para lograr calidad acústica en viviendas nuevas y mejorar la de las existentes de deficiente calidad.

#### 4.5.6. Funciones de acreditación

Es imprescindible que en el país exista por lo menos un laboratorio de referencia. El Ministerio de Vivienda y Urbanismo deberá establecer un convenio con universidad, ISP, empresa, parte de un Laboratorio Nacional de Referencia, Cenma, etc. para otorgar el rol oficial de Laboratorio de Referencia a alguna institución de carácter técnico especializado que disponga de un nivel

tecnológico superior al requerido para realizar todos los ensayos que indique la norma.

Mediante este convenio se atribuye la responsabilidad técnica de acreditar la capacidad de especialistas para realizar ensayos y emitir certificados con la solvencia adecuada. Esta solvencia comprende la formación teórica, la experiencia práctica y el instrumental necesarios para realizar los diferentes ensayos.

El Laboratorio de Referencia determinará la forma y contenidos de los exámenes exigidos a los postulantes, los que se dividirán en dos categorías de ensayos: los de calidad básica y los de calidad superior. El alcance de los exámenes se limitará a los ensayos, excluyendo otras materias como ruido ocupacional, control de ruido, etc. La validez de la acreditación tendrá una duración determinada. Se sugiere una máxima de 2 años. Asimismo, el Laboratorio de Referencia establecerá las condiciones para verificar la precisión y confiabilidad de los instrumentos utilizados.

Los servicios de acreditación del Laboratorio de Referencia serán financiados por los propios interesados. La inversión inicial necesaria para implementar el laboratorio de referencia deberá ser amortizada por estos servicios.

El Laboratorio de Referencia podrá realizar también certificación, si lo estima pertinente. Además podrá cumplir los roles de capacitación, investigación, peritajes, o los que tengan relación con su nivel de excelencia técnica.

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo llevará un registro de las personas acreditadas.

#### 4.5.7. Funciones de certificación

Especialistas con experiencia en el tema podrán solicitar su acreditación al Laboratorio de Referencia, rindiendo los exámenes respectivos y certificando la calidad de sus instrumentos. Dichos especialistas podrán ser contratados por servicios públicos, por empresas de servicios o actuar independientemente. Se estima probable que sólo algunas Comunas o Regiones tengan demanda

suficiente para justificar un servicio permanente de certificación. En todo caso se dispondrá del registro de consultores acreditados para información de los interesados.

#### 4.5.8 Recursos complementarios deseables

Como conclusión y prolongación de este estudio, se ha establecido en reuniones con la contraparte y en las Jornadas de evaluación:

- 1) La urgente necesidad de una evaluación de calidad acústica objetiva y subjetiva del parque de viviendas a nivel nacional y su grado de aceptabilidad.
- 2) La evaluación de las carencias técnicas, materiales y humanas de esta realidad.
- 3) La evaluación económica de la implementación del Sistema C.A.V. en viviendas nuevas.
- 4) La evaluación económica de las medidas de mitigación mínimas en proyectos de impacto acústico en viviendas.
- 5) La capacitación a nivel de usuario, técnica y profesional para el mejoramiento de la calidad.
- 6) La creación de incentivos a los usuarios voluntarios.
- 7) La difusión de los derechos en esta materia, que otorga la modificación actual a la O.G.U.C. en cuanto a la calidad de la vivienda.

# **INFORME FINAL**

**ANALISIS DE LA POLITICA NACIONAL  
DEL CONTROL DE RUIDO AMBIENTAL**  
Proyecto CONAMA/BIRF 07-0003-001

## **ANEXOS PARTE A**

**SISTEMA DE CALIDAD  
ACUSTICA DE LA VIVIENDA**

**DICIEMBRE 1996**

## INDICE DE ANEXOS PARTE A

Anexo A1.....	Términos de Referencia
Anexo A2.....	Jornadas de Evaluación
Anexo A3.....	Traducción ISO 140
Anexo A4.....	Documento N° 2 "Niveles de aislación acústica en la vivienda CORVI"
Anexo A5.....	Extractos Legales
Anexo A6.....	Extractos de Documentos Técnicos
Anexo A7.....	Referencias Bibliográficas



**ANEXO A1**

**TERMINOS DE REFERENCIA**

TERMINOS DE REFERENCIA  
ANALISIS DE LA POLITICA NACIONAL  
EN EL CONTROL DE RUIDO AMBIENTAL

I ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

1.1. Identificación del problema que se desea estudiar

La presencia de niveles excesivos de ruido en las ciudades, conocida también como contaminación acústica, es un problema que afecta cada vez en forma más importante a los habitantes de las ciudades de nuestro país. En el estudio, "Estudio base de generación de niveles de ruido en Santiago", encargado por la Intendencia en el año 1989, se estimó que en Santiago, en esta época, aproximadamente 1.300.000 personas estaban sometidas a niveles de ruidos considerados inaceptables por las normas de calidad ambiental internacionales, (niveles de ruido ambiental 65 dB (A), en un período de 24 horas, definido por la H.U.D. de EE.U.), es posible suponer que ese número haya aumentado considerablemente dado el crecimiento de la ciudad en aspectos tales como: número de habitantes, cantidad de vehículos, nivel de actividad, etc.

Los efectos del ruido no son fácilmente observables, salvo que se trate de un ruido de características de extrema potencia (detonación de un artefacto explosivo, despegue de un cohete, o ambientes laborales extremadamente ruidosos), el que producirá efectos graves y permanentes en el oído. En la mayoría de los casos, los ruidos a los que están expuestas las personas en las ciudades no son de características tan graves en corto plazo, pero sí en largo plazo.

Una de las dificultades mayores que existen hoy día respecto del control y fiscalización del ruido, es la enorme extensión del conjunto de denuncias y la mínima capacidad de fiscalización. Recordemos que en nuestro país los únicos organismos con facultades fiscalizadoras son los Servicios de Salud, en el caso particular de Santiago, la facultad recae en el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, el cual cuenta con insuficientes recursos humanos para realizar una efectiva fiscalización a las denuncias de la región metropolitana, además, ellos deben efectuar las autorizaciones sanitarias de instalación que debe cumplir cada industria que desee instalarse.

Una posibilidad de mejorar este servicios es mediante la participación municipal en la atención de las denuncias por ruidos molestos. Para que una municipalidad pueda fiscalizar los ruidos molestos debe tener una ordenanza municipal que autorice a sus inspectores a realizar esta labor, esto está claramente establecido en el D.S. 286/84 del MINSALUD, el cual en su

acústica, ya que no existe ningún procedimiento de certificación que avale la oferta. Finalmente creemos que es necesario, y que este proyecto lo hace posible, la introducción en Chile del concepto de calidad acústica de viviendas, dado el impresionante aumento de fuentes móviles de ruido, sobre las cuales difícilmente puede intervenir, dejando a las personas que viven en torno a vías de gran tráfico sin ninguna posibilidad de protección frente al ruido.

#### 1.2.- Alcance o ámbito que cubre

El proyecto está inserto dentro de la política nacional de control de la contaminación, en particular dentro del control de la contaminación acústica.

El control y la fiscalización exitosa del ruido depende en gran medida de la existencia de cuerpos legales que lo permitan. Actualmente en Chile tenemos una gran carencia de este tipo de instrumentos, por lo que los esfuerzos iniciales de una política nacional de control de la contaminación acústica deben comprender la redacción y promulgación de instrumentos legales que permitan tanto al sector público como privado emprender acciones tendientes a la disminución del ruido ambiental.

Un cuerpo legal completo de control de ruido, debe contener, además, normas relacionadas a la certificación y valoración de las emisiones de ruido provenientes de fuentes móviles, certificación de niveles de ruido de todo tipo de artefactos y maquinarias. Aspectos en los que en algunos casos ya se está trabajando, es el caso de las fuentes móviles, donde se encuentra terminado un estudio que propone una norma para emisiones de ruido por el tubo de escape para buses de la Región Metropolitana, la que está siendo considerada por MINTRATEL.

## II OBJETIVOS GENERALES

2.1. Elaborar documentos que sirvan como base complementaria, posteriormente, la reglamentación sobre ruido ambiental existente.

## III OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.1. Obtener una propuesta de reglamento acerca de la calidad acústica de viviendas.

3.2. Obtener una propuesta de ordenanza municipal tipo de ruido, que incluya criterios y aspectos, que permitan adaptarlas a la realidad de cada municipalidad.

artículo 2° dice, "corresponderá a los Servicios de Salud fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento, sin perjuicio de las atribuciones específicas que las Ordenanzas Municipales otorgan a los Inspectores Municipales y Carabineros en esta materia.....". La mayoría de las municipalidades en Chile no tienen una ordenanza municipal que les permita acceder a este tipo de atribuciones, lo cual hace inútil la compra de instrumentos y destinación de personal al tema.

Las pocas ordenanzas municipales de ruido que existen en el país están redactadas tomando como base el D.S. 286/84 de MINSALUD. Este decreto, que ya cuenta con casi 10 años de funcionamiento, ha demostrado que padece de efectividad en aspectos claves de su funcionamiento. Estos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- \* Ambigüedad del método de medición, lo que lleva a que mediciones de un mismo fenómeno, realizados por distintas personas, arrojen resultados distintos. Esto trae dificultades a la hora de aplicar las sanciones.
- \* Obsolescencia de los métodos de valoración del ruido, provocado principalmente por lo rudimentario de los equipos que había disponibles al momento de su redacción.
- \* Subvaloración de algunos tipos de ruido, especialmente los de impacto y de tonos puros, ambos tipos extraordinariamente molestos.

Considerando que las municipalidades tienen sus propias características, existe la necesidad de crear un modelo que sirva como base para la confección de ordenanzas municipales tipo, posibles de ser adaptadas a su realidad.

Ambos cuerpos legales son complementarios, el D.S. 286/84 tiene carácter nacional y fija los límites máximos de emisión de ruido por fuentes fijas para todo el país, por lo mismo, este decreto no puede hacerse cargo de problemas particulares de cada comuna, los que varían localmente según las condiciones propias de cada una de las ciudades, comunas e incluso barrios del país.

Finalmente queda la pregunta, qué hacer una vez que se han cumplido todas las normas y el ruido de alto nivel aún persiste?, las respuestas posibles están relacionadas con la protección individual de las personas o simplemente el traslado hacia un sitio más silencioso. Esta última opción casi nunca es posible o deseable para los afectados, por lo tanto la opción que queda más posible es el acondicionamiento acústico de las viviendas. Actualmente en Chile no existe un reglamento, norma o regulación de que determine calidades acústicas de viviendas, materiales de construcción y procedimientos de instalación de éstos. La no existencia de esta reglamentación hace estériles los esfuerzos de algunos constructores de ofrecer productos de mejor calidad

#### IV RESULTADOS ESPERADOS

4.1. Revisión, recopilación y análisis de antecedentes sobre normas, legislaciones y reglamentos existentes a nivel nacional e internacional en lo relativo a la calidad acústica de viviendas y ordenanzas municipales que traten el tema del ruido.

4.2. Obtener características necesarias que deben poseer tanto la ordenanza municipal sobre ruido, como el reglamento sobre calidad acústica de las viviendas.

4.3. Proposición de una reglamento tipo acerca de calidad acústica de viviendas.

4.4. Proposición de una ordenanza municipal tipo de ruido que incluya alternativas de modificación para casos locales, y un criterio a seguir en tales casos.

## ANEXO A2

### JORNADAS DE EVALUACION

<u>INDICE</u>	<u>Pág.</u>
1.- Reunión informativa día 17 de Enero	A2-1
2.- Reunión de Trabajo día 24 de Enero	A2-3
3.- Participantes en las Jornadas	A2-6

## JORNADAS DE EVALUACION

17, 24 y 25 de Enero de 1996

### 1 Reunión informativa día 17 de Enero.

Estas Jornadas se iniciaron el día 17 de enero con una introducción general realizada por la Dra. Patricia Matus, jefe Unidad de Descontaminación, Planes y Normas, CONAMA. Indicó que el marco general del Estudio "Análisis de la Política Nacional en el Control de Ruido Ambiental" corresponde al **PROYECTO DESARROLLO DE INSTITUCIONES DEL MEDIO AMBIENTE, CONAMA/BIRF**, el cual tiene como objetivo general contribuir a fortalecer la institucionalidad ambiental del sector público, de manera de alcanzar una mejor planificación, programación, coordinación, y evaluación de sus planes, programas y proyectos, a fin de lograr un manejo racional y sustentable de los recursos naturales, al tiempo de una reducción de los niveles de contaminación del aire, del agua y por manejo de residuos sólidos.

Luego, una introducción específica del estudio realizada por el Ingeniero Sr. Enrique Suárez de la Unidad de Descontaminación de CONAMA quien indicó que el estudio está orientado a complementar la normativa existente en lo relativo al control de ruido ambiental. Específicamente, el estudio apunta a proveer a los municipios de una herramienta efectiva y técnicamente sólida para el control y solución de los problemas relacionados con el ruido ambiental en las ciudades; apunta además, a entregar los instrumentos que permitan una categorización clara y objetiva de la calidad acústica de las viviendas.

Señaló la importancia de la participación de los invitados que representan a diversas instituciones interesadas en la aplicación de la normativa en estudio, quienes aportan otros puntos de vista y colaboran para alcanzar mejores resultados.

A continuación el Ingeniero Sr. Eugenio Collados B., Jefe del Proyecto, por parte de la Empresa Consultora, agradeció la presencia de los invitados, indicó el estado de avance del proyecto y presentó los temas a discutir los días 24 y 25 de enero. Destacó que, a pesar de existir ordenanzas y normas, muchas no se aplican en la práctica. Algunas son excesivamente generales y subjetivas. Otras son engorrosas o de difícil fiscalización. Por lo tanto, uno de los objetivos planteados por el consultor es asegurar aplicabilidad de las normas.

Otro de los criterios planteados fué la flexibilidad para responder a variadas necesidades. En el caso de la ordenanza municipal se espera cubrir la gran variedad de fuentes de ruido y situaciones de contaminación acústica que ocurren en las numerosas comunas. En el caso de la calidad de viviendas, se

espera cubrir desde las necesidades básicas de protección acústica hasta los requerimientos más completos. Además de las entidades normativas y fiscalizadoras, se estima esencial la participación de inversionistas, arquitectos, constructores, corredores y usuarios en el proceso de lograr calidad acústica.

Se presentaron esquemas de aplicación de las normas propuestas, identificando las funciones mínimas que deberán considerarse. En el caso de la ordenanza municipal, se plantea la necesidad de respuesta rápida del municipio en casos de baja complejidad. En casos de mayor complejidad dependerá de los recursos municipales si se requiere apoyo externo, ya sea de otros servicios públicos o de servicios privados, para realizar mediciones. En casos que afectan la salud se derivarán al servicio regional correspondiente. Se considera también una acción preventiva a través de otorgamiento de patentes.

El procedimiento para aplicación de normas de calidad acústica considera una acción preventiva a través de los permisos de edificación que consideren la aptitud del emplazamiento para uso habitacional, desde el punto de vista acústico. La garantía de calidad acústica se plantea a través de un nivel mínimo obligatorio, exigible con la recepción de la vivienda, y niveles superiores voluntarios, exigibles en los contratos de compraventa, construcción, arriendo, instalaciones, etc.

Se mencionaron los temas e interrogantes sobre los cuales el consultor espera recoger opiniones durante las jornadas, los que se detallan en los temarios tentativos que se adjuntan en anexo. Se respondieron algunas preguntas de los participantes respecto del proyecto. Se manifestó inquietud por el costo global que puede implicar la implementación de un sistema de certificación de calidad de la vivienda.

Se entregó una carpeta con material informativo que contenía antecedentes sobre los siguientes temas:

- Ordenanza municipal tipo sobre ruido.
- Norma de calidad acústica de viviendas.
- Antecedentes complementarios.
- Temas de discusión propuestos.
- Programa general de las Jornadas con antecedentes de la contraparte técnica, del consultor a cargo y de los invitados.



## 2. Reunión de trabajo día 24 de Enero

### 2.1 Exposiciones.-

El día 24 de Enero se realizó la reunión de trabajo en torno al tema "Norma de calidad acústica de la vivienda".

El Sr Enrique Suárez expone que los objetivos de esta reunión están orientados a recoger las opiniones de diversas entidades y especialistas sobre la forma de promulgar una norma de calidad acústica de la vivienda. Indicó que en el temario se han resumido dos grupos de interrogantes, sobre los cuales se invita a buscar consensos, tomar decisiones o manifestar sugerencias que contribuyan a facilitar la aplicación de la norma.

El Sr Eugenio Collados, con respecto a la calidad de la vivienda, plantea la necesidad de criterios para fijar el límite entre lo obligatorio y lo voluntario. Se destaca también la importancia de la planificación, especialmente para evitar la localización de nuevas viviendas en lugares acústicamente contaminados, aún en zonas de uso residencial. Señala que los niveles de ruido en zonas residenciales pueden alcanzar valores similares a los de zonas comerciales o industriales debido a la incidencia de los automóviles, coincidiendo con las vías de mayor densidad de población.

Por último, se señala que toda ordenanza, para su adecuada aplicación, requiere acreditación, por lo que debe existir en el país un laboratorio de referencia que garantice la solvencia técnica del sistema. No está claro cuál institución puede tener este rol.

### 2.2 Debate.-

El temario de discusión propuesto fue el siguiente:

#### 1 Planificación

-Impacto acústico de proyectos nuevos, especialmente obras viales, que no están afectos a la ley 19.300.

-Impacto acústico de nuevos planes reguladores y seccionales.

-Emplazamiento de conjuntos habitacionales. Requisitos para zonas de alta densidad.

-Uso de índices, mapas de ruido o catastros como herramientas de planificación.

-Criterios de zonificación para minimizar contaminación acústica.

## 2 Certificación

-Criterios para establecer frontera entre normas obligatorias y normas voluntarias.

-Compatibilidad de una calidad mínima obligatoria con la calidad actual.

-Número adecuado de categorías de calidad superior.

-Ensayos mínimos para asegurar protección acústica.

-Obligatoriedad de ensayos para todo nivel de calidad (rotulación).

-Necesidad de ensayos para cada vivienda o por grupos.

-Formación de un laboratorio de referencia para acreditación.

-Forma de considerar fuentes de ruido futuras, no existentes en el momento del ensayo.

Se dividió la audiencia en dos grupos siendo moderador del grupo de discusión del tema de Planificación, Eugenio Collados y el de Certificación, Gabriela Armijo.

El primer grupo discutió el rol preventivo de la planificación territorial como herramienta para proteger a los residentes de la contaminación acústica, ya sea evitando la generación de altos niveles de ruido exterior como incentivando la adecuada aislación en las viviendas.

Las conclusiones fueron las siguientes:

1 Se señala la experiencia positiva de Municipios que dispongan de indicadores de calidad acústica de áreas, ya sea:

a) **subjetivos**, por ejemplo en base a encuestas, como el Indicador de Prevalencia de la Comuna de Providencia usado como herramienta de planificación,

b) **objetivos**, en base a un catastro de mediciones de contaminación acústica y

c) **teóricos**, para establecer las condiciones de ruido futuras al aplicar planes de desarrollo urbano, en base a flujos proyectados, ancho de vías, densidad, etc..

Estos indicadores pueden usarse por separado y (o) en paralelo.

2. Es unánime la percepción de que las indicaciones que pueda hacer la norma de calidad en los Planos Reguladores Comunales tienen un efecto muy lento y a muy largo plazo. Se discutió la posibilidad de que los Municipios pudieran tener la facultad de proteger ciertas áreas silenciosas residenciales en al menos 15 años, que es lo que demora un propietario promedio en pagar su vivienda, para que no ocurra que el entorno disminuya notoriamente su calidad ambiental en ese lapso.
3. Se planteó también la necesidad de contar con una herramienta en la Norma que habilite al Municipio para prevenir los problemas acústicos que se incrementan gradual pero sostenidamente al consolidarse un barrio residencial nuevo: apertura de vías de circulación vehicular, instalación de zonas de comercio, terminales de buses, escuelas, talleres, etc.
4. Se advierte que la decisión de exigir una calidad mínima debe considerar el costo y los recursos de fiscalización involucrados. Para que una Norma sea aplicable tendría que ser simple en su implementación, con una baja relación de costo beneficio y sin necesidad de una fiscalización masiva.
5. Se sugiere incorporar esta norma a la futura ley sobre calidad de vivienda y al espíritu de esta ley que nomina al primer vendedor como responsable de su calidad por los 5 primeros años.

El segundo grupo discutió el prodedimiento de certificación, los requisitos mínimos, necesidad de ensayos in situ y garantía a futuro de la calidad certificada.

Las conclusiones principales fueron las siguientes:

1. Hay consenso que la calidad acústica mínima de la vivienda debe proteger el sueño.
2. Respecto al número de categorías con mayor calidad que la mínima se concluyó que por lo menos deberá haber dos más y podría haber una categoría de calidad superior con niveles de aislación óptimos.
3. Se sugiere un estudio in situ sobre niveles reales de aislación acústica en viviendas existentes para los distintos tipos, demodo de poder establecer a qué distancia están las categorías propuestas de la realidad.
4. Si el Municipio dispone de los medios para determinar los Indices de Calidad Acústica para un lugar en el presente y mediano plazo, el proponente de una vivienda o un conjunto de viviendas podrá ser informado acerca de las condiciones bajo cuales su o sus viviendas deberán cumplir con determinada protección acústica. De acuerdo a la ley sobre

calidad de la vivienda, el primer vendedor se hace responsable de este nivel de calidad. Sólo se hará un ensayo si lo requiere el comprador o el vendedor a raíz de una queja, con el objeto de verificar dicho nivel.

Se concluyó por lo tanto que sería innecesario un ensayo in situ para todas las viviendas.

5. La o las personas acreditadas para llevar a cabo estos ensayos deberán hacerlo frente a un laboratorio de referencia de carácter nacional, el que además deberá capacitar a estas personas.

### 3.- PARTICIPANTES EN LAS JORNADAS

#### 3.1 CONTRAPARTE TECNICA DEL ESTUDIO

- \* **Rodrigo Muñoz**  
Jefe Sec. Ruido y Vibraciones, Departamento de Salud Ocupacional, Inst. de Salud Pública.
- \* **Antonio Marzzano**  
PROCEFF, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.
- \* **José Pedro Campos**  
División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional. MINVU.
- \* **Rodrigo del Pozo**  
Asociación Chilena de Municipalidades
- \* **David González**  
Higiene Industrial, Mutual de Seguridad-Cámara Chilena de la Construcción.
- \* **Sergio Larrea**  
Jefe Gabinete, CONAMA.
- \* **Walter Traub**  
Unidad Jurídica, COMANA.
- \* **Francisco Bascuñan**  
Unidad Jurídica, COMANA.
- \* **Bárbara Richard**  
Unidad Coordinadora de Proyectos, Banco Mundial, CONAMA.
- \* **Soledad Larenas**  
Unidad Coordinadora de Proyectos, Banco Mundial, CONAMA.
- \* **Enrique Suárez**  
Coordinador de Contraparte, Unidad de Descontaminación, Planes y Normas, CONAMA.

#### 3.1 INVITADOS

- \* **Dr. Hernán Varas**  
Jefe. Depto. de Higiene y Control Ambiental, Municipalidad de Providencia
- \* **Patricio Ríos**  
Unidad Jurídica, Municipalidad de Santiago

- \* **Dra. Lorena Vega Koinig**  
Encargada de Higiene Ambiental, Municipalidad de Lo Barnechea
- \* **Dr. Héctor Montoya Zúñiga**  
Jefe Depto., Higiene y Control Ambiental, Municipalidad Cerro Navia
- \* **Dr. Mauricio Ilabaca**  
Director, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, Ministerio de Salud
- \* **Wilma Marilao**  
Salud Ocupacional, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, Ministerio de Salud
- \* **Dr. Ricardo San Martín**  
Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, Ministerio de Salud
- \* **Ximena Salinas**  
Programa de Coordinación Municipal, SESMA, Ministerio de Salud
- \* **Julio Monreal**  
Programa Sobre Ambiente, Ministerio de Salud
- \* **Capitán Eduardo Gallegillos**  
49a. Comisaría de Asuntos Ecológicos, Carabineros de Chile
- \* **Juan Honold**  
Asesor Intendencia de la Región Metropolitana
- \* **Ana María Salazar**  
Asociación Chilena de Seguridad
- \* **Jorge Sánchez Vega**  
Director, Instituto de Salud Pública
- \* **Jaime Silva Arancibia**  
Jefe Dir. de Desarrollo Urbano, Presidente Comité de Coordinación del Medio Ambiente, MINVU
- \* **Carmen Rivera**  
Secretario Ejecutivo, Comité de Coordinación del Medio Ambiente, MINVU
- \* **Patricio Gross**  
Comisión Urbanismo y Medio Ambiente, Colegio de Arquitectos
- \* **Eugenio Garcés**  
Director, Magister en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, Universidad Católica de Chile
- \* **Sergio González Tapia**  
Secretario Región Metropolitana, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- \* **Antonieta del Valle**  
Secretaria Región Metropolitana, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- \* **José Francisco Montalva Ossa**  
Presidente de ACOP, Asociación de Corredores de Propiedades y Promotores de la Construcción
- \* **Roger Debarbieri**  
Presidente de COPROCH, Corredores de Propiedades de Chile
- \* **Eugenio Velasco Motandé**  
Presidente, Cámara Chilena de la Construcción
- \* **Isidro Latt**  
Jefe de Estudios Técnicos, Cámara Chilena de la Construcción

- \* **Renato Miranda Ibañez**  
Comisión Protección del Medio Ambiente, Cámara Chilena de la  
Construcción
- \* **Tadashi Asahi Senda**  
Comisión de Investigación y Desarrollo, Cámara Chilena de la  
Construcción
- \* **Francisco Fernández Fredes**  
Director, Servicio Nacional al Consumidor
- \* **Leonardo Parma**  
CPIA, Presidente de la Sociedad Chilena de Acústica
- \* **Gabriel Rodríguez**  
IDIEM, Universidad de Chile
- \* **Jorge Arenas Bermúdez**  
Director Escuela de Ingeniería Acústica, Facultad de Ciencias  
de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile
- \* **Pablo Daud**  
Jefe Unidad de Evaluación de Impacto Ambiental, COMANA
- \* **Ana María Peña**  
Universidad de Evaluación de Impacto Ambiental, COMANA
- \* **Javier Vergara**  
Director, CONAMA Región Metropolitana
- \* **Víctor Durán Rivera**  
Director, CONAMA IX Región
- \* **Gerardo Guzmán**  
Director, CONAMA V Región

## ANEXO A3

### TRADUCCION NORMA ISO 140

<u>INDICE</u>	<u>Pág.</u>
Parte 1 Laboratorios de ensayo	A3-1
Parte 2 Cálculo de error	A3-4
Parte 3 Aislación aérea de elementos	A3-8
Parte 4 Aislación aérea in situ	A3-15
Parte 5 Aislación fachadas	A3-22
Parte 6 Aislación de impacto en laboratorio	A3-29 <sup>11</sup>
Parte 7 Aislación al impacto in situ	A3-36
Parte 8 Revestimientos del suelo	A3-42

PARTE 1

0 INTRODUCCION

El fin de la presente norma es proporcionar un conjunto coordinado de especificaciones aplicables a los laboratorios que realizan medidas de aislación acústica de los elementos constructivos.

Los laboratorios, para determinar la reducción de ruido aéreo y ruido de impacto de los elementos constructivos, deberán estar contruidos de forma que los resultados de medición puedan aplicarse directa o indirectamente a los edificios reales.

En el caso de laboratorios en los que se han suprimido las transmisiones indirectas, no se puede, a partir de los resultados de medición, deducir el comportamiento del elemento "in situ", más que en forma indirecta, y solamente en algunos casos. Las cámaras de ensayo descritas en la presente norma pertenecen a este tipo de laboratorios. Este tipo incluye los laboratorios en los que la muestra está estructuralmente aislada de las dos cámaras de ensayo y los laboratorios en los que la muestra está en contacto con una o ambas cámaras del ensayo, habiéndose reducido las transmisiones indirectas, utilizando elementos pesados, o revestimientos absorbentes apropiados.

Es posible aplicar directamente los resultados de las mediciones en laboratorio a las situaciones reales, si se incluyen las transmisiones indirectas. En este sentido, las cámaras de ensayo y la ligazón de la muestra a las mismas, deben ser semejantes a la situación real en los edificios (laboratorios con transmisiones indirectas, maquetas). Están en estudio las especificaciones relativas a estos laboratorios.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

La presente norma fija las especificaciones relativas a los laboratorios de medición de aislación acústica de los elementos constructivos. Se aplica a los laboratorios en los que se han suprimido las transmisiones indirectas.

2 LABORATORIOS PARA MEDICION DE AISLACION A RUIDO AEREO EN CONDICIONES DE CAMPO DIFUSO.

El laboratorio de ensayo incluye dos cámaras reverberantes adyacentes, con una abertura de ensayo entre ellas, en la que se coloca la muestra.

2.1 Cámaras

El volumen y la forma de las dos cámaras de ensayo no deben ser idénticos. Se recomienda que los volúmenes de ambas cámaras difieran al menos en un 10%. El volumen de las cámaras debe ser al menos de 50 m<sup>3</sup>.



La relación de las dimensiones de la sala debe elegirse de forma que sus frecuencias propias, en la zona de las bajas frecuencias, se distribuyan tan uniformemente como sea posible.

Si fuere necesario, se pueden instalar difusores en las cámaras para obtener un campo difuso.

**NOTAS:**

1. El volumen de las cámaras y las dimensiones de la abertura de ensayo, así como la posición de la muestra en el interior de esta abertura, están en estudio. El cálculo teórico, así como algunas experiencias demuestran la conveniencia de que la muestra cubra por entero una pared o el techo de la cámara de ensayo de ensayo, es decir que la abertura vaya de una pared a otra o de techo a suelo. En este caso, es apropiado un volumen de  $50 \text{ m}^3$ , habida cuenta de las dimensiones recomendadas para la abertura de ensayo.

2. El tiempo de reverberación de las cámaras no debe ser muy largo. Cuando el tiempo de reverberación para las bajas frecuencias sobrepase 2 s, se deberá efectuar un control para determinar si el ritmo de extinción depende del tiempo de reverberación. Si este es el caso, aún existiendo difusores en las cámaras, debe modificarse la cámara de recepción al objeto de reducir el tiempo de reverberación a no más de 2 s. para las bajas frecuencias.

El nivel de ruido de fondo en la cámara de recepción debe ser lo suficientemente bajo para permitir la medición del ruido transmitido desde la cámara de emisión, teniendo en cuenta la potencia acústica generada en esta cámara, y la aislación acústica de las muestras para las que el laboratorio está preparado.

En los laboratorios empleados para la medición del índice de reducción sonora, el ruido transmitido por cualquier vía indirecta debe ser despreciable de acuerdo al transmitido a través de la muestra.

Un camino consistiría en realizar una aislación estructural suficiente entre la cámara de emisión y la de recepción. Cubrir todas las superficies de ambas cámaras con un tratamiento acústico que reduzca suficientemente las radiaciones podría ser otro método.

NOTA: Una medición conveniente como valor de referencia es la definida como  $R'_{\text{max}}$  en la norma ISO 140/III

## **2.2 Hueco de ensayo**

Se recomienda que el tamaño del hueco de ensayo sea aproximadamente de  $10 \text{ m}^2$  para las paredes y entre  $10 \text{ m}^2$  y  $20 \text{ m}^2$  para suelos, siendo en ambos casos el lado más corto del hueco no menor de 2,30 m.

Se pueden utilizar tamaños menores, si la longitud de onda de las vibraciones propias de flexión correspondientes a la frecuencia más baja considerada, es menor que la dimensión mínima de la muestra. Cuanto menor sea la muestra tanto más sensibles serán los resultados a las condiciones de fijación y a las variaciones locales del campo acústico.

Del mismo modo, se pueden emplear dimensiones más pequeñas para el ensayo de ventanas, puertas y elementos similares. Los huecos de las puertas deben realizarse de forma que la arista inferior esté tan próxima al suelo de la cámara de ensayo como vaya a montarse realmente en el edificio.

NOTA: Los huecos de ensayo deben disponerse de forma que las muestras puedan instalarse de forma tan idéntica como sea posible a su colocación en la construcción, reproduciéndose de forma precisa las condiciones de ligazón y de empotramiento en la periferia y en las juntas del interior del tabique.

### 3 LABORATORIOS DE MEDICION DE AISLACION AL RUIDO DE IMPACTO EN SUELOS Y REVESTIMIENTOS DE SUELO

#### 3.1 Cámara de recepción

El volumen de la cámara de recepción debe ser por lo menos de 50 m<sup>3</sup>. Las relaciones de las dimensiones de la cámara de recepción deben elegirse de modo que sus frecuencias propias, en el dominio de las bajas frecuencias, estén espaciadas tan uniformemente como sea posible.

Si fuera necesario, se pueden instalar elementos difusores en la cámara de recepción para obtener un campo difuso.

#### NOTAS:

1. El volumen de la cámara de recepción y el tamaño de la abertura de ensayo, al igual que la posición de la muestra en esta abertura, están en estudio. Cálculos teóricos, así como algunas experiencias han indicado que puede ser aceptado el que la muestra cubra la totalidad del techo de la sala de recepción, es decir, que la abertura de ensayo se extienda de un muro al otro. En este caso, es apropiado un volumen de 50 m<sup>3</sup>, habida cuenta de las dimensiones recomendadas para la abertura de ensayo.
2. El tiempo de reverberación de la cámara de recepción no debe ser demasiado elevado. Cuando el tiempo de reverberación, para las bajas frecuencias, sobrepase 2 s, se deberá efectuar un control para determinar si la aislación medida a los ruidos de impacto, depende del tiempo de reverberación. Si éste es el caso, incluso con difusores en la cámara, se debe modificar ésta a fin de reducir el tiempo de reverberación como máximo a 2 s para las bajas frecuencias.

El nivel de ruido de fondo en la sala de recepción debe ser suficientemente bajo, para permitir la medición de los ruidos de impacto transmitidos, considerando las características de la máquina de golpear y la aislación acústica de las muestras para el que el laboratorio ha sido diseñado.

La aislación a los ruidos aéreos, entre la sala de recepción y la de emisión debe ser suficientemente alto para que el campo acústico medido en la sala de recepción sea únicamente el creado por los impactos sobre el suelo en ensayo.

#### 3.2 Hueco de ensayo

Se recomienda que el tamaño del hueco de ensayo, para suelos, esté comprendido entre 10 m<sup>2</sup> y 20 m<sup>2</sup> con la longitud de arista más corta como mínimo igual a 2,30 m.

NOTA: Cuando se efectúan mediciones de reducción del nivel de presión de ruidos de impacto para revestimientos de suelo según la norma ISO 140/VIII, puede no ser necesario tomar precauciones especiales en lo que concierne al hueco de ensayo.

#### 4 NORMAS PARA CONSULTA

ISO 140/III - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición en laboratorio de la aislación sonora aérea de elementos constructivos.

ISO 140/VI - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición en laboratorio de la aislación de suelos, al ruido de impacto.

ISO 140/VIII - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición en laboratorio de la reducción de los ruidos de impacto, transmitidos, a través de los revestimientos de suelo sobre suelo normalizado.

### PARTE 2

#### 0 INTRODUCCION

Es imposible especificar completamente la construcción de instalaciones de laboratorios de ensayo o de las características de los campos acústicos obtenidos. Cabe, en consecuencia, dejar a elección del experimentador algunos detalles de la instalación de ensayo y del modo operativo. Estos últimos añadidos al carácter estadístico de los campos acústicos en el interior de las salas, llevan a dudas en los resultados debidas a influencias tanto aleatorias como sistemáticas.

Las influencias aleatorias pueden determinarse con ayuda de mediciones repetidas en condiciones esencialmente idénticas, introduciendo variaciones para obtener muestras representativas de las condiciones existentes (por ejemplo: posición del altavoz y del micrófono). La repetibilidad obtenida es una medición del grado de confianza atribuible a los resultados, en relación a las influencias aleatorias.

Las influencias sistemáticas (por ejemplo: el tamaño y la forma de cámaras de ensayo, las condiciones de montaje de los materiales de ensayo, el calibrado del equipo de medición no pueden determinarse con un único método operativo, con un procedimiento sencillo. Normalmente, son necesarias mediciones comparativas en distintas instalaciones de ensayo y conocer las incertidumbres aleatorias en estas distintas condiciones, para valorar las influencias sistemáticas.

De acuerdo con métodos estadísticos modernos, en la presente norma se emplean los conceptos de repetibilidad y reproducibilidad de resultados completos, en vez de la varianza de las magnitudes individuales del resultado. La repetibilidad y la reproducibilidad ofrecen un sencillo medio de control y de expresión de la precisión de mediciones.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

La presente norma especifica los métodos de evaluación de la incertidumbre debida a las influencias no sistemáticas, de las mediciones acústicas descritas en las normas ISO 140, partes III a VIII.

Los valores obtenidos no se destinan al uso en informes de ensayos para caracterizar la precisión de mediciones en ellos referidas. Sin embargo, se puede hacer referencia a la presente norma, cuando las condiciones de ensayo y/o instrumentación, cumplen las exigencias contenidas en la misma.

## 2 DEFINICIONES

### 2.1 Resultado

Es el valor final obtenido siguiendo las instrucciones completas del método de ensayo.

### 2.2 Valor verdadero

En la práctica, es el valor hacia el que tiende la media de los resultados individuales obtenidos por  $n$  laboratorios, cuando  $n$  tiende a infinito.

Por lo tanto, el valor verdadero es función del método de ensayo empleado.

### 2.3 Exactitud de la medición

Es la proximidad entre el valor verdadero y el resultado medio que se obtiene aplicando el procedimiento experimental un gran número de veces.

### 2.4 Precisión

Es la proximidad entre los datos obtenidos aplicando el método de ensayo varias veces, bajo las condiciones prescritas.

El procedimiento es tanto más preciso cuanto menor sea la parte aleatoria de los errores.

### 2.5 Repetibilidad

Cualitativamente es, la proximidad entre los resultados sucesivos obtenidos con el mismo método de ensayo, en la misma muestra y bajo las mismas condiciones (el mismo operador, los mismos aparatos, el mismo laboratorio y en cortos intervalos de tiempo).

Cuantitativamente, es el valor por debajo del cual se puede esperar que se encuentre, con una probabilidad dada, la diferencia absoluta entre un par de resultados de ensayo, obtenidos en las condiciones anteriores. Esta magnitud se designa por  $r$ .

## 2.6 Reproducibilidad

Cualitativamente es, la proximidad entre los resultados obtenidos con el mismo método sobre la misma muestra de ensayo, pero en diferentes condiciones (distintos operadores, aparatos diferentes, laboratorios distintos y épocas diferentes).

Cuantitativamente es, el valor por debajo del cual puede esperarse que se encuentre, con una probabilidad dada, la diferencia absoluta entre un par de resultados de ensayo sobre una misma muestra, obtenida por experimentadores diferentes en distintos laboratorios empleando el método operativo descrito. Esta magnitud se designa por Q.

## 2.7 Medición aritmética

La media aritmética  $\bar{x}$  para una serie de resultados, se define por la ecuación:

$$\bar{x} = (1/n) \sum_{i=1}^n x_i$$

donde:

n es el número de valores  $x_i$  observados

$\bar{x}$  es una estimación del valor verdadero de la media.

## 2.8 Varianza

Cualitativamente es, una medición de la dispersión de una serie de resultados aleatorios de su valor medio.

Cuantitativamente para una serie dada de resultados es, la suma de los cuadrados de las desviaciones de cada resultado con relación a la media aritmética dividida por el número de grados de libertad. En el caso simple de n observaciones consecutivas (no agrupadas) la varianza se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$S^2 = (1/n-1) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

en donde  $S^2$  es una estimación del valor verdadero  $\sigma^2$  de la varianza

## 2.9 Desviación tipo

Es el valor positivo s de la raíz cuadrada de la varianza; s es una estimación del verdadero valor  $\sigma$  de la desviación tipo.

## 2.10 Grados de libertad

El número de grados de libertad  $\nu$  es igual al número de términos independientes contenidos en la expresión de la varianza. En el caso simple de n observaciones consecutivas (no agrupadas), se tiene:

$$\nu = n - 1$$

## 2.11 Nivel de confianza

Es la probabilidad de que una proposición en cuestión sea cierta. En la presente norma se emplea un nivel de confianza del 95%.

## 3 PROCEDIMIENTO DE MEDICION

### 3.1 Observaciones generales

En numerosas ocasiones para ensayos de rutina, no se efectúa más que un solo ensayo, en una sola muestra. En tales casos no se obtienen valores fiables que caractericen el resultado. En aras de la fiabilidad sería ventajoso realizar dos ensayos y comparar la diferencia de los resultados respecto a la repetibilidad  $r$  del método de medición. Si su diferencia es igual o inferior a  $r$ , el experimentador puede pensar que su trabajo es correcto y tomar la media de los dos resultados, como valor estimado de la magnitud medida.

Todo Organismo antes de emprender los ensayos acústicos de forma rutinaria, debe comprobar la repetibilidad del procedimiento de medición y de las instalaciones de ensayo, para asegurar resultados seguros y reproducibles. Estos controles deberán repetirse periódicamente, especialmente cuando se efectúan cambios en el procedimiento de medición, en la instalación de ensayo o en la instrumentación.

Se recomienda la colaboración de los distintos Organismos de ensayo para comprobar los resultados respectivos, en cuanto a reproducibilidad.

### 3.2 Control de repetibilidad

Para comprobar la repetibilidad de mediciones acústicas de ruido aéreo e impactos en condiciones dadas, debe emplearse el método que sigue:

Una serie completa de 6 ensayos, por ejemplo, del índice de una reducción acústica  $R$ , de la diferencia de niveles normalizados  $D_{nT}$  o del nivel de ruido de impactos normalizado  $L_n$  respectivamente en función de la frecuencia, se agrupará por pares de mediciones consecutivas, sin cambiar el orden original de los ensayos. Si estos valores son superados a alguna frecuencia se rechazarán todos los resultados y se repetirá todo el método de comprobación. En el caso de un segundo fallo en obtener los valores requeridos debe(n) considerarse inadecuado(s) el modo operativo y/o la instalación de ensayo y deberá(n) ser mejorado(s) para obtener la repetibilidad exigida.

NOTA: Cuando se realizan mediciones de control de repetibilidad, los detalles del procedimiento de medición no deben ser repetidos hasta grados de usar, por ejemplo, posiciones idénticas del micrófono, de los altavoces o de la máquina de impactos, porque se obtendrán valores de  $r$  indeseables en condiciones habituales. Más bien se debe hacer variar estos factores de modo que se obtengan muestras independientes y representativas de las magnitudes que influyen en la repetibilidad por ejemplo los niveles de presión acústica media en la cámaras.

#### 4 NORMAS PARA CONSULTA

ISO 140/III - Medición de aislación sonora en edificios y de elementos constructivos. Mediciones en laboratorio de aislación sonora aérea de elementos constructivos.

ISO 140/IV - Medición de aislación sonora en edificios y de elementos constructivos. Mediciones "in situ" de aislación sonora aérea entre locales.

ISO 140/V - Medición de aislación sonora en edificios y de elementos constructivos. Mediciones "in situ" de aislación sonora aérea de fachadas y elementos de fachada.

ISO 140/VI - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Mediciones en laboratorio de aislación de suelos al ruido de impacto.

ISO 140/VII - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Mediciones "in situ" de aislación de suelos al ruido de impacto.

ISO 140/VIII - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Mediciones en laboratorio de la reducción de la transmisión de ruidos de impacto por revestimientos sobre forjado normalizado.

### PARTE 3

#### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

La presente norma especifica un método de laboratorio para la medición de aislación a ruido aéreo de los elementos constructivos tales como suelos, techos, puertas, ventanas, elementos de fachada y fachadas.

Los resultados obtenidos pueden utilizarse para estudiar elementos constructivos de características acústicas determinadas, para comparar las propiedades de aislación acústica de los elementos constructivos y para clasificar estos elementos según la aislación que proporcionan.

NOTA: Las mediciones "in situ" de la aislación al ruido aéreo se tratan en los documentos siguientes:

- entre locales, en la norma ISO 140/IV
- los elementos que las componen, en la norma ISO 140/V

#### 2 DEFINICIONES

##### 2.1 Nivel medio de presión acústica en un recinto o local

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente de la media espacio-temporal de los cuadrados de las presiones acústicas, al cuadrado de la presión acústica de referencia, tomándose la medida espacial en todo el local, con excepción de las zonas en que la radiación directa de la fuente o el campo próximo de las

paredes, techo, etc. tienen una influencia notable. Esta magnitud se designa  $L$  y viene dada por la siguiente expresión:

$$L = 10 \text{ Log } [(P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2) / nP_0^2] \text{ dB} \quad \dots\dots(1)$$

donde:

$P_1, P_2, \dots, P_n$  son las presiones acústicas eficaces tomadas en  $n$  puntos diferentes del recinto;

$P_0 = 20 \mu\text{Pa}$  es la presión acústica de referencia.

## 2.2 Índice de aislación acústica; pérdida de transmisión

Es diez veces el logaritmo decimal de la relación de la potencia acústica  $W_1$  incidente sobre la muestra en ensayo a la potencia acústica  $W_2$  transmitida a través de la muestra. Esta magnitud se designa por  $R'$  y viene dada por la siguiente expresión:

$$R' = 10 \text{ Log } (W_1/W_2) \text{ dB} \quad \dots\dots(2)$$

El índice de aislación acústica depende del ángulo de incidencia. Si los campos acústicos son difusos y si el sonido se emite sólo a través de la muestra, dicho índice de aislación para incidencia difusa puede valorarse mediante la siguiente expresión:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \text{ Log } (S/A) \text{ dB} \quad \dots\dots(3)$$

donde:

$L_1$  es el nivel medio de presión acústica en el local de emisión.

$L_2$  es el nivel medio de presión acústica en el local de recepción.

$S$  es el área de la muestra, normalmente igual a la abertura de ensayo.

$A$  es el área de absorción equivalente del local de recepción;

NOTA: Si los campos acústicos no son totalmente difusos, la ecuación (3) es sólo una aproximación.

## 2.3 Índice de aislación acústica aparente: pérdida de transmisión aparente

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia acústica  $W_1$  incidente sobre un divisorio en ensayo y la potencia acústica total  $W_3$  transmitida en la sala de recepción. Esta magnitud se designa por  $R'$  y viene dada por la siguiente expresión:

$$R' = 10 \text{ Log } (W_1/W_3) \text{ dB} \quad \dots\dots(4)$$

En general, la potencia acústica transmitida, en la sala de recepción es la suma de las potencias siguientes:

$W_{\eta d}$ , potencia recibida directamente por el divisorio y radiada directamente por éste.



$W_{Df}$ , potencia recibida por el divisorio y radiada por los elementos de construcción de los flancos.

$W_{Fd}$ , potencia recibida por los elementos de construcción de los flancos y radiada directamente por el divisorio.

$W_{Ff}$ , potencia recibida por los elementos de construcción de los flancos y radiados por elementos de construcción también de los flancos.

$W_1$ , potencia transmitida (en forma de ruido aéreo) a través de puentes acústicos, elementos de ventilación, etc.

También, en este caso, si se supone campo difuso en las dos salas, el índice de aislación acústica aparente puede valorarse mediante la siguiente expresión:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \text{ Log } (S/A) \text{ dB} \quad \dots\dots(5)$$

Así, en la expresión del índice de aislación acústica aparente, la potencia acústica transmitida a la sala de recepción, está relacionada con la potencia acústica incidente sobre el divisorio común, como en la ecuación (3) cualquiera que sean las condiciones reales de transmisión.

### 3 EQUIPO

El equipo debe permitir el cumplimiento de las especificaciones del capítulo 5.

### 4 PREPARACION DEL ENSAYO

#### 4.1 Salas de ensayo

La instalación del laboratorio de ensayo deberá estar de acuerdo con la norma ISO 140/I.

#### 4.2 Muestras de ensayo

**4.2.1 Divisorios.** Las dimensiones del divisorio de ensayo vienen determinadas por las de la abertura de ensayo entre cámaras definida en la norma ISO 140/I. Estas dimensiones son para las paredes de unos 10 m<sup>2</sup> y para los suelos entre 10 m<sup>2</sup> y 20 m<sup>2</sup>, con la longitud más corta de arista para las paredes y los suelos de al menos 2,30 m.

Se pueden utilizar elementos de dimensiones más pequeñas si la longitud de onda de vibración libre de flexión para la frecuencia más baja que se considere, es inferior a la mitad de la dimensión menor del elemento. Cuanto más pequeña sea la muestra, más dependerán los resultados de las condiciones de fijación de los bordes y las variaciones locales del campo acústico.

NOTA: Preferentemente, debería instalarse la pared de ensayo de forma lo más parecida posible a la construcción real, reproduciendo cuidadosamente las condiciones de fijación y de sellado en la periferia y en las juntas del interior de la pared. Las condiciones de montaje deben indicarse en el informe del ensayo.

Si la muestra se instala en una abertura entre las cámaras de emisión y de recepción, los resaltes a cada lado deberían ser aproximadamente iguales, a menos que esto sea incompatible con la utilización práctica de la muestra (por ejemplo, ventanas de fachadas).

NOTA: La posición de la muestra en la abertura de ensayo, así como el volumen de los locales y las dimensiones de la abertura de ensayo están en estudio.

En los laboratorios en los que se ha suprimido la radiación de los elementos constructivos de los flancos adyacentes, el sonido transmitido por una vía indirecta cualquiera, debe ser despreciable en relación con el sonido transmitido a través de la muestra.

NOTAS:

- 1 Para la instalación del laboratorio, se debe medir el valor de  $R'_{max}$ . Esto puede hacerse midiendo  $R'$  con un elemento altamente aislante en la abertura de ensayo. Si una mejora de las propiedades de aislación de este elemento no aumenta  $R'$  este valor de  $R'$  se considera como  $R'_{max}$ .

Si el valor de  $R'$  medido para una muestra es inferior a  $(R'_{max} - 10 \text{ dB})$  se puede considerar el sonido transmitido por vía indirecta como despreciable.

Si  $R'$  es superior a  $(R'_{max} - 10 \text{ dB})$  se debe buscar la contribución de las transmisiones laterales o de los flancos en este caso particular.

- 2 Si la muestra es más pequeña que la abertura de ensayo, se debe efectuar un ensayo preliminar para asegurarse de que la energía transmitida por la pared circundante es débil en relación con la energía transmitida a través de la muestra.

**4.2.2 Puertas, ventanas, fachadas y elementos de fachada.** El ensayo se hace de la misma manera que para una pared (véase apartado 4.2.1). Si la muestra es de dimensiones inferiores a las de la abertura, hay que construir en ella una pared especial que tenga una aislación acústica suficientemente elevada y recibir la muestra sobre esta pared. El sonido transmitido a través de esta pared y por cualquier otra vía indirecta debe ser despreciable en relación con el sonido transmitido a través de la muestra.

Para las ventanas, las puertas, etc., el área  $S$  es la de la abertura en la que se monta el elemento (incluido el cerco y el sellado).

NOTA: Como la aislación acústica de las ventanas, de las puertas y de los pequeños elementos de fachada depende de sus dimensiones, no se pueden obtener valores precisos más que efectuando la medición sobre cada modelo real.

Las puertas deberán montarse de modo que su arista inferior esté lo suficientemente próxima al suelo de las salas de ensayo para reproducir el montaje real en el edificio.

Si el elemento en ensayo se destina para poder abrirse, la instalación para el ensayo, debe hacerse de manera que puede maniobrarse de forma normal. Debe abrirse y cerrarse al menos diez veces justo antes del ensayo.

## 5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y VALORACION

### 5.1 Producción del campo acústico en la sala de emisión

El sonido producido en la sala de emisión, debe ser estable y tener un espectro continuo en el intervalo de frecuencias considerado. Pueden utilizarse filtros con una anchura de banda de al menos un tercio de octava.

La potencia acústica debe ser suficiente para que el nivel de presión acústica, en la sala de recepción, sea superior al menos en 10 dB, al nivel de ruido de fondo en todas las bandas de frecuencia.

Si la fuente sonora está constituida por varios altavoces que funcionan simultáneamente, estos deben montarse en una caja cuya dimensión máxima no sobrepase 0,70 m. Los altavoces deben alimentarse en fase. La fuente de ruido debe estar colocada de manera que produzca un campo lo más difuso posible y a una distancia tal de la muestra que la radiación directa sobre ésta no sea predominante.

### 5.2 Medición del nivel medio de presión acústica.

El nivel medio de presión acústica puede medirse utilizando un cierto número de posiciones fijas de micrófono o un micrófono en movimiento continuo con integración de  $p^2$ .

### 5.3 Intervalo de frecuencias (de interés)

Se debe medir el nivel de presión acústica utilizando filtros de banda de tercio de octava. La característica de estos filtros deben estar de acuerdo con la norma IEC 225.

Deben utilizarse filtros de banda de tercio de octava que contemplen, como mínimo, las frecuencias centrales siguientes, en hertz.

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1000	1250
1600	2000	2500	3150		

### 5.4 Medición y evaluación del área de absorción equivalente

El término corrector de la ecuación (3) que contiene el área de absorción equivalente puede evaluarse preferentemente a partir del tiempo de reverberación medido según la norma ISO 354 y valorarse utilizando la fórmula de Sabine:

$$A = (0,163 V/T) \dots\dots(6)$$

donde:

A es el área de absorción equivalente, en metros cuadrados.

V es el volumen de la sala de recepción, en metros cúbicos.

T es el tiempo de reverberación en segundos.

Otro método para determinar el área de absorción equivalente, consiste en medir el nivel medio de presión acústica producido por una fuente suficientemente estable, cuya potencia acústica se conoce.

### 5.5 Método de Medición

Cada laboratorio debe determinar un procedimiento operativo normal conforme a la presente norma.

Los factores que afectan la repetibilidad de las mediciones, son los siguientes:

El número y las dimensiones de los elementos difusores.

La posición de la fuente sonora.

Las distancias mínimas entre el micrófono y la fuente sonora y entre el micrófono y las paredes de la sala en lo que concierne al campo próximo.

El número de posiciones del micrófono o en el caso de un micrófono móvil, la trayectoria del micrófono.

El tiempo de promediado de los niveles.

El método de determinación del área de absorción equivalente, requiere un número de lecturas rápidas de cada posición.

## 6 PRECISION

Se requiere que el método de medición dé una repetibilidad satisfactoria. Esto puede controlarse por el método indicado en la norma ISO 140/II y debe repetirse de vez en cuando, especialmente cuando se hace un cambio en el procedimiento operativo o en el equipo.

NOTA: En la norma ISO 140/II se proponen especificaciones numéricas para la repetibilidad.

## 7 EXPRESION DE LOS RESULTADOS

Para aislación acústica a ruido aéreo, debe darse el índice de aislación a todas las frecuencias de medición, bajo la forma de cuadro y/o de curva. Para los gráficos con los niveles en decibeles, en función de la frecuencia en escala logarítmica, la longitud correspondiente a una relación de frecuencias 10:1 debe ser igual a la longitud tomada para 10 dB; 25 dB ó 50 dB, en el eje de ordenadas.

## 8 INFORME DEL ENSAYO

En relación a la presente norma, el informe del ensayo debe contener las siguientes indicaciones:

- a) Nombre del laboratorio que ha realizado las mediciones;
- b) Fecha del ensayo;

- c) Descripción de la muestra, acompañada de croquis y las condiciones de montaje, incluyendo dimensiones, espesor, masa por unidad de superficie, tiempo de secado de los componentes (si hay lugar);
- d) Volumen de cada una de las salas reverberantes;
- e) Tipo de ruido y filtros utilizados;
- f) Índice de aislación de la muestra, en función de la frecuencia;
- g) Breve descripción de los detalles del procedimiento operatorio y del equipo (5.5).
- h) Límite de medición, en el caso en que el nivel de presión acústica en una banda no sea medible debido al ruido de fondo (acústico o eléctrico);
- i) Si el valor medido del índice de aislación está afectado por transmisiones de flancos laterales, debe darse el valor de  $R'_{max}$  e indicar los resultados afectados por las transmisiones laterales.
- j) El factor de pérdidas total  $n_{total}$ , en el caso en que se mida en todas las frecuencias de medición, bajo forma de cuadro y/o de curva.

Para la evaluación de un índice único de la curva  $R(f)$ , véase la norma ISO R/717. Debe mencionarse claramente que esta operación se ha basado en resultados obtenidos por una medición en laboratorio.

## 9 NORMAS PARA CONSULTA

IEC 225 - Filtros de banda de octava, de media octava y de tercios de octava, empleados en análisis de ruidos y de vibraciones.

ISO 140/I - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Especificaciones relativas a los laboratorios.

ISO 140/II - Medición de aislación sonora en edificios y de elementos constructivos. Definición de la precisión requerida.

ISO 140/IV - Medición de aislación sonora en edificios y de elementos constructivos. Mediciones "in situ" de aislación sonora aérea de elementos constructivos.

ISO 140/V - Medición de aislación sonora en edificios y de elementos constructivos. Mediciones "in situ" de aislación sonora aérea de fachadas y elementos de fachada.

ISO 354 - Medición de coeficientes de absorción en cámara reverberante.

ISO R/717- Evaluación de aislación acústica de las habitaciones.

## PARTE 4

### 0 INTRODUCCION

El objeto de la presente norma es:

- Dar métodos de medición de aislación acústica entre dos locales en los edificios, de manera que sea posible comprobar si se han obtenido las condiciones acústicas deseadas.

-Dar métodos aplicables "in situ" para determinar si los elementos constructivos están de acuerdo con las especificaciones y comprobar si se han producido errores durante la construcción.

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

La presente norma especifica los métodos aplicables "in situ" para medir las propiedades de aislación al ruido aéreo de las paredes interiores, de los techos y de las puertas entre dos locales, en condiciones de campo difuso, y para determinar la protección aportada a los ocupantes del edificio.

Los resultados obtenidos pueden utilizarse para comparar la aislación acústica entre los locales y para comparar la aislación acústica real con los valores especificados.

Para la determinación de la protección aportada a los ocupantes del inmueble se utiliza la diferencia de los niveles normalizados (véase el apartado 2.3).

Para la determinación de las propiedades de aislación de un elemento constructivo, se utiliza el índice de aislación acústica aparente (véase el apartado 2.4).

#### NOTAS

1 Las mediciones en laboratorio de aislación al ruido aéreo de los elementos constructivos son objeto de la norma ISO 140/III.

2 Las mediciones "in situ" de aislación al ruido aéreo de las fachadas y de sus componentes son objeto de la norma ISO 140/V.

### 2 REFERENCIAS

ISO 140/II - Medición de aislación sonora en edificios y de elementos constructivos. Definición de la precisión requerida.

ISO 140/III - Medición de aislación sonora en edificios y de elementos constructivos. Mediciones en laboratorio de aislación sonora aérea de elementos constructivos.

ISO 140/V - Medición de aislación sonora en edificios y de elementos constructivos. Mediciones "in situ" de aislación sonora aérea de fachadas y elementos de fachada.

ISO/R 354 - Medición de los coeficientes de absorción en sala reverberante.

ISO/R 717 - Evaluación de la aislación sonora en habitaciones.

IEC 225 - Filtros de octava, media octava y tercios de octava para el análisis del sonido y vibraciones.

### 3 DEFINICIONES

#### 3.1 Nivel medio de presión acústica en un local o recinto

Es de diez veces el logaritmo decimal del cociente de la media espacio-temporal de los cuadrados de las presiones acústicas, al cuadrado de la presión acústica de referencia, tomándose la media espacial en todo el local, con excepción de las zonas en que la radiación directa de la fuente o el campo próximo de las paredes, techo, etc., tienen una influencia notable. Esta magnitud se designa por L y viene dada por la siguiente expresión:

$$L = 10 \text{ Log } [(p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2) / nP_0^2] \text{ dB} \quad \dots\dots(1)$$

donde:

$p_1, p_2 \dots p_n$ , son las presiones acústicas eficaces (r.m.s) tomadas en n puntos diferentes del local o recinto

$P_0 = 20 \mu\text{Pa}$ . es la presión acústica de referencia

#### 3.2 Diferencia de niveles

Es la diferencia de las medias espacio-temporales de los niveles de presión acústica producidos en las dos salas para una o varias fuentes de ruido situadas en una de ellas. Esta magnitud se designa por D y viene dada por la expresión:

$$D = L_1 - L_2 \quad \dots\dots(2)$$

donde:

$L_1$  es el nivel medio de presión acústica en la sala de emisión.

$L_2$  es el nivel medio de presión acústica en la sala de recepción.

#### 3.3 Diferencia de niveles

Es la diferencia de niveles correspondiente a un valor  $\frac{T}{T_0}$  de referencia del tiempo de reverberación de la sala de recepción.

Esta magnitud se designa por  $D_{nT}$  y viene dada por la expresión:

$$D_{nT} = D + 10 \text{ Log } (T/T_0) \text{ dB} \quad \dots\dots(3)$$

donde:

D es la diferencia de niveles;

T es el tiempo de reverberación de la sala de recepción;

$T_0$  es el tiempo de reverberación de referencia.

Para las viviendas  $T_0$  viene dado por:  $T_0 = 0,5\text{s} \quad \dots\dots(4)$

## NOTAS

- 1 La normalización de la diferencia de niveles en relación al tiempo de reverberación de 0,5s, tiene en cuenta el hecho de que, para las habitaciones amobladas se ha encontrado que el tiempo de reverberación es, casi independientemente del volumen igual a 0,5s para todas las frecuencias. Con esta normalización,  $D_{nT}$  depende de la dirección de la transmisión acústica si las dos piezas tienen volúmenes diferentes.
- 2 La normalización de la diferencia de niveles en relación a un tiempo de reverberación de la sala de recepción igual a  $T_0 = 0,5s$ , es equivalente a la normalización de la diferencia de niveles en relación con un área de absorción equivalente de:

$$A_0 = 0,32 V$$

donde:

$A_0$  es el área de absorción equivalente en metros cuadrados;

$V$  es el volumen de la sala de recepción, en metros cúbicos.

### 3.4 Índice de aislación acústica aparente: pérdida de transmisión aparente

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia acústica  $W_1$  incidente sobre un divisorio en ensayo y la potencia acústica total  $W_3$  transmitida en la sala de recepción. Esta magnitud se designa por  $R'$  y viene dada por la siguiente expresión:

$$R' = 10 \text{ Log } (W_1/W_3) \text{ dB} \quad \dots\dots(5)$$

En general, la potencia acústica transmitida, en la sala de recepción es la suma de las potencias siguientes:

$W_{Dd}$ , potencia recibida directamente por el divisorio y radiada directamente por éste.

$W_{Df}$ , potencia recibida por el divisorio y radiada por los elementos de construcción de los flancos.

$W_{Fd}$ , potencia recibida por los elementos de construcción de los flancos y radiada directamente por el divisorio.

$W_{Ff}$ , potencia recibida por los elementos de construcción de los flancos y radiados por elementos de construcción también de los flancos.

$W_1$ , potencia transmitida (en forma de ruido aéreo) a través de puentes acústicos, elementos de ventilación, etc.

También, en este caso, si se supone campo difuso en las dos salas, el índice de aislación acústica aparente puede valorarse mediante la siguiente expresión:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \text{ Log } (S/A) \text{ dB} \quad \dots\dots(6)$$

donde:

$S$  es el área de la muestra;



A es el área de absorción equivalente de la sala de recepción; está relacionada con la potencia acústica incidente sobre el divisorio común, como en la ecuación (3) cualesquiera que sean las condiciones reales de transmisión.

En el caso de la evaluación de  $R'$  para una puerta,  $S$  es el área de abertura en la cual está montada la puerta, incluido su bastidor. Se debe demostrar que la transmisión a través de las otras partes del muro soporte es despreciable.

En el caso de locales contiguos y superpuestos,  $S$  es el área de la porción de pared común a los dos locales; no obstante, si este área común es inferior a  $10 \text{ m}^2$ , el valor de  $S$  a introducir en la ecuación (6) será  $10 \text{ m}^2$  pero los resultados de la medición no deben utilizarse para comparaciones con resultados obtenidos por mediciones de laboratorio.

#### NOTA

En el índice de aislación acústica aparente, la potencia transmitida a la sala de recepción está relacionada a la potencia incidente sobre el elemento constructivo común, independientemente de las condiciones reales de transmisión.

El índice de aislación acústica aparente es independiente de la dirección de medición entre los dos locales, si los campos son difusos en ambos.

## 4 EQUIPO

El equipo debe permitir el cumplimiento de las especificaciones del capítulo 6.

## 5 DISPOSICIONES PARA EL ENSAYO

Para los ensayos "in situ", no es posible normalizar el área de la muestra ni el volumen y la forma de los locales:

Las mediciones realizadas entre locales vacíos, de iguales dimensiones, deberían efectuarse preferentemente con difusores en cada local. Si se utilizan elementos difusores, deben estar suficientemente aislados de la construcción, colocándolos sobre amortiguadores elásticos por ejemplo.

## 6 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y VALORACION

### 6.1 Producción del campo acústico en la sala de emisión.

El sonido producido en la sala de emisión, debe ser estable y tener un espectro continuo en el intervalo de frecuencias considerado. Pueden utilizarse filtros con una anchura de banda de al menos un tercio de octava.

Si la fuente sonora está constituida por varios altavoces que funcionan simultáneamente, estos deben montarse en una caja cuya dimensión máxima no sobrepase  $0,70 \text{ m}$ . Los altavoces deben alimentarse en fase.

La fuente de ruido debe estar colocada de manera que produzca un campo lo más difuso posible y a una distancia tal de la muestra que la radiación directa sobre ésta no sea predominante.

## 6.2 Medición del nivel medio de presión acústica

El nivel medio de presión acústica puede medirse utilizando un cierto número de posiciones fijas de micrófono o un micrófono en movimiento continuo con integración de  $p^2$ .

Cuando, para una banda de frecuencias cualquiera, el nivel de presión en la sala de recepción sobrepase en menos de 10 dB el nivel de ruido de fondo, se debe medir este último justo antes y después de la medición del nivel de presión debido a la fuente de ruido, y corregir según los valores dados en la tabla 1.

Tabla 1

Correcciones del nivel de presión acústica  
por el efecto del ruido

Diferencia entre nivel de presión acústica medido con la fuente de ruido funcionando y el debido solamente al ruido de fondo.	Corrección a sustraer del nivel de presión acústica medido con la fuente de ruido en funcionamiento para obtener el nivel de presión acústica debido solamente a la fuente de ruido.
---	--

dB	dB
3	3
4 a 5	2
6 a 9	1

Las correcciones que se dan más arriba, si son necesarias, deben efectuarse sobre las lecturas individuales.

Si la diferencia es inferior a 3 dB, es decir, si el nivel de presión acústica  $L_2$  es inferior al nivel del ruido de fondo, no se puede determinar un valor preciso de  $L_2$ .

## 6.3 Intervalo de frecuencias de las mediciones

El nivel de presión debe medirse utilizando filtros de banda de octava o de tercio de octava. Las características de los filtros deben estar de acuerdo con la norma IEC 225.

Deben utilizarse filtros de banda de tercio de octava que contemplen, como mínimo, las frecuencias centrales siguientes, en hertz.

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1000	1250
1600	2000	2500	3150		

Si se utilizan filtros de banda de octava, se debe utilizar como mínimo un conjunto que comience por la frecuencia media de 125 Hz y termine en 2000 Hz.

#### 6.4 Medición y evaluación del área de absorción equivalente

El término corrector de la ecuación (6) que contiene el área de absorción equivalente, puede evaluarse preferentemente a partir del tiempo de reverberación medido según la norma ISO 354 y valorarse utilizando la fórmula de Sabine:

$$A = (0,163 V/T) \quad \dots\dots(7)$$

donde:

A es el área de absorción equivalente, en metros cuadrados.

V es el volumen de la sala de recepción, en metros cúbicos.

T es el tiempo de reverberación en segundos.

Otro método para determinar el área de absorción equivalente, consiste en medir el nivel medio de presión acústica producido por una fuente suficientemente estable, cuya potencia acústica se conoce.

#### 6.5 Método de Medición

Cada laboratorio debe determinar un procedimiento operativo normal conforme a la presente norma.

Los factores que afectan la repetibilidad de las mediciones, son los siguientes:

El número y las dimensiones de los elementos difusores.

La posición de la fuente sonora.

Las distancias mínimas entre el micrófono y la fuente sonora y entre el micrófono y las paredes de la sala en lo que concierne al campo próximo.

El número de posiciones del micrófono o en el caso de un micrófono móvil, la trayectoria del micrófono.

El tiempo de promediado de los niveles.

El método de determinación del área de absorción equivalente, requiere un número de lecturas rápidas de cada posición.

#### 7 PRECISION

Se requiere que el método de medición dé una repetibilidad satisfactoria. Para el equipo y, en ciertos casos, para el conjunto de las condiciones de medición, esta repetibilidad puede determinarse conforme al método dado en la norma ISO 140/II.

Se recomienda que diferentes laboratorios del mismo país efectúen periódicamente mediciones comparativas sobre la misma muestra para controlar la repetibilidad y la reproducibilidad de sus procedimientos operativos.

## 8 EXPRESION DE LOS RESULTADOS

Para la presentación de los resultados del ensayo, el índice de aislación acústica aparente  $R'$  de la muestra y/o la diferencia de niveles, normalizado  $D_{nT}$  entre los dos locales, pueden darse para todas las frecuencias de medición, en forma de Tabla y/o de curva. Para los gráficos, con los niveles en decibeles en función de la frecuencia en escala logarítmica, la longitud correspondiente a una relación de frecuencias 10:1 debe ser igual a la longitud tomada para 10 dB, 25 dB ó 50 dB en el eje de ordenadas.

## 9 INFORME DEL ENSAYO

En relación a la presente norma, el informe del ensayo debe contener las indicaciones siguientes:

- a) Nombre del laboratorio que ha efectuado las mediciones;
- b) Fecha del ensayo;
- c) Descripción del tipo de construcción del edificio y del dispositivo de ensayo;
- d) Volumen de cada uno de los locales;
- e) Tipo de ruido y filtros utilizados;
- f) Índice de aislación aparente  $R'$  de la muestra o la diferencia de niveles normalizada  $D_{nT}$  entre las dos piezas, en función de la frecuencia;
- g) Area S utilizada para la evaluación de  $R'$ ;
- h) Breve descripción de los detalles del procedimiento operativo y del equipo (véase el apartado 5.5);
- i) Límite de la medición en el caso de que el nivel de presión acústica no sea medible en ciertas bandas a causa del ruido de fondo (acústico o eléctrico);
- j) Transmisiones laterales, si se miden bajo la misma forma que  $R'$ . Hay que indicar lo más claramente posible las fracciones de la potencia acústica transmitida que son atribuibles a las diversas pérdidas laterales medidas.
- k) Factor de pérdida total  $n_{total}$ , si se ha medido en todas las frecuencias de medición, en forma de una tabla y/o de una curva.

Para la evaluación de un índice único de la curva  $R'(f)$  véase la norma ISO R/717.

## 10 NORMAS PARA CONSULTA

IEC 225 - Filtros de bandas de octava, de media octava y de tercios de octava, empleados en el análisis de ruidos y vibraciones.

ISO 140/II - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Especificaciones relativas a la fidelidad.

ISO 140/III - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición en laboratorio de aislación al ruido aéreo de los elementos constructivos.

ISO 140/V - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición "in situ" de aislación al ruido aéreo de las fachadas y de los elementos que la componen.

ISO/R 354 - Medición de coeficientes de absorción en cámara reverberante.

ISO/R 717 - Evaluación de aislación acústica de las habitaciones.

## Parte 5

### 0 INTRODUCCION

La finalidad de la presente norma es dar métodos de medición de las propiedades de aislación acústica de una fachada en relación a un ruido exterior, tal como ruido de tráfico, permitiendo así asegurar que las construcciones cumplan las condiciones acústicas deseadas para el interior de los edificios.

Dar métodos aplicables "in situ" para determinar si las fachadas son conforme a las especificaciones de los edificios y para buscar donde se producen errores en la construcción de fachadas.

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

La presente norma especifica los métodos aplicables "in situ", para medir las propiedades de aislación acústica de las fachadas, en determinadas condiciones acústicas, y la determinación de la protección aportada a los ocupantes por la fachada del edificio.

NOTA: Las mediciones en laboratorio de los elementos de las fachadas se tratan en la norma ISO 140/3

La muestra debe estar situada en la pared exterior (por ejemplo en el caso de una ventana) o bien lo constituye la propia pared exterior (por ejemplo, una fachada completa).

Para determinar las condiciones acústicas existentes, las mediciones deben efectuarse, preferentemente, conforme al capítulo 2 con ruido de tráfico (ruido con direcciones de incidencia e intensidad variable).

Para ensayar las propiedades de aislación acústica de las fachadas, las mediciones pueden realizarse igualmente conforme al capítulo 3 con ruido de altavoces (ruido direccional).

Sin embargo, teniendo en cuenta las diferencias en la naturaleza de los ruidos incidentes, no se pueden esperar resultados totalmente idénticos por los dos métodos.

### 2 MEDICION CON UN RUIDO DE CIRCULACION

#### 2.1 Principio

Si el sonido incide en la muestra siguiendo direcciones diferentes con una intensidad variable, como por ejemplo el ruido de tráfico en calles de circulación intensa, el índice de aislación se obtiene a partir de los niveles de presión sonora continuos equivalentes medidos en función de la frecuencia, a los dos lados de la muestra. Esta magnitud se designa por  $R_{tr}$  y su fórmula es:

$$R_{tr} = L_{eq,1} - L_{eq,2} + 10 \text{ Log } S/A \text{ dB} \quad \dots(1)$$

Donde:

$L_{eq,1}$  es el nivel sonoro continuo equivalente, a 2 m de la cara de muestra, comprendiendo el efecto de reflexión de ésta;

$L_{eq,2}$  es el nivel de presión equivalente en la sala de recepción promediado en todo el local;

S es el área de la muestra;

A es el área de absorción equivalente de la sala de recepción.

NOTA - La ecuación (1) es aplicable cuando la línea de tráfico es suficientemente larga y recta para asegurar una distribución suficientemente uniforme del ruido incidente. Cuando el ángulo de elevación (observado desde el punto de distancia mínima entre la muestra y la línea de tráfico) sea superior a 20°, existirá predominio de los ángulos de incidencia oblicua y los resultados pueden diferir de los obtenidos a nivel del suelo en la medida en que el índice de aislación acústica de la muestra dependa del ángulo de incidencia. Cuando el ángulo de elevación sobrepase los 50°, no se debe utilizar la ecuación (1).

En el caso en que se exija medir la protección aportada por la fachada independientemente de su construcción y su superficie, o su posición en relación con las fuentes de ruido, se utilizará la diferencia de niveles normalizada  $D_{nT,tr}$ , definida por la fórmula:

$$D_{nT,tr} = L_{eq,1} - L_{eq,2} + 10 \text{ Log } T/T_0 \text{ dB} \quad \dots(2)$$

donde:

T es el tiempo de reverberación medido en la sala de recepción;

$T_0$  es el tiempo de reverberación de referencia, 0,5 s para las viviendas.

## 2.2 Equipo

El equipo debe permitir el cumplimiento de las especificaciones del apartado 2.4.

## 2.3 Disposiciones para el ensayo

Para los ensayos "in situ" no es posible normalizar el área de la muestra ni el volumen y la forma de la sala de recepción.

## 2.4 Procedimiento operativo y evaluación

**2.4.1 Producción del campo acústico.** Se utiliza como ruido de excitación el ruido de tráfico existente, incidente sobre la muestra.

**2.4.2 Medición de los niveles sonoros continuos equivalentes.** El nivel sonoro continuo equivalente  $L_{eq}$  se define por la fórmula:

$$L_{eq} = 10 \text{ Log} [(1/T_i \int_0^{T_i} p^2(t) dt) / p_0^2] \text{ dB} \quad \dots(3)$$

donde:

$p(t)$  es la presión acústica en función del tiempo;

$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$  es la presión de referencia;

$T_i$  es el tiempo de integración.

$L_{eq}$  puede determinarse por un procedimiento de integración apropiado o (aproximadamente) por medio de un análisis de distribución del ruido conforme a la norma ISO R/1966.

Para considerar las posibles fluctuaciones del ruido de tráfico, los niveles sonoros continuos equivalentes  $L_{eq,1}$  y  $L_{eq,2}$  deben medirse simultáneamente a ambos lados de la muestra, por ejemplo registrando las señales de ruido con un grabador magnetofónico de dos pistas y evaluando las dos señales dentro de los mismos intervalos de tiempo.

Para la determinación del nivel de presión equivalente  $L_{eq,1}$ , el micrófono debe situarse aproximadamente a 2 m de la muestra.

**2.4.3 Intervalo de frecuencias.** El nivel de presión debe medirse utilizando filtros de banda de octava o de tercio de octava. Las características de atenuación de los filtros deben estar de acuerdo con la norma IEC 225.

Deben utilizarse filtros de banda de tercio de octava que tengan como mínimo las siguientes frecuencias centrales, en hertz.

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1000	1250
1600	2000	2500	3150		

Si se emplean filtros de banda de octava, deben utilizarse como mínimo un conjunto que comience por la frecuencia central media de 125 Hz y acabe en 2000 Hz.

**2.4.4 Medición y valoración del área de absorción equivalente.** El término corrector de la ecuación (3) que contiene el área de absorción equivalente puede valorarse preferentemente a partir del tiempo de reverberación, medido según a norma ISO 354 y evaluado utilizando la fórmula de Sabine:

$$A = 0,163 V / T \quad \dots (4)$$

donde:

A es el área de absorción equivalente, en metros cuadrados;

V es el volumen de la sala de recepción, en metros cúbicos;

T es el tiempo de reverberación, en segundos.

Otro método para evaluar el área de absorción equivalente consiste en medir el nivel medio de presión acústica producido por una fuente suficientemente estable de la que se conoce su potencia acústica.

2.4.5 Método de medición. Cada laboratorio de medición debe determinar un método de medición conforme a la presente norma.

Los factores que afectan a la repetibilidad de las mediciones son las siguientes:

En el exterior:

- La (o las) fuente (s) de ruido de circulación.
- La posición del micrófono en relación a la muestra.

En el interior:

- La distancia mínima entre el micrófono y las paredes de la sala y sobre todo la muestra, en lo que se refiere al campo próximo;

- El número de posiciones del micrófono;
- El tiempo de promediado de los niveles;

- El método de determinación del área de absorción equivalente, que comprenda un número de lecturas rápidas en cada posición.

## 2.5 Precisión

Se requiere que el método de medición dé una repetibilidad satisfactoria. Para el instrumental y en determinados casos; para el conjunto de las condiciones de medición, esta repetibilidad puede determinarse conforme al método especificado en la norma ISO 140/II.

Se recomienda que, del mismo país, diferentes laboratorios efectúen periódicamente mediciones comparativas sobre la misma muestra a fin de comprobar la repetibilidad y reproducibilidad de sus procedimientos operatorios.

## 2.6 Expresión de los resultados

Para aislación acústica a ruido aéreo de la muestra, debe darse el índice de aislación acústica  $R_{tr}$ , para todas las frecuencias de medición bajo forma de tabla y/o de curva.

Para los gráficos, con los niveles en decibeles, en función de la frecuencia en escala logarítmica, la longitud correspondiente a una relación de frecuencias 10:1 debe ser igual a la longitud tomada para 10 dB, 25 dB ó 50 dB en escala de ordenadas.

## 2.7 Informe del ensayo

En relación a la presente norma, el informe del ensayo debe contener las siguientes indicaciones:

- a) Nombre del laboratorio que ha realizado las mediciones;
- b) Fecha del ensayo;



- c) Descripción de la muestra, si es posible con croquis de la sección y detalles del montaje;
- d) Indicación del estado de circulación y nivel sonoro continuo equivalente  $L_{eq,1}$ ;
- e) Plano conveniente del edificio, que describa la posición de la muestra en relación al flujo de tráfico;
- f) Volumen y el área de absorción equivalente de la sala de recepción;
- g) Método aplicado para determinar los niveles sonoros continuos equivalentes comprendiendo los intervalos de tiempo utilizados y, en el caso de un análisis de distribución del ruido, al ancho de clase utilizado;
- h) Tipo de filtros utilizados;
- i) Índice de aislación acústica  $R_{tr}$  de la muestra, o diferencia de niveles normalizada  $D_{nT,tr}$  en función de la frecuencia, según el caso;
- j) Área utilizada para la evaluación de  $R_{tr}$ ;
- k) Breve descripción de los detalles de los aparatos y del método de medición (2.4.5).

### 3 MEDICION CON RUIDO DE ALTAVOZ

#### 3.1 Principio

El altavoz está situado en el exterior del edificio a una distancia conveniente de la muestra. El sonido incide sobre ésta principalmente en una sola dirección.

El índice de aislación acústica determinado por éste método se designa por  $R_\theta$  y viene dado por la expresión:

$$R_\theta = L'_1 - L_2 + 10 \text{ Log } (4S \cos \theta / A) \text{ dB} \quad \dots(5)$$

donde:

$L'_1$  es el nivel medio de presión acústica inmediatamente en frente de la muestra, sin el efecto de reflexión de aquella (ver 3.4.2);

$\theta$  es el ángulo de incidencia (ángulo formado por la recta que une el altavoz y el centro de la muestra y la perpendicular a la superficie de la muestra);

$L_2$  es el nivel medio de presión acústica en la sala de recepción.

S es el área de la muestra

A es el área de absorción equivalente de la sala de recepción.

#### 3.2 Equipo

El equipo debe permitir el cumplimiento de las especificaciones del apartado 3.4.

#### 3.3 Disposiciones para el ensayo

Para los ensayos "in situ", no es posible normalizar la superficie de la muestra ni el volumen y la forma de la sala de recepción.

### 3.4 Modo operativo y evaluación

3.4.1 Producción del campo acústico. El sonido producido debe ser estable y tener un espectro continuo en el intervalo de frecuencias considerado. Se pueden utilizar filtros que tengan una amplitud de banda de al menos un tercio de octava.

La colocación del altavoz y su distancia a la muestra deben elegirse de tal manera que la muestra se excite tan uniformemente como sea posible. El altavoz debe colocarse tan próximo al suelo como sea posible y preferentemente sobre el suelo.

Las diferencias del nivel de presión acústica sobre la superficie de la muestra no deben sobrepasar 5 dB.

Las mediciones deben efectuarse para un ángulo de incidencia de 45°. Otros ángulos entre la serie 0°, 15°, 30°, 60° y 75° pueden utilizarse complementariamente a 45°.

3.4.2 Medición de los niveles medios de presión acústica. Se obtiene el nivel medio de presión acústica  $L_p$  a partir de la radiación sonora del altavoz en campo libre (es decir, en ausencia de objetos reflectantes). El micrófono debe situarse a la misma distancia del altavoz que estará la superficie de la muestra. Se debe tomar la media de los niveles de presión acústica sobre una superficie que corresponda al área de la muestra. A excepción del efecto de reflexión de la muestra la medición deberá efectuarse bajo la mismas condiciones acústicas que las existentes durante la medición real de la muestra. Esta medición puede considerarse como calibrado del altavoz.

NOTA - Si existe un balcón enfrente de la muestra, la medición no dará el índice de atenuación de la muestra sola, sino más bien la protección acústica combinada ofrecida por la muestra y el balcón para el ángulo de incidencia dado.

La radiación acústica del altavoz no debe cambiar entre el calibrado y la medición de la aislación acústica.

NOTA - Esto puede controlarse colocando el micrófono a una distancia aproximadamente de 1 m del altavoz en el eje de radiación o midiendo la intensidad de alimentación del altavoz.

El nivel de presión acústica de la sala de recepción debe ser una media espacio-temporal. Esta media se obtiene utilizando un cierto número de posiciones fijas del micrófono, o un micrófono móvil con un sistema de integración de  $p^2$ . Las posiciones del micrófono deben situarse fuera del campo próximo de la muestra.

Cuando, para una banda cualquiera de frecuencias, el nivel de presión acústica en la sala de recepción sobrepasa en menos de 10 dB el nivel de ruido de fondo, debe medirse este último justo antes y después de la medición del nivel de presión acústica debido a la fuente de ruido y corregir según los valores citados en la tabla 1, que aparece en la Parte IV, punto 6.2, de la presente norma.

Las correcciones, si son necesarias, deben efectuarse sobre las lecturas individuales.

Si la diferencia es inferior a 3 dB, es decir, si el nivel de presión acústica  $L_2$  es inferior al nivel del ruido de fondo no se puede determinar un valor preciso de  $L_2$ .

**3.4.3 Intervalo de frecuencias de las mediciones.** Ver apartado 2.4.3

**3.4.4 Medición y evaluación de área de absorción equivalente.** Para el término corrector de la ecuación (5) que contiene el área de absorción equivalente, ver apartado 2.4.4

**3.4.5 Método de medición.** Cada laboratorio de medición debe determinar un método de medición conforme a la presente norma.

Los factores que afectan la repetibilidad de la medición son los siguientes:

En el exterior:

- La posición del altavoz con relación a la muestra;
- La directividad del altavoz;
- El ángulo de incidencia;
- El calibrado del altavoz.

En el interior:

- Las distancias mínimas entre el micrófono y los límites de la sala y sobre todo de la muestra, en lo que se refiere al campo próximo;
- El número de posiciones del micrófono o, en el caso de un micrófono móvil, la trayectoria del micrófono;
- La duración del promediado de los niveles;
- El método de determinación del área de absorción equivalente, que comprende un número de lecturas repetidas en cada posición.

### **3.5 Precisión**

Ver apartado 2.5

### **3.6 Expresión de los resultados**

Para la aislación acústica a ruido aéreo de la muestra debe darse el índice de aislación  $R_0$  en todas las frecuencias de medición, bajo la forma de tabla y/o de curva. Para los gráficos, con los niveles en decibeles en función de la frecuencia en escala logarítmica, la longitud que corresponde a una relación de frecuencias 10:1 debe ser igual a la longitud tomada para 10 dB, 25 dB, ó 50 dB en ordenadas.

Debe indicarse el ángulo de incidencia, por ejemplo  $R_{45}$ .

### 3.7 Informe del ensayo

En relación a la presente norma el informe del ensayo debe contener las siguientes indicaciones:

- a) Nombre del laboratorio que ha realizado las mediciones;
- b) Fecha del ensayo;
- c) Descripción de la muestra, si es posible con un croquis de la sección y detalles del montaje;
- d) Plano conveniente del edificio describiendo la posición de la muestra;
- e) Volumen y área de absorción equivalente de la sala de recepción;
- f) Disposición del altavoz: el ángulo de incidencia  $\theta$  así como la posición del altavoz con relación a la muestra (es decir la altura de la muestra, la distancia del altavoz a la fachada y el desplazamiento lateral o el ángulo de elevación  $\varphi$  y el ángulo azimut  $\beta$ ).
- g) Tipo de ruido y de filtros utilizados;
- h) Índice de aislación acústica  $R_{\theta}$  de la muestra en función de la frecuencia;
- i) Área  $S$  utilizada para la evaluación de  $R_{\theta}$ ;
- j) Breve descripción de los detalles del procedimiento operativo y del equipo (ver apartado 3.4.5)

### 4 NORMAS PARA CONSULTA

IEC 225 - Filtros de banda de octava, de media octava y de tercios de octava, empleados en el análisis de ruidos y de vibraciones.

ISO R/1966 - Valoración del ruido en función de la reacción de la comunidad.

ISO 140/II - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Especificaciones relativas a la precisión.

ISO 140/III - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición en laboratorio de aislación al ruido aéreo de los elementos constructivos.

ISO/R 354 - Medición de coeficientes de absorción en cámara reverberante.

## Parte 6

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

La presente norma especifica un método de medición en laboratorio de los ruidos de impacto a través de los suelos mediante una máquina de impactos normalizada.

Los resultados obtenidos pueden utilizarse para comparar la aislación acústica de los suelos y para clasificarlos según su aislación.

NOTAS:

- 1 Las mediciones en laboratorio de la reducción de la transmisión del ruido de impacto por los revestimientos sobre el suelo normalizado se trata en la norma ISO 140/VIII.
- 2 Las mediciones "in situ" de aislación al ruido de impacto de los suelos se tratan en la norma ISO 140/VII.

## 2 DEFINICIONES

### 2.1 Nivel medio de presión acústica en una habitación

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente de los cuadrados de la presión sonora promediada en el espacio y en el tiempo, tomándose la media espacial en todo el volumen del recinto, con excepción de las zonas en que la radiación directa de la fuente o el campo próximo de las paredes, techo, etc. tienen una influencia notable. Esta magnitud se designa  $L$  y viene dada por la siguiente expresión:

$$L = 10 \text{ Log } [(P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2) / nP_0^2] \text{ dB} \quad \dots\dots(1)$$

donde

$P_1, P_2, \dots, P_n$  son las presiones acústicas eficaces tomadas en  $n$  puntos diferentes del recinto;

$P_0 = 20 \text{ } \mu\text{Pa}$  es la presión acústica de referencia.

### 2.2 Nivel de presión acústica del ruido de impacto

Es el nivel medio de presión acústica en una banda de frecuencias dada en la sala de recepción, cuando el suelo en ensayo está excitado por la fuente de ruido de impacto normalizado. Esta magnitud se designa por  $L_i$

### 2.3 Nivel de presión acústica del ruido de impacto normalizado

Es el nivel de presión del ruido de impacto aumentado por un término correctivo expresado en decibeles, igual a diez veces el logaritmo decimal de la relación del área de absorción equivalente medida  $A$ , de la sala de recepción, al área de absorción equivalente de referencia  $A_0$ . Esta magnitud se designa por  $L_n$  y viene dada por la siguiente expresión:

$$L_n = L_i + \text{Log } (A/A_0) \text{ dB} \quad \dots\dots(2)$$

donde  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ .

En todos los casos en lo que no se está seguro de que los resultados se obtienen sin transmisiones laterales, el nivel de presión del ruido de impacto normalizado se representa por  $L'n$ .

### 2.4 Atenuación acústica bruta (mejora de aislación a los ruidos de impacto).

Es la diferencia entre los niveles medios de presión acústica en la sala de recepción antes y después de la instalación de, por ejemplo, un revestimiento del suelo (ver ISO 140/VIII)

Esta magnitud se representa por  $\Delta L$ .

### 3 EQUIPO

El ruido de impacto normalizado se produce por una máquina de impactos construida de acuerdo con las especificaciones siguientes. Los demás instrumentos deben respetar las especificaciones del capítulo 5.

La máquina de choques debe tener cinco martillos en fila, siendo la distancia entre los martillos extremos de unos 400 mm aproximadamente.

El intervalo de tiempo entre dos choques sucesivos debe ser de  $100 \pm 5$  ms. La masa de cada martillo debe ser de 0,5 Kg ( $\pm 2,5\%$  aproximadamente).

La caída de un martillo sobre un suelo plano debe ser equivalente respecto al momento que una caída libre, sin rozamiento, de 40 mm ( $\pm 2,5\%$  aproximadamente).

La cabeza del martillo que golpea el suelo, debe ser un cilindro de latón o de acero de 3 cms. de diámetro, con una extremidad esférica cuyo radio tenga alrededor de 50 cms.

Especialmente y en caso de un revestimiento de suelo frágil, también se pueden utilizar martillos en los que la superficie que golpea el suelo esté recubierta por una capa de caucho cuyas dimensiones, composición y vulcanización se especifican a continuación:

- Un martillo con revestimiento de caucho debe ser geoméricamente idéntico a un martillo de latón o de acero sin revestimiento. La parte de cada martillo situada bajo un plano de sección recta, cuya distancia en el punto más bajo de la extremidad esférica sea de 5 mm, debe estar formada por caucho que responda a las especificaciones de la tabla 2.

Tabla 2

Especificaciones del caucho para el revestimiento de los martillos de la máquina de impactos

Composición	Partes
Caucho natural	100
Oxido de zinc	15
Acido esteárico	2
Negro de carbono EPC	40
Fenil betanaftilamina	1
Disulfuro de benzotiazilo-2,2	1,2
Difenil guanidina	0,4
Azufre	3

Vulcanización: 45 min a 142°C (2,9 bar)

De este modo la capa de caucho tiene una superficie plana y otra curva y su espesor máximo es de 5 mm. Esto debe pegarse o vulcanizarse sobre el metal.

La distancia entre los soportes de la "máquina de impactos" y la fila de martillos debe ser al menos igual a 100 mm.

#### 4 DISPOSICIONES PARA EL ENSAYO

##### 4.1 Sala de recepción

La instalación del laboratorio de ensayo deberá estar de acuerdo con la norma ISO 140/I.

##### 4.2 Muestra

La dimensión de la muestra se determina por la dimensión de la abertura de ensayo tal como se define en la norma ISO 140/I, es decir, comprendida entre 10 m<sup>2</sup> y 20 m<sup>2</sup>, con la longitud más corta de arista para las paredes y los suelos de al menos 2,30 m. Las dimensiones de la muestra de suelo y los elementos que comprende esta muestra deben estar lo más próximos que sea posible a las dimensiones reales.

#### NOTA:

La muestra debería instalarse, preferentemente, de manera lo más idéntica posible a la construcción real con una reproducción exacta de las uniones y unas condiciones de sellado normales en el reborde y en las juntas, del interior de la muestra. Las condiciones de montaje deben precisarse en el informe del ensayo.

En los laboratorios en los que se suprime la radiación a través de elementos laterales, el ruido transmitido por cualquier vía indirecta debe ser despreciable comparada con el sonido transmitido a través de la muestra.

#### 5 PROCEDIMIENTO OPERATORIO Y EVALUACION

##### 5.1 Producción del campo acústico

El ruido de impacto debe producirse por medio de una máquina de impactos (ver capítulo 3). Para la posición de la máquina ver apartado 5.5.

##### 5.2 Medición del nivel de presión acústica del ruido de impacto

El nivel de presión acústica del ruido de impacto en la sala de recepción debe ser una media espacio-temporal que puede obtenerse utilizando un cierto número de posiciones fijas del micrófono, o con ayuda de un micrófono móvil con integración de p<sup>2</sup>.

El aparato indicador debe estar concebido para dar los valores eficaces de la presión acústica o los niveles de presión correspondientes. Si se utiliza un sonómetro, debe estar de acuerdo con la norma IEC 179 relativa a los sonómetros de precisión.

Se recomienda utilizar la respuesta lenta. El equipo de medición completo, incluido el micrófono, debe ajustarse antes de cada serie de mediciones para permitir obtener valores absolutos del nivel de presión acústica.

Para los sonómetros calibrados en un campo acústico de ondas progresivas planas, debe aplicarse una corrección de campo difuso. Véase la norma IEC 179.

Cuando, en una banda cualquiera de frecuencias, el nivel de presión acústica en la sala de recepción sea superior en menos de 10 dB al nivel de ruido de fondo, hay que medir este último antes y después de la medición del nivel de presión acústica de la fuente de ruido, y hay que aplicar las correcciones conforme a la tabla 1, que aparece en la Parte IV, punto 6.2 de la presente Norma.

Las correcciones, si son necesarias, deben efectuarse sobre las lecturas individuales.

Si la diferencia es inferior a 3 dB, es decir, si el nivel de presión acústica del ruido de impacto es inferior al nivel del ruido de fondo, no se puede determinar un valor preciso del nivel de presión del ruido de impacto.

En el caso en que la aislación al ruido de impacto sea importante con relación a la aislación al ruido aéreo, el ruido aéreo producido en la sala de emisión por la máquina de impactos puede transmitirse a la sala de recepción, a un nivel más alto que el ruido de impacto transmitido. Midiendo el nivel de presión acústica del ruido aéreo en el local superior y la aislación al ruido aéreo entre los dos locales en los dos lados del suelo, se puede calcular el nivel de ruido de impacto mínimo medible.

### 5.3 Intervalo de frecuencias de las mediciones

El nivel de presión debe medirse utilizando filtros de banda de octava o de tercio de octava. Las características de atenuación de los filtros deben estar de acuerdo con la norma IEC 225. Deben utilizarse filtros de banda de tercio de octava que tengan como mínimo las siguientes frecuencias centrales, en hertz.

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1000	1250
1600	2000	2500	3150		

Si se emplean filtros de banda de octava, deben utilizarse como mínimo un conjunto que comience por la frecuencia central media de 125 Hz y acabe en 2000 Hz.

### 5.4 Medición y evaluación del área de absorción equivalente

El término correctivo de la ecuación (2) que comprende el área de absorción equivalente puede valorarse, preferentemente a partir del tiempo de reverberación, medido conforme a la norma ISO 354 y calculado utilizando la fórmula de Sabine:

$$A = (0,163 V/T) \dots\dots(4)$$

donde:

A es el área de absorción equivalente, en metros cuadrados.



V es el volumen de la sala de recepción, en metros cúbicos.

T es el tiempo de reverberación en segundos.

Otro método para determinar el área de absorción equivalente, consiste en medir el nivel medio de presión acústica producido por una fuente suficientemente estable, cuya potencia acústica se conoce.

### 5.5 Emplazamiento de la máquina de impactos

La máquina debe colocarse al menos en cuatro lugares diferentes sobre el suelo de ensayo. Pueden ser necesarios emplazamientos complementarios en caso de suelo anisotrópico (con nervaduras, vigas, etc.). La fila de martillos debe orientarse a 45° con respecto a las vigas o nervaduras. La distancia entre la máquina de impactos y las paredes debe ser al menos de 0,5m.

Si la máquina de impactos se coloca sobre una capa muy elástica, puede ser necesario interponer calzos rígidos bajo los soportes para asegurar una altura de caída de los martillos de 40 mm.

### 5.6 Método de Medición

Cada laboratorio de medición debe determinar un modo operatorio que esté conforme con la presente norma.

Los factores que afectan la repetibilidad son los siguientes:

- El número y las dimensiones de los elementos difusores;
- Los emplazamientos de la máquina de impactos;
- La distancia mínima comprendida entre el micrófono y las paredes de la sala en lo que refiere al campo próximo;
- El número de posiciones del micrófono o, en el caso de un micrófono móvil, la trayectoria del mismo;
- El tiempo de promediado de los niveles;
- El método de determinación del área de absorción equivalente, lo que conduce a una repetición de lecturas para cada posición.

## 6 PRECISION

Es necesario que el método de medición dé una repetibilidad satisfactoria. Esta repetibilidad puede determinarse conforme al método dado en la norma ISO 140/II y debe controlarse de vez en cuando, particularmente si se producen cambios en el procedimiento o instrumentación.

NOTA: En la norma ISO 140/II se dan unas especificaciones numéricas experimentales para la repetibilidad.

## 7 EXPRESION DE LOS RESULTADOS

Para expresar la aislación al ruido de impacto de la muestra, el nivel de presión acústica del ruido de impacto normalizado debe darse para todas las frecuencias, preferentemente en forma de curva.

Hay que indicar, sobre cada gráfico o cada tabla, la anchura de banda utilizada para la medición y para la expresión de los resultados. Si se hace una transposición de los resultados de bandas de tercio de octava en octavas, el gráfico o la tabla de los resultados debe llevar la mención: Niveles en bandas de octava calculados a partir de mediciones hechas en bandas de tercio de octava.

Para los gráficos que den los niveles en decibeles en función de la frecuencia llevada sobre una escala logarítmica, la longitud correspondiente a una relación de frecuencias 10:1 debe ser igual a la longitud que representa 10 dB, 25 dB ó 50 dB en ordenadas.

## 8 INFORME DEL ENSAYO

En relación a la presente norma el informe del ensayo debe contener las siguientes indicaciones:

- a) Nombre del laboratorio que ha efectuado las mediciones;
- b) Fecha del ensayo;
- c) Descripción de construcción del suelo y las condiciones de montaje, con una sección incluyendo las dimensiones y estructuras próximas;
- d) Volumen de sala de recepción;
- e) Tipo de filtros utilizados;
- f) El nivel de presión acústica del ruido de impacto normalizado, de la muestra en función de la frecuencia;
- g) Tipo de martillos utilizados (con o sin revestimiento de caucho);
- h) Descripción breve de los detalles del procedimiento operatorio y del equipo (ver apartado 5.6);
- i) Las limitaciones aportadas a la medición por el hecho de que el nivel de presión acústica no es medible en ciertas bandas a causa del ruido de fondo (acústico o eléctrico) transmitido.
- i) La transmisión lateral, si se mide, bajo la misma forma que  $L_n'$ . Debe establecerse lo más claramente posible qué proporción de ruido radiado está comprendido en la medición de la transmisión lateral.

Para deducir un índice de evaluación único de la curva  $L_n(f)$  ó  $L_n'(f)$ , consultar la norma ISO/R 717. Se debe establecer claramente que la evaluación se ha basado en un resultado obtenido con un método de laboratorio.

## 9 NORMAS PARA CONSULTA

IEC 179 - Sonómetros de precisión

IEC 225 - Filtros de bandas de octava, de media octava y de tercios de octava empleados en el análisis de ruidos y de vibraciones.

ISO 140/I - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Especificaciones relativas a los laboratorios.

ISO 140/II - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Especificaciones relativas a la precisión.

ISO 140/VII - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición "in situ" de aislación de suelos al ruido de impacto.

ISO 140/VIII - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición en laboratorio de la reducción de la transmisión de los ruidos de impacto por los revestimientos sobre forjado normalizado.

ISO/R 354 - Medición de coeficientes de absorción en cámara reverberante.

ISO/R 717 - Evaluación de aislación acústica de las habitaciones.

## Parte 7

### 0 INTRODUCCION

La finalidad de la presente norma es:

- Establecer un método de medición de aislación acústica al ruido de impacto entre dos locales en los edificios y, de este modo, comprobar si se han obtenido las condiciones acústicas deseadas.
- Establecer un método aplicable "in situ" para determinar si los elementos de construcción están de acuerdo con las especificaciones y comprobar si se han producido errores durante la construcción.

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

La presente norma especifica los métodos aplicables "in situ" para determinar las propiedades de aislación al ruido de impacto de los suelos entre dos locales, utilizando una máquina de impactos normalizada, y para determinar la protección aportada por los suelos a los ocupantes del edificio.

Se pueden utilizar los resultados obtenidos para comparar aislación al ruido de impacto entre dos locales y para comparar aislación real de impacto con las especificaciones.

Se utiliza el nivel de presión sonora del ruido de impacto normalizado (véase apartado 2.3) para la determinación de las propiedades de aislación al ruido de impacto de un elemento constructivo.

Se aplica el nivel de presión sonora del ruido de impacto normalizado (véase apartado 2.4) para la determinación de la protección aportada a los ocupantes del edificio.

NOTA: Las mediciones en laboratorio de aislación acústica de los suelos a los ruidos de impacto se tratan en la norma ISO 140/VI.

## 2 DEFINICIONES

### 2.1 Nivel medio de presión acústica en un local

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la media espacio-temporal de los cuadrados de las presiones acústicas y el cuadrado de la presión acústica de referencia, tomándose la media espacial en toda la extensión del local con excepción de las zonas donde la radiación directa de la fuente y el campo próximo de las paredes tienen una influencia notable.

Esta magnitud se designa  $L$  y viene dada por la expresión:

$$L = 10 \text{ Log } [(P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2) / nP_0^2] \text{ dB} \quad \dots\dots(1)$$

donde:

$P_1, P_2, \dots, P_n$  son las presiones acústicas eficaces tomadas en  $n$  puntos diferentes del recinto;

$P_0 = 20 \text{ } \mu\text{Pa}$  es la presión acústica de referencia.

### 2.2 Nivel de presión acústica del ruido de impacto

Es el nivel medio de presión acústica en una banda de frecuencias dada en la sala de recepción, cuando el suelo en ensayo está excitado por la fuente de ruido de impacto normalizado. Esta magnitud se designa por  $L_i$

### 2.3 Nivel de presión acústica del ruido de impacto normalizado

Es el nivel de presión acústica de ruido de impacto aumentado en un término correctivo expresado en decibeles, igual a diez veces el logaritmo decimal de la relación del área de absorción equivalente medición  $A$ , de la sala de recepción, al área de absorción equivalente de referencia  $A_0$ . Esta magnitud se designa por  $L_n$  y viene dada por la siguiente expresión:

$$L_n = L_i + \text{Log } (A/A_0) \text{ dB} \quad \dots\dots(2)$$

donde  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ .

### 2.4 Nivel de presión acústica del ruido de impacto "estandarizado".

Es el nivel de presión acústica del ruido de impacto  $L_i$ , disminuido en un término correctivo expresado en decibeles, igual a diez veces el logaritmo decimal de la relación del tiempo de reverberación  $T$  de la sala de recepción al tiempo de reverberación de referencia  $T_0$ .

Esta magnitud se designa por  $L'_{nT}$  y viene dada por la expresión:

$$L'_{nT} = L_i - 10 \text{ Log } (T/T_0) \text{ dB} \quad \dots\dots(3)$$

Para las habitaciones:  $T_0 = 0,5s$

#### NOTAS

1 La normalización del nivel de presión acústica del ruido de impacto en función del tiempo de reverberación es igual a 0,5s, independientemente del volumen y de la frecuencia.

2 La normalización del nivel de presión acústica del ruido de impacto en función del tiempo de reverberación  $T_0 = 0,5s$  es equivalente a la normalización del nivel de presión del ruido de impacto en función de un área de absorción equivalente.:

$$A_0 = 0,32 V$$

donde:

$A_0$  es el área de absorción equivalente, en metros cuadrados;

$V$  es el volumen de la sala de recepción, en metros cúbicos.

### **2.5 Reducción del nivel de presión acústica del ruido de impactos (mejora de la aislación a los ruidos de impacto)**

Es la diferencia entre los niveles medios de presión acústica en la sala de recepción, antes y después de la instalación, por ejemplo, de un revestimiento de suelo (véase ISO 140/VIII). Esta magnitud se designa por  $\Delta L$ .

### **3 EQUIPO**

La fuente de ruido de impacto normalizado, es decir la máquina de impactos, debe estar conforme con la norma ISO 140/VII. El equipo complementario debe poder satisfacer las especificaciones del capítulo 5.

### **4 DISPOSITIVOS PARA EL ENSAYO**

Para los ensayos "in situ" no es posible normalizar el área de la muestra, ni el volumen y la forma de la sala de recepción.

### **5 PROCEDIMIENTO OPERATORIO**

#### **5.1 Producción del campo acústico**

El ruido de impacto debe producirse mediante una máquina de impactos, véase capítulo 3. Para la ubicación de la máquina de impactos, véase apartado 6.5.

#### **5.2 Medición del nivel de presión acústica del ruido de impacto**

El nivel de presión acústica del ruido de impacto en la sala de recepción debe ser una media espacio-temporal. Se puede obtener esta media mediante un número de posiciones fijas del micrófono, o con ayuda de un micrófono móvil con integración de  $p^2$ .

El aparato indicador debe estar concebido para dar los valores eficaces de la presión acústica o los niveles de presión correspondientes. Si se utiliza un sonómetro, debe estar de acuerdo con la norma IEC 179 relativa a los sonómetros de precisión. Se recomienda utilizar la respuesta lenta.

El equipo de medición completo, incluido el micrófono, debe regularse antes de cada serie de mediciones para permitir obtener valores absolutos del nivel de presión acústica. Para los sonómetros calibrados en un campo acústico de ondas progresivas, debe aplicarse una corrección de campo difuso. Véase la norma IEC 179.

Cuando, en una banda cualquiera de frecuencias, el nivel de presión acústica en la sala de recepción sea superior en menos de 10 dB al nivel de ruido de fondo, hay que medir este último punto antes y después de la medición del nivel de presión acústica de la fuente de ruido, y hay que aplicar las correcciones conforme a la tabla 1, que aparece en la Parte IV, punto 6.2 de la presente Norma.

Las correcciones, si son necesarias, deben efectuarse sobre las lecturas individuales.

Si la diferencia es inferior a 3 dB, es decir, si el nivel de presión acústica del ruido de impacto es inferior al nivel del ruido de fondo, no se puede determinar un valor preciso del nivel de presión acústica del ruido de impacto.

En el caso en que la aislación al ruido de impacto sea importante en relación con la aislación al ruido aéreo, producido en la sala de emisión por la máquina de impactos puede transmitirse a la sala de recepción, a un nivel más alto que el ruido de impacto transmitido. Midiendo el nivel de presión acústica del ruido aéreo en el local superior y la aislación al ruido aéreo entre los dos locales en los dos lados del suelo, se puede calcular el nivel de ruido de impacto mínimo medible.

### 5.3 Margen de frecuencia de las mediciones

El nivel de presión debe medirse utilizando filtros de banda de octava o de tercio de octava. Las características de atenuación de los filtros deben estar de acuerdo con la norma IEC 225.

Deben utilizarse filtros de banda de tercio de octava que tengan como mínimo las siguientes frecuencias centrales, en hertz.

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1000	1250
1600	2000	2500	3150		

Si se emplean filtros de banda de octava, deben utilizarse como mínimo un conjunto que comience por la frecuencia central media de 125 Hz y acabe en 2000 Hz.

### 5.4 Medición y evaluación del área de absorción equivalente

El término correctivo de la ecuación (2) que comprende el área de absorción equivalente puede valorarse, preferentemente a partir del

tiempo de reverberación, medido conforme a la norma ISO/R 354 y calculado utilizando la fórmula de Sabine:

$$A = (0,163 V/T) \quad \dots\dots(4)$$

donde:

A es el área de absorción equivalente, en metros cuadrados.

V es el volumen de la sala de recepción, en metros cúbicos.

T es el tiempo de reverberación en segundos.

Otro método para determinar el área de absorción equivalente, consiste en medir el nivel medio de presión acústica producido por una fuente suficientemente estable, cuya potencia acústica se conoce.

### 5.5 Emplazamiento de la máquina de impactos

La máquina debe colocarse al menos en cuatro emplazamientos diferentes sobre el suelo de ensayo. Pueden ser necesarios emplazamientos complementarios en caso de suelo anisotrópico (con nervaduras, vigas, etc.). La fila de martillos debe orientarse a 45° con respecto a las vigas o nervaduras. La distancia entre la máquina de impactos y las paredes debe ser al menos de 0,5m.

Si la máquina de impactos se coloca sobre una capa muy elástica, puede ser necesario interponer calzos rígidos bajo los soportes para asegurar una altura de caída de los martillos de 40 mm.

### 5.6 Método de Medición

Cada laboratorio debe determinar un modo operatorio que esté conforme con la presente norma.

Los factores que afectan la repetibilidad son los siguientes:

- El número y las dimensiones de los elementos difusores, si se utilizan;
- Los emplazamientos de la máquina de impactos;
- La distancia mínima comprendida entre el micrófono y las paredes de la sala en lo que refiere al campo próximo;
- El número de posiciones del micrófono o, en el caso de un micrófono móvil, la trayectoria del mismo;
- El tiempo de promediado de los niveles;
- El método de determinación del área de absorción equivalente, lo que conduce a una repetición de lecturas hechas en cada posición.

## 6 PRECISION

Es necesario que el método de medición dé una repetibilidad satisfactoria. Esta repetibilidad puede determinarse conforme al

método dado en la norma ISO 140/II para el equipo y, en casos particulares, para el conjunto de las condiciones de medición.

Se recomienda que distintos laboratorios en el mismo país efectúen periódicamente mediciones comparativas sobre la misma muestra para controlar la repetibilidad y la reproducibilidad de sus métodos de ensayo.

## 7 EXPRESION DE LOS RESULTADOS

Para expresar la aislación al ruido de impacto de la muestra, el nivel de presión acústica del ruido de impacto normalizado debe darse para todas las frecuencias, bajo la forma de una tabla o de una curva.

Para expresar la protección aportada a los ocupantes del edificio, el nivel del ruido de impacto normalizado debe darse para todas las frecuencias, bajo la forma de una tabla o de una curva.

Hay que indicar, sobre cada gráfico o cada tabla, la anchura de banda utilizada para la medición y para la expresión de los resultados. Si se hace una transposición de los resultados de bandas de tercio de octava en octavas, el gráfico o la tabla de los resultados debe llevar la mención: Niveles en bandas de octava calculados a partir de mediciones hechas en bandas de tercio de octava.

Para los gráficos que dan los niveles en decibeles en función de la frecuencia llevada sobre una escala logarítmica, la longitud correspondiente a una relación de frecuencias 10:1 debe ser igual a la longitud que representa 10 dB, 25 dB ó 50 dB en ordenadas.

## 8 INFORME DEL ENSAYO

En relación a la presente norma el informe del ensayo debe contener las siguientes indicaciones:

- a) Nombre del laboratorio que ha efectuado las mediciones;
- b) Fecha del ensayo;
- c) Descripción del tipo de construcción del suelo, con una sección, indicando las dimensiones y los elementos de construcción adyacentes.
- d) Volumen de sala de recepción;
- e) Tipo de filtros utilizados;
- f) El nivel de presión acústica del ruido de impacto normalizado, de la muestra, o el nivel del ruido de impacto normalizado en la sala de recepción, en función de la frecuencia;
- g) Breve descripción de los detalles del procedimiento operativo y del equipo (ver apartado 5.6);
- h) Las limitaciones aportadas a la medición por el hecho de que el nivel de presión acústica no es medible en ciertas bandas a causa del ruido aéreo transmitido.
- i) La transmisión lateral, si se mide, bajo la misma forma que  $L_n$ . Debe establecerse lo más claramente posible qué proporción de ruido radiado está comprendido en la medición de la transmisión lateral.



Para deducir un índice de evaluación único de la curva  $L_p'(f)$ , debe verse la norma ISO/R 717.

## 9 NORMAS PARA CONSULTA

IEC 179 - Sonómetros de precisión

IEC 225 - Filtros de bandas de octava, de media octava y de tercios de octava empleados en el análisis de ruidos y de vibraciones.

ISO 140/II - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Especificaciones relativas a la precisión.

ISO 140/VI - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición en laboratorio de aislación de suelos al ruido de impacto.

ISO 140/VIII - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición en laboratorio de la reducción de la transmisión de los ruidos de impacto por los revestimientos sobre forjado normalizado.

ISO/R 354 - Medición de coeficientes de absorción en cámara reverberante.

ISO/R 717 - Evaluación de aislación acústica de las habitaciones.

## Parte 8

### 0 INTRODUCCION

La finalidad de la presente norma es describir un método de determinación de la reducción del ruido por los revestimientos del suelo bajo condiciones de ensayo normalizadas. La norma está limitada a la especificación de los procedimientos operatorios para la medición física del ruido procedente de una fuente artificial (máquina de impactos normalizada), en laboratorio, y no se ocupa del significado subjetivo de los resultados.

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

La presente norma especifica un método de mediciones de las propiedades acústicas de los revestimientos de suelo desde el punto de vista de la reducción de la transmisión de los ruidos de impacto. La presente norma se aplica a cualquier revestimiento del suelo colocado sobre un forjado normalizado, bien sea un material simple o multicapa. En este último caso, las diferentes capas o subcapas pueden unirse en la fabricación, o bien "in situ". El método de ensayo sólo se aplica a las mediciones en laboratorio. No contiene indicaciones que permitan apreciar la eficacia de un revestimiento "in situ".

## 2 DEFINICIONES

### 2.1 Nivel medio de presión acústica en un local

Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la media espacio-temporal de los cuadrados de las presiones acústicas y el cuadrado de la presión acústica de referencia, tomándose la media espacial en toda la extensión del local, a excepción de las zonas donde la radiación directa de la fuente y el campo próximo de las paredes tienen una influencia notable. Esta magnitud se designa  $L$  y viene dada por la expresión:

$$L = 10 \text{ Log } [(P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2) / nP_0^2] \text{ dB} \quad \dots\dots(1)$$

donde:

$P_1, P_2, \dots, P_n$  son las presiones acústicas eficaces tomadas en  $n$  puntos diferentes del local;

$P_0 = 20 \mu\text{Pa}$  es la presión acústica de referencia.

### 2.2 Nivel de presión acústica del ruido de impacto

Nivel medio de presión acústica en una banda de frecuencias dada, en la sala de recepción, cuando el suelo o el revestimiento en ensayo sobre un suelo normalizado está excitado por una fuente de ruido de impactos normalizada.

Esta magnitud se designa por  $L_i$

### 2.3 Nivel de presión acústica del ruido de impacto normalizado

Es el nivel de presión acústica de ruido de impacto, aumentado en un término correctivo expresado en decibeles, igual a diez veces el logaritmo decimal de la relación del área de absorción equivalente medida  $A$  de la sala de recepción, al área de absorción de referencia  $A_0$ . Esta magnitud se designa por  $L_n$  y viene dada por la siguiente expresión:

$$L_n = L_i + \text{Log } (A/A_0) \text{ dB} \quad \dots\dots(2)$$

donde  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ .

En todos los casos en que no sea seguro que los resultados se obtienen sin transmisiones laterales, el nivel de presión del ruido de impacto normalizado se designa por  $L'_n$ .

### 2.4 Atenuación acústica bruta (mejora de aislación a los ruidos de impacto).

Para una banda de frecuencias dada (bandas de octava o de tercio de octava), es la disminución del nivel de presión del ruido de impacto normalizado que resulta de la instalación de un revestimiento de suelo. Esta magnitud se designa por  $\Delta L$ .

$$\Delta L = L_{n0} - L_n$$

@

donde:

$L_{n0}$  es el nivel de presión del ruido de impacto normalizado, en la sala de recepción, sin la presencia del revestimiento del suelo.

$L_n$  es el nivel de presión del ruido de impacto normalizado, en la sala de recepción, con el revestimiento del suelo.

**NOTA:**

Si la absorción de la sala de recepción no varía durante el ensayo, se admite que la atenuación bruta es equivalente a la atenuación normalizada. Esto se aplica especialmente en el caso de un ensayo efectuado sobre una pequeña muestra cuando sólo se utiliza una posición del micrófono en la sala de recepción.

### **3 EQUIPO**

La fuente de ruido de impacto normalizado, es decir la máquina de impactos, debe estar de acuerdo con la norma ISO 140/VI. Sólo deben utilizarse martillos metálicos. El equipo complementario debe poder satisfacer las especificaciones del capítulo 5.

### **4 DISPOSICIONES PARA ENSAYO**

#### **4.1 Disposiciones generales**

Se utilizan dos locales adyacentes verticalmente, llamado el de arriba salón de emisión y, el de abajo sala de recepción. Están separados por un forjado normalizado sobre el cual se coloca el revestimiento de suelo. La aislación a ruido aéreo de la sala de recepción con relación a la sala de emisión debe ser suficiente para que el ruido aéreo emitido en el local de emisión sea, después de transmitido al local de recepción, al menos 10 dB inferior al que resulta directamente de los impactos, para cada una de las bandas de frecuencia de medición, véase la norma ISO 140/I.

#### **4.2 Disposiciones prácticas**

**4.2.1 Sala de emisión.** La forma y las dimensiones de este local no tienen importancia.

**4.2.2 Sala de recepción.** La sala de recepción debe responder a las especificaciones de la norma ISO 140/I.

**4.2.3 Forjado de medición.** El forjado sobre el que deben instalarse los revestimientos de suelo en ensayo debe consistir en una losa de hormigón armado de espesor  $120 \pm 20$  mm. Debe ser homogéneo y de espesor uniforme. Su superficie vista desde la sala de recepción, debe ser un área al menos igual a  $10 \text{ m}^2$ . Del lado de la sala de emisión, el área admisible para la instalación de revestimientos de la categoría I (véase apartado 4.3.3) estará limitada por un contorno que diste al menos 0,5 m de los bordes del suelo.

**4.2.4 Estado de la superficie del suelo.** La superficie del suelo de mediciones debe ser perfectamente plana ( $\pm 1$  mm sobre una longitud de 200 mm) y suficientemente dura para resistir los impactos de la máquina. El alisado eventual debe adherirse

perfectamente y en todos los puntos y no desagregarse, fisurarse o hacerse pulverulento.

#### 4.3 Puesta en obra de los revestimientos

4.3.1 Clasificación. Según la constitución del revestimiento de suelo, las muestras deben ser ligeramente más grandes que la máquina de impactos o que la sala.

4.3.1.1 Categoría I (muestras pequeñas). Son los revestimientos ligeros (plásticos, caucho, corcho, compuestos de fibras, o estos elementos asociados) que pueden colocarse sueltos o pegarse sobre el suelo. El modo de colocación debe figurar claramente en el informe.

4.3.1.2 Categoría II (muestras grandes). Son los revestimientos homogéneos rígidos o los revestimientos complejos, de los que al menos uno de los constituyentes es rígido. Los revestimientos complejos pueden ensayarse bajo carga. En este caso, la carga media debe ser de 100 Kg/m<sup>2</sup>.

4.3.1.3 Categoría III (revestimientos que se extienden). Esta categoría comprende los revestimientos flexibles que cubren el suelo de una pared a la otra. Deben ensayarse en superficies grandes, pero pueden no cargarse.

4.3.1.4 Incertidumbre sobre la categoría de un revestimiento. El laboratorio de ensayo, en caso de incertidumbre sobre la categoría de un revestimiento, decidirá si dicho revestimiento se ensayará en superficie pequeña o en superficie grande.

4.3.2 Colocación. Observar Figura N° 1 de la página siguiente.

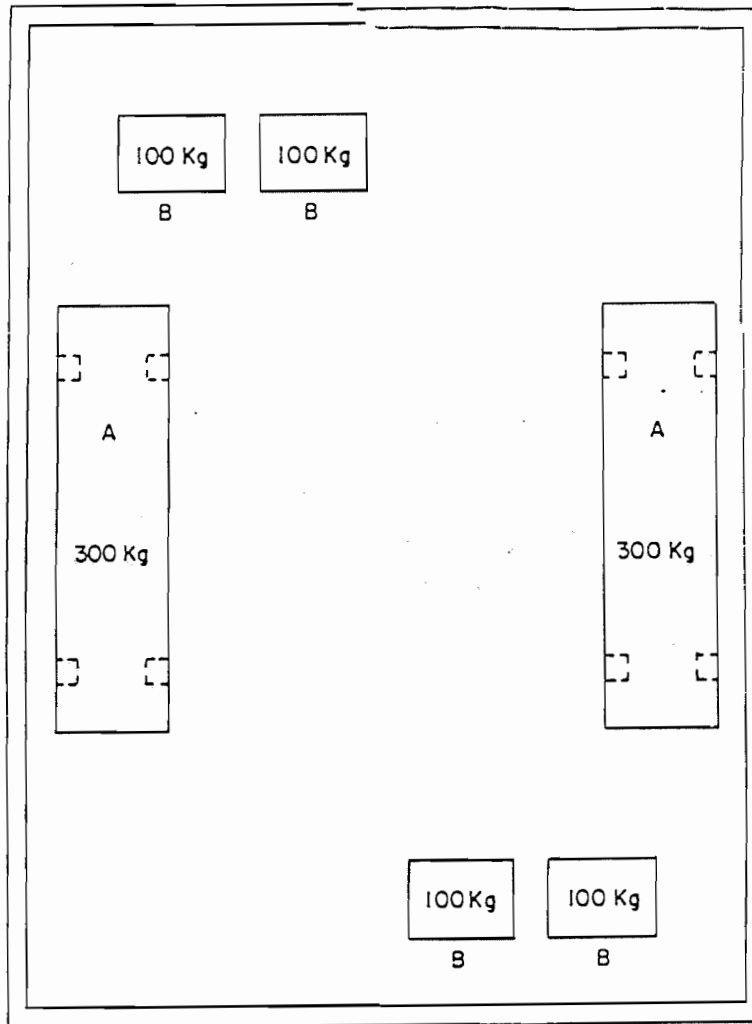
4.3.2.1 Encolado. Los revestimientos para encolar deben instalarse con el mayor cuidado y sobre toda su superficie. En caso de encolado por puntos, el procedimiento de fijación debe indicarse.

Hay que seguir las instrucciones de empleo de la cola, sobre todo en lo referente al espesor y al tiempo de secado. El tipo de cola y el tiempo de secado deben mencionarse en el informe.

4.3.2.2 Plazo antes del ensayo. Los revestimientos tales como losas flotantes realizadas en hormigón, sólo deben ensayarse después de un plazo de curado correspondiente a las reglas del buen construir, por ejemplo, tres semanas para un hormigón normal.

#### 4.3.3 Tamaño y número de las muestras

4.3.3.1 Categoría I. Hay que colocar tres muestras (véase apartado 4.2.3) procedentes, preferentemente de series diferentes pero del mismo origen. Cada muestra debe tener las dimensiones suficientes para admitir totalmente la máquina de impactos.



Las cargas pueden ser bloques de hormigón de unos 50 kg cada uno y de dimensiones 290 mm x 290 mm y 280 mm. Los rectángulos marcados A son plataformas de 50 mm x 50 mm apoyadas en cuatro pies y soportando seis cargas; los rectángulos marcados B representan dos cargas superpuestas.

Fig. 1 - Disposición de ensayo típica para muestras de revestimientos de suelos de la categoría II

**4.3.3.2 Categorías II y III.** La muestra debe cubrir toda la superficie de suelo de una pared a la otra, o, en cualquier caso, al menos 10 m<sup>2</sup> con la dimensión menor de al menos igual a 2,3 m.

#### 4.4 Influencia de la temperatura y de la humedad.

Por regla general, y obligatoriamente para los revestimientos cuyas cualidades acústicas estén influidas por la temperatura o la humedad, la temperatura de la superficie superior de la losa en su centro y la higrometría del aire ambiente de la sala de emisión deben medirse y mencionarse en el informe. La temperatura de la superficie superior de la losa, en su centro, debe estar comprendida preferentemente entre 18 °C y 25 °C.

## 5 PROCEDIMIENTO OPERATORIO Y VALORACION

### 5.1 Producción del campo acústico

El ruido de impacto debe crearse por la máquina de impactos (véase capítulo 3). En lo que concierne a la posición de la máquina hay que referirse al apartado 5.5

Sobre la losa desnuda o sobre una losa flotante, la duración de las mediciones debe ser lo suficientemente breve para que la superficie no se dañe. Sobre una superficie elástica, las mediciones no deben comenzar antes que el nivel del ruido se haga estacionario.

### 5.2 Medición del nivel de presión acústica del ruido de impacto.

El nivel de presión acústica del ruido de impacto en la sala de recepción debe ser una media espacio-temporal. Esta media puede obtenerse utilizando un cierto número de posiciones fijas del micrófono, o por un movimiento continuo de un micrófono móvil con integración de  $p^2$ .

El aparato indicador debe estar diseñado para determinar los valores eficaces de la presión acústica o los niveles de presión correspondientes.

Si se utiliza un sonómetro, debe estar conforme con la norma IEC 179 relativa a los sonómetros de precisión. Se recomienda utilizar la respuesta lenta. El equipo de medición completo, incluido el micrófono, debe regularse antes de cada serie de medición para permitir obtener valores absolutos del nivel de presión acústica.

Cuando, para una banda de frecuencias cualquiera, el nivel de presión en la sala de recepción sobrepase en menos de 10 dB el nivel de ruido de fondo, hay que medir este último punto antes y después de medir el nivel de presión debido a la fuente de ruido y corregir según los valores dados en la tabla 1, que se encuentra en la Parte IV, punto 6.2 de la presente Norma. Las correcciones, si son necesarias, deben efectuarse sobre las lecturas individuales.

Si la diferencia es inferior a 3 dB, es decir, si el nivel del ruido de impacto es inferior al nivel del ruido de fondo, no se puede determinar un valor preciso del nivel de presión acústica del ruido de impacto.

### 5.3 Margen de frecuencia de las mediciones

El nivel de presión debe medirse utilizando filtros de banda de octava o de tercio de octava. Las características de atenuación de los filtros deben estar de acuerdo con la norma IEC 225.

Deben utilizarse filtros de banda de tercio de octava que tengan como mínimo las siguientes frecuencias centrales, en hertz.

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1000	1250
1600	2000	2500	3150		

Si se emplean filtros de banda de octava, deben utilizarse como mínimo un conjunto que comience por la frecuencia central de 125 Hz y acabe en 2000 Hz.

#### 5.4 Medición y evaluación del área de absorción equivalente

El término correctivo de la ecuación (2) que comprende el área de absorción equivalente puede valorarse, preferentemente a partir del tiempo de reverberación, medido conforme a la norma ISO/R 354 y calculado utilizando la fórmula de Sabine:

$$A = (0,163 V/T) \quad \dots\dots(4)$$

donde:

A es el área de absorción equivalente, en metros cuadrados.

V es el volumen de la sala de recepción, en metros cúbicos.

T es el tiempo de reverberación en segundos.

Atenerse, no obstante, a la nota del apartado 3.4.

#### 5.5 Posición de la máquina de impactos

5.5.1 Ajuste de la máquina de impactos. Para cada posición de la máquina de impactos sobre el suelo desnudo o recubierto, la máquina debe regularse para tener una caída libre de 40 mm; cuando se coloca sobre una muestra de revestimiento del suelo, los martillos deben tocar la muestra al menos a 100 mm. del borde.

Si la máquina de impactos se coloca sobre un revestimiento de suelo muy ligero, puede ser preciso colocar calzos rígidos bajo los soportes para asegurar una altura de caída de los martillos de 40 mm.

5.5.2 Categoría I. La máquina de impactos debe colocarse sucesivamente sobre cada muestra de revestimiento y sobre losa desnuda, por ambos costados de cada una de las muestras y lo más cerca posible de éstas, estando entonces la línea de los martillos paralela al eje mayor de las muestras (véase la figura 2, en la página siguiente). Para cada muestra de revestimiento de suelo, el nivel del ruido de impacto correspondiente a la losa desnuda es la media aritmética de los niveles del ruido de impacto medidos para las dos posiciones de la máquina por ambos lados de la muestra.

5.5.3 Categorías II y III. La máquina de impactos debe colocarse sucesivamente sobre la losa desnuda y sobre la losa totalmente recubierta del revestimiento. La máquina no debe colocarse demasiado cerca de los bordes (0,5 m como mínimo) ni en un rincón de la sala.

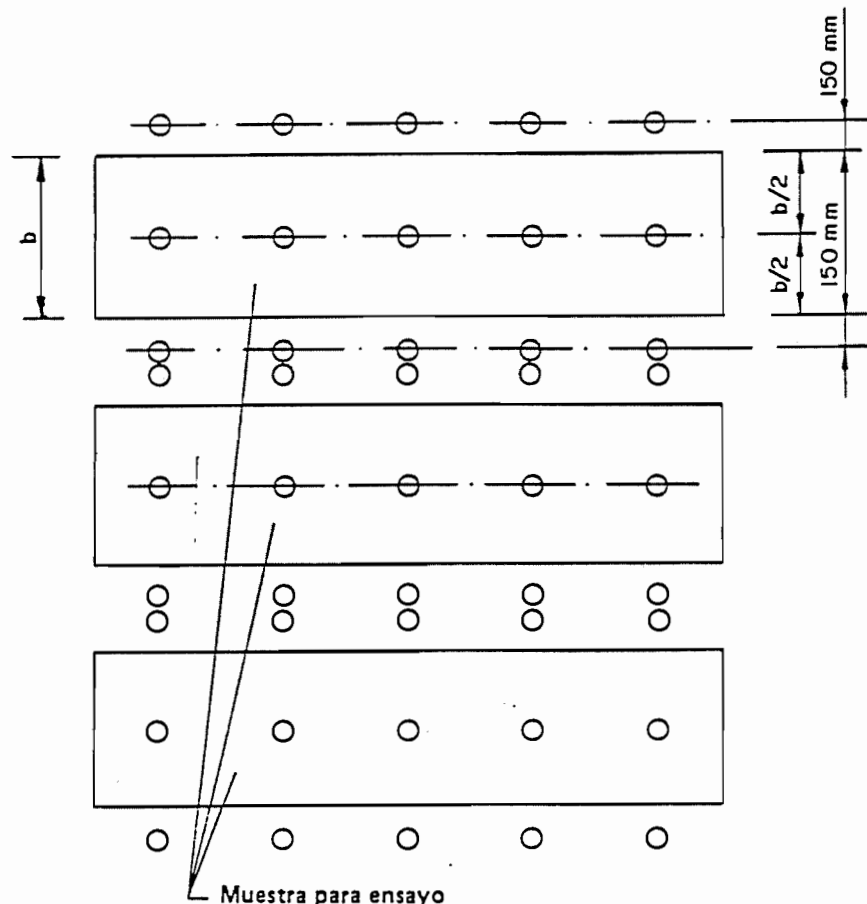
Todas las mediciones (sobre losa revestida y sobre losa desnuda) deben efectuarse colocando tantas posiciones como sea necesario para obtener un valor medio seguro; en cualquier caso, el número de estas posiciones debe ser al menos igual a tres.

## 5.6 Procedimiento operatorio

Cada laboratorio de medición debe determinar un procedimiento operatorio conforme a la presente norma.

Los factores que afectan la repetibilidad de las mediciones son los siguientes:

- El número y las dimensiones de los elementos difusores, si se utilizan;
- La distancia mínima entre el micrófono y las paredes de la sala, en lo que concierne al campo próximo;
- El número de posiciones del micrófono o, en el caso de un micrófono móvil, la trayectoria del mismo;
- La duración del promediado de los niveles;
- El método de determinación del área de absorción equivalente, en lo que concierne al número de lecturas hechas en cada posición.



Los círculos indican los puntos de impacto en los que los martillos de la máquina de impactos deben golpear el suelo o las muestras a ensayo.

Fig. 2 - Disposición de ensayo típico para muestras de revestimientos de suelos de Categoría 1



NOTA: Cuando el nivel de ruido de impacto se mide en un solo punto de la sala de recepción, estas mediciones deben hacerse en un lapso de tiempo suficientemente corto para que no haya variaciones del área de absorción equivalente de la sala de recepción durante las mediciones.

## 6 PRECISION

Es necesario que el método de medición dé una repetibilidad satisfactoria. Esta repetibilidad puede determinarse con el método dado en la norma ISO 140/II y debe controlarse de vez en cuando, particularmente cuando se ha hecho un cambio en el procedimiento operatorio o en el equipo.

NOTA: Requisitos numéricos para la repetibilidad están bajo consideración y dependerá de la futura experiencia obtenida con este procedimiento de medición.

## 7 EXPRESION DE LOS RESULTADOS

A la vista de la presentación de los resultados de ensayo, la reducción del nivel de presión acústica del ruido de impacto debido al revestimiento de suelo en el ensayo, debe calcularse conforme al apartado 2.4 y darse para todas las frecuencias de medición, bajo la forma de una tabla o de una curva. Igualmente, el nivel del ruido de impacto normalizado de la losa desnuda utilizada para el ensayo, debe indicarse del mismo modo.

Hay que indicar, sobre cada gráfico o cada tabla, la anchura de banda utilizada para las mediciones y para la expresión de los resultados. Para los gráficos que dan los niveles en decibelios en función de la frecuencia llevada sobre una escala logarítmica, la longitud correspondiente a una relación de frecuencias 10:1 debe ser igual a la longitud que representa 10 dB, 25 dB ó 50 dB en ordenadas.

## 8 INFORME DEL ENSAYO

En relación a la presente norma el informe del ensayo debe contener las siguientes indicaciones:

- a) Nombre del laboratorio que ha efectuado las mediciones;
- b) Fecha del ensayo;
- c) Dimensiones y forma de la sala de recepción, la construcción y el espesor de los muros;
- d) Dimensiones del suelo de medida;
- e) Para el revestimiento de suelo, su estructura en el caso de un revestimiento multicapa y las colas, los nombres y las direcciones de los fabricantes, la designación comercial y la entidad que ha suministrado la muestra utilizada para el ensayo;
- f) Descripción detallada del tipo, masa, dimensiones y espesor (ver apartado 4.3.2.1 si se especifica bajo carga) de las muestras de ensayo, con dibujos, si son necesarios;
- g) El modo de colocación, con la referencia de la cola, su masa por metro cuadrado, el tiempo de secado, y para losas flotantes el tiempo de curado del hormigón;
- h) La temperatura y humedad en la sala de emisión;
- i) Número y posición de los micrófonos;

- j) Número, posiciones y momento de la colocación de las cargas cuando éstas se emplean;
- k) Tipo de filtros utilizados;
- l) Masa y número de soportes de la máquina de impactos;
- m) Indicación, si ha lugar, de los daños visibles causados en la muestra durante el ensayo (por ejemplo, aplastamiento);  
NOTA: Es conveniente que la muestra que ha servido para los ensayos la conserve el laboratorio para poder examinarla posteriormente.
- n) Reducción del nivel acústico del ruido de impacto debido al revestimiento de ensayo, en función de la frecuencia;
- o) Nivel de presión acústica del ruido de impacto normalizado del suelo de medición desnudo, en función de la frecuencia;
- p) Breve descripción de los detalles del procedimiento operatorio y del equipo (véase apartado 5.6).
- q) La siguiente declaración: Estos resultados se basan en ensayos efectuados con una fuente artificial en condiciones de laboratorio.

## 9 NORMAS PARA CONSULTA

IEC 179 - Sonómetros de precisión

IEC 225 - Filtros de bandas de octava, de media octava y de tercios de octava empleados en el análisis de ruidos y de vibraciones.

ISO 140/I - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Especificaciones relativas a los laboratorios.

ISO 140/II - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Especificaciones relativas a la precisión.

ISO 140/VI - Medición de aislación acústica de los edificios y de los elementos constructivos. Medición en laboratorio de aislación de suelos al ruido de impacto.

ISO/R 354 - Medición de coeficientes de absorción en cámara reverberante.

**ANEXO A4**

**DOCUMENTO N° 2: "NIVELES DE AISLACION ACUSTICA EN  
LA VIVIENDA RACIONALIZADA CORVI"**

**Autor: Leonardo Parma.**

Editado por: Departamento de Tecnología Arquitectónica y  
Ambiental, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de  
Chile, 1970

DOCUMENTO TECNICO Nº 2

NIVELES  
DE AISLACION ACUSTICA  
EN LA VIVIENDA RACIONALIZADA CORVI

ARQUITECTO : LEONARDO PARMA S.  
COLABORADOR : Arqto. JULIO ALEGRIA G.

COORDINACION Arquitecto Raúl Pellegrin A.

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA ARQUITECONICA Y AMBIENTAL

Director Arq. CARLOS BRAVO M.

Septiembre 1970

Primera edición. 200 ejemplares.

INDICE:

1. INTRODUCCION
2. METODOLOGIA
  - 2.1. MEDICIONES EN OBRA
  - 2.2. ENCUESTA
  - 2.3. CALCULO
  - 2.4. INTERPRETACION DE DATOS
  
3. PROPOSICIONES
  - 3.1. ESTUDIOS FUTUROS

ANEXO I DEFINICIONES

ANEXO II INSTRUMENTAL USADO

## 1. INTRODUCCION.

En los últimos tiempos los niveles de ruido, tanto fuera como dentro de la vivienda se han incrementado enormemente, debido principalmente a la mecanización, aumento del tráfico aéreo y terrestre e incansante empleo de accesorios eléctricos y mecánicos en el hogar.

Por otra parte, el explosivo crecimiento demográfico y el déficit habitacional existente en Chile han llevado a una construcción masiva de viviendas económicas en las cuales las paredes y techos son de poco espesor, lo que afecta notablemente la protección acústica de la vivienda, con la consiguiente falta de privacidad en las habitaciones.

El diseño actual de viviendas desconoce generalmente los factores que inciden directamente sobre su diseño físico-ambiental, traduciéndose en un inconsciente deterioro de las condiciones de vida de la familia.

En este informe se pretende evaluar las características más simples de los problemas que inciden en el confort acústico y privacidad de los ocupantes. Para tales efectos el estudio se ha realizado bajo tres aspectos diferentes: mediciones en obra, encuesta y cálculo de los diferentes elementos que componen la vivienda. Es así, como se pretende evaluar la aislación existente en cada recinto, el grado de apreciación del nivel de confort de los ocupantes y las causas de posibles fallas en el uso de los materiales.

Las proposiciones presentadas en este informe no podrán ser del todo específicas en cada caso, por no contarse en nuestro país con un laboratorio adecuado en el que se pueda estudiar el comportamiento de cada elemento en particular.

Se estudió sólo la transmisión aérea del sonido debido a las características de diseño de la vivienda 132.

### APLICACION DE NORMAS.

Para la evaluación de los resultados obtenidos en este estudio se ha recurrido a diferentes normas aplicadas en otros países, en los que se ha llegado a precisar algunos valores específicos para cada caso. En Chile existe la Norma INDITECNOR 352 Of. 61 "Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios". Sin embargo, hemos tomado sólo algunos valores de esta norma, por considerar que las normas extranjeras e internacionales son más completas.

En general sólo se han tomado los valores mínimos que establecen las normas consultadas, tratando de adaptarlas al grado de desarrollo de nuestro medio.

A continuación un resumen de los niveles aceptables.

NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE RUIDO EN EL INTERIOR DE LAS HABITACIONES.

Dormitorio	30 dB
Otras habitaciones	35 dB

AISLACION SONORA ENTRE CASAS PAREADAS.

El valor recomendado de la aislación producida por la pared divisoria fluctúa entre 48 y 51 dB.

NIVELES MAXIMOS DE RUIDO EN LAS CALLES.

Calles intensamente ruidosas	80 dB
Calles ruidosas	70 dB
Calle de poco tráfico	35 dB
Senderos de peatones	30 dB

AISLACION DE VENTANAS.

Ventana simple normal	15 + 5 dB
Ventana simple hermética	25 ± 5 dB

AISLAMIENTO DE PUERTAS.

Puerta simple sin hermeticidad especial con umbral

20 ± 5 dB

Puerta pesada con buena hermeticidad y con umbral

30 ± 5 dB.

NORMAS CONSULTADAS.

- 1) Normas acústicas en la edificación  
Instituto Eduardo Torroja 1959.
- 2) Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios INDI-  
TECNOR 352 Of. 61.
- 3) Association Francaise de Normalization  
AFNOR 531 - 002 Acoustique.

## 2.- METODOLOGIA.

Como se dijo anteriormente el estudio de la vivienda 132 se efectuó debajo de tres aspectos diferentes. El interés principal fué el de evaluar la aislación efectiva producida en las viviendas, lo que se realizó mediante mediciones efectuadas en obra con el instrumental de este Departamento. Para tal efecto fué necesario construir una fuente de sonido normalizada que haría más fácil y rápidas las mediciones. Con este método se pudo determinar la aislación efectiva entre los diferentes recintos producida por el conjunto de los materiales usados.

Para comprobar la eficacia de un conjunto que compone un recinto, se efectuó el cálculo de la aislación de los diferentes elementos que la componen para así determinar las causas de las deficiencias de la aislación efectiva medida.

Para conocer el grado de apreciación de los ocupantes con respecto a las molestias producidas por los ruidos, se efectuó una encuesta, que a pesar de abarcar muy pocas viviendas (20 casos) para los fines perseguidos fue suficientemente representativa.

Estas tres fases del estudio pueden - con bastante exactitud - dar los resultados de la efectividad de la aislación acústica de la vivienda analizada.

### 2.1. MEDICIONES EN OBRA.

Utilizando ruido blanco, se efectuaron las mediciones del nivel de presión sonora en el local que contenía la fuente y en el local receptor mediante filtros pasabanda con un ancho de banda de una octava, que cubriera el intervalo de frecuencias de 125 a 4.000 c/seg.

En cada recinto se efectuaron un mínimo de tres mediciones en diferentes puntos las que fueron promediadas para obtener los resultados finales.

Fuente sonora: Se utilizó ruido blanco (ruido que contiene todas las frecuencias del espectro audible) por ser ésta la más adecuada para medidas en sitio ya que es capaz de enmascarar los ruidos provenientes de otras fuentes.

Frecuencias: Las mediciones se analizaron con frecuencias separadas en intervalos de una octava, entre 125 y 4.000 c/seg. por estar contempladas éstas en la generalidad de las normas de mediciones acústicas.

En los gráficos 1, 2 y 3 se pueden apreciar los espectros de aislación entre los diferentes recintos de la vivienda.

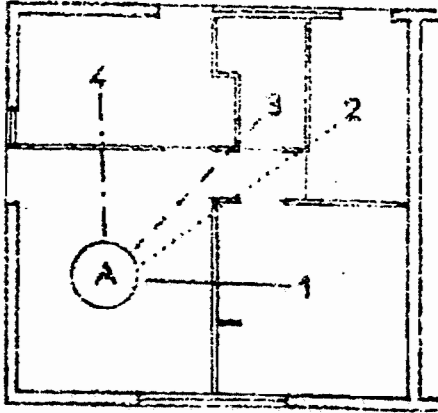
Se ha designado con una letra y un círculo el lugar de ubicación de la fuente sonora y con un número los recintos en donde se efectuaron las mediciones.



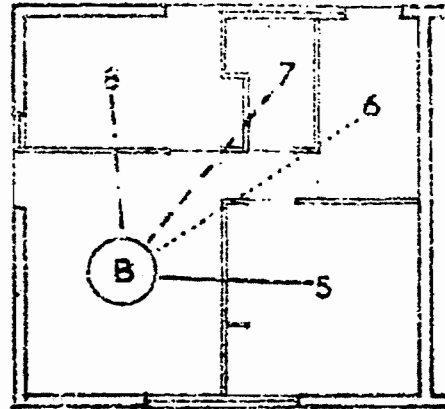
RESULTADO DE LAS MEDICIONES. (dB)

Aislación entre recintos	125	250	500	1000	2000	4000
A - 1	16	20	25	27	27	23
A - 2	24	22	24	27	25	23
A - 3	18	24	26	28	30	26
A - 4	17	22	25	27	25	20
B - 5	12	18	17	23	25	23
B - 6	21	21	23	24	22	20
B - 7	16	20	20	22	27	25
B - 8	16	20	23	25	25	20
C - 9	18	18	16	16	19	16
C - 10	23	26	28	30	29	26
C - 11	15	15	18	19	19	21
C - 12	16	15	17	18	19	20
D - 13	37	38	44	51	57	61
D - 14	31	35	37	40	45	46
D - 15	32	32	39	38	42	44
D - 16	33	38	43	50	59	58
E - 17	33	33	41	49	54	59
E - 18	33	40	47	56	60	63
E - 19	28	32	39	49	59	55
E - 20	29	34	41	50	54	53
F - 21	12	13	15	23	23	28
F - 22	10	12	15	10	22	25
F - 23	22	23	27	32	33	36

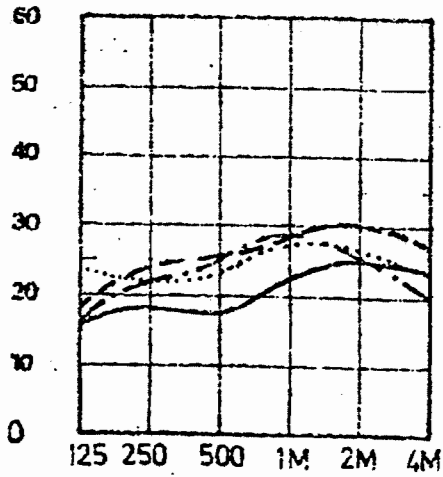
# GRAFICO 1



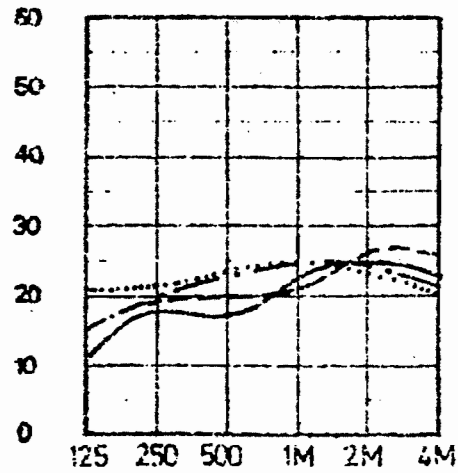
HABITADA



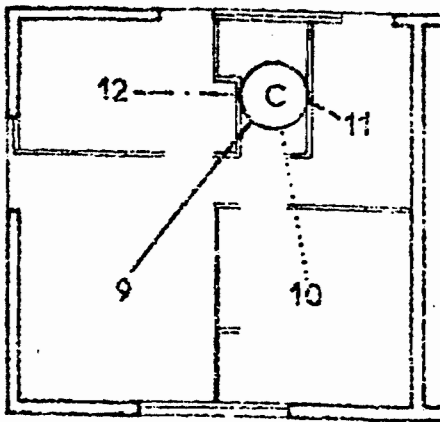
DESHABITADA



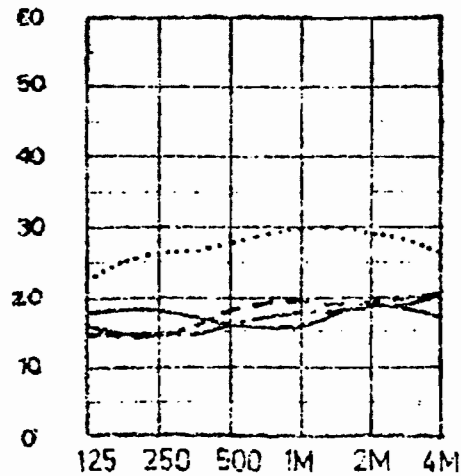
ESPECTROS A-1 A-2 A-3 A-4



ESPECTROS B-5 B-6 B-7 B-8



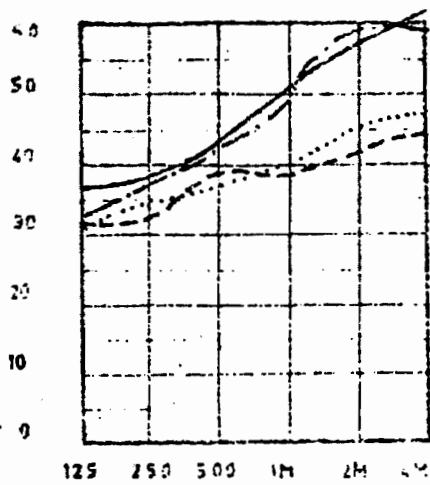
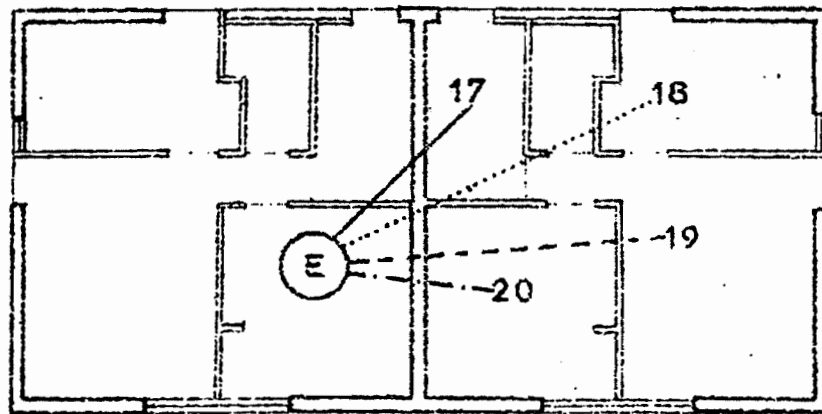
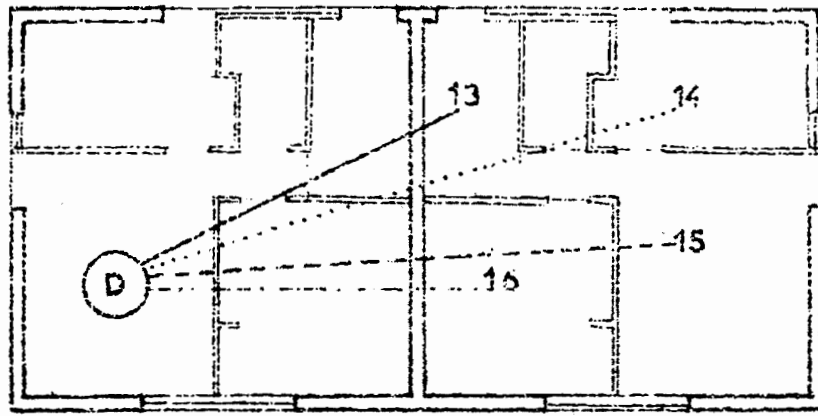
HABITADA



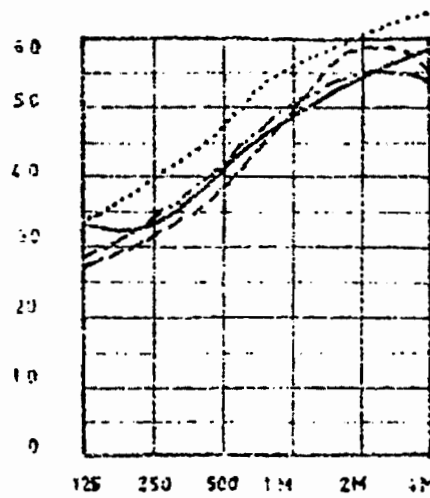
ESPECTROS C-9 C-10 C-11 C-12

## AISLACION ACUSTICA EN UNA VIVIENDA

# GRAFICO 2



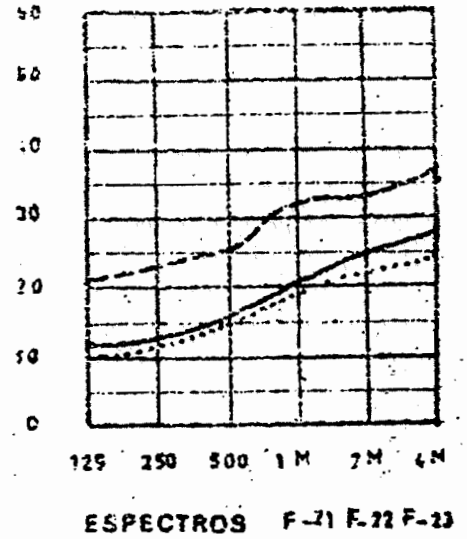
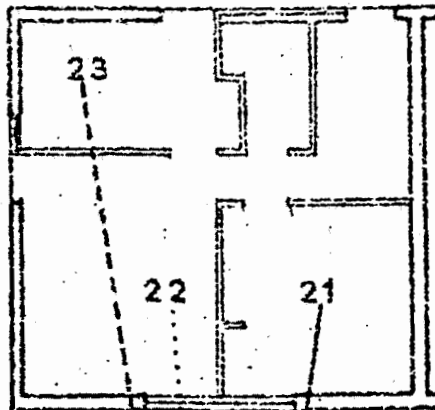
ESPECTROS D-13 D-14 D-15 D-16



ESPECTROS E-17 E-18 E-19 E-20

**AISLACION ACUSTICA ENTRE VIVIENDAS PAREADAS**

GRAFICO 3



AISLACION ACUSTICA ENTRE UNA VIVIENDA  
 Y LA CALLE

## 2.2. ENCUESTA:

El objetivo principal de la encuesta fue conocer el grado de apreciación de los ocupantes de las viviendas en relación con las molestias producidas por los ruidos provenientes de una misma vivienda, de los vecinos y de la calle, además de conocer el grado de importancia que asignan los ocupantes al confort acústico en relación a otras necesidades.

### Resultado de la encuesta ( 2 )

#### Ruidos provenientes de los vecinos:

18,4% golpes de martillo  
16,4% niños jugando  
14,3% radio o televisión  
14,3% máquinas (tejer, encerar, etc.)  
10,2% canto o instrumento musical  
8,2% personas hablando fuerte  
6,1% llanto de niños.

El 100% de los encuestados no han tenido discusiones con sus vecinos a causa de estos ruidos.

#### Ruidos provenientes de la calle

23% motos  
18% camiones  
15,4% autobuses  
12,8% autos  
10,3% bocinas  
10,3% niños jugando  
10,3% personas hablando fuerte.

#### Ruidos provenientes de la misma vivienda

El 50% escuchan los ruidos provenientes del baño  
El 42% escucha los ruidos provenientes de la cocina  
El 78% puede leer con tranquilidad  
El 65% puede dormir mientras se ve televisión o se escucha radio en otro recinto.

Grado de apreciación del confort acústico, en relación a otras comodidades (por orden de preferencia).

<u>Prioridad</u>	<u>Alternativa</u>
1º	teléfono
2º	radio o televisión
3º	ventilador
4º	califont
5º	menos ruido
6º	más luz.

(2) La cifra indica el porcentaje de personas que consideran molestos los diferentes tipos de ruido.

ENCUESTA DE RUIDOS MOLESTOS EN LA  
VIVIENDA RACIONALIZADA CORVI 132 a

FICHA Nº.....

Identificación

Dirección Actual  
Dirección Anterior  
Fecha de Realización  
Nombre del Encuestador

I.- RUIDOS PROVENIENTES DE VECINOS

I.1.- ¿Le molestan algunos ruidos de sus vecinos  
tales como:

radio o televisión  
llanto de niños  
personas hablando fuerte  
niños jugando  
canto o instrumento musical  
golpe de martillo  
máquinas (tejer, encerar, etc.)  
otros ruidos

I.2.- ¿Ha tenido discusiones con sus vecinos, a  
causa de ruidos molestos?

II.- RUIDOS PROVENIENTES DE LA CALLE.

¿Le molestan los ruidos de:

las motos  
los autos  
los autobuses  
los camiones  
las bocinas  
niños jugando  
personas hablando en voz alta

III.- RUIDOS PROVENIENTES DE LA MISMA CASA.

¿Puede leer con tranquilidad?  
¿Puede dormir mientras otros ven TV.?  
¿Se sienten los ruidos provenientes  
del baño?  
¿Se sienten los ruidos provenientes  
de la cocina?

IV.- IMPORTANCIA DE DISMINUIR EL RUIDO

Dé su orden de preferencia a las siguientes  
comodidades:

teléfono  
 más luz  
 menos ruidos  
 radio TV o tocadiscos  
 ventilador  
 califont

### 2.3. CALCULO

Por medio de la Ley de Masa se calculó la aislación acústica producida por los diferentes elementos usados en la vivienda. El cálculo de la ley de masa se aplicó también al sistema de paredes dobles con cámara de aire.

La ley de masa no rige para materiales permeables como los paneles de viruta de madera con cemento o yeso. En este caso el valor se obtuvo de experiencias realizadas en laboratorios.

#### Valores teóricos de aislación.

Elemento	espesor	peso	e.cámara	Aisla-	Aisla	Total
	mm	g/m <sup>2</sup>	aire	ción	ción x	dB
	mm	g/m <sup>2</sup>	mm	L.Masa	Cámara	dB
A. Ladrillo estucado por ambas Caras	240	360	-	48	-	48
B. Panel de Volcani <u>ta</u>	10 + 20	14	45	28,5	4	32,5
C. Panel de Internit	5 + 5	17	45	29,6	4	33,6
D. Panel Internit ma <u>dera</u>	8,5 + 7	15,5	45	29	4	33
E. Puerta de terci <u>a</u> do	4 + 4	4	37	23	2	25
F. Vidrio	2	4	-	23		23
G. Placa asbesto ce <u>mento</u> celulosa	8	12	-	28	-	28
H. Entablado de pino	14	7	-	24,5	-	24,5
I. Tabique de viru <u>ta</u> con cemento	20	4	-	4	-	4

En cada caso el cálculo de aislamiento preciso para el elemento considerando se hará por la relación siguiente:

Aislamiento = Nivel de ruido exterior - Nivel máximo tolerable.

Condiciones ambientales

Se sugiere una clasificación de los espacios y calles cuyas equivalencias, en cuanto al nivel de ruido sea:

- 1º Calles intensamente ruidosas: 80 dB probable. Serán aquellas vías de mucho tráfico, sin separación de jardinería y arboleda entre la calzada y la fachada de las casas. Autopistas con tráfico pesado o en proximidades de aeropuertos.
- 2º Calles ruidosas: 70 dB. De iguales condiciones que las anteriores, pero con separación de arboleda y jardinería de 5,0 m.
- 3º Calles de poco tráfico: 55 dB probable. Vías urbanas o suburbanas asfaltadas no accesibles a vehículos de carga ni transporte colectivo.
- 4º Senderos de peatones. Calles en fondo de saco en barrios de viviendas y construcción en el medio rural, o zonas residenciales.

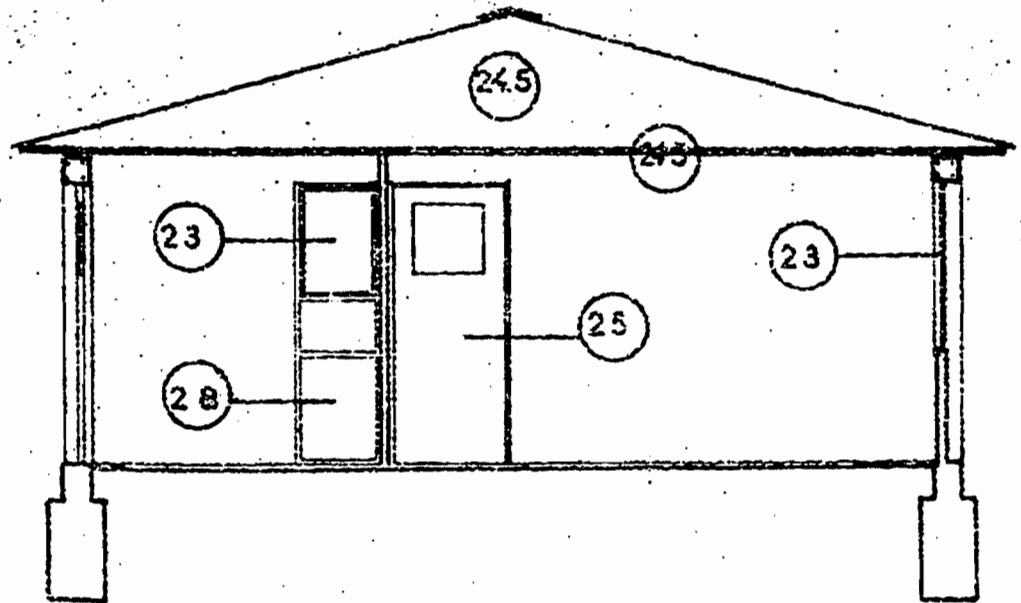
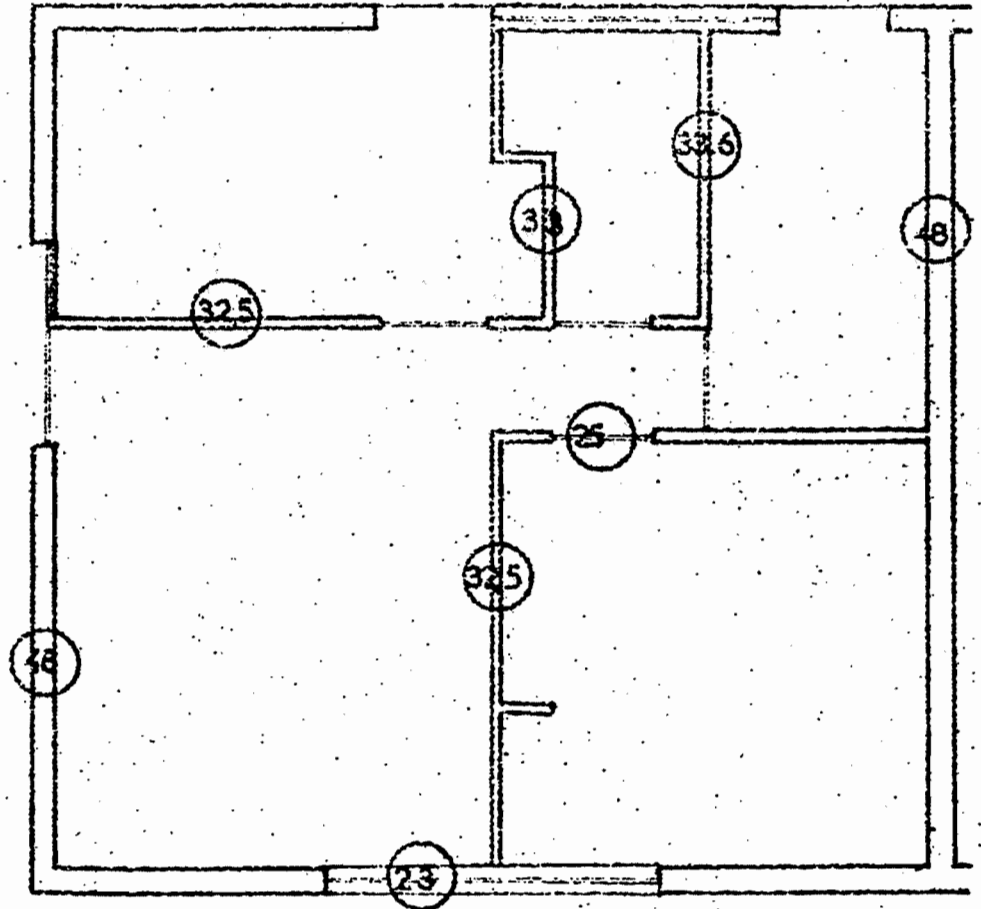
Efectos aproximados de la aislación acústica

Aislamiento  
acústico  
del elemen-  
to divisor  
en dB

	Voz normal	Voz fuerte	Música radio
30	se entiende bien	se entiende muy bien	se escucha bien
40	se entiende	se entiende bien	se escucha
50	se escucha sin entender	apenas se entiende	se escucha poco
60	no se escucha	se escucha sin entender	no se escucha
70	no se escucha	no se escucha	no se escucha.



GRAFICO 4



AISLACION DE LOS ELEMENTOS DE CONSTRUCCION <sup>A4-14</sup>

## INTERPRETACION DE DATOS

Evaluación de los resultados en las mediciones de la aislación efectiva.

<u>Reducción sonora</u>	<u>Aceptable</u>	<u>Medido</u>	<u>Diferencia</u>	<u>Clasificación</u>
Estar y dormitorio principal	30	25	5	Normal
Estar y dormitorio 2	30	16	14	deficiente
Estar y cocina	35	24	11	deficiente
Estar y baño	20	16	4	normal
Viviendas	50	38	12	deficiente
Vivienda y exterior:				
En calles poco tráfico	40	15	25	mala
En calles de mucho tráfico	50	15	35	mala

El valor de la aislación aceptable en cada caso se determina por la siguiente relación:

$$\text{Aislación requerida (mínima)} = \text{Nivel aceptable (máxima)} - \text{Nivel probable (máximo)}$$

### Estar y dormitorio principal

Nivel aceptable en Dormitorio principal 30 dB  
Nivel probable en Estar 60 dB  
Aislación requerida = 60 - 30 = 30 dB

### Estar y cocina

Nivel aceptable en estar 35 dB  
Nivel probable en cocina 70 dB (Ⓞ)  
Aislación requerida = 70 - 35 = 35 dB

### Estar y baño

Nivel aceptable en estar 35 dB  
Nivel probable en baño 55 dB  
Aislación requerida 55 - 35 = 20 dB

(Ⓞ) Nivel producido por frituras.

### Entre viviendas

Nivel aceptable en Dormitorio 30 dB  
Nivel probable en la otra vivienda 80 dB (2)  
(2) Este valor se toma como nivel promedio ya  
que los golpes de martillos o sonidos producidos por impactos llegan a 90 dB  
Aislación requerida  $80 - 30 = 50$  dB

### Vivienda y exterior

Para viviendas ubicadas en calles de mucho tráfico.

Nivel aceptable en Dormitorios 30 dB  
Nivel probable en la calle 80 dB  
Aislación requerida  $80 - 30 = 50$  dB.

Para viviendas en calles de poco tráfico

Nivel aceptable en Dormitorios 30 dB  
Nivel probables en calles 70 dB  
Aislación requerida =  $70 - 30 = 40$  dB

Las conclusiones que podemos determinar en general son: la falla principal en el interior de la vivienda se debe a la poca aislación producida por las puertas y la permeabilidad al paso del aire por las uniones de los diferentes elementos. Entre las viviendas pareadas el paso principal se produce a través del entretecho por la poca masa del cielo y la permeabilidad al paso del aire del tabique medianero. Entre la vivienda y el exterior se debe al espesor reducido de los vidrios y la poca hermeticidad de las ventanas.

Es también posible constatar la transmisión indirecta del sonido a través de los elementos que configuran la techumbre.

## ANEXO A5

### EXTRACTOS LEGALES

#### INDICE

#### Pág.

Código Penal	A5-1
Código Sanitario	A5-2
Ley General de Urbanismo y Construcción	A5-4
Ley de Rentas Municipales	A5-5
Ley 18.362	A5-6
Decreto Supremo N°286	A5-7
Ley Orgánica de Municipales	A5-11
Decreto Supremo N°47	A5-12
Resolución N°20	A5-16
Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente	A5-18
Ley 19.472, Modifica al D.F.L. N° 458	A5-20

**CODIGO PENAL**  
**ARTS. 494 A 496**  
**1874**

**LIBRO III**

**TITULO I**  
**De las faltas**

**Art.494°.** Sufrirán la pena de prisión en sus grados medio a máximo o multa de uno a cinco sueldos vitales:

2°. El que excitare o dirigiera cencerradas u otras reuniones tumultosas en ofensa de una persona o del sosiego de las poblaciones.

**Art.495°.** Serán castigados con prisión en su grados mínimo a medio conmutable en multa de un cuarto a medio sueldo vital:

1°. El que contraviniera a las reglas que la autoridad dictare para conservar el orden público o evitar que se altere, salvo que el hecho constituya crimen o simple delito.

2°. El que oír quebrantar los reglamentos sobre espectáculos públicos ocasionare algún desorden.

6°. El cónyuge que escandalizare con sus disensiones domésticas después de haber sido amonestado por la autoridad.

**Art. 496°.** Sufrirán la pena de prisión en su grado mínimo conmutable en multa de uno a cinco sueldos vitales:

7°. El que con rondas u otros esparcimientos nocturnos altere el sosiego público, desobedeciendo a la autoridad.

**D.F.L. N° 725 MINISTERIO DE SALUD  
CODIGO SANITARIO  
1968**

**TITULO PRELIMINAR**

**Párrafo I. Disposiciones generales**

Art.1°. El código Sanitario rige todas las cuestiones relacionadas con el fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes de la República, salvo aquellas sometidas a otras leyes.

**LIBRO TERCERO**

**De la higiene y seguridad del ambiente y de los lugares de trabajo**

**TITULO I**

**Normas generales**

Art.67°. Corresponde al Servicio Nacional de Salud (Hoy llamados Sistema Nacional de Servicios de Salud) velar por que se eliminen o controlen todos los factores, elementos o agentes del medio ambiente que afecten la salud, la seguridad y el bienestar de los habitantes en conformidad a las disposiciones del presente Código y sus reglamentos.

**TITULO IV**

**De otros factores de riesgos**

**Párrafo 1°. De la contaminación del aire y de ruidos y vibraciones**

Art.83°. Las municipalidades no podrán otorgar patentes definitivas para la instalación, ampliación o traslado de industrias, sin informe previo de la autoridad sanitaria sobre los efectos que ésta puede ocasionar en el ambiente.

Para evacuar dicho informe, la autoridad sanitaria tomará en cuenta los planos reguladores comunales o intercomunales y los riesgos que el funcionamiento de la industria pueda causar a sus trabajadores, al vecindario y a la comunidad.

No obstante lo dispuesto en el inciso anterior, la autoridad sanitaria informará favorablemente una determinada actividad industrial o comercial, siempre que la evaluación ambiental que se realice para evacuar el informe, determine que técnicamente se han controlado todos los riesgos asociados a su funcionamiento.

Art. 85°. Los planos reguladores comunales o intercomunales no podrán ser aprobados sin previo informe favorable del Servicio

Nacional de Salud, respecto a las materias de que trata el presente título.

Art. 89°. El reglamento comprenderá normas como las que se refieren a:

- b) La protección de la salud, seguridad y bienestar de los ocupantes de edificios o locales de cualquier naturaleza, del vecindario y de la población en general, así como de los animales domésticos y de los bienes, contra los perjuicios, peligrosos e inconvenientes de carácter mental o material que provengan de la producción de ruidos, vibraciones o trepidaciones molestos, cualquiera que sea su origen.

**D.S.N°458. MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO  
LEY GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES  
Fecha: 13 de Abril 1976**

**Art. 160°.** En el caso de establecimientos industriales o locales de almacenamiento, expuestos a peligros de explosión o de incendio, y los que produjeran emanaciones dañinas o desagradables, ruidos o trepidaciones u otras molestias al vecindario, la Municipalidad fijará, previo informe de la Secretaría Regional correspondiente del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y del Servicio Nacional de Salud, el plazo dentro del cual deberán retirarse del sector en que estuvieran establecidos. Dicho plazo no podrá ser inferior a un año, contado desde la fecha de la notificación de la resolución respectiva.

**Art. 162°. Inciso 5°.** En las viviendas económicas podrá también instalarse un pequeño comercio, sin perder las franquicias otorgadas por el Decreto con Fuerza de Ley N° 2, de 1959, del Ministerio de Hacienda, cuyo texto definitivo fue fijado por el Decreto Supremo N° 1101, de 1960, del Ministerio de Obras Públicas, siempre que su principal destino subsista como habitacional. Con todo, no podrán acogerse a la disposición anterior los comercios que tengan como objeto el expendio y/o venta de bebidas alcohólicas, el establecimiento de juegos electrónicos, salones de pool, juegos de azar, la exhibición de videos u otros que provoquen ruidos u olores molestos y demás cuyo giro esté prohibido por ordenanzas locales o municipales.



**D.L. N° 3063 LEY DE RENTAS MUNICIPALES**

Fecha: 29 de Diciembre de 1979

**Art.26°.** Toda persona que inicie un giro o actividad gravada con patente municipal presentará conjuntamente con la solicitud de autorización para funcionar en un local o lugar determinado, una declaración jurada simple acerca del monto del capital propio del negocio, para los efectos del artículo 24. Asimismo, en los casos que corresponda deberán efectuar la declaración indicada en el artículo anterior.

La Municipalidad estará obligada a otorgar la patente respectiva, sin perjuicio de las limitaciones relativas a la zonificación comercial o industrial que contemplen las respectivas ordenanzas municipales y a las autorizaciones que previamente deben otorgar en ciertos casos las autoridades sanitarias u otras que contemplen las leyes.

Sin embargo, las Municipalidades podrán otorgar patentes provisorias, en cuyo caso los establecimientos podrán funcionar de inmediato. Estos contribuyentes tendrán el plazo de un año para cumplir con las exigencias que las disposiciones legales determinen. Si no lo hicieren, la Municipalidad podrá decretar la cláusula del establecimiento. Para otorgar este tipo de patentes, se exigirá sólo la comprobación de requisitos de orden sanitario y de emplazamiento según las normas sobre zonificación del Plan Regulador (1).

(1) La última frase del inciso final del artículo 26 fue agregada al texto tal como lo indica la letra a) del artículo 26 de la Ley N°18.591, publicada en el Diario Oficial de 3 de enero de 1987. Posteriormente, el artículo 1° de la Ley N° 18.817, publicada en el Diario Oficial de 11 de agosto de 1989, modificó el presente artículo a partir de la fecha de publicación del Decreto con Fuerza de Ley que se dicte en virtud de la facultad concedida al Presidente de la República en el artículo 2° y transitorio de la citada Ley N° 18.817.

**LEY N° 18.362. CREA UN SISTEMA NACIONAL DE AREAS  
SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO  
Fecha: 27 de Diciembre de 1983**

**TITULO III**

**De las prohibiciones, de las sanciones y del procedimiento**

**Párrafo Primero. De las prohibiciones**

**Art. 25°. En las áreas silvestres queda prohibido:**

m) Provocar contaminación acústica o visual.

**TITULO IV**

**Disposiciones generales**

**Art. 34°. Tanto en los terrenos particulares que al momento de entrar en vigencia esta ley es comprendidos dentro de los límites fijados a una unidad de manejo, como en aquellos que se encuentre una distancia inferior a mil metros contados desde el límite de la unidad, queda prohibido, salvo autorización expresa de la Corporación realizar las siguientes acciones:**

e) Provocar contaminación acústica o visual.

**D.S. N° 286 MINISTERIO DE SALUD**  
**APRUEBA REGLAMENTO SOBRE NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE RUIDO**  
**MOLESTOS GENERADOS POR FUENTES FIJAS**  
**Fecha: 14 de Diciembre de 1984**

**TITULO I**  
**Disposiciones Generales**

**Art.1°.-** El presente reglamentos establece los niveles máximos permisibles de presión sonora continuos equivalentes y los criterios técnicos para evaluar y calificar la emisión de ruidos molestos generados hacia la comunidad por fuentes fijas, tales como las actividades industriales, comerciales, recreacionales, artísticas u otras.

Sin perjuicio de lo anteriormente señalado, en los lugares de trabajo se aplicarán los límites máximos permitidos, establecidos en el decreto supremo N° 78, de 9 de febrero de 1983, del Ministerio de Salud.

**Art.2°.-** Corresponderá a los Servicios de Salud fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento, sin perjuicio de las atribuciones específicas que las Ordenanzas Municipales otorgan a los Inspectores Municipales y Carabineros en esta materia. Tratándose de la Región Metropolitana esta facultad corresponderá al Servicio de Salud del Ambiente de esa Región.

**TITULO II**  
**Definiciones**

**Art. 3°.-** Para los efectos del presente reglamento se entenderá por:

a) **Fuentes Fijas:** Son todas las fuentes diseñadas para operar en un lugar determinado. No pierden su condición de tales aunque se hallen montadas sobre un vehículo transportador a efectos de facilitar su desplazamiento.

b) **Decibel (dB):** Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. de esta manera el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

c) **Decibel (A):** Es el nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A.

d) **Niveles de Presión Sonora (N.P.S.):** Se expresa de decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática:

$$\text{N.P.S.} = 20 \log P1/P0$$

en que:

P1= presión sonora medida

P0= presión de referencia, fijado internacionalmente en 20 micropascales

e) **Nivel de presión sonora continuo equivalente (N.P.S. eq.):** Es aquel de presión sonora constante expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el sonido fluctuante.

f) **Ruido estable:** Es aquel que presenta fluctuaciones de nivel despreciable durante el transcurso del período de observación menores o iguales a 2 decibeles.

g) **Ruido fluctuante:** Es aquel cuyo nivel varia de modo continuo en un intervalo notable, durante el transcurso del período de observación. (Mayor a 2 decibeles).

### TITULO III

#### De los Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonora Continuos Equivalentes

Art. 4º.- Los niveles de presión sonora continuos equivalentes, medidos al exterior de los recintos destinados a las actividades señaladas en el artículo 1º, de acuerdo a su ubicación en la zonificación urbana, no podrán exceder los valores que se fijan a continuación:

#### Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonora Continuos Equivalentes (dB (A) lento)

N.P.S. eq. (dB (A) lento)

Tipo de Zona

7 a 21 hrs.      21 a 7 hrs.

* Zona residencial exclusiva	55	45
* Zona residencial con comercio	60	50
* Zona mixta con Industria inofensiva	65	55
* Zona mixta con Industria molesta	70	60

Se exceptúan de las limitaciones establecidas en el presente artículo las actividades ubicadas en zonas calificadas como industrial exclusiva, pero en ningún caso, se aceptarán niveles de presión sonora continuos equivalentes superiores a 70 dB (A) lento ponderados en 24 horas.

#### **TITULO IV**

##### **Procedimientos de Medición**

**Art. 5°.-** Para los efectos del presente reglamento la evaluación del nivel de presión sonora continuo equivalente se efectuará instrumentalmente, de acuerdo a las siguientes pautas de procedimientos:

##### **A. Generalidades:**

1. Las mediciones se efectuarán con un medidor de nivel de presión sonora o decibelímetro o sonómetro de precisión debidamente calibrado.
2. Se utilizará el filtro de ponderación A y la respuesta lenta de la aguja.
3. Los resultados de las mediciones se expresarán en decibeles (dB), y se evaluará la exposición al ruido según el concepto de Nivel de Presión Sonora continuo equivalente (N.P.S. eq.).
4. El nivel de presión sonora se medirá en el momento y lugar donde se percibe la molestia.

##### **B. Condiciones de Medición:**

##### **1. Mediciones Externas:**

1.1. Se efectuarán entre 1,2 a 1,5 metros sobre el suelo y en lo posible por lo menos a 3,5 metros desde las paredes, construcciones u tras estructuras reflectantes.

1.2. Se efectuarán por lo menos tres mediciones separadas entre si en aproximadamente 0,5 metros de ellas se obtendrá el promedio.

##### **2. Mediciones Internas:**

2.1. Las mediciones se harán en las condiciones habituales de uso de la habitación (ventana abierta y/o cerrada).

2.2. Se efectuarán a una distancia de por lo menos 1,0 metro desde las paredes, entre 1,2 a 1,5 metros sobre el piso y alrededor de 1,5 metros desde las ventanas.

2.3. Se efectuarán por lo menos tres mediciones separadas entre si en aproximadamente 0,5 metros y de ellas se obtendrá el promedio.

C. Tipo de Ruido: La técnica de evaluación dependerá del tipo de ruido del cual se trate, ya sea:

1. Ruido Estable:

1.1. En caso de ruido estable la evaluación se efectuará mediante mediciones puntuales, en las condiciones habituales tanto de trabajo uso de las fuentes productoras de ruido, como del lugar donde efectuarán las mediciones. (letra A, artículo 5°).

1.2. La lectura del instrumento a considerar es el promedio de las fluctuaciones de la aguja.

En este caso el nivel de presión sonora instantáneo corresponderá el Nivel de Presión Sonora Continuo equivalente.

2. Ruido Fluctuante:

2.1. En caso de ruido fluctuante será necesario efectuar un cálculo del Nivel de presión sonora, con ponderación A, en el tiempo, o mediante la técnica de muestreo que consiste en medir el nivel de presión sonora cada 15 minutos por un período que cubra a lo menos el 70% del tiempo de funcionamiento de la actividad.

2.2. De los valores obtenidos se calculará el Nivel de Presión Sonora Continuo equivalente, según la siguiente fórmula:

$$\text{N.P.S. eq.} = 10 \log \left( \frac{1}{N} (10^{\text{N.P.S.1}/10} + 10^{\text{N.P.S.2}/10} + \dots + 10^{\text{N.P.S.n}/10}) \right)$$

donde:

N= Número de muestras

N.P.S. (1,2,....,n) = N.P.S. instantáneas

## TITULO V

### De las Sanciones y Vigencia

Art.6°.- Las infracciones del presente reglamento serán sancionadas por los Servicios de Salud en cuyo territorio se hayan cometido, en conformidad a lo establecido en el Libro Décimo del Código Sanitario.

Art.7°.- El presente reglamento entrará en vigencia noventa días después de su publicación en el Diario Oficial, fecha en que se entenderá derogada cualquier otra norma, resolución a disposición que fuere contraria o incompatible con las contenidas en este decreto supremo.

**LEY N° 18.695 LEY ORGANICA DE MUNICIPALIDADES**  
**Fecha: 31 de Marzo de 1988**

**TITULO I**

**De las funciones y atribuciones**

**Párrafo 2°. De las funciones y atribuciones**

**Art. 3°. Corresponderán a las municipalidades las siguientes funciones privativas:**

b) Aplicar las disposiciones sobre construcción y urbanización, en la forma que determinen las leyes, sujetándose a las normas técnicas de carácter general que dicte el ministerio respectivo.

**Art. 4°. Las municipalidades podrán desarrollar directamente o con otros órganos de la Administración del Estado, funciones relacionadas con:**

- b) La salud pública
- c) La protección del medio ambiente

**Art. 5°. Para el cumplimiento de sus funciones las municipalidades tendrán las siguientes atribuciones esenciales:**

j) Inciso 2°. Las municipalidades tendrán, además, las atribuciones no esenciales que les confieran las leyes o que versen sobre materias que la Constitución Política de la República expresamente ha encargado sea reguladas por la ley común, entre otras, en la de colaborar en la fiscalización y en el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias correspondientes a la protección del medio ambiente, en los límites comunales, sin perjuicio de las potestades, funciones y atribuciones de otros organismos públicos.

**Párrafo 4°. Organización interna**

**Art. 19°. A la unidad encargada de obras municipales corresponderá:**

d) Aplicar normas legales y técnicas para prevenir el deterioro ambiental.

**D.S. N° 47. MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO  
ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO  
Y CONSTRUCCIONES**

Fecha: 19 de Mayo de 1992

**Art.4.1.5°.** Los locales según sus condiciones acústicas, se clasifican en los siguientes grupos:

1. Locales que por su naturaleza deben ser totalmente aislados de las ondas sonoras exteriores y en los cuales los sonidos interiores deben extinguirse dentro de las salas en que son producidos: estudios de grabación de películas cinematográficas o de discos, salas de transmisión de radiotelefonía, salas de hospitales, de estudios de música, de escuelas, bibliotecas y audición de alta calidad.

2. Locales parcialmente aislados que pueden recibir ondas sonoras del exterior, pero en los cuales interesa que esta recepción sea limitada de modo que no tome forma inteligible, capaz de provocar desviaciones de la atención: hoteles, departamentos, casas habitación, locales destinados al culto, oficinas profesionales o comerciales y las otras salas de audición no comprendidas en la categoría anterior.

3. Locales sin exigencias acústicas en que es indiferente que se propaguen ondas sonoras en uno y otro sentido, tales como estadios, mercados, restaurantes.

4. Locales ruidosos, en que el nivel sonoro interior es superior al del exterior y que, por lo tanto, deben ser tratados en forma recíproca a los de los dos primeros grupos, tales como fábricas, estaciones de ferrocarril, centrales o subestaciones eléctricas, imprentas, salas de baile.

Los locales incluidos en el primer grupo en su totalidad y los del segundo grupo que se encuentren ubicados en barrios con alto nivel sonoro medio, de acuerdo con la clasificación que adopte la Dirección de Obras Municipales, deberán someterse a las exigencias establecidas en las Normas Oficiales sobre condiciones acústicas de los locales. Los edificios del cuarto grupo no podrán construirse en sectores habitacionales ni a distancias menores de 100 mts. de los edificios del grupo uno. Cumplirán, por lo demás, con las disposiciones de las Normas Oficiales en materia de aislamiento antisonórico de los locales que dichas normas especifiquen.



**Art. 4.5.4°.** Las solicitudes de permiso para construir o destinar edificios existentes a locales escolares, que consulten una capacidad superior a 360 alumnos, deberán acompañarse de un estudio sobre el impacto que ellos puedan generar en el barrio o sector donde se proyecten localizar.

El estudio estará destinado a identificar, evaluar y proponer soluciones entre los efectos negativos que el proyecto pueda generar sobre la estructura urbanística y ambiental del respectivo sector o barrio.

Para la finalidad señalada en el inciso anterior, el estudio comprenderá, entre otras, las siguientes materias:

**2. Efectos de la contaminación acústica** desde el local escolar hacia el exterior, derivados de su localización, tomando como base el nivel de ruidos actual y futuro.

**Art.4.8.6°.** Los proyectos de los campos deportivos, gimnasios, estadios, piscinas y demás locales sociales y/o recreativas, deberán cumplir con las normas siguientes, tomando en cuenta la tipología o magnitud de los mismos, el impacto que genera su ubicación, y las normas técnicas propias para su adecuado funcionamiento y requerirán siempre para la obtención del permiso municipal de edificaciones respectivo, de la aprobación previa de la Secretaria Ministerial de Vivienda y Urbanismo respectiva:

**4. Contaminación Acústica:** Deberán cumplir con las normas del reglamento "Sobre niveles máximos permisibles de ruidos molestos, generados por fuentes fijas", D.S. N°286, de 1994, del Ministerio de Salud.

**Art. 4.14.2°.** Los establecimientos industriales o de bodegaje serán calificados caso a caso por el Servicio de Salud del Ambiente respectivo, en consideración a los riesgos que su funcionamiento pueda causar a sus trabajadores, vecindario y comunidad; para estos efectos, se calificarán como sigue:

**1. Peligroso:** el que por alto riesgo potencial permanente y por la índole eminentemente peligrosa, explosiva o nociva de sus procesos, materias primas, productos intermedios o finales o acopio de los mismos, pueden llegar a causar daño de carácter catastrófico para la salud o la propiedad, en un radio que excede los límites del propio predio.

**2. Insalubre o Contaminante:** El que por destinación o por las operaciones o procesos que en ellos se practican o por los elementos que se acopian, dar lugar a consecuencias tales como vertimientos, desprendimientos, emanaciones, trepidaciones, ruidos, que puedan llegar a alterar el equilibrio del medio ambiente por el uso desmedido de la naturaleza o por la

incorporación a la biosfera de sustancias extrañas, que perjudican directa o indirectamente la salud humana y ocasionen daños a los recursos agrícolas, forestales, pecuarios, piscícolas, u otros.

**3. Molesto:** aquel cuyo proceso de tratamientos de insumos, fabricación o almacenamiento materias primas o productos finales, pueden ocasionalmente causar daños a la salud o la propiedad y que normalmente quedan circunscritos al predio de la propia instalación, o bien, aquellos que puedan atraer insectos o roedores, producir ruidos o vibraciones, u otras consecuencias, causando con ello molestias que se prolonguen en cualquier período del día o de la noche.

**4. Inofensivo:** aquel que no produce daños ni molestias a la comunidad, personas o entorno, controlando neutralizando los efectos del proceso productivo o de acopio, siempre dentro del propio predio e instalaciones, resultando éste inócuo.

**Art. 4.14.6°.** El instrumento de planificación territorial o, en su defecto, el Director de Obras Municipales, podrán exigir que en los deslindes de los edificios o instalaciones a que se refiere este Capítulo, se provean dispositivos o elementos que eviten ruidos, vapores, salpicaduras y similares, a las propiedades vecinas y separaciones o distanciamientos a deslindes, mayores que los previstos en la presente Ordenanza.

**Art.5.6.2.** Los muros de albañilería de ladrillo se construirán entre pilares y cadenas de hormigón armado, salvo las excepciones consultadas expresamente en esta Ordenanza.

Los espesores mínimos de los muros de albañilería, de arriba hacia abajo, serán los siguientes:

PISO	ESPESOR DE LOS MUROS PAR LADRILLOS HECHOS A MANO (43)
1° (Superior)	20 cm. (exteriores) 14 cm. (interiores)
2° (Inferior)	20 cm. (exteriores) con losa de entrepiso 14 cm. (interiores) sin losa de entrepiso 20 cm.

El espesor de los muros fabricados con ladrillos hechos a máquina será determinado, entre otros factores, por la capacidad resistente de aquéllos al esfuerzo vertical y horizontal, su

poder de aislación térmica y acústica. La capacidad resistente y el espesor mínimo deberán ser determinados por un laboratorio de ensaye autorizado. Dicho espesor mínimo no podrá ser inferior a 14 cm., a menos que el proyecto estructural firmado por un ingeniero o arquitecto, demuestre que bastan espesores inferiores, proyecto que deberá someterse en cada caso a la aprobación de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo respectiva.

**Art. 6.1.9°.** Todas las instalaciones mecánicas, tales como ascensores, bombas elevadoras de agua, que produzcan ruidos molestos a los moradores del edificio, deberán consultar la aislación acústica necesaria y los dispositivos especiales que impidan las trepidaciones.

**RESOLUCION N° 20. GOBIERNO REGIONAL METROPOLITANO  
APRUEBA PLAN REGULADOR METROPOLITANO DE SANTIAGO  
Fecha: 4 de Noviembre de 1994**

**Art.6.1.1°. Clasificación y Tipología**

Inciso 2°. Según su grado de molestia las actividades productivas o de servicio de carácter industrial se enmarcan en la siguiente tipología, independientemente de su nivel de producción y empleo:

**Art.6.1.1.1°. Actividades Productivas de Carácter Industrial**

Son aquellas que desarrollan procesos de producción, procesamiento y/o transformación de productos finales, intermedios o materias primas.

**Art. 6.1.1.2°. Actividades de Servicios de Carácter Similar al Industrial**

Son aquellas que por su impacto sobre el ambiente y/o infraestructura de transporte, se asocia a las actividades señaladas en el artículo precedente. Dentro de estas se consideran el almacenamiento mayoristas, los terminales de transporte y distribución de todo tipo exceptuándose los de locomoción colectiva urbana, los depósito de vehículos y/o maquinarias, acopio y/o venta de materiales de construcción, venta minorista y combustibles sólidos.

**Art. 6.1.2°. Calificación y Competencia**

La calificación integral de una actividad productiva resulta de considerar todas las calificaciones parciales y en su resolución definitiva primará la calificación más desfavorable.

**Art. 6.1.2.1°. Categorías de Calificación**

Según las características de las actividades productivas de carácter industrial y aquellas de servicio de carácter similar al industrial y atendiendo el impacto ambiental que provocan, deberá estarse a la clasificación que se establece en el Artículo 4.14.2° de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

**Art.7.1.3.4°. Condiciones Técnicas específicas**

Los establecimientos de Venta Minorista de Combustibles Líquidos y Centros de Servicio Automotriz, deberán cumplir los siguientes requisitos de diseño urbano y edificación:

**2. Sistema de Agrupamiento: Aislado.**

Cuando se permitan los adosamientos, sólo se podrán construir adosadas las edificaciones correspondiente a oficinas de ventas,

@

administración y cobertizos para estacionamiento de vehículos. Se prohíbe el adosamiento de instalaciones que produzcan emanaciones, ruidos, trepidaciones o vibraciones, calificadas como molestas por el servicio competente. Los adosamientos permitidos deberán cumplir con lo dispuesto en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

**Art. 7.2.3.2°. Relleno Sanitario**

Inciso 4°. Sin perjuicio que el Relleno Sanitario se plantee en extensión o relleno una depresión, su autorización estará condicionada al informe favorable de los organismos competentes, que considerarán, entre otras, las siguientes variables:

- \* Impacto Vial.
- \* Calidad de suelo, explicando su grado de permeabilidad y nivel freático.
- \* Medidas de seguridad para evitar la contaminación aérea, hídrica superficial y subterránea.

**LEY N° 19.300. LEY SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE**  
Fecha: 9 de Marzo de 1994

**TITULO I**  
**Disposiciones generales**

Art. 2° Para todos los efectos legales, se entenderá por:

- d) **Contaminante:** Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.
- n) **Normativa Primaria de Calidad Ambiental:** aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población.
- ñ) **Norma Secundaria de Calidad Ambiental:** aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

**TITULO II**  
**De los instrumentos de gestión ambiental**

**Párrafo 4°.** De las normas de calidad ambiental y de la preservación de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental.

**Art. 32°.** Mediante decreto supremo que llevará las firmas del Ministro Secretario General de la Presidencia y del Ministro de Salud, se promulgarán las normas primarias de calidad ambiental. Estas normas serán de aplicación general en todo el territorio de la República y definirán los niveles que originan situaciones de emergencia.

Mediante decreto supremo que llevará las firmas del Ministro Secretario General de la Presidencia y del ministro competente

según la materia de que se trate, se promulgarán las normas secundarias de calidad ambiental.

Un reglamento establecerá el procedimiento a seguir para la dictación de normas de calidad ambiental, que considerará a lo menos las siguientes etapas: análisis técnico y económico, desarrollo de estudios científicos, consultas a organismos competentes, públicos y privados, análisis de las observaciones formuladas y una adecuada publicidad.

Establecerá además los plazos y las formalidades que se requieren para dar cumplimiento a lo dispuesto por este artículo y los criterios para revisar las normas vigentes.

**LEY N°19.472, 1996, MODIFICA EL D.F.L. N° 458 DE 1975  
LEY GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES  
ESTABLECIENDO NORMAS RELATIVAS A LA CALIDAD DE LA CONSTRUCCION**

Reemplázase el artículo 18, por el siguiente:

" Artículo 18.- El propietario primer vendedor de una construcción será responsable por todos los daños y perjuicios que provengan de fallas o defectos en ella, sea durante su ejecución o después de terminada, sin perjuicio de su derecho a repetir en contra de quines sean responsables de las fallas o defectos de construcción que hayan dado origen a los daños y perjuicios.

Los proyectistas serán responsables por los errores en que hayan incurrido, si de éstos se han derivado daños o perjuicios.

Sin perjuicio de lo establecido en el N° 3 del artículo 2003 del Código Civil, los constructores serán responsables por las fallas errores o defectos en la construcción, incluyendo las obras ejecutadas por subcontratistas y el uso de materiales o insumos defectuosos, sin perjuicio de las acciones que puedan interponer a su vez en contra de los proveedores, fabricantes y subcontratistas.

Las personas jurídicas serán solidariamente responsables con el profesional competente que actúe por ellas como proyectista o constructor respecto de los señalados daños y perjuicios.

El propietario primer vendedor estará obligado a incluir en la escritura pública de compraventa, una nómina que contenga la individualización de los proyectistas y constructores a quienes pueda asistir responsabilidad de acuerdo al presente artículo. Tratándose de personas jurídicas deberá individualizarse a sus representantes legales. Las condiciones ofrecidas en la publicidad se entenderán incorporadas al contrato de compraventa. Los planos y las especificaciones técnicas, definitivos, como asimismo el Libro de Obras a que se refiere el artículo 143, se mantendrán en un archivo en la Dirección de Obras Municipales a disposición de los interesados.

La responsabilidad civil a que se refiere este artículo, tratándose de personas jurídicas que se hayan disuelto, se hará efectiva respecto de quienes eran sus representantes legales a la fecha de celebración del contrato.

Las acciones para hacer efectivas las responsabilidades a que se refiere este artículo prescribirán en cinco años, contados desde la fecha de la recepción definitiva de la obra por parte de la Dirección de Obras Municipales".



## ANEXO A6

### EXTRACTOS DE DOCUMENTOS TECNICOS CONSULTADOS

<u>INDICE</u>	<u>Pág.</u>
Norma Chilena Oficial Nch 352 Of61, "Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios"	A6-1
Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, DS N° 47, 1992, Art.4.1.5	A6-6
Reglamento para la acreditación de organismos de certificación de productos y de laboratorios de ensayos, INN 100-608, 25/04/96	A6-7
Norma Básica de la Edificación, NBE-CA-88 "Condiciones acústicas en los edificios", MOPT, España	A6-17
Norma DIN 4109, "Protección acústica de los edificios", Alemania	A6-24
Planning Policy Guidance: Planning and Noise Department of the Environment PPG24, 1994, Gran Bretaña.	A6-27
Nouvelle réglementation acoustique de l'habitat ECHO BRUIT N°58, 1993, Francia	A6-33
Housing and Urban development Standard, Department of Housing and Urban Development (HUD), 1973, USA	A6-37

CONDICIONES ACUSTICAS QUE DEBEN  
CUMPLIR LOS EDIFICIOS

PREAMBULO

(Este Preámbulo se inserta sólo a título informativo).

Esta norma es una *reedición sin modificaciones* de la norma oficial 53-21ch, "Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios" vigente por Decreto N°2379 del Ministerio de Obras Públicas, de fecha 20 de octubre de 1961.

La nueva designación se incorporará definitivamente al revisar esta norma.

Esta norma establece las condiciones acústicas mínimas que deben cumplir los edificios.

En el estudio de esta norma se han tenido a la vista, entre otros documentos, los siguientes:

ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALISATION, AFNOR, S 31-002, Acoustique.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION, B.S.I., B.S. 661 :1955, Glossary of Acoustical Terms; B.S. 2750:1956, Measurement of Sound Transmission in Buildings.

DEUTSCHER NORMENAUSSCHUSS, DIN 52212, 2.56, Schallschluckanordnungen, Bestimmung des Absorptionsgrades im Hallraum; DIN 4109, 4.44, Schallschutz im Hochbau, Richtlinien.

FURRER, WILLY, Raum und Bau-Akustik; Birkhaeuser Verlag, Basel (Suiza).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO Recommendation N°140 (revised text). Field and Laboratory Measurements of Airborne and Impact Sound Transmission, May 1959.

KINSLER, L.E., Frey, A.R., Fundamental of Acoustics, John Wiley and Sons Inc., New York, U.S.A. (1950).

11. material acústico: es todo aquel material de recubrimiento cuyo coeficiente de absorción medio, a diferentes frecuencias de sonido, es igual o superior a 0,5.
12. material absorbente: es todo aquel material de recubrimiento cuyo coeficiente de absorción medio es superior a 0,1.
13. material reflector: es todo aquel material de recubrimiento cuyo coeficiente de absorción medio es inferior a 0,1.
14. reverberación: se da este nombre al fenómeno de la persistencia que acusa un sonido al ser reflejado repetidamente por las superficies que encierran un recinto.
15. tiempo de reverberación: de un recinto, para un sonido de determinada frecuencia, es el tiempo (expresado en segundos) que demora un nivel sonoro ambiente, provocado por ese sonido, en decaer desde un valor inicial hasta la millonésima parte de ese valor, una vez que se ha suprimido la fuente sonora.

#### Artículo 6°.

Conforme a los niveles sonoros, y para los efectos de la aplicación de la presente norma, los ambientes se clasifican como sigue:

	<u>decibeles (dB)</u>	
a) ambiente muy tranquilo	30 o menos	
b) ambiente tranquilo	30	40
c) ambiente moderadamente tranquilo	40	50
d) ambiente ruidoso	50	60
e) ambiente muy ruidoso	60	70
f) ambiente insoportable	70	80
g) ambiente inadmisible	más de 80	

#### D) PRESCRIPCIONES

##### REQUISITOS GENERALES

#### Artículo 7°.

Para la aplicación de la presente norma, los edificios se considerarán clasificados, conforme al artículo N° 345 de la Ordenanza General de Construcciones y Urbanización, en los siguientes cuatro grupos:

Grupo 1. Locales que por su naturaleza deben ser totalmente aislados de las ondas sonoras exteriores y en los cuales los sonidos

interiores deben extinguirse dentro de las salas en que son producidos: estudios de grabación de películas cinematográficas o de discos, salas de transmisión de radiotelefonía, salas de hospitales, de estudios de músicas, de escuelas, bibliotecas y de audición de alta calidad.

Grupo 2. Locales parcialmente aislados, que pueden recibir ondas sonoras del exterior, pero en los cuales interesa que esta recepción sea limitada de modo que no tome forma inteligible capaz de provocar desviaciones de la atención: hoteles, departamentos, casas habitación, locales destinados al Culto, oficinas profesionales o comerciales, otras salas de audición no comprendidas en el Grupo 1, etc.

Grupo 3. Locales sin exigencias acústicas, en los que es indiferente que se propaguen ondas sonoras en uno u otro sentido: estadios, mercados, restaurantes, etc.

Grupo 4. Locales ruidosos, en los que el nivel sonoro interior es superior al del exterior y que por lo tanto deben ser tratados en forma inversa a los de las dos primeras categorías: fábricas, estaciones de ferrocarril, imprentas, etc.

#### Artículo 8°.

1. Las prescripciones establecidas en los artículos 10°...18° se refieren a los edificios clasificados en el Grupo 1 y a aquellos del Grupo 2 que se encuentran ubicados en barrios cuyo nivel sonoro ambiente es superior al nivel interior aceptable.

2. Las prescripciones establecidas en los artículos 19°...21° se refieren a los edificios clasificados en el Grupo 4.

Niveles sonoros ambientes aceptables.

#### Artículo 9°.

Para los efectos de la aplicación de la presente norma se estimarán como aceptables los siguientes niveles sonoros ambientes:

- a) estudios de grabación de discos, estudios de radio y cine, salas de concierto: hasta 30 fon;
- b) hospitales y edificios similares, estudios de música, salas de clases, bibliotecas: 20 ... 25 fon;
- c) hoteles, iglesias, teatros, cines, auditorios, departamentos, casas habitación: 25 ... 30 fon;
- d) piezas de estar, oficinas privadas, restaurantes: 30 ... 40 fon; y
- e) oficinas con acceso al grueso público, fábricas, salas de calderas, fuentes de soda, etc.: 40 ... 50 fon.

Edificios de los Grupos 1 y 2.

Artículo 10°.

1. Los muros de fachadas y los medianeros de los edificios, lo mismo que aquellos tabiques interiores que establecen límites entre las diferentes casas, departamentos u oficinas, deberán consultarse en forma de asegurar un aislamiento acústico de 35 dB, como mínimo.

2. Los entresijos y cielos del último piso que no lleven losa de hormigón armado, deben consultarse en forma de asegurar el mismo grado mínimo de aislamiento acústico. En todo caso, deberán proporcionar a lo menos el mismo aislamiento que los tabiques del mismo edificio.

Artículo 11°.

Las puertas, ventanas y otros vanos que se abran en los muros o tabiques que deban ser acústicamente aislados, serán suficientemente aisladores para evitar que se reduzca el grado de aislamiento que ofrecería el muro o tabique.

Artículo 12°.

Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 11°, todas las ventanas o puertas vidriadas que se consulten hacia el exterior del edificio o a patios de luz deberán ser dotadas de vidrios dobles separados por distancias no inferiores a 2 cm, o bien, de un solo vidrio inclinado.

Artículo 13°.

Las canalizaciones de agua, gas o energía eléctrica, deberán disponerse de manera que sus anclajes a las estructuras aseguren un contacto elástico con las mismas, debiendo también al mismo tiempo consultarse una zona elástica de una longitud no inferior a 20 diámetros en los arranques de la matriz o de las maquinarias que estén en contacto sólido con ellas.

Artículo 14°.

Las maquinarias que deban funcionar dentro de un edificio se fundarán en forma independiente de él (zócalo flotante) y se dispondrán silenciadores suficientes para no sobrepasar el nivel sonoro ambiente aceptable en el edificio en que se encuentran.

Artículo 15°.

Las instalaciones de agua para servicios de agua potable o calefacción deberán ser provistas de cámaras de expansión para evitar los golpes de ariete y disponer todas sus válvulas con diseño acústico. Las uniones de los diferentes artefactos deberán ser elásticas.

Artículo 16°.

Si a pesar de cumplirse todas las exigencias descritas en los artículos anteriores no se consigue rebajar el nivel sonoro ambiente de los interiores a los límites indicados en el artículo 9°, deberá consultarse el recubrimiento parcial o total con material absorbente de las diferentes salas, hasta obtener ese límite.

Artículo 17°.

Las salas destinadas a la grabación de discos o películas, a la transmisión radiotelefónica, y, en general, todas aquellas destinadas directa o indirectamente a la audición de la palabra o de la música, deberán consultar el suficiente recubrimiento con material absorbente para asegurar un tiempo de reverberación adecuado a las condiciones de la sala.

Artículo 18°.

Las salas de audición que se consultan de manera que alguna de sus dimensiones sea superior a 25 m, deberán ser diseñadas en forma tal que se asegure en ellas la imposibilidad de que se produzcan ecos audibles en la zona de auditores. Se recomienda que, con este mismo objeto, se dispongan superficies de material reflector situadas a una distancia no inferior de los 10 m del foco de emisión y orientadas en forma de permitir el retroceso de las ondas sonoras.

Edificios del Grupo 4.

Artículo 19°.

1. Los edificios clasificados en el Grupo 4 ubicados en zonas urbanas, cuyo nivel interior de ruidos sea superior al nivel medio exterior, deberán consultar muros, cielos, cubiertas, puertas y ventanas que aseguren un aislamiento suficiente para no aumentar este nivel.

2. Cuando en estos edificios se produzcan vibraciones mecánicas o sonidos intensos, sus fundaciones deberán consultarse en forma tal que no establezcan ningún contacto rígido con elementos estructurales de edificios vecinos.

Artículo 20°.

Los edificios del Grupo 4 no podrán ser construidos en ningún caso en barrios residenciales ni a distancias menores de 100 m de salas de audición, hospitales, escuelas y bibliotecas.

Artículo 21°.

Estos edificios deberán consultar aislamientos eficaces entre las salas propiamente ruidosas que ellos contengan y las que se destinen a oficinas u otros servicios no ruidosos en las que habrá que asegurar un nivel sonoro interior no superior a 50 fon.

ventilarse mediante conductos (shafts) de sección no inferior a 0.20 m<sup>2</sup>. Cuando estos locales se destinen a preparación y venta de alimentos, reparaciones (eléctricas, ópticas, calzados), talleres fotográficos, lavasecos u otros usos que produzcan olores o emanaciones, dicha ventilación deberá activarse por medios mecánicos durante las horas de trabajo.

**Artículo 4.1.5.-** Los locales según sus condiciones acústicas, se clasificarán en los siguientes grupos:

1. Locales que por su naturaleza deben ser totalmente aislados de las ondas sonoras exteriores y en los cuales los sonidos interiores deben extinguirse dentro de las salas en que son producidos: estudios de grabación de películas cinematográficas o de discos, salas de transmisión de radiotelefonía, salas de hospitales, de estudios de música, de escuelas, bibliotecas y audición, de alta calidad.
  2. Locales parcialmente aislados que pueden recibir ondas sonoras del exterior, pero en los cuales interesa que esta recepción sea limitada de modo que no tome forma inteligible, capaz de provocar desviaciones de la atención: hoteles, departamentos, casas habitación, locales destinados al culto, oficinas profesionales o comerciales y las otras salas de audición no comprendidas en la categoría anterior.
  3. Locales sin exigencias acústicas en que es indiferente que se propaguen ondas sonoras en uno u otro sentido, tales como estadios, mercados, restaurantes.
  4. Locales ruidosos, en que el nivel sonoro interior es superior al del exterior y que, por lo tanto, deben ser tratados en forma recíproca a los de los dos primeros grupos, tales como fábricas, estaciones de ferrocarril, centrales o subestaciones eléctricas, imprentas, salas de baile.
- Los locales incluidos en el primer grupo en su totalidad y los del segundo grupo que se encuentren ubicados en barrios con alto nivel sonoro medio, de acuerdo con la clasificación que adopte la Dirección de Obras Municipales, deberán someterse a las exigencias establecidas en las Normas Oficiales sobre condiciones acústicas de los locales. Los edificios del cuarto grupo no podrán construirse en sectores habitacionales: ni a distancias menores de 100 m de los edificios del grupo uno. Cumplirán, por lo demás, con las disposiciones de las Normas Oficiales en materia de aislamiento antisonórico de los locales que dichas normas especifiquen.

LEY Y ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES

**Artículo 4.1.6.-** En los edificios de tres o más pisos, y en todos los edificios cualquiera sea su número de pisos en que coincida la línea de edificación con la línea oficial, las aguas lluvias provenientes de las cubiertas, terrazas, patios descubiertos, y demás espacios análogos, no podrán derramarse directamente sobre el terreno adyacente y sobre espacios o vías de uso público, debiendo ser éstas debidamente canalizadas en todo su recorrido desde el lugar del cual provienen hasta el nivel del terreno en el que se vierten. El proyectista deberá proponer un sistema, aceptable para la Dirección de Obras Municipales, que demuestre fehacientemente que el derrame de las aguas lluvias sobre el terreno no ocasionará molestias al tránsito peatonal especialmente en aquel que se desarrolla en los espacios de uso público.

**Artículo 4.1.7.-** Con el objeto de establecer requisitos mínimos de accesibilidad y desplazamiento en las edificaciones, o parte de ellas, para ser utilizadas adecuadamente por personas discapacitadas, los edificios de uso público que se construyan o destinen a tal fin, deberán cumplir con la siguientes disposiciones mínimas:

1. A lo menos, una puerta de acceso al edificio deberá tener un rasgo de un ancho libre mínimo de 0,85 m y no podrá ser giratoria. esta puerta deberá ser fácilmente accesible a nivel de acera correspondiente, o proveerse de rampa antideslizante o elemento mecánico, cuando el área de ingreso esté a desnivel con dicha acera.
2. Los desniveles que se produzcan entre el recinto de acceso al edificio y los recintos de uso del público o entre recinto destinado al uso del público al interior del edificio, se salvarán mediante rampas antideslizantes o elementos mecánicos, las que serán opcionales únicamente cuando existan ascensores o montacargas que cumplan con la misma función.
3. Las rampas y elementos mecánicos a que se refieren los números 1. y 2. de este artículo, deberán tener una pendiente no mayor de un 8%, un ancho libre mínimo de 0,90 m y deberán estar provistas de a lo menos un pasamano continuo a 0,90 m de altura cuando su longitud sea mayor de 1,50 m.  
El pasamano deberán prolongarse en 0,30 m horizontalmente en ambos extremos y su sección deberá ser tal, que se amolde a la mano, permitiendo la sujeción fácil y segura.

S.S. Nº 47



INN 100-608  
96/04/25

**REGLAMENTO PARA LA ACREDITACION DE  
ORGANISMOS DE CERTIFICACION DE PRODUCTOS Y  
DE LABORATORIOS DE ENSAYO**

Aprobado por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización en  
sesión N° 336/96 del 25 de abril de 1996.

**Dirección** : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile - (Centro de Documentación y Venta de Normas, 5° Piso)  
**Casilla** : 995 Santiago 1 - Chile.  
**Teléfonos** : 6968144 - 6968145 - Centro de Documentación y Venta de Normas : 6724638  
**Telefax** : (56 - 2) 6960247  
**Miembro de** : ISO (International Organization for Standardization) - COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)





## TABLA DE CONTENIDO

	Página
1 ALCANCE	1
2 REFERENCIAS	1
3 GENERALIDADES	2
4 DEFINICIONES	2
5 REQUISITOS	2
6 PROCEDIMIENTO DE ACREDITACION	3
7 COMITE DE EVALUACION (CdE)	4
8 VIGENCIA DEL REGISTRO Y RENOVACION	4
9 ACTUALIZACION Y PUBLICACION DEL REGISTRO	4
10 ARANCELES	5
11 INFRACCIONES Y SANCIONES	5
12 RECLAMACIONES	7
ANEXO BIBLIOGRAFIA	9



## REGLAMENTO PARA LA ACREDITACION DE ORGANISMOS DE CERTIFICACION DE PRODUCTOS Y DE LABORATORIOS DE ENSAYO

### 1 ALCANCE

- 1.1 Este reglamento establece los procedimientos y requisitos que se aplican en la acreditación de organismos de certificación de productos y en la acreditación de laboratorios de ensayo. Ambos tipos de organizaciones serán llamadas de aquí en adelante organismos.
- 1.2 El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo de acreditación que administra y brinda el soporte técnico al Sistema Nacional de Acreditación, a través de su División de Acreditación, DAC.
- 1.3 Este documento está destinado a ser utilizado por el organismo de acreditación y por los organismos interesados en acreditarse.
- 1.4 Este reglamento se aplicará en el área voluntaria. Cuando se aplique en el área reglamentaria u oficial, se hará con las modificaciones que procedan de acuerdo a la reglamentación vigente.

### 2 REFERENCIAS

Guía ISO/IEC 2	Términos generales y sus definiciones concertientes a normalización y actividades relacionadas.
Guía ISO/IEC 25 (es)	Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.
NCh-ISO 10011-1	Guía para la auditoría de sistemas de calidad - Parte 1: Auditoría.
INN 100-603	Reglamento de Funcionamiento del Comité de Evaluación.
INN 100-607	Requisitos Generales para la Acreditación de Organismos de Certificación de Productos
INN 100-609	Reglamento de infracciones, sanciones y reclamaciones del proceso de acreditación.



### 3 GENERALIDADES

3.1 Los organismos de certificación de productos que deseen acreditarse deben cumplir con el documento INN 100-607. Los laboratorios de ensayo y de calibración con la Guía ISO/IEC 25 y los requisitos específicos que se establezcan para cada área de ensayo o calibración según corresponda.

3.2 El Procedimiento de Acreditación comprende:

- a) Presentación de la solicitud para la acreditación.
- b) La revisión de la solicitud de acreditación y la documentación asociada.
- c) La auditoría de acreditación, en las dependencias del organismo.
- d) Evaluación y recomendación.
- e) Decisión del Consejo del INN.
- f) Comunicación de la decisión a la organización.
- g) Mantención de la acreditación.

3.3 El INN, a través de su División de Acreditación, debe proporcionar la información pertinente a todos aquellos organismos interesados por conocer el Sistema o que deseen incorporarse a él.

3.4 El INN, por medio de su División de Acreditación, es el encargado de mantener el registro de laboratorios de ensayo y organismos de certificación de productos acreditados.

### 4 DEFINICIONES

Las definiciones que aquí se utilizan se entregan en la Guía ISO/IEC 2.

### 5 REQUISITOS

Los requisitos para la acreditación son los siguientes:

- Cumplir con lo indicado en la Guía ISO/IEC 25, si se trata de laboratorios de ensayo o de calibración, además de los requisitos específicos para el área de ensayo o de calibración según corresponda.
- Cumplir con el documento INN 100-607, si se trata de organismos de certificación de productos.



## 6 PROCEDIMIENTO DE ACREDITACION

6.1 El proceso de acreditación para un organismo se inicia con la adquisición de las "Bases para la Acreditación de Organismos de Certificación de Productos" o las "Bases para la Acreditación de Laboratorios de Ensayo" según corresponda. Estos documentos contienen la solicitud para la acreditación, los reglamentos y requisitos correspondientes y los aranceles del proceso.

6.2 Los organismos interesados en acreditarse deben presentar al INN su solicitud para la acreditación con la información que en ella se exige, y cancelar el arancel correspondiente a la revisión documentaria.

6.3 Los resultados de la revisión de la solicitud se comunican en un plazo máximo de 30 días a partir de su recepción.

Si la documentación presentada no está conforme, la DAC comunica por escrito al organismo esta situación, el que debe solucionar las no conformidades y comunicarlas por escrito al INN en un plazo no superior a quince días desde la comunicación. En caso contrario, la solicitud será rechazada, lo que será informado por escrito al postulante.

6.4 Si los resultados de la revisión de los documentos son favorables se procede a efectuar la auditoría en terreno en un plazo no mayor a 45 días hábiles a partir de la comunicación indicada en el punto 6.3, acordándose con el organismo la fecha de la auditoría.

La auditoría se efectúa de acuerdo a las pautas generales contenidas en la norma NCh-ISO 10011-1.

6.5 El organismo debe estar funcionando normalmente en el momento de la auditoría en terreno para evaluar la operación de su sistema de calidad y el cumplimiento de los requisitos para la acreditación.

6.6 Finalizada la auditoría en terreno, el equipo auditor realiza una reunión de clausura en la cual se da a conocer las no conformidades encontradas.

6.7 Posterior a la auditoría en terreno, el equipo auditor elabora el Informe de Auditoría.

6.8 La DAC cita al Comité de Evaluación (CdE) para analizar el informe de auditoría y presentar una recomendación al Consejo del INN, quien toma una decisión respecto a la acreditación del organismo.

6.9 La comunicación de la decisión del Consejo al organismo, debe realizarse en un plazo no mayor a dos meses a partir de la fecha de la auditoría en terreno.



Si en el plazo estipulado el organismo no logra resolver todas las no conformidades, el Consejo toma su decisión en base a la información entregada por el CdE, la cual puede ser acreditar restringiendo el alcance de la acreditación solicitada o rechazar la acreditación.

- 6.10 La DAC debe efectuar una auditoría de seguimiento al año, para lo cual acordará la fecha con el organismo, sin perjuicio que pueda realizar visitas no anunciadas para verificar la operación normal del organismo o en caso de reclamos.

## **7 COMITE DE EVALUACION (CdE)**

El CdE es un Comité formado por la DAC para efecto de revisar técnicamente una solicitud de acreditación, cuya composición es:

- Un profesional de la DAC, quien actuará como Jefe de Proyecto encargado de llevar el proceso de acreditación.
- Un profesional del INN, quien actuará como auditor líder de acreditación a cargo de la evaluación en terreno de acuerdo a la guía NCh-ISO 1011-1.
- El Jefe de División de Acreditación.
- Un experto por cada área de ensayo o producto contemplado en la acreditación.

El CdE actuará conforme lo indica el documento INN 100-603.

La composición del CdE será validada por el organismo solicitante, previo a su constitución según se indica en el documento INN 100-603.

## **8 VIGENCIA DEL REGISTRO Y RENOVACION**

Una vez acreditado el organismo será inscrito en el registro correspondiente. La acreditación deberá ser renovada cada tres años.

## **9 ACTUALIZACION Y PUBLICACION DEL REGISTRO**

El INN debe mantener un Registro público y actualizado de los organismos acreditados. El INN debe efectuar una publicación semestral de dicho registro.



## 10 ARANCELES

El organismo postulante, así como el ya acreditado, debe cancelar los siguientes aranceles, los cuales serán fijados y publicados en Marzo de cada año y estarán vigentes hasta la siguiente publicación.

Los aranceles del proceso se desglosan de la siguiente manera:

- Adquisición de las bases.
- Presentación de la solicitud, esto incluye revisión de la solicitud y los antecedentes asociados.
- Auditoría en terreno.
- Arancel anual de la acreditación, que incluye:
  - auditoría de seguimiento, y
  - visitas no anunciadas.
- Arancel de renovación.

## 11 INFRACCIONES Y SANCIONES

El INN, a través de la División de Acreditación, debe velar por el cumplimiento de los requisitos de acreditación de los organismos registrados. Las infracciones y sanciones, así como los procedimientos correspondientes están contenidas en el documento INN 100-609.

### 11.1 Infracciones

Se considera la existencia de tres tipos de infracciones básicas:

11.1.1 Infracciones Graves: son aquellas en que el organismo acreditado incurre y que perjudican gravemente el prestigio, confiabilidad e integridad del Sistema. Se consideran infracciones graves las siguientes:

- i) violación de la confidencialidad del organismo con respecto a aspectos relativos a un cliente;
- ii) mal uso de la acreditación o inducir a error en el alcance de la acreditación;
- iii) prestar servicios de consultoría en un área específica y certificar los productos de esa misma área dentro del período de inhabilidad;



iv) presentar información falsa al organismo de acreditación, omitir información relevante para la acreditación ante una solicitud expresa del organismo de acreditación, o emitir certificados falsos o sin efectuar la evaluación correspondiente;

v) incurrir en infracciones menos graves en forma reiterada o que no han sido solucionadas en el plazo correspondiente.

11.1.2 Infracciones Menos Graves: son aquellas en que el organismo acreditado incurre que pueden perjudicar la confiabilidad del Sistema. Se consideran infracciones menos graves las siguientes:

i) la existencia de no conformidades mayores en el Sistema de Calidad o en los procedimientos del organismo acreditado que han sido detectadas en forma reiterada y que no han sido resueltas dentro de los plazos acordados entre el organismo acreditado y el organismo de acreditación;

ii) detección de errores en la elaboración y entrega de certificados;

iii) no notificar al organismo de acreditación de cambios en la infraestructura o personal del organismo acreditado dentro de los plazos establecidos;

iv) subcontratar actividades relativas al proceso de certificación sin ajustarse al reglamento o a los procedimientos establecidos;

v) incurrir en infracciones leves en forma reiterada o que no han sido solucionadas en el plazo correspondiente.

11.1.3 Infracciones Leves: son aquellas en que el organismo acreditado incurre y que pueden perjudicar a la operación de una certificación en particular.

## 11.2 Sanciones

En caso de infracciones el organismo acreditado puede ser objeto de las siguientes sanciones:

11.2.1 Las infracciones graves se sancionarán con la suspensión de la acreditación, pudiendo llegar a la cancelación de la acreditación. El alcance de la sanción será dictaminado por el Consejo del INN en base a la información objetiva obtenida de la investigación que se deberá efectuar.

Las infracciones que sean sancionadas con la suspensión o la cancelación de la acreditación serán publicitadas en la forma y contenido que se estime pertinente de acuerdo con el documento INN 100-609.



11.2.2 Las infracciones menos graves se sancionarán con la aplicación de multas al organismo acreditado, las que serán de U.F. 10 a U.F. 1000 dependiendo de la gravedad de la infracción. El monto de la multa será dictaminado por el Consejo del INN, sin perjuicio de la suspensión de actividades en el área donde se produjo la infracción, mientras el organismos no demuestre evidencias de que han solucionado los problemas que provocaron la infracción.

11.2.3 Las infracciones leves se sancionarán con la aplicación de amonestaciones por escrito al organismo acreditado.

## 12 RECLAMACIONES

12.1 En el caso que el organismo postulante o acreditado esté en desacuerdo con alguna resolución del Consejo sobre su acreditación, renovación de su acreditación o cualquier otra medida que lo afecte, puede hacer una reclamación debidamente formulada y con evidencia objetiva ante el Consejo del INN.

### Descripción de etapas que conforman el proceso de reclamación:

12.1.1. El organismo debe enviar una carta de reclamación dirigida al Presidente del Consejo del INN.

12.1.2. El Consejo puede optar por lo siguiente:

a) No procedente: En este caso se informa al Director Ejecutivo la no aceptación de la reclamación y su fundamentación, para que sea comunicado al organismo.

b) Procedente: En este caso existen las siguientes opciones:

i) solicitar al Director Ejecutivo una investigación del caso;

ii) delegar el caso en miembros del Consejo para su vista;

iii) recurrir al nombramiento de un árbitro externo que se haga cargo del caso.

12.2.3. El Director Ejecutivo comunica al organismo la resolución final emitida por el Consejo.

12.3 Cuando se trate de un reclamo o queja de un tercero distinto del organismo acreditado, éste deberá verse primero entre las partes (cliente-organismo). En





este caso el INN puede tomar conocimiento y realizar una auditoría para verificar el alcance de la reclamación. En caso de no existir una respuesta satisfactoria del organismo, el INN se hará parte tomando las acciones que sean necesarias para resguardar los intereses del Sistema.

../



ANEXO

BIBLIOGRAFIA

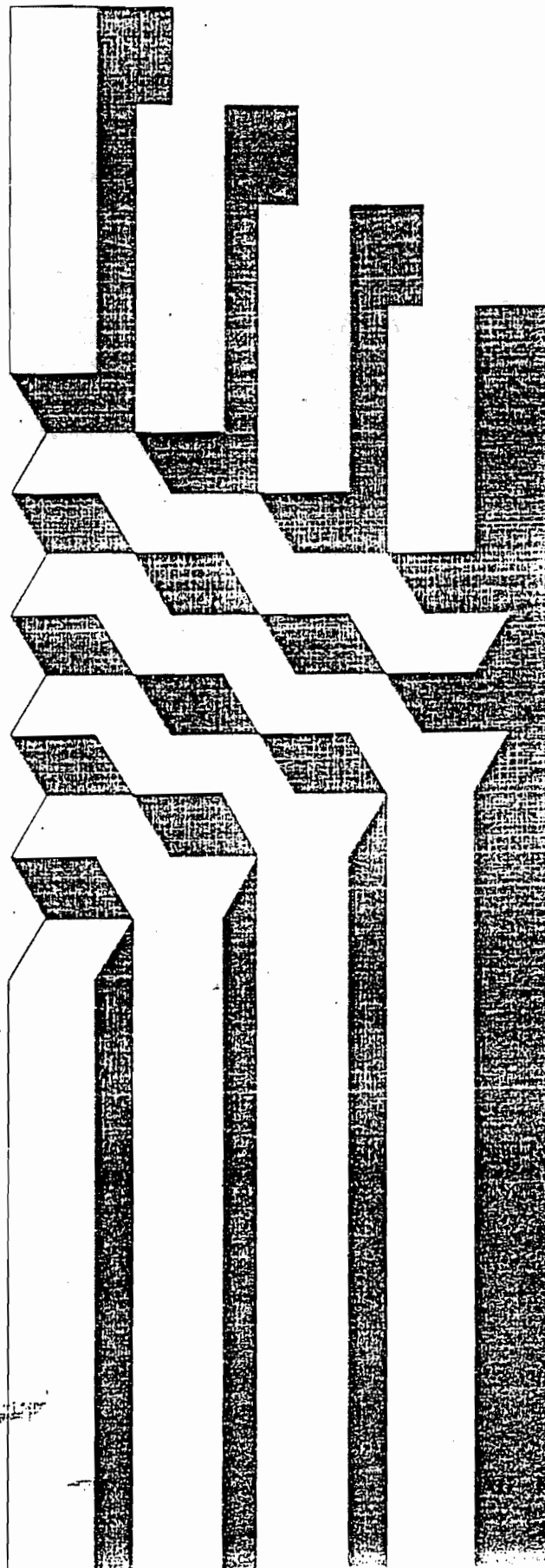
- |                    |  |
|--------------------|--|
| NCh 2401 (EN45001) | Criterios generales concernientes al funcionamiento de los laboratorios de ensayo.   |
| NCh 2402 (EN45002) | Criterios generales para la evaluación de los laboratorios de ensayo.  |
| NCh 2411 (EN4511)  | Criterios generales concernientes a los organismos de certificación que efectúan la certificación de productos.                        |
| NCh-ISO 9002       | Sistemas de Calidad - Modelo de aseguramiento de calidad en la producción, instalación y servicio.                                     |
| NCh-ISO 10012/1    | Requisitos de aseguramiento de calidad para equipos de medición - Parte 1: Sistema de confirmación metrológica del equipo de medición. |

# NBE

Norma  
Básica de la  
Edificación

## NBE-CA-88

Condiciones  
Acústicas  
en los Edificios



---

# Capítulo I

## Generalidades

### Artículo 1.º Objeto

Esta Norma tiene como objeto establecer las condiciones acústicas mínimas exigibles a los edificios, adecuadas al uso y actividad de sus ocupantes.

Las definiciones, notaciones, unidades y métodos de cálculo relativos a los conceptos que aparecen en los siguientes artículos figuran en los Anexos 1 y 3 de la Norma.

### Artículo 2.º Campo de aplicación

Esta Norma es de aplicación en todo tipo de edificios de nueva planta, destinados a cualquiera de los siguientes usos:

- Residencial privado, como viviendas y apartamentos.
- Residencial público, como hoteles y asilos.
- Administrativo y de oficinas, como edificios para la administración pública o privada.
- Sanitario, como hospitales, clínicas y sanatorios.
- Docente, como escuelas, institutos y universidades.

Los edificios de uso no incluido en la anterior clasificación se regirán por su regulación específica.

En edificios de varios usos, la Norma será de aplicación para cada uno de ellos por separado, debiendo mantenerse la imposición más exigente de las que le correspondan, en los elementos constructivos comunes.

El proyectista podrá adoptar bajo su responsabilidad, procedimientos y soluciones distintas a las que se establecen en esta Norma, que deberá justificar en el Proyecto de ejecución, en virtud de las condiciones singulares del edificio.

### Artículo 3.º Condiciones acústicas de los edificios

A efectos de esta NBE, los edificios quedan caracterizados acústicamente por el aislamiento acústico que en cada caso se defina, de todos y cada uno de los elementos verticales y horizontales que conforman los distintos espacios interiores habitables.

Las instalaciones se caracterizarán por los niveles de ruido y vibraciones que produzcan en las zonas del edificio bajo su influencia.

No se contempla en esta NBE el acondicionamiento acústico de locales.

### Artículo 4.º Condiciones acústicas del ambiente exterior

Los ruidos del ambiente exterior se caracterizarán por los niveles e índices, valorados en dBA, que para cada caso se especifican.

En el Anexo 2 se estudian las fuentes de ruido más frecuentes, estableciéndose valores orientativos de los niveles de ruido que producen.

### Artículo 5.º Condiciones acústicas del ambiente interior

A efectos de esta Norma el ambiente interior se caracteriza por los niveles de inmisión valorados en dBA, así como por el nivel de vibración y el tiempo de reverberación.

En el Anexo 5, se establecen, a título indicativo, los niveles límite recomendables para los distintos ambientes.

## Capítulo II

### Directrices generales

#### Artículo 6.º En el planeamiento urbanístico

En planeamiento se estima procedente la consideración de las siguientes directrices:

- 6.1. Ubicación de los aeropuertos en zonas dispuestas al efecto, que garantice que los asentamientos urbanos más próximos no queden situados en el interior del área definida por la línea de índice de ruido correspondiente a 40 NNI.
- 6.2. Ubicación de zonas industriales en áreas dispuestas al efecto, que garantice que en los asentamientos urbanos más próximos no se produzcan, por su sola causa, niveles de ruido equivalente  $L_{eq}$  superiores a 60 dBA, durante un período de tiempo representativo de veinticuatro horas.
- 6.3. Ubicación y trazado de vías férreas en bandas dispuestas al efecto, que garanticen que en los asentamientos urbanos más próximos no se produzcan, por su sola causa, niveles de ruido continuo equivalente  $L_{eq}$  superiores a 60 dBA, durante un período de tiempo representativo de veinticuatro horas.
- 6.4. Ubicación y trazado de las vías de penetración con tráfico rodado pesado, en bandas dispuestas al efecto, que garanticen que en los asentamientos urbanos más próximos no se produzcan, por su sola causa, niveles de ruido continuo equivalente  $L_{eq}$  superiores a 60 dBA, durante un período de tiempo representativo de veinticuatro horas.
- 6.5. Ubicación y trazado de las autopistas urbanas, en bandas dispuestas al efecto, que garanticen que en los asentamientos urbanos más próximos no se produzcan por su sola causa, niveles de ruido continuo equivalente  $L_{eq}$  superiores a 60 dBA durante un período de tiempo representativo de veinticuatro horas.
- 6.6. Distribución de volúmenes de la edificación de modo que se protejan por efecto pantalla las partes más sensibles del edificio, de los ruidos procedentes de fuentes fijas, o de las direcciones preminentes de incidencia del ruido.
- 6.7. Orientación de los edificios de modo que presenten la menor superficie de exposición de áreas sensibles al ruido en la dirección preminente de incidencia del mismo.

#### Artículo 7.º En el proyecto de edificios

En la concepción y distribución interna de las edificaciones es oportuno considerar, especialmente en edificios de vivienda, las siguientes directrices:

- 7.1. Concentración de áreas destinadas al alojamiento de los servicios comunitarios en zonas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas.
- 7.2. Agrupación de recintos de igual uso, de una misma propiedad o usuario, en áreas definidas.
- 7.3. Agrupación de áreas de igual uso, pertenecientes a propiedades o usuarios distintos.
- 7.4. Superposición de áreas de igual uso en las distintas plantas del edificio.
- 7.5. Situación y ubicación de huecos, puertas y ventanas, lo más alejados y desfilados de otros pertenecientes a otras áreas, o a propietarios distintos.
- 7.6. Disposición de vestíbulos o distribuidores entre las puertas de acceso a la propiedad y las áreas que requieran un alto nivel de exigencias acústicas.

#### Artículo 8.º En el proyecto de las instalaciones

En la concepción y diseño de las instalaciones es oportuno considerar, especialmente en edificios de vivienda, las siguientes directrices:

- 8.1. Trazado e instalación de canalizaciones por áreas que no requieran alto nivel de exigencias acústicas.
- 8.2. Instalación de los equipos comunitarios generadores de ruido, en locales dispuestos al efecto en zonas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas, procurando además que aquellos sean de bajo nivel de emisión de ruido.
- 8.3. Situación de los aparatos elevadores en áreas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas.

# Capítulo III

## Condiciones exigibles a los elementos constructivos

### Artículo 9.º Condiciones generales

Desde el punto de vista de esta Norma, la misión de los elementos constructivos que conforman los recintos, es impedir que en éstos se sobrepasen los niveles de inmisión recomendados en el Anexo 5. Teniendo en cuenta que los recintos requieren niveles distintos de exigencias acústicas según su función y dados los distintos condicionantes exteriores e interiores, se establecen condiciones para los diferentes elementos constructivos en los artículos siguientes del presente Capítulo, con la excepción de aquellos de separación de salas de máquinas que se tratan en el Capítulo IV.

En el Anexo 3 se establecen procedimientos y métodos de cálculo para la evaluación de las características acústicas de los distintos elementos constructivos.

### Artículo 10.º Particiones interiores

A efectos de esta NBE, se consideran particiones interiores a los elementos constructivos verticales siguientes, excluidas las puertas:

- Elementos separadores de locales pertenecientes a la misma propiedad o usuario en edificios de uso residencial.
- Elementos separadores de locales utilizados por un solo usuario en edificios de usos residencial público o sanitario.

El aislamiento mínimo a ruido aéreo  $R$  exigible a las particiones interiores se fija en 30 dBA para las que compartimentan áreas del mismo uso y en 35 dBA para las que separan áreas de usos distintos.

### Artículo 11.º Paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos

A efectos de esta NBE, se consideran paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos a las siguientes:

- Paredes medianeras entre propiedades o usuarios distintos, en edificios de usos residencial privado o administrativo y de oficina.
- Paredes separadoras de habitaciones destinadas a usuarios distintos en edificios de usos residencial público y sanitario.
- Paredes separadoras de aulas en edificios de uso docente.

El aislamiento mínimo a ruido aéreo  $R$  exigible a estos elementos constructivos se fija en 45 dBA.

### Artículo 12.º Paredes separadoras de zonas comunes interiores

A efectos de esta NBE, se consideran paredes separadoras de zonas comunes interiores, a las siguientes, excluidas las puertas:

- Paredes que separan las viviendas o los locales administrativos y de oficinas, de las zonas comunes del edificio, tales como cajas de escalera, vestíbulos o pasillos de acceso, y locales de servicio comunitario.
- Paredes que separan las habitaciones de las zonas comunes del edificio, análogas a las señaladas anteriormente, en edificios de usos residencial público y sanitario.
- Paredes que separan las aulas de las zonas comunes del edificio, análogas a las señaladas anteriormente, en edificios de uso docente.

El aislamiento mínimo a ruido aéreo  $R$  exigible a estos elementos constructivos se fija en 45 dBA.

### Artículo 13.º Fachadas

A efectos de esta NBE, se consideran fachadas a los elementos constructivos verticales, o con inclinación superior a 60º sobre la horizontal, que separan los espacios habitables del edificio, del exterior.

El aislamiento acústico global mínimo a ruido aéreo  $a_n$  exigible a estos elementos constructivos en cada local de reposo se fija en 30 dBA. En el resto de los locales, excluidos los de servicio como cocinas y baños, se considera suficiente el aislamiento acústico proporcionado por ventanas con carpinterías de la Clase A-1 como mínimo, provistas de acristalamientos de espesor igual o superior a 5-6 mm.

### Artículo 14.º Elementos horizontales de separación de propiedades o usuarios distintos

A efectos de esta NBE, se considera elemento horizontal de separación de dos espacios o locales al conjunto de techo, forjado y solado, siempre que al menos uno de los locales que separa tenga uno de los usos que se señalan en el Artículo 2.º de esta Norma.

El aislamiento mínimo a ruido aéreo  $R$  exigible a estos elementos constructivos se fija en 45 dBA.

El nivel de ruido de impacto normalizado  $L_n$  en el espacio subyacente no será superior a 80 dBA, con la excepción de que estos espacios sean exteriores o no habitables como porches, cámaras de aire, garajes, almacenes o salas de máquinas. **A6-20**

---

**Artículo 15.º Cubiertas**

A efectos de esta NBE, se considera cubierta al conjunto de techo, forjado o elemento estructural y cubrición propiamente dicha.

El aislamiento mínimo a ruido aéreo  $R$  exigible a estos elementos constructivos se fija en 45 dBA.

En azoteas transitables, el nivel de ruido de impacto normalizado en el espacio subyacente no será superior a 80 dBA, con la excepción de que estos espacios sean no habitables como trasteros y salas de máquinas.

# Capítulo IV

## Condiciones exigibles a las instalaciones

### Artículo 16.º Condiciones generales

A fin de evitar la transmisión de ruido y vibraciones producidas por las distintas instalaciones y equipos que las componen en los locales habitados próximos, las instalaciones cumplirán las exigencias al respecto señaladas en sus reglamentaciones específicas, debiendo cumplirse además las prescripciones que se detallan en los artículos siguientes.

### Artículo 17.º Equipos comunitarios

A efectos de esta NBE, se definen como equipos comunitarios aquellos susceptibles de generar ruido o vibraciones en régimen de uso normal, que formen parte de las instalaciones hidráulicas, de ventilación, de climatización, transporte y electricidad, estableciéndose para estos equipos y los locales o plantas técnicas donde se ubiquen las siguientes exigencias:

17.1. El aislamiento mínimo a ruido aéreo  $R$  exigible a los elementos constructivos horizontales y verticales que conforman los locales donde se alojen los equipos comunitarios se fija en 55 dBA con independencia de lo señalado en el Capítulo

17.2. En caso de existencia de salas de máquinas en varios niveles del edificio situadas en contacto con plantas habitables, se desarrollarán soluciones especiales de acuerdo con las características de los equipos a instalar, que eviten la transmisión de ruido y vibraciones a las plantas habitables.

17.3. Los fabricantes de los equipos detallarán, en su documentación técnica, los niveles de potencia acústica en dBA que originan en régimen de funcionamiento normal, explicitando, en su defecto, el nivel sonoro en dBA emitido por el equipo en régimen de funcionamiento normal, medido a 1,50 m del equipo y a 1,50 m de altura en condiciones de campo libre.

17.4. La implantación de los equipos se realizará en caso necesario sobre amortiguadores o elementos elásticos y/o sobre bancada aislada de la estructura. La conexión de los equipos con las canalizaciones se realizará mediante dispositivos antivibratorios.

### Artículo 18.º Canalizaciones hidráulicas y conductos de aire

Estas canalizaciones se trazarán, siempre que sea posible, por áreas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas, instalándose preferentemente por conductos de obra registrables, y fijándose mediante dispositivos antivibratorios.

Las canalizaciones hidráulicas estarán dotadas de dispositivos que eviten los golpes de ariete.

En las redes de saneamiento será exigible la correcta ventilación de las bajantes, a fin de evitar los ruidos producidos por pistón hidráulico.

La superficie interior de los conductos de acondicionamiento de aire y de ventilación mecánica, en caso necesario, se revestirá con material absorbente.



## Capítulo V

# Cumplimiento y control

### Artículo 19.º Cumplimiento de la Norma en el Proyecto

En la Memoria del Proyecto básico del edificio se aludirá al cumplimiento de la presente Norma.

En la Memoria Técnica del Proyecto de ejecución deberán expresarse los valores relativos al cumplimiento de lo establecido en esta Norma y los cálculos justificativos pertinentes, debiendo cumplimentarse para ello la Ficha Justificativa, cuyo modelo figura en el Anexo 3.

En el Pliego de Condiciones se indicarán las características y las condiciones de ejecución de los elementos constructivos e instalaciones del edificio que afecten a su aislamiento acústico.

### Artículo 20.º Cumplimiento de la Norma por las entidades supervisoras de los Proyectos

Para extender visado formal de un Proyecto de edificación, los Colegios profesionales comprobarán, dentro de la esfera de su competencia, que se contienen los valores y justificaciones que a dichos documentos exige el Artículo 19.º de esta Norma.

Del mismo modo, y para extender visado técnico, los organismos procedentes comprobarán, dentro de la esfera de su competencia, que los valores y cálculos correspondientes se ajustan y cumplen lo prescrito en la presente Norma.

### Artículo 21.º Control de la recepción de materiales

La dirección facultativa de la obra comprobará que los materiales recibidos en obra corresponden a lo especificado en el Pliego Particular de Condiciones, teniéndose en cuenta las prescripciones generales señaladas en el Anexo 4.

### Artículo 22.º Control de la ejecución

La dirección facultativa comprobará que la obra se realiza de acuerdo con las especificaciones del Proyecto de ejecución. Cualquier modificación que pueda introducirse quedará reflejada en el Proyecto final de ejecución, sin que, en ningún caso, deje de cumplirse las exigencias mínimas señaladas en esta Norma.

## Protección acústica de los edificios DIN 4109 (extracto)

Las normas para dicha protección están contenidas en las cinco hojas de la DIN 4109, cuyas disposiciones fundamentales vamos a indicar a continuación.

- Hoja 1 Conceptos
- Hoja 2 Exigencias
- Hoja 3 Ejemplos de aplicación
- Hoja 4 Chapas flotantes y suelos macizos
- Hoja 5 Aclaraciones

Las medidas constructivas para la protección acústica se han de prever ya en el proyecto, porque más tarde resultan de difícil ejecución.

Puede hacerse más eficaz la protección acústica preventiva con un estudio conveniente de los planos.

### Protección acústica mediante correcto trazado de los planos del edificio

Al trazar los planos, hay que considerar, ante todo, que los dormitorios y los aposentos destinados a trabajo intelectual o a otros que exijan quietud (por ejemplo, salas de consejo, aulas, salas de conferencias) deben ser turbadas lo menos posible por el ruido de la calle, de garajes y otros análogos.

Las estancias y los dormitorios, que han de gozar de especial tranquilidad, deben situarse lo más lejos posible de las viviendas vecinas.

Los locales donde se producen muchos ruidos, por ej., cuartos de baño, cocinas, retretes, etc., no deben ubicarse junto a (encima o debajo de) dormitorios de las casas vecinas. En los edificios de varios altos, se dispondrán en lo posible yuxta o superpuestos.

Las partes productoras de ruidos, en las instalaciones domésticas (por ej., tuberías de agua o gas, evacuación de basura y cajas de ascensores), no deben estar paredañas de locales de reposo (salas de estar y de dormir), singularmente cuando las paredes son delgadas (ligeras). Dichas partes sólo han de adosarse a muros divisorios, cuando al otro lado hay solamente cuartos poco sensibles a ruidos (cocinas, retretes, baños, trasteros, vestíbulos y análogos). Asimismo, las alacenas para contadores no han de practicarse en muros divisorios de viviendas ni en cajas de escaleras, contiguos a aposentos de descanso, dado que el menguado espesor de la pared de fondo rebaja el aislamiento acústico.

### Propuestas constructivas

Las bases propuestas para suelos, muros, cajas y canalizaciones, a fin de determinar la protección acústica, han de acompañar los datos necesarios:

Naturaleza y densidad aparente de los materiales.

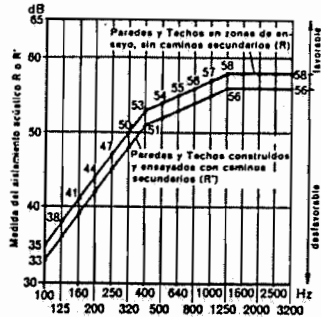
Dimensiones de los elementos y de sus capas.

Peso superficial de las capas, en los suelos y paredes de una o varias casas.

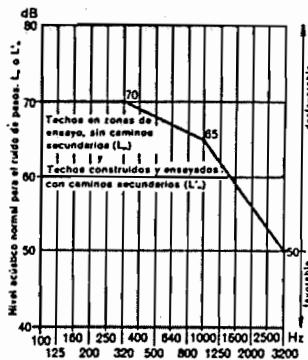


**Curvas límites para estimar el aislamiento acústico en elementos constructivos**

La medida de aislamiento acústico que antaño se aplicó para un campo de frecuencias de 100 a 3200 Hz (48 dB) ha caído en desuso. Un aislamiento reducido en determinado campo (por ej. 500 Hz) no puede compensarse con otro mayor (por ej. 2000 Hz).



① Curvas positivas para la medida del aislamiento acústico a través del aire



② Curva límite para el nivel acústico del aislamiento del ruido de pasos

Al contrario, la apreciación mediante curvas límites tiene en cuenta las diferentes exigencias en todos los campos.

La discrepancia promedia de la curva medida respecto a la curva límite no ha de exceder de 2 dB en el caso más desfavorable, para cumplir la mínima protección acústica.

**Ruido por el aire → ①**

En la curva límite se dan los valores **mínimos** de aislamiento  $R$  y  $R'$ , en dB, para un campo de 100 a 3200 Hz.

La protección acústica es, pues, tanto más favorable, cuanto más alta queda la curva hallada por encima de la curva límite.

**Ruido de pisada: → ②**

La curva límite para el ruido de pisadas que los valores **máximos** del nivel acústico  $L_n$  o  $L'_n$ , que han de reinar en el local receptor. Cuanto más baja está la curva de medición por **debajo** de la límite, tanto mejor es el aislamiento del ruido de pisadas.

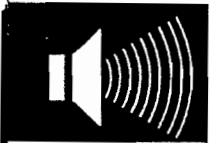
**Como característica**

de la protección acústica se dispone de la medida de protección acústica por el aire LSM y la medida de protección acústica contra ruido de pisadas, 0 dB corresponden a la curva límite, los valores dB **positivos** significan elevada protección y los dB **negativos** no cumplen las condiciones mínimas.

Las Tablas de la pág. 623 dan las exigencias mínimas y, en las columnas d a  $e_2$ , propuestas para una protección acentuada, en los diferentes tipos de locales de residencia.

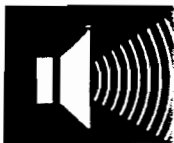
**Notas relativas a la Tabla 623 ①**

- 1) Falta aquí
- 2) Los valores de esta columna contienen un suplemento de seguridad de 3 dB para tener en cuenta cierta vetustez de las capas de aislamiento de pisadas al correr de los años.
- 3) Las paredes divisorias y los suelos en viviendas son elementos constructivos que separan habitáculos o diferentes locales de trabajo.
- 4) Los suelos entre retretes, baños y cocinas como protección contra la propagación de ruido de pisadas en dirección horizontal u oblicua.
- 5) A consecuencia de la transmisión horizontal u oblicua de pisadas a otros locales de trabajo.
- 6) Si los pasajes tienen a la vez tránsito rodado, hay que añadir un suplemento congruente. Más rígidas exigencias.
- 7) Una excelente protección contra ruidos por el aire y de pisadas cabe alcanzar, en series de casas unifamiliares y de casas dobles, por medio de una junta a través de toda la profundidad y toda la altura del edificio.
- 8) La medida de protección acústica por el aire LSM = 10 dB, de ordinario, puede alcanzarse, no por aislamiento de las superficies de separación, sino sólo por simultánea disminución de la propagación de flanco (trayectorias secundarias). Se aconseja añadir lo que racionalmente proceda.
- 9) Medido en dirección de la propagación del ruido, por ej. en casas de alquiler, por producción de pisadas y mediciones en las viviendas superiores.
- 10) Para paredes entre inquilinos y la vivienda del propietario los valores dados lo son como recomendación.



Columnas	a	b	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d	e <sub>1</sub>	e <sub>2</sub>
Filas	Elementos constructivos	Exigencias mínimas medida protección acústica dB	medida protección ruido pisadas dB Inme- diat. 2)   2 años después de acabados		Propuesta protección medida protección ruido pisadas dB Inme- diat. 2)   2 años después de acabados		
<b>1,1 Casas de pisos con salas de permanencia (locales de viviendas y de oficinas)</b>							
1	Suelos debajo de desvanes gateros	—			—		
2	Suelos debajo de desvanes vivideros por ej., tenderos, lavaderos, buhardillas y sus accesos	0	3	0	≥3	≥13	≥10
3	Suelos intermedios en viviendas y suelos entre oficinas diferentes 3)	0	3 <sup>4)</sup>	0 <sup>4)</sup>	≥3	≥13 <sup>4)</sup>	≥10 <sup>4)</sup>
4	Suelos sobre sótanos, vestíbulos, cajas de escalera, debajo salas de permanencia	0	3 <sup>5)</sup>	0 <sup>5)</sup>	≥3	≥13 <sup>5)</sup>	≥10 <sup>5)</sup>
5	Suelos encima de zaguanes, accesos a garajes, debajo de salas de permanencia	3 <sup>6)</sup>	3 <sup>5)</sup>	0 <sup>5)</sup>	≥3 <sup>6)</sup>	≥13 <sup>5)</sup>	≥10 <sup>5)</sup>
6	Suelos debajo de azoteas, porches y galerías, encima de salas de permanencia	—	3	0	—	≥13	≥10
7	Suelos debajo de galerías o pérgolas	—	3 <sup>5)</sup>	0 <sup>5)</sup>	—	≥13 <sup>5)</sup>	≥10 <sup>5)</sup>
8	Suelos de viviendas de dos pisos	—	3 <sup>5)</sup>	0 <sup>5)</sup>	0	≥13 <sup>5)</sup>	≥10 <sup>5)</sup>
9	Muros divisorios de viviendas y muros entre oficinas diferentes 3)	0	—		≥3	—	
10	Muros de cajas de escalera y paredes contiguas a vestíbulos	0	—		≥3	—	
11	Muros contiguos a zaguanes y a accesos a garajes públicos	3 <sup>6)</sup>	—		≥3 <sup>6)</sup>	—	
<b>1,2 Casas unifamiliares 7)</b>							
12	Suelos en series de casas unifamiliares y casas dobles	—	3 <sup>5)</sup>	0 <sup>5)</sup>	≥0	≥13 <sup>5)</sup>	≥10 <sup>5)</sup>
13	Suelos en casas unifamiliares aisladas	—	—		≥0	≥3	≥0
14	Muros divisorios de viviendas unifamiliares en serie y dobles 3)	3	—		≥3	—	
<b>1,3 Casas de huéspedes, cines, empresas industriales, contiguas a viviendas u oficinas</b>							
15	Suelos	10 <sup>8)</sup>	20 <sup>9)</sup>	20 <sup>9)</sup>	>10 <sup>8)</sup>	>20 <sup>9)</sup>	>20 <sup>9)</sup>
16	Muros 10)	10 <sup>8)</sup>	—		>10 <sup>8)</sup>	—	
<b>1,4 Hoteles, posadas, hospitales</b>							
17	Suelos entre locales de descanso (dormitorios y salas de enfermos) y locales ruidosos (comedores, cocinas)	10 <sup>8)</sup>	20 <sup>9)</sup>	20 <sup>9)</sup>	>10 <sup>8)</sup>	>20 <sup>9)</sup>	>20 <sup>9)</sup>
18	Muros correspondientes a 17	10 <sup>8)</sup>	—		>10 <sup>8)</sup>	—	
19	Suelos entre locales de descanso (dormitorios y salas de enfermos) incluso los vestíbulos pertinentes	0	3	0	≥3	≥13	≥10
20	Muros correspondientes a 19	—3	—		≥0	—	
<b>1,5 Escuelas</b>							
21	Suelos entre aulas, incluso vestíbulo	3	13	10	—		
22	Paredes entre aulas	3	—		—		
23	Paredes entre aulas y vestíbulos o cajas de escalera	0	—		—		

① Protección acústica de ruidos por el aire y de pisadas en suelos, protección acústica de ruidos por el aire en muros. Exigencias mínimas y propuestas para una protección acústica realizada en locales de permanencia (según DIN 4109).



# PLANNING POLICY GUIDANCE:

## PLANNING AND NOISE

Planning policy guidance notes set out the Government's policies on different aspects of planning. Local authorities must take their content into account in preparing their development plans. They may be material to decisions on individual planning applications and appeals.

This PPG gives guidance to local authorities in England on the use of their planning powers to minimise the adverse impact of noise and builds on the advice previously contained in DOE Circular 10/73. It:

- outlines the considerations to be taken into account in determining planning applications both for noise-sensitive developments and for those activities which will generate noise;
- introduces the concept of noise exposure categories for residential development, explains their use and recommends appropriate levels for exposure to different categories of noise; and
- advises on the use of conditions to minimise the impact of noise.

THE ENGINEERING COUNCIL  
 155 PHOENIX AVENUE  
 BOSTON COMMON  
 LONDON EC1A 3BB  
 B. GILLES  
 CHARTERED ENGINEER  
 REGISTRAR OF THE  
 INSTITUTION OF  
 ENGINEERS  
 CONSULTANTS

Contents		Paras		
INTRODUCTION		1	GLOSSARY	
GENERAL PRINCIPLES		2	ANNEXES	
NOISE POLICIES IN DEVELOPMENT PLANS		3-7	Noise exposure categories for dwellings	Annex 1
NOISE EXPOSURE CATEGORIES FOR RESIDENTIAL DEVELOPMENT		8-9	Noise exposure categories explanation of noise levels	Annex 2
DEVELOPMENT CONTROL		10	Detailed guidance on the assessment of noise from different sources	Annex 3
Noisy development		10-11		
Noise-sensitive development		12		
Measures to mitigate the impact of noise		13-14	Examples of planning conditions	Annex 4
Conditions		15-19		
Designated areas and the countryside		20-21	Specifying noise limits	Annex 5
ENVIRONMENTAL ASSESSMENT		22	Insulation of buildings against external noise	Annex 6
OTHER STATUTORY CONTROLS		23-26	More information on other noise control regimes	Annex 7
CANCELLATION OF ADVISE		27		
			Statutory Instruments, British Standards and other guidance	Annex 8

## Introduction

1. Noise can have a significant effect on the environment and on the quality of life enjoyed by individuals and communities. The aim of this guidance is to provide advice on how the *planning system* can be used to minimise the adverse impact of noise without placing unreasonable restrictions on development or adding unduly to the costs and administrative burdens of business. It builds upon the principles established in Circular 10/73 "Planning and Noise", and takes account of the recommendations of the Noise Review Working Party which reported in October 1990 (HMSO, ISBN 0 11 752343 7). It outlines some of the main considerations which local planning authorities should take into account in drawing up development plan policies and when determining planning applications for development which will either generate noise or be exposed to existing noise sources.

## General principles

2. The impact of noise can be a material consideration in the determination of planning applications. The planning system has the task of guiding development to the most appropriate locations. It will be hard to reconcile some land uses, such as housing, hospitals or schools, with other activities which generate high levels of noise, but the planning system should ensure that, wherever practicable, noise-sensitive developments are separated from major sources of noise (such as road, rail and air transport and certain types of industrial development). It is equally important that new development involving noisy activities should, if possible, be sited away from noise-sensitive land uses. Development plans provide the policy framework within which these issues can be weighed but careful assessment of all these factors will also be required when individual applications for development are considered. Where it is not possible to achieve such a separation of land uses, local planning authorities should consider whether it is practicable to control or reduce noise levels, or to mitigate the impact of noise, through the use of conditions or planning obligations.

## Noise policies in development plans

3. Where the development plan is material to the development proposal, section 54A of the Town and Country Planning Act 1990 (inserted by section 26 of the Planning and Compensation Act 1991) requires applications and appeals to be determined in accordance with the plan, unless material considerations indicate otherwise. Development plans should give developers and local communities a degree of certainty about the

areas in which particular types of development will be acceptable and those in which special measures may be required in order to mitigate the impact of noise. Policies on noise should take account of the guidance in the rest of this note and in the Annexes: it will generally be appropriate for these policies to be set out in Part II of Unitary Development Plans and in district local plans. But in some cases (when dealing with strategic issues such as development of, or near, major aerodromes, for example) it may be necessary to include some noise policies in Part I of UDPs and in structure plans.

4. Where noise policies apply to the plan area as a whole, they should be set out in the same way as other general policies. Area-specific noise policies may be useful in some circumstances and, in such cases, the relevant boundaries should be illustrated on the proposals map. However, it will generally be inappropriate for a proposals map to show detailed noise contours as noise emissions may change significantly over time (eg, in the case of an aerodrome, operational changes may lead to significant variations in the impact of the noise on those living in the area).

5. Plans should contain policies designed to ensure, as far as is practicable, that noise-sensitive developments are located away from existing sources of significant noise (or programmed development such as new roads) and that potentially noisy developments are located in areas where noise will not be such an important consideration or where its impact can be minimised. It may also be appropriate for local planning authorities to adopt policies to avoid potentially noisy developments in areas which have remained relatively undisturbed by noise nuisance and are prized for their recreational and amenity value for this reason.

6. The Secretary of State considers that housing, hospitals and schools should generally be regarded as noise-sensitive development, but planning authorities may wish to include other developments or uses within this definition, depending on local circumstances and priorities and, if so, these should be explained in the development plan.

7. Where it is particularly difficult to separate noise-sensitive development from noisy activities, plans should contain an indication of any general policies which the local planning authority propose to apply in respect of conditions or planning obligations.

## Noise exposure categories for residential development

8. This guidance introduces the concept of Noise Exposure Categories (NECs), ranging from A-D, to help local planning authorities in their

consideration of applications for residential development near transport-related noise sources. Category A represents the circumstances in which noise is unlikely to be a determining factor, while Category D relates to the situation in which development should normally be refused. Categories B and C deal with situations where noise mitigation measures may make development acceptable. Annex 1 illustrates this approach in more detail. It also explains why the NEC procedure cannot be used in the reverse context for proposals which would introduce new noise sources into areas of existing residential development.

9. The table in Annex 1 contains a recommended range of noise levels for each NEC covering day and night-time periods. However, in some cases it may be appropriate for local planning authorities to determine the range of noise levels which they wish to attribute to any or each of the NECs. For example, where there is a clear need for new residential development in an already noisy area some or all NECs might be increased by up to 3 dB(A) above the recommended levels. In other cases, a reduction of up to 3 dB(A) may be justified.

## Development control

### *Noisy development*

10. Much of the development which is necessary for the creation of jobs and the construction and improvement of essential infrastructure will generate noise. The planning system should not place unjustifiable obstacles in the way of such development. Nevertheless, local planning authorities must ensure that development does not cause an unacceptable degree of disturbance. They should also bear in mind that a subsequent intensification or change of use may result in greater intrusion and they may wish to consider the use of appropriate conditions.

11. Noise characteristics and levels can vary substantially according to their source and the type of activity involved. In the case of industrial development for example, the character of the noise should be taken into account as well as its level. Sudden impulses, irregular noise or noise which contains a distinguishable continuous tone will require special consideration. In addition to noise from aircraft landing and taking off, noise from aerodromes is likely to include activities such as engine testing as well as ground movements. The impact of noise from sport, recreation and entertainment will depend to a large extent on frequency of use and the design of facilities. More detailed advice on factors to consider in relation to the major noise sources including roads, railways, airports, industrial and recreational noise and their measurement is given in Annex 3. Separate advice on the control of

noise from mineral working sites is provided in Minerals Planning Guidance Note 11 - "The Control of Noise at Surface Mineral Workings" (MPG11).

### *Noise-sensitive development*

12. Local planning authorities should consider carefully in each case whether proposals for new noise-sensitive development would be incompatible with existing activities. Such development should not normally be permitted in areas which are - or are expected to become - subject to unacceptably high levels of noise. When determining planning applications for development which will be exposed to an existing noise source, local planning authorities should consider both the likely level of noise exposure at the time of the application and any increase that may reasonably be expected in the foreseeable future, for example at an airport. Annex 3 gives guidance on the assessment of noise from different sources. Authorities will also wish to bear in mind that, while there will be sites where noise is significantly lower at night than during the day, other sites may be subjected to night-time noise, for example from traffic, at a level which is little below the daytime level. These sites warrant particular protection: noise-sensitive development should not normally be permitted where high levels of noise will continue throughout the night, especially during the hours when people are normally sleeping (23.00 to 07.00).

### *Measures to mitigate the impact of noise*

13. A number of measures can be introduced to control the source of, or limit exposure to, noise. Such measures should be proportionate and reasonable and may include one or more of the following:

- (i) **engineering:** reduction of noise at point of generation (eg by using quiet machines and/or quiet methods of working); containment of noise generated (eg by insulating buildings which house machinery and/or providing purpose-built barriers around the site); and protection of surrounding noise-sensitive buildings (eg by improving sound insulation in these buildings and/or screening them by purpose-built barriers);
- (ii) **lay-out:** adequate distance between source and noise-sensitive building or area; screening by natural barriers, other buildings, or non-critical rooms in a building;
- (iii) **administrative:** limiting operating time of source; restricting activities allowed on the site; specifying an acceptable noise limit.

## ANNEX 1

### NOISE EXPOSURE CATEGORIES FOR DWELLINGS

1. When assessing a proposal for residential development near a source of noise, local planning authorities should determine into which of the four noise exposure categories (NECs) the proposed site falls, taking account of both day and night-time noise levels. Local planning authorities should then have regard to the advice in the appropriate NEC, as below:

NEC	
A	Noise need not be considered as a determining factor in granting planning permission, although the noise level at the high end of the category should not be regarded as a desirable level.
B	Noise should be taken into account when determining planning applications and, where appropriate, conditions imposed to ensure an adequate level of protection against noise.
C	Planning permission should not normally be granted. Where it is considered that permission should be given, for example because there are no alternative quieter sites available, conditions should be imposed to ensure a commensurate level of protection against noise.
D	Planning permission should normally be refused.

2. A recommended range of noise levels is given below for each of the NECs for dwellings exposed to noise from road, rail, air, and "mixed sources". Annex 2 provides a detailed explanation of how the boundaries of each of the NECs have been derived. Paragraph 9 of the main text explains that in some cases local planning authorities may be able to justify a range of NECs of up to 3 dB(A) above or below those recommended.

3. The NEC noise levels should not be used for assessing the impact of industrial noise on proposed residential development because the nature of this type of noise, and local circumstances, may necessitate individual assessment and because there is insufficient information on people's response to industrial noise to allow detailed guidance to be given. However, at a mixed noise site where industrial noise is present but not dominant, its contribution should be included in the noise level used to establish the appropriate NEC.

4. The NEC procedure is only applicable where consideration is being given to introducing residential development into an area with an existing noise source, rather than the reverse situation where new noise sources are to be introduced into an existing residential area. This is because the planning system can be used to impose conditions to protect incoming residential development from an existing noise source but, in general, developers are under no statutory obligation to offer noise protection measures to existing dwellings which will be affected by a proposed new noise source. Moreover, there would be no obligation on individuals with an interest in each dwelling affected to take up such an offer, and therefore no guarantee that all necessary noise protection measures would be put in place.

5. Thus, where new industrial or commercial development is proposed near a residential area the effect of the new noise source on the surrounding area will have to be assessed in accordance with existing procedures. In many cases where a new source of noise is to be introduced by a project that requires environmental assessment (EA) (see paragraph 22), the effect of noise will be considered in this context; but it must be accepted that in these circumstances the options to control noise are likely to be more limited than where residential development is proposed in an area with an existing noise source. It must also be borne in mind that when dealing with new roads and aerodromes, schemes may exist to provide insulation in specified circumstances.

#### Other noise-sensitive development

6. Developments such as offices, hospitals and schools will contain buildings and activities which are noise-sensitive. But these developments are likely to occupy sizeable sites and to contain a proportion of buildings and activities which are less noise-sensitive. The NEC principle cannot therefore be sensibly applied to such developments and it will be more appropriate to refer to specific guidance on internal noise standards in respect of each activity. General information can be found in BS 8233: 1987. Information about guidance for health and hospital buildings is available from NHS Estates, an Executive Agency of the Department of Health, 1 Trevelyan Square, Boar Lane, Leeds LS1 6AE. The Department for Education publishes guidance for schools (see Annex 8).

#### Noise index and measurement positions

7. Traditionally, different indices have been used to describe noise from different sources, and limits have been set over different time periods. This has caused confusion, and this PPG follows the move towards consistency advocated in



BS 7445: 1991 by expressing all noises in terms of  $L_{Aeq,T}$ . The recommended time periods are 07.00-23.00 and 23.00-07.00.

8. Values in the table below refer to noise levels measured on an open site at the position of the proposed dwellings, well away from any existing buildings, and 1.2m to 1.5m above the ground. The arithmetic average of recorded readings should be rounded up. Where that average falls on the boundary between NECs B and C it will be for the local planning authority to determine which is the more appropriate NEC for the proposal.

9. Levels of noise from road and rail traffic are often specified at one metre from a facade, and these facade levels should be assumed to be 3 dB(A) higher than levels measured away from any buildings, unless a more accurate figure is available. For road traffic noise in NECs C and D,  $L_{Aeq,10h} = L_{A10,10h} - 2$  dB.

10. For aircraft, the noise levels refer to aircraft noise exposure contour values which are specified at 1.2m above the ground and published at 3 dB(A) intervals (each 3 dB(A) increment represents a doubling of noise energy). Because most aircraft noise originates from above, contours include the effects of ground reflection (see Note 2 below).

## RECOMMENDED NOISE EXPOSURE CATEGORIES FOR NEW DWELLINGS NEAR EXISTING NOISE SOURCES

NOISE LEVELS <sup>1</sup> CORRESPONDING TO THE NOISE EXPOSURE CATEGORIES FOR NEW DWELLINGS $L_{Aeq,T}$ dB				
NOISE SOURCE	NOISE EXPOSURE CATEGORY			
	A	B	C	D
<b>road traffic</b>				
07.00 - 23.00	<55	55 - 63	63 - 72	>72
23.00 - 07.00 <sup>1</sup>	<45	45 - 57	57 - 66	>66
<b>rail traffic</b>				
07.00 - 23.00	<55	55 - 66	66 - 74	>74
23.00 - 07.00 <sup>1</sup>	<45	45 - 59	59 - 66	>66
<b>air traffic<sup>2</sup></b>				
07.00 - 23.00	<57	57 - 66	66 - 72	>72
23.00 - 07.00 <sup>1</sup>	<48	48 - 57	57 - 66	>66
<b>mixed sources<sup>3</sup></b>				
07.00 - 23.00	<55	55 - 63	63 - 72	>72
23.00 - 07.00 <sup>1</sup>	<45	45 - 57	57 - 66	>66

### Notes

<sup>1</sup>Noise levels: the noise level(s) ( $L_{Aeq,T}$ ) used when deciding the NEC of a site should be representative of typical conditions.

<sup>2</sup>Night-time noise levels (23.00 - 07.00): sites where individual noise events regularly exceed 82 dB  $L_{Amax}$  (5 time weighting) several times in any hour should be treated as being in NEC C, regardless of the  $L_{Aeq,8h}$  (except where the  $L_{Aeq,8h}$  already puts the site in NEC D).

<sup>3</sup>Aircraft noise: daytime values accord with the contour values adopted by the Department of Transport which relate to levels measured 1.2m above open ground. For the same amount of noise energy, contour values can be up to 2 dB(A) higher than those of other sources because of ground reflection effects.

<sup>4</sup>Mixed sources: this refers to any combination of road, rail, air and industrial noise sources. The "mixed source" values are based on the lowest numerical values of the single source limits in the table. The "mixed source" NECs should only be used where no individual noise source is dominant.

To check if any individual noise source is dominant (for the purposes of this assessment) the noise level from the individual sources should be determined and then combined by decibel addition (remembering first to subtract 2 dB(A) from any aircraft noise contour values). If the level of any one source then lies within 2 dB(A) of the calculated combined value, that source should be taken as the dominant one and the site assessed against the appropriate NEC for that source, rather than using the "mixed source" NECs. If the dominant source is industrial noise see paragraph 19 of Annex 3.

If the contribution of the individual noise sources to the overall noise level cannot be determined by measurement and/or calculation, then the overall measured level should be used and the site assessed against the NECs for "mixed sources".

converted to an  $L_{Aeq,15h}$  level by subtracting 3 dB, and to an  $L_{Aeq,16h}$  value by adding 1 dB, giving 66 dB  $L_{Aeq,16h}$  at a facade. Finally, this figure has been converted to a free-field level by subtracting 3 dB, thus arriving at 63 dB  $L_{Aeq,16h}$  in the table.

8. For railway noise the proposed trigger level is 68 dB  $L_{Aeq,19h}$  at a facade. This has been converted to 66 dB  $L_{Aeq,16h}$  free-field.

9. For air traffic noise, 66 dB(A)  $L_{eq,16h}$ , previously 50 NNI, was the daytime criterion for noise insulation schemes at Heathrow, Gatwick and Stansted.

### Night-time

10. The night-time level at the boundary of NEC B and NEC C for road traffic is, like that at the boundary of NEC A and NEC B, based on the WHO figure of 35 dB(A). Because noise should be taken into account when determining planning applications in NEC B, it has been assumed that the minimum amelioration measure available to an occupant at night will be to close bedroom windows. Single glazed windows provide insulation of about 25 dB(A). Therefore, in order to achieve 35 dB(A) inside a bedroom, the facade level should not exceed 60 dB(A). This facade level requires a further 3 dB(A) adjustment to convert it to the free-field level of 57 dB(A) for road traffic at the boundary of NEC B and NEC C. For rail traffic, the level proposed to trigger the official grant scheme has been adopted. This level is 63 dB  $L_{Aeq,6h}$  and it has been converted to 59 dB  $L_{Aeq,8h}$  free-field. For air traffic, the level proposed to trigger the recent grant scheme at Stansted airport has been adopted. This level is the 57 dB(A)  $L_{eq}$  contour value.

## Noise levels at the boundary of NEC C and NEC D

### Daytime

11. The noise level at the boundary of NEC C and NEC D for road traffic is based on a Building Research Establishment (BRE) survey which has shown that the insulation package supplied under the Noise Insulation Regulations is inadequate for road traffic noise levels of 78 dB  $L_{A10,19h}$  and above at a facade. This figure is equivalent to a

free-field level of 75 dB  $L_{A10,19h}$  which in turn is equivalent to 73 dB  $L_{Aeq,16h}$ . The 73 dB  $L_{Aeq,16h}$  has been reduced by 1 dB to 72 dB  $L_{Aeq,16h}$  in the table at the boundary of NEC C and NEC D, which is the maximum external level that the standard noise insulation package will reduce to an acceptable internal level.

12. For rail traffic noise no reliable data are available on which to base the level at the boundary of NEC C and NEC D. However, there is some evidence<sup>10</sup> that noise from rail traffic causes less disturbance than noise from road traffic at the same level. Therefore, the level at the boundary of NEC C and NEC D has been set 2 dB higher than the free-field level for road traffic noise.

13. For air traffic noise the value put forward in Circular 10/73, which is now well established, has been used. This is 60 NNI or 72 dB  $L_{Aeq,16h}$  including a 2 dB allowance for ground reflection.

### Night-time

14. The night-time levels at the boundary of NEC C and NEC D are, like those at the boundary of NEC A and NEC B, based on the WHO figure of 35 dB(A). The standard noise insulation package provides insulation of about 35 dB(A). Therefore at a facade level of 70 dB(A) or above the internal limit for a bedroom of 35 dB(A) may not be achieved. The level of 70 dB(A) has therefore been reduced by 1 dB(A) and a correction factor of 3 dB(A) applied to derive the free-field level of 66 dB(A) in the table at the boundary of NEC C and NEC D for road and rail noise. For air traffic noise the level of 66 dB(A) is the nearest aircraft dB(A)  $L_{eq}$  contour value to provide equivalent protection.

<sup>10</sup> Draft Noise Insulation (Railways and Other Guided Transport Systems) Regulations 1993, issued for consultation October 1993.

Transportation Noise Reference Book: Edited by Paul Nelson, published by Butterworths, 1987 and Sound Control For Homes, published by the Building Research Establishment and CIRLA, 1993 [BRE report 238, CIRLA report 127].

Department of Transport Consultation Paper: Proposed Stansted Noise Insulation Grants Scheme, September 1990.

Udey W. et al "The effectiveness and acceptability of measures for insulating dwellings against traffic noise" (Journal of Sound and Vibration (1986) Vol 109(1), pages 1-18).

<sup>11</sup> "Railway Noise and the Insulation of Dwellings" Mitchell Committee Report, published February 1991.

## ANNEX 2

### NOISE EXPOSURE CATEGORIES: EXPLANATION OF NOISE LEVELS

1. The following is an explanation of how the boundaries of each of the noise exposure categories (NECs) in the table in Annex 1 have been calculated or derived. Wherever possible figures have been based on research findings or figures contained in statutory regulations. However, the NEC table attempts to give guidance across a broad spectrum of situations and not all of these are covered by existing research work or regulations. In these instances assessments and interpolations have had to be made and these are also explained below.

2. The explanations under each heading make specific reference to each of the transport modes: road, rail, and air. However, separate explanations of "mixed sources" are not given. The "mixed source" values are based on the lowest numerical values of the single source limits in the table.

3. The values given in the NEC table are free-field levels, together with an addition of 2 dB(A) for ground reflection of air traffic noise. Details of correction factors to convert between facade levels and free-field where appropriate are given below. For night-time levels typical insulation values for window installations that are likely to be used in each NEC have been assumed. Because the insulation performance of different window installations is likely to vary, these values are nominal.

#### Noise levels at the boundary of NEC A and NEC B

##### *Daytime*

4. There is no recent, major, U.K.-based research from which to take figures for road or rail traffic. The level at the boundary of NEC A and NEC B is therefore based on guidance provided by the World Health Organisation that "general daytime outdoor noise levels of less than 55 dB(A)  $L_{eq}$  are desirable to prevent any significant community annoyance". The figure of 55 dB(A) has been taken to be free-field and therefore no adjustments have been necessary for road and rail traffic noise levels before inserting them in the table. In respect of air traffic noise a considerable amount of research has been carried out. 57 dB(A)  $L_{eq}$  (previously 35 NNI) relates to the onset of annoyance as established by noise measurements and social surveys.

##### *Night-Time*

5. As for daytime, there is no recent, n. U.K.-based research from which to take figures for road or rail traffic. There has been research on the effects of aircraft noise, most recently on 'sleep disturbance', which looks at noise levels at which people are awoken from sleep. The night-time noise level at the boundary of NEC A and NEC B is based on the WHO guideline previously referred to which states that for night-time: "based on limited data available, a level of less than 35 dB(A) is recommended to preserve the restorative process of sleep" and this is considered more relevant when seeking to achieve the best practicable conditions for rest and sleep.

6. For a site to fall within NEC A noise should not be a determining factor when granting planning permission. It follows that residents may reasonably expect to sleep with their windows open sufficiently to provide adequate ventilation. No guidance is given in the WHO document on the allowance to be made for the sound insulation qualities of a partially open window. This is usually taken to be 10 - 15 dB(A) and for the purposes of the NEC table a reduction of 13 dB(A) from the facade level has been assumed. This would give a recommended maximum figure of 48 dB(A) at the facade. However, as the NEC figures are free-field a correction of -3 dB(A) is necessary giving 45 dB(A) in the table for road and rail noise. For air traffic noise 2 dB(A) has been added to 45 dB(A) to allow for ground reflection, making 47 dB(A). The level in the table of 48 dB(A) is the nearest aircraft dB(A)  $L_{eq}$  contour value.

#### Noise levels at the boundary of NEC B and NEC C

##### *Daytime*

7. The daytime noise levels for all three transport modes at the boundary of NEC B and NEC C are based on the levels that trigger official grant schemes. For road traffic noise the trigger level is 68 dB  $L_{A10,18h}$  at a facade. This has been

<sup>1</sup> Environmental Health Criteria 12 - Noise. World Health Organisation, 1980.

<sup>2</sup> Directorate of Operational Research and Analysis "The Noise and Number Index" DORA Communication 7907, Second Edition, September 1981

<sup>3</sup> Brooker, P et al "United Kingdom Aircraft Noise Index Study: Final Report" Civil Aviation Authority DR Report 8402, January 1985

<sup>4</sup> Critchley, JB and Ollerhead, JB "The Use of  $L_{eq}$  as an Aircraft Noise Index" Civil Aviation Authority DORA Report 9023, September 1990.

<sup>5</sup> Report of a field study of aircraft noise and sleep disturbance. Department of Transport, 1992.

<sup>6</sup> Transportation Noise Reference Book: Edited by Paul Nelson, published by Butterworths, 1987.

<sup>7</sup> Noise Insulation Regulations, 1975: SI 1975:1763

# Nouvelle réglementation acoustique de l'habitat

**Le bruit est devenu l'une des causes majeures d'insatisfaction de notre époque. Pour répondre à une demande sociale indiscutable, les Pouvoirs Publics ont décidé de renforcer la réglementation acoustique de l'habitat.**

Plus exigeante que la réglementation actuelle et applicable dans les logements neufs à partir de 1995, cette nouvelle réglementation est fondée sur l'exigence de résultats. De ce fait, elle laisse aux professionnels le choix des moyens pour parvenir aux objectifs fixés.

Le 12 mars dernier, la Direction de l'Habitat et de la Construction a présenté les performances retenues pour cette future réglementation et le label Qualitel acoustique.

Les propositions portent non seulement sur le renforcement des performances mais aussi sur l'élargissement des critères de qualité. Ainsi, la correction

acoustique des halls d'entrée et des cages d'escalier des immeubles collectifs, le niveau de bruit des équipements individuels à l'intérieur des logements et l'isolement minimal vis-à-vis des bruits extérieurs figurent parmi les nouveaux éléments du confort.

Pour permettre aux industriels d'exprimer les niveaux de performances que leurs produits peuvent atteindre dans les conditions technico-économiques acceptables, le CSTB et la Direction de l'Habitat et de la Construction organisaient le 6 avril dernier un rendez-vous du CSTB qui a réuni près de 300 participants.

Mise en chantier en 1990, cette nouvelle réglementation a fait l'objet d'une vaste concertation auprès des professionnels concernés. Dans la perspective des changements qu'elle induit, de nombreux professionnels se sont adressés au CSTB pour évaluer les niveaux de performances que leurs produits pouvaient atteindre. Ainsi le SFEC (Syndicat Français des Enducteurs et Calendeurs) a engagé une étude exhaustive sur la mesure des isolations aux bruits d'impact des revêtements de sols pour une gamme de dix revêtements représentatifs (plastiques, textiles et compacts) et ceci sur trois types de planchers (dalles en béton armé de 14 et 18 cm, dalle de béton armé de 18 cm et chape flottante).

Il faut dire que cette réglementation représente un enjeu de taille pour ces produits puisque le niveau sonore des bruits d'impacts perçus à la réception a été fixé à 61 dB (A) contre 70 dans la réglementation en vigueur actuellement.

La capacité des revêtements plastiques se situe à la limite de la valeur nécessaire pour satisfaire ces exigences sur une dalle de béton plein de 18 cm. Des performances plus élevées peuvent être

obtenues à l'aide de dalles flottantes mais dans ce cas le bruit produit dans le local où se situe le marcheur devient important.

Autre nouveauté introduite par la nouvelle réglementation: l'isolement acoustique entre deux logements est porté à 54 dB(A) (contre 51 actuellement avec une tolérance de 3 dB (A)).

Par voie de conséquence, les isollements requis dans le cadre du label confort acoustique sont portés à 59 dB (A) dans le collectif.

La société Bouygues a fait équipe avec le CSTB pour expérimenter des doubles voiles en béton entre deux appartements adjacents et des chapes flottantes sur dalle de béton en plancher bas des logements; une solution utilisée depuis une quinzaine d'années en Allemagne. Les simulations numériques réalisées sur un projet de logements à double orientation ont montré que la solution allemande n'était pas pertinente: elle entraîne un surcoût important (environ 5%) et privilégie l'isolement horizontal par rapport à l'isolement vertical. Aussi s'est-on orienté vers la solution voile de béton et doublage acoustique alterné, combinée à une chape flottante sur un isolant en laine minérale. Moins chère et plus efficace, cette solution réduit les vols de calories entre logements tout en lui conservant une inertie thermique intéressante pour le confort d'été.

La société Placoplatre a fait réaliser au CSTB des mesures de transmissions latérales par des façades comportant un doublage thermique intérieur. Ces mesures montrent qu'un gain non négligeable peut être obtenu en mettant en oeuvre des produits performants.

La nouvelle réglementation impose un isolement de façade aux bruits extérieurs de 30 dB (A). Pour mieux appré-

hender ce problème, Saint-Gobain a confié une étude au CSTB pour déterminer les performances nécessaires que doivent présenter les blocs fenêtres (menuiseries, vitrages et entrées d'air) pour atteindre cet objectif.

Qu'ils soient situés à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment, les équipements (appareils de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, climatiseurs et ventilation), et c'est nouveau, sont visés par la nouvelle réglementation. Les niveaux sont fixés à :

- 35 dB (A) en pièce principale et 50 dB (A) en cuisine pour l'intérieur;
- 30 dB (A) en pièce principale et 35 dB (A) en pièce de service pour l'extérieur.

Ces valeurs sont jugées comme sévères par les fabricants de chaudières et peuvent être de nature, selon F. Durier, du CETIAT, à éliminer un grand nombre de chaudières ou certains types d'utilisation. De plus, les performances acoustiques d'une chaudière sont liées aux conditions d'installation. C'est pourquoi les constructeurs considèrent comme essentielles toutes les mesures d'accompagnement de la mise en place de nouvelles valeurs réglementaires telles que recommandations d'installation, information et formation des installateurs, méthodes de mesures in situ...

D'une manière générale, les professionnels souhaitent que cette nouvelle réglementation qui concerne une obligation de résultats sur le logement terminé, soit traduite en termes simples pour le choix des produits, la conception et la mise en oeuvre afin de juger en toute connaissance de cause les opportunités et les menaces qu'elle représente.

### Quel sera le coût de la Nouvelle Réglementation Acoustique

Monsieur Chemillier, Président du CSTB, dans son discours d'ouverture de la journée du 6 avril, a fait état des chiffres suivants:

le surcoût envisageable pour passer d'un strict respect de la réglementation de 1969 à celui de la nouvelle réglementation de 1995 serait de 3,5%, en supposant que tout soit égal par ailleurs.

Mais beaucoup de professionnels du bâtiment présents dans la salle ont fait savoir qu'ils dépassaient déjà largement les minima exigés par la réglementation de 1969 en offrant des performances supérieures sur la plupart de leurs chantiers. Par conséquent, ils estiment que le surcoût sera vraisemblablement plus proche de 1 ou 2% seulement. Tous étaient d'accord pour affirmer que ce ne sont pas les petits surcoûts qui freinent actuellement le bâtiment mais des raisons bien plus profondes.

En conclusion, les participants ont pu dire avec M. Chemillier que "cette nouvelle réglementation acoustique n'était pas une révolution mais une évolution tranquille".

## LES POINTS ESSENTIELS DE LA NOUVELLE REGLEMENTATION ACOUSTIQUE

L'isolement acoustique normalisé entre deux logements devient égal à 54 dB (A), la valeur réglementaire actuelle est de 51 dB (A) avec une tolérance de 3 dB (A) sur la limite.

L'isolation des planchers y compris les revêtements de sols sera telle que le niveau de pression acoustique perçu ne dépasse pas 61 dB (A) : la valeur réglementaire actuelle est de 70 dB (A) avec une tolérance de 3 dB (A) sur la limite.

On distinguera :

- les équipements situés à l'intérieur du logement considéré comme local récepteur (appareils individuels de chauffage, de production d'eau chaude, climatiseurs et ventilation) pour lesquels le niveau de pression acoustique ne devra pas dépasser 35 dB (A) en pièces principales, 50 dB(A) en cuisine;
- les équipements situés à l'extérieur de ce même logement (ensemble des équipements cités dans l'arrêté du 14 juin 1969 modifié) pour lesquels le niveau de pression acoustique ne devra pas dépasser 30 dB (A) en pièce principale et 35 dB (A) en pièce de service;
- la correction acoustique des halls d'entrée et

des cages d'escalier des immeubles collectifs sera prise en compte par la pose de revêtements absorbants judicieusement répartis, afin d'atténuer les effets de réverbération des bruits émis dans les locaux,

- en vue d'apporter un degré supplémentaire dans la protection acoustique des transports terrestres, l'isolement acoustique des façades sera au minimum de 30 dB (A) pour un bruit extérieur ayant un spectre de bruit routier;

Les valeurs du Label Qualitel Confort Acoustique correspondent aux valeurs réglementaires majorées de 5 dB (A) sauf pour les points où la valeur réglementaire ne peut techniquement être dépassée; l'isolation jour-nuit ou la pièce à isolation acoustique renforcée pourront être examinées en option.

Les valeurs du Label Qualitel seront déduites des limites fixées pour la réglementation et des limites fixées pour le Label Qualitel Confort Acoustique.

	Réglementation actuelle (Arrêté du 14 juin 1969 modifié, arrêté du 6 octobre 1978 modifié)	Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA) 1995	Label Qualitel Confort Acoustique
Bruits aériens (isolement acoustique normalisé entre deux logements)	51 dB (A)	54 dB (A)	+ 5 dB (A)
Bruits d'impact (niveau de pression acoustique perçu dans chaque pièce) avec revêtement de sol	70 dB (A)	61 dB (A)	- 5 dB (A)
Correction acoustique des circulations communes (A, aire d'absorption équivalente totale des produits absorbants)	-	Pose de revêtements absorbants tels que A=1/4 Surface au sol des circulations communes	Idem NRA
Bruits d'équipements (niveau de pression acoustique)	valeur comprise entre 30 dB (A) et 38 dB(A)	Equipements dans le logement récepteur: 35 dB (A) en pièces principales 50dB (A) en cuisine (2) Equip. hors du logement récepteur: 30 dB (A) pièces principales 35 dB(A) en pièces de services (3)	Equipements dans le logement récepteur: 30 dB (A) en pièces principales 45dB (A) en cuisine (2) Equip. hors du logement récepteur: 25 dB (A) pièces principales 35 dB(A) en pièces de services (3)
Bruits extérieurs (isolement acoustique minimal contre les bruits extérieurs)	-	30 dB (A)	Idem NRA
Options	-	-	Isolation jour-nuit, pièce à isolation acoustique renforcée
Tolérance	3 dB (A)	sera soumis à discussion	Idem NRA

- (B) The use of this compressor after such device or element of design has been removed or rendered inoperative." Compressors manufactured in the U.S. solely for outside use must be labeled "For Export Only."
4. Conform to the established noise standard discussed above (76 dB(A) at 7 m)

## *2. Proposed Heavy and Medium Duty Truck Regulations*

The EPA promulgated noise emission regulations for new medium and heavy duty trucks on April 13, 1976 (Title 40, Code of Federal Regulations, Chapter 1, Part 205, 41FR15544) which was slightly amended a week later, April 28, 1976. The regulations amended again in June 1978\* apply to any vehicle which has a gross vehicle weight rating (GVWR) in excess of 10,000 lb which is capable of transporting property on a highway or street. The latest version was amended in January, 1981.

Vehicles manufactured after January 1, 1978 and January 1, 1983 shall not emit noise in excess of 83 dB(A) and 80 dB(A), respectively, at a distance of 50 feet when measured in accordance with a prescribed test procedure. This test procedure requires the truck to accelerate from not more than two thirds of maximum rated or governed speed to maximum rated or governed speed without exceeding 35 mph (56km/hr) while in the test zone (see Figure 3 in Chapter 1, Volume II). The maximum A-weighted noise level observed on a qualified sound level meter set on "FAST" response is observed and used to compare with the standard to determine compliance.

Every new vehicle manufactured for distribution in commerce in the U.S. subject to this regulation shall:

1. Be verified in accordance with a prescribed production verification procedure
2. Be represented in a product verification report
3. Be labeled with manufacturer information plus the following statement: "This vehicle conforms to U.S. EPA Regulations for Noise Emission Applicable to Medium and Heavy Trucks." In a manner identical to the portable air compressor regulation, tampering with the noise control feature or use of a truck after tampering are prohibited. Export vehicles must be so labeled.
4. Conform to the noise emission standard mentioned above (83 dB(A) or 80 dB(A) at 50 ft, after January 1, 1978 or January 1, 1983, respectively.)

## **E. General Service Administration Specifications**

The General Services Administration (GSA) has promulgated environmental protection specifications for public buildings service contracts of more than \$10,000 (PBS 4-01100-April 1975). Article 45.8 — Noise Control specifies maximum noise levels for construction equipment. The equipment employed on the site shall not produce a noise level exceeding those shown in Table 8 at a distance of 50 ft from the equipment under test.

## **F. Housing and Urban Development Standards<sup>18</sup>**

The Department of Housing and Urban Development (HUD) recognizes that noise is a major source of environmental pollution and has prohibited HUD support to new construction on sites having unacceptable noise exposures. HUD has defined noise as shown in Table 9. The noise exposure was divided into three major categories:

1. Unacceptable
2. Discretionary
  - a. Normally unacceptable

\* 43FR27988, June 28, 1978.

Table 8  
GSA EQUIPMENT NOISE LEVEL  
LIMITS

Equipment	Noise level — dB(A) @ 50 ft
Earthmoving	
front loader	75
backhoes	75
dozers	75
tractors	75
scrapers	80
graders	75
truck	75
paver	80
Materials Handling	
concrete mixer	75
concrete pump	75
crane	75
derrick	75
Stationary	
pumps	75
generators	75
compressors	75
Impact	
pile drivers	95
jack hammers	75
rock drills	80
pneumatic tools	80
Other	
saws	75
vibrators	75

Table 9  
DEPARTMENT OF HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT NOISE  
GUIDELINES\*

General External Exposures dB(A)

Unacceptable

Exceeds 80 dB(A) 60 min/ 24 hr

Exceeds 75 dB(A) 8 hr/ 24 hr

(Exceptions are strongly discouraged and require a 102(2)C environmental statement and the Secretary's approval)

Discretionary — Normally Unacceptable

Exceeds 65 dB(A) 8 hr/ 24 hr

Loud repetitive sounds on site

(Approvals require noise attenuation measures, the Regional Administrator's concurrence and a 102(2)C environmental statement)

Discretionary — Normally Acceptable

Does not exceed 65 dB(A) more than 8 hr/ 24 hr

Acceptable

Does not exceed 45 dB(A) more than 30 min/ 24 hr

\* Superseded in 1979: Unacceptable—over  $L_{eq}$  = 75 dB

Normally unacceptable—over  $L_{eq}$  = 65 dB

Acceptable—below  $L_{eq}$  = 65 dB



- b. Normally acceptable
- 3. Acceptable

These categories are described by general ambient sound levels and by the aircraft noise impact descriptors Composite Noise Rating (CNR) and aircraft noise from Noise Exposure Forecast (NEF). A CNR Zone 3 which is unacceptable has a CNR between 100 and 115, and Zone 1 which is acceptable has a CNR less than 100. Similarly, NEF Zones A, B, and C (comparable to CNR 1, 2, 3) represent NEF values of less than 30, 30 to 40, and more than 40, respectively. Recently \* HUD has decided to use the  $L_{dn}$  description.

HUD also specified acceptable indoor sound level exposures. The interior standards are performance standards and are very much a function of exterior sound levels. The values discussed below assume open windows. An acceptable interior sound level exposure for sleeping quarters require that the sound level does not exceed 55 dB(A) for more than 60 min in a 24-hr period, does not exceed 45 dB(A) for more than 30 min during nighttime sleeping hours (11 p.m. to 7 a.m.), and does not exceed 45 dB(A) for more than an accumulation of 8 hr for any 24-hr period.

HUD guidelines also deal with the insulation used between dwelling units. Walls and floors used in multi-family structures must have a Sound Transmission Class (STC) of 45 or greater to be considered as acceptable. The STC is a single number rating (see Chapter 1 and 2, Volume II) which provides an estimate of transmission loss of a panel or structure. The higher the STC value the better the noise reduction performance.

### G. Department of Transportation Regulations, Standards, and Guidelines

The Department of Transportation oversees the activities of the country's principal environmental noise sources; cars, trucks, rapid transit, and aircraft. The Department has recognized this fact and has promulgated regulations and guidelines which, in time, is intended to offer relief from transportation's objectionable noise. The noise emitted from aircraft and trucks engaged in interstate activities and highway design guides are topics covered in this section. It is through the efforts of DOT (FHWA and FAA) personnel and prodding by the EPA that transportation noise will be reduced to acceptable limits. Estimates have been made by EPA that more than 78 million people are exposed to environmental noise in excess of 60 dB ( $L_{dn}$ ), most of which is caused by transportation sources.

#### 1. Motor Carrier Noise Emission Standards

This DOT standard which became effective in October 1975 (Title 40, Code of Federal Regulations, Chapter 2, Part 325, 40 FR42437) as amended in July 1976, prescribes procedures for inspection, surveillance, and measurement of noise of motor vehicles engaged in interstate commerce. The vehicles must have a gross vehicle weight rating of more than 10,000 lb. Their noise emissions when measured in accordance with prescribed measurement procedures shall not exceed the sound levels specified in Table 10. Note that values are given to reflect the realism of *in situ* measurement practices; that is, for hard sites and soft sites. Note also that three speed conditions are considered; stationary, 35 mph or less, over 35 mph. Site hardness is described as: "Hard test site means any test site having the ground surface covered with concrete, asphalt, packed dirt, gravel, or similar reflective material for more than half the distance between the microphone target point and the microphone location point."

"Soft test site means any test site having the ground surface covered with grass.

\* Title 24 CFR Part 51, July 1979 -  $L_{dn}$  above 75 dB is unacceptable. Above 65 dB is normally unacceptable and below 65 dB is acceptable.

Table 10  
**MAXIMUM PERMISSIBLE SOUND LEVEL READINGS [decibel(A)]<sup>a,b</sup>**

If the distance between the microphone location point and the microphone target is:	Highway operations test				Stationary tests	
	Soft site		Hard site		Soft site	Hard site
	35 mi/hr or less	Above 35 mi/hr	35 mi/hr or less	Above 35 mi/hr		
35 ft (10.7 m) or more but less than 39 ft (11.9 m)	89	93	91	95	89	91
39 ft (11.9 m) or more but less than 43 ft (13.1 m)	88	92	90	94	88	90
43 ft (13.1 m) or more but less than 48 ft (14.6 m)	87	91	89	93	87	89
48 ft (14.6 m) or more but less than 58 ft (17.1 m)	86	90	88	92	86	88
58 ft (17.1 m) or more but less than 70 ft (21.3 m)	85	89	87	91	85	87
70 ft (21.3 m) or more but less than 83 ft (25.3 m)	84	88	86	90	84	86

<sup>a</sup> The speeds shown refer to measurements taken at sites having speed limits as indicated. These speed limits do not necessarily have to be posted.

<sup>b</sup> This table is based on motor carrier noise emission requirements specified in 40 CFR 202.20 and 40 CFR 202.21.

other ground cover, or similar absorptive material for more than half the distance between the microphone target point and the microphone location point."

The qualified test sites for these measurements are shown in Figure 4A and 4B. Note that the distance between microphone target point and microphone location point is 50 ft (15.2 m) for both stationary and moving tests. Nonstandard sites may be used if conditions dictate, but distance and ground surface corrections may have to be applied.

Exhaust systems and tires are also covered by this standard. Visual inspection is required. Noncompliance is indicated by an exhaust system which has a defect that adversely affects sound reduction, has no muffler, or is equipped with muffler cut-outs, by-passes, or similar devices. Tires are not in conformance if their tread patterns are "... composed primarily of cavities in the tread (excluding sipes and local chunking) which are not vented by grooves to the tire shoulder or circumferentially to each other around the tire."

### **2. Federal Highway Administration Noise Standards<sup>15</sup>**

All highway projects funded in part by the Federal Highway Administration (FHWA) should conform with FHWA Noise Standards and Procedures (Title 23, Code of Federal Regulations, Chapter I, Subchapter J, Part 772, 38 FR 15953, June 19, 1973 as amended 41 FR 16936), the latest version of which became effective May 29, 1979.

Highway construction should be preceded by an analysis of traffic noise impacts. During the project development, traffic noise impact and noise abatement measures must be studied giving weight in the project design to any adverse social, economic, and environmental factors. The noise analysis should:

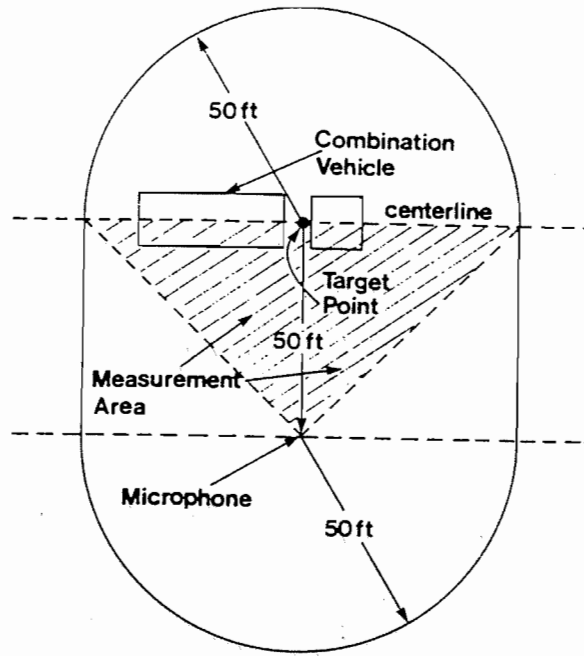
1. Identify existing activities or land uses which may be affected by noise from the highway section
2. Predict the traffic noise levels for each alternative under study (including the 'do nothing' alternative)

The traffic noise analysis should consist of baseline ambient sound level measurements. The resulting data should be analyzed to provide  $L_{10}$  or  $L_{10}$  descriptors. The predicted noise levels for each highway or traffic alternative should be compared with the land use noise criteria shown in Table 11 and with the baseline data. The National Cooperative Highway Research Report 117, as modified by Report 144, is cited as one of the methods for highway noise analysis.<sup>16-17</sup> Noise impacts can be expected when predicted noise levels exceed criteria presented in Table 12 or when predicted noise levels "... are substantially higher ..." than the baseline levels. FHWA requires that highway design, routing, and traffic management noise mitigation methods be applied if impact is indicated.

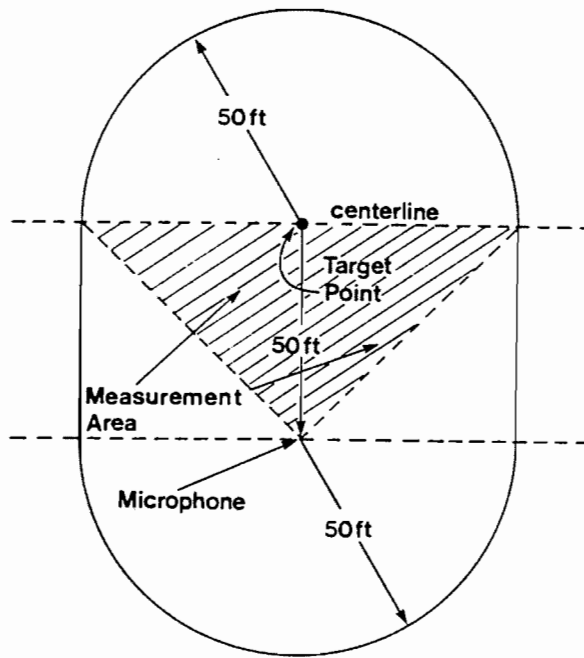
Highway construction noise impact is also considered in this standard, although impact criteria are not provided. Noise abatement measures should be included in the contract plans and specifications if (1) construction noise impact is indicated, and (2) the mitigation can be shown to reduce noise impacts to the community. The benefits achieved and the overall adverse social, economic, and environmental effects of the abatement measures must be considered.

### **3. Federal Aviation Administration<sup>18</sup>**

The Federal Aviation Administration (FAA), an agency of the Department of Transportation (DOT), has prescribed noise standards for aircraft. These standards must be met prior to (1) the issuance of aircraft type certificates, (2) the modification of these certificates, and (3) the issuance of certain standard category airworthiness certificates



a



b

FIGURE 4. Standard motor carrier test sites for (a) stationary and (b) highway operations.

Table 11  
DESIGN NOISE LEVEL/ACTIVITY RELATIONSHIPS<sup>a</sup>

Activity category	Design hour noise levels — decibel averages <sup>b</sup>		Description of activity category
	L <sub>50</sub> (h)	L <sub>10</sub> (h)	
A <sup>c</sup>	57 <sup>d</sup>	60 <sup>d</sup>	Tracts of land in which serenity and quiet are of extraordinary significance and serve an important public need and where the preservation of those qualities is essential if the area is to continue to serve its intended purpose. Such areas could include amphitheaters, particular parks or portions of parks, open spaces, or historic districts which are dedicated or recognized by appropriate local officials for activities requiring special qualities of serenity and quiet.
B <sup>c</sup>	67 <sup>d</sup>	70 <sup>d</sup>	Picnic areas, recreation areas, playgrounds, active sports areas, and parks which are not included in Category A and residences, motels, hotels, public meeting rooms, schools, churches, libraries, and hospitals.
C	72 <sup>d</sup>	75 <sup>d</sup>	Developed lands, properties or activities not included in Category A or B above.
D			For requirements on undeveloped lands see FHWA Standard
E	52 <sup>d</sup>	55 <sup>d</sup>	Residences, motels, hotels, public meeting rooms, schools, churches, libraries, hospitals, and auditoriums.

- <sup>a</sup> Either L<sub>10</sub> or L<sub>50</sub> (but not both) design noise levels may be used on a project.
- <sup>b</sup> Parks in Categories A and B include all such lands (public or private) which are actually used as parks as well as those public lands officially set aside or designated by a governmental agency as parks on the date of public knowledge of the proposed highway project.
- <sup>c</sup> Exterior.
- <sup>d</sup> Interior.

for subsonic transport airplanes and for all subsonic turbojet powered airplanes. The FAA standards are very complex and are beyond the scope of this chapter. For those readers interested in the aircraft noise regulation, it is suggested that they read FAA Standards, Title 14, Code of Federal Regulations, Chapter 1, Part 36, 34 FR1864, November 18, 1969 as amended at 38 FR29574, October 26, 1973 (see latest amendments). This standard is most commonly referred to as FAR 36. Aircraft noise regulations have been discussed at length by M. J. Crocker in Reference 19.

## H. Other Federal Agencies

### 1. Bureau of Mines<sup>20</sup>

The Bureau of Mines promulgated Noise Control Standards for Metal and Non-Metallic Mines using the authority provided the Secretary of the Interior under the Mine Safety Act (Section 6-30 U.S.C. 725). These standards were published in the Federal Register, Volume 39, August 7, 1974. The rules are identical to the early OSHA noise criteria; that is, permissible exposures begin at 90 dB(A) for an 8-hr work day and have a 5 dB/one half exposure time trade-off.

Table 12  
RECOMMENDED DESIGN CRITERIA

Observer category	Structure		L <sub>10</sub> (dB(A))		L <sub>10</sub> (dB(A))	
			Day	Night	Day	Night
1	Residences	Inside	45	40	51	46
2	Residences	Outside	50	45	56	51
3	Schools	Inside	40	40	46	46
4	Schools	Outside	55	—	61	—
5	Churches	Inside	35	35	41	41
6	Hospitals, convalescent homes	Inside	40	35	46	41
7		Outside	50	45	56	51
8	Offices:					
	Stenographic	Inside	50	50	56	56
	Private	Inside	40	40	46	46
9	Theaters:					
	Movies	Inside	40	40	46	46
	Legitimate	Inside	30	30	36	36
10	Hotels, motels	Inside	50	45	56	51

Either inside or outside design criteria can be used, depending on the utility being evaluated.

## 2. Department of Defense

### a. Air Installation Compatible Use Zones

The Air Installation Compatible Use Zone (AICUZ) program was developed by the Department of Defense (DOD) to protect the safety and public health and welfare of populations neighboring U.S. Army, U.S. Air Force, and U.S. Navy air base facilities. The objective of the program is to allow the commercial and residential development of land surrounding these bases in a manner compatible with the noise and accident potential of the military high performance aircraft. An AICUZ study examines the impact of noise and accident potential zones on land uses in the immediate vicinity of the air base. The military must:

1. Minimize the impact of its operations on all persons and activities
2. Describe and evaluate the noise and accident potential aspects of its operations
3. Provide planning information and studies to local citizen and local, regional, state, and federal officials who are concerned with environmental quality and planning
4. Engage in a cooperative planning process

To develop the AICUZ compatibility relationships for an air base, noise and accident contours are developed. Noise contours of CNR and L<sub>Jn</sub> are most commonly used by the Navy and Air Force, respectively. In the near future only L<sub>Jn</sub> contours will be computed. Accident potential areas are also delineated. Three zones are developed. They are "clear", APZ-I and APZ-II.

The "clear" zone is that area of highest crash potential. It normally extends 820 feet from the side of the runway and 3000 ft from the end of the runway at an approximate 8° angle.

APZ-I is the zone which is somewhat less hazardous than the clear zone. It extends from the end of the runways out to 8000 ft for Class B runways. Runways are classified by the type of aircraft which can use them.

APZ-II is the zone of least accident potential. It represents the area where the aircraft is descending to below a height of 500 ft. This zone may be curved to represent the ground tract of the aircraft on approach or takeoff.

## ANEXO A7

### BIBLIOGRAFIA

#### INDICE

Pág.

1.- Textos	A7-1
2.- Legislación Chilena	A7-3
3.- Normas Internacionales	A7-4

## 1. TEXTOS

- Epidemiología del ruido comunitario en la comuna de Providencia, Hernán Varas, 1994
- Máquina para evaluar la transmisión del ruido impacto en entrepisos, Troncoso, 1994
- Proyecto de modificación de legislación sobre niveles máximos permisibles, Antonio Marzzano, 1994
- Chronique Juridique Echo Bruit, CIDB, 1993
- Echo Bruit N°58, CIDB, 1993
- El desarrollo urbano como factor de la contaminación acústica, Eugenio Collados, 1992
- Estudio base de generación de niveles de ruido en Santiago, USACH, 1989
- The effectiveness and acceptability of measures for insulating dwellings, J. Sound Vib.109-1, 1986
- Acoustique Urbaine, Loyer, Ministerio del Ambiente, Francia, 1983
- Guide d'Acoustique pour la conception des batiments d'habitation, Loic Hamayon, 1982
- Practical Building Acoustics, SRL, Inglaterra, 1980
- Standards for buildings types, De Chiara, 1980
- Tratado fundamental de acústica en la edificación Arizmendi, 1980
- Manual para el control del ruido, Harris, 1977
- Planning and Land use controls for noise prevention and abatement, OCDE, 1977
- Noise abatement zones, BRE, UK, 1977
- Acoustique et architecture, Lamoral, Paris, 1975
- Strategies for urban noise abatement: an overview, OCDE, 1975
- Public health and welfare criteria for noise, EPA, USA, 1973.
- Legislación acústica de relevancia en Chile, CONAMA, 1995
- Proposición de normativa legal sobre emisión de ruidos comunitarios provenientes de fuentes fijas, Eugenio Collados, 1995



- Procedimiento para la elaboración del reglamento de dictación de normas de calidad ambiental y planes de prevención y descontaminación, CONAMA, 1995.
- Documento Técnico N°2 "Niveles de aislación acústica en la vivienda reacionalizada CORVI", Leonardo Parma, Departamento de Tecnología Arquitectónica y Ambiental, DTAA, FAU, U. de CH., 1970.
- Guidelines for considereing noise in land use planning and control, Federal Interagency Committee on Urban Noise, 1980
- Condiciones acústicas de habitabilidad, CIAL, Córdoba, Argentina, 1995.

## 2.- LEGISLACION CHILENA

- Nch 26 E Of71 "Física, Acústica, Magnitudes y Unidades".
- Nch 352 Of61 "Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios".
- Nch 2401 Of78 "Magnitudes, unidades, símbolos y valores numéricos-Principios generales".
- Nch ISO/IEC 25,"Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración", 1996
- INN 100-608, Reglamento para la acreditación de organismos de certificación de productos y de laboratorios de ensayo, 1996.
- Ley Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado.(Ley 18.575)
- Ley 18.695, Ley Orgánica de Municipalidades, 1988
- Ley 18.287, Ministerio de Justicia, Procedimientos de Juzgados de Policía Local, 1984
- Decreto Supremo 745, Ministerio de Salud, Aprueba Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, 1993
- Decreto Supremo 286, Ministerio de Salud, Aprueba reglamento sobre Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos generados por Fuentes Fijas, 1984
- Decreto Supremo 47, Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, 1992
- Decreto Supremo 125, Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Modifica Plan Intercomunal de Santiago, 1989
- Decreto Supremo 4740, Normas Sanitarios Municipales, Reglamento,1947
- Decreto Supremo 655, Ministerio del Trabajo, Reglamento sobre Higiene y Seguridad Industrial, Art. 22 y 23, Contaminación Acústica
- Código Penal, arts. 494 a 496, 1874
- Ley 3063 de Rentas Municipales, 1979.
- Ley N° 19.472, Modifica el D.F.L. 450 de 1975, 1996

### 3.- NORMAS INTERNACIONALES

- Planning and noise, Policy Guidance PPG 24, U.K., 1995.
- IRAM 4 063, Transmisión de sonidos en Edificios. Metodos de Medición, 1982, Argentina.
- Decreto (francés) N° 88.523, Mayo 1988.
- ISO 1683, 1983. Acoustics. Preferred reference quantities for acoustical level.
- ISO 1996, 1982. Acoustics. Description and measurement of environmental noise.
  - Parte 1 Basic quantities and procedures
  - Parte 2 Acquisities and procedures
  - Parte 4 Aplicacion to noise limits
- ISO 140, Acoustics-Measurement of sound insulation in buildings and of building elements, 1978
- NBE-CA-81 sobre condiciones acústicas de los edificios.
- UNE-74-040-84 Parte I, Medida de aislamiento acústico de los edificios y de los elementos constructivos, Especificaciones relativas a los laboratorios, 1984
- NBE-CA-88 sobre condiciones acústicas de los edificios.
- Norma ASTM E336-90 Standard Test Method for measurement of airborne soun insulation in buildings.
- Norma ASTM E492-90 Standard Test Method for Laboratory Measurement of impact sound trasnsmission through floor-ceiling assemblies using the tapping machine.
- Norma ASTM E597-81 Standard practice for determining a single-number rating of airborne sound isolation for use in multiunit building specifications
- Norma ASTM E989-89 Standard classification for determination of impact insulation Class (IIC)