



REVISTA DE ACÚSTICA

Sociedad Española de Acústica



LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ACUSTICA (O.M. de 11 de abril de 1969) constituye una asociación, sin fines lucrativos, de Empresas, Entidades y Personas Físicas, para el fomento del progreso de la ACÚSTICA en sus distintos aspectos: científico, técnico, aplicado y artístico.

e-mail: secretaria@sea-acustica.es

web: <http://www.sea-acustica.es>

SECCIONES ESPECIALIZADAS:

AED	Acústica en edificación	APS	Acústica profesional y sonorización
AFP	Acústica fisiológica y psicológica	BCA	Bioacústica
AFS	Acústica física y procesado de señales	ELI	Electroacústica e instrumentación
AMS	Acústica musical	ESI	Enseñanza e investigación
ARV	Acústica ambiental, ruido y vibraciones	PAC	Procesado de la palabra y acústica de las comunicaciones
ASA	Acústica de salas	ULT	Ultrasonidos
ASB	Acústica subacuática	NOR	Normativa

PRESIDENTE DE HONOR: Andrés Lara Sáenz

PRESIDENTE:

Antonio Pérez-López

VICEPRESIDENTES:

Amando García Rodríguez

Salvador Santiago Páez

SECRETARIO:

Antonio Calvo-Manzano Ruíz

TESORERO:

Julio González Suárez

CONSEJEROS:

Harald Aagesen Muñoz

Jesús Alba Fernández

Juan Luís Aguilera de Maya

Miguel Arana Burgui

Higini Arau Puchades

Joan Casamajó Monclus

Azucena Cortés Liendo

Frances Daumal Doménech

Ana Delgado Portela

César Díaz Sanchidrián

Ana Espinel Valdivieso

Juan Antonio Gallego Juárez

Ricardo Hernández Molina

Juan José Martínez Requena

Antonio Moreno Arranz

Plácido Perera Melero

Carlos Ranz Guerra

Jordi Romeu Garbi

José María Ruíz Pérez

Javier Serra María-Tomé

Teófilo Zamarreño García

REVISTA DE ACÚSTICA

Publicación de la Sociedad Española de Acústica

La **Revista de Acústica**, así como todos los artículos e ilustraciones publicados, están protegidos por las leyes de la propiedad intelectual. Los artículos no podrán reproducirse total ni parcialmente por cualquier medio, sin la autorización escrita de la S.E.A.; el resto de la información contenida en la **Revista** puede reproducirse siempre que se cite la procedencia.

Instrucciones para los autores

Los artículos enviados para su publicación en la Revista serán sometidos previamente a estudio por el Comité Editorial para su aceptación. Los editores no se consideran responsables de los artículos no solicitados. El envío de un artículo para su publicación supone la aceptación de las normas editoriales, en especial que el trabajo no ha sido publicado anteriormente y que no está siendo considerada su publicación en otro medio; así mismo, esta aceptación supone la autorización del autor(es) a transferir la propiedad intelectual sobre el artículo a la **Revista de Acústica**.

Los originales de los artículos tendrán una extensión máxima, incluidas figuras y tablas, de **seis páginas de la Revista** y serán enviados en soporte informático, cd-rom, disquete de 3,5", etc., los textos en procesador de textos windword y las figuras en JPEG. Junto con el disquete se enviarán dos copias en papel en formato UNE A4 y una fotografía de tamaño carné en soporte informático. La primera página del artículo contendrá el título con un máximo de 100 caracteres, el nombre(s) del autor(es) y de la institución(es) o empresa(s) a la que pertenece(n), así como la dirección, el teléfono, el fax y el e-mail del autor para contactar en caso necesario. A continuación se incluirá un **resumen en español y otro en inglés**, con una extensión no mayor que 150 palabras cada uno y sin fórmulas. Finalmente se añadirá la propuesta de clasificación del artículo según el correspondiente PACS (Physics and Astronomy Classification Scheme), que puede consultarse en la Revista de Acústica V XXIX, nºs 3 y 4, año 1998 - págs 45 a 47, o en la página web: www.aip.org/pacs/.

Instituciones y empresas miembros de la S.E.A.

AAC CENTRO DE ACUSTICA APLICADA S.L. <http://www.aacacustica.com>
ACUSTICA ARQUITECTONICA S.A. <http://www.acusticarq.com>
ACUSTTEL. ACUSTICA Y TELECOMUNICACIONES S.L. <http://www.acusttel.com>
ACUTEL S.L.
AISTEC AISLAMIENTOS S.L. <http://info@aistec.es>
ALAVA INGENIEROS S.A. <http://www.alava-ing.es>
ALDOVIER S.L. <http://www.aldovier.com>
ANDIMAT. ASOCIACION NACIONAL DE INDUSTRIALES DE MATERIALES AISLANTES <http://www.andimat.es>
ARIES. INGENIERIA Y SISTEMAS <http://www.aries.com.es>
ASOCIACION NACIONAL DE AUDIOPROTESISTAS <http://www.audioprotistas.org>
ATECSA. ALZIRA TECNICAS ENERGETICAS Y CONSULTORES S.A. <http://www.atecsa.es>
AUDIOTEC, AISLAMIENTOS ACUSTICOS <http://www.audiotec.es>
AYUNTAMIENTO DE BILBAO. AREA DE MEDIO AMBIENTE <http://www.bilbao.net>
AYUNTAMIENTO DE MADRID. AREA DE MEDIO AMBIENTE <http://www.munimadrid.es>
AYUNTAMIENTO DE VALENCIA. LABORATORIO MUNICIPAL Y DEL MEDIO AMBIENTE <http://www.valencia.es>
AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA. AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE <http://www.ayto-zaragoza.es>
BASEL INGENIERIA ACUSTICA <http://www.basel.es>
BIS MULTISERVICIOS INDUSTRIALES S.A. <http://www.rheinhold-mahla.es>
BRUEL & KJAER IBERICA S.A. <http://www.bksves.com>
CALIDAD AMBIENTAL S.L.
CEDEX. CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACION DE OBRAS PUBLICAS <http://www.cedex.es>
CENTRO DE ULTRASONICA. ICINAF. VEDADO. LA HABANA
CESVA INSTRUMENTS S.L. <http://www.cesva.com>
CHOVA <http://www.chova.com>
CIP ARQUITECTOS S.L. <http://www.ciparquitectos.com>
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE CATALUÑA <http://www.eic.es>
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS DE TELECOMUNICACION <http://www.coitt.es>
CRIVASA S.A. <http://www.crivasa.com>
DANOSA <http://www.danosa.com>
dBA ACUSTICA <http://www.dba-acustica.com>
dBplus CONSULTORES ACUSTICOS www.dBplusacoustics.com
DECIBEL INGENIERA ACUSTICA S.L. <http://www.decibel.es>
DISAO. DISPOSITIVOS Y SISTEMAS ACUSTICOS Y OPTICOS. ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA. UPV
EDIFICACIONES E INGENIERIA S.L. www.edifsl.com
ESCUELA UNIVERSITARIA DE ARQUITECTURA TECNICA DE MADRID <http://www.upm.es>
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA DE TELECOMUNICACION DE MADRID <http://www.upm.es>
ESCUELA UNIVERSITARIA DE OPTICA DE SANTIAGO <http://www.usc.es>
ESTUDI ACUSTIC H.ARAU <http://www.arauacustica.com>

EYGEMA S.L. <http://www.eygema.com>
FLEX 2000. PRODUCTOS FLEXIVEIS S.A. <http://www.flex2000.com>
FUNDACION CIDAUT. CENTRO DE INVESTIGACION DEL AUTOMOVIL <http://www.cidaut.es>
FUNDACION UNIVERSITARIA SAN ANTONIO <http://www.ucam.edu>
GENERAL ASDE S.A. <http://www.generalasde.com>
GESTION Y CONTROL DEL RUIDO S.L. <http://www.grc.es>
HISPALYT. ASOCIACION ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE LADRILLOS Y TEJAS <http://www.hispalyt.es>
IAC STOPSON ESPAÑOLA S.A. <http://www.stopson.com>
INDEAC -INGENIERA Y DESARROLLOS ACUSTICOS- <http://www.indeac.es>
INDUSTRIAS GRÁFICAS EL INSTALADOR <http://www.elinstalador.es/index.html>
INFRAESTRUCTURAS, COOPERACION Y MEDIO AMBIENTE miguel@iyesa.com
INGEMAIR S.L. <http://www.ingemair.com>
SINCOSUR INGENIERIA SOSTENIBLE <http://www.sincosur.es>
INGENIERIA ACUSTICA GARCIA-CALDERON <http://www.garcia-calderon.com>
INSTITUTO DE ACUSTICA <http://www.ia.csic.es>
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION <http://www.iucc.us.es>
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACION DEL AUTOMOVIL <http://www.triumsystems.com/insia/insia.html>
IPAMA S.A. http://tiendas.construed.com/index.php?tienda_id=55
LABEIN, CENTRO TECNOLÓGICO <http://www.labein.es>
LABORATORIO D'ENGINYERIA ACUSTICA I MECANICA (LEAM). ESCUELA TECNICA SUPERIOR ENGINYERIA INDUSTRIAL DE TERRASA. <http://www.upc.es>
LABORATORIO DE INGENIEROS DEL EJERCITO <http://www.mde.es/digenin/labo.html>
MANUEL BARRETO PRODUCCIONES ING. ACUSTICA
MECANITZATS DE LA FUSTA KIM S.L.
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO. SUBD.DE CALIDAD AMBIENTAL <http://www.mam.es>
MINISTERIO DE VIVIVENDA SUB.GRAL. DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN <http://www.mviv.es>
MK3 ESCUELA SUPERIOR DE SONIDO <http://www.mk3.es>
MUTUA INTERCOMARCAL <http://www.mutua-intercomarcal.com>
NAE ACUSTICA S.L. <http://www.naeacustica.com>
PHONAK IBERICA S.A. <http://www.phonak.es>
PROCESO DIGITAL DE AUDIO S.L. <http://www.ecudap.com>
ROCKWOOL PENINSULAR S.A. <http://www.rockwool.es>
SAINT-GOBAIN IDAPLAC S.L. <http://www.distriplac.com>
SAINT-GOBAIN WANNER, S.A. <http://www.wanneryvinyas.com>
SILENTIA, INGENIERIA ACUSTICA S.L. <http://www.silentia.es>
SVANTEK ESPAÑA S.L. <http://www.svantek.cl>
TAISAL. S.L. <http://www.taisal-aproin.com>
TASVALOR MEDIO AMBIENTE <http://www.tma-e.com>
TECESA S.L.U. <http://www.tecesa.net>
TECNICAS DE PRETENSADO Y SERVICIOS AUXILIARES S.L. <http://www.tecpresa.net>
UNISON, S.L. <http://www.unison.es>
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ. LABORATORIO DE INGENIERIA ACUSTICA <http://www.uca.es>
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA. LABORATORIO DE ACÚSTICA <http://www.unex.es>
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. GRUPO DE VIBROACUSTICA <http://www.unizar.es>
UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID <http://uem.es>
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ <http://www.umh.es>
UNIVERSITAT D'INGENIERIA I ARQUITECTURA LA SALLE <http://www.salleurl.edu>
URSA INSULATION <http://www.ursa.es>
VERTEX TECHNICS S.L. <http://www.vertex.es>
VIBRACHOC S.A. <http://www.vibrachoc.es>
VOLCONSA <http://www.volconsa.es>

Revista de Acústica

Sumario	Pág.
Editorial	5
In Memoriam Harald Agesen	7
Análisis acústico de la tipología teatral a la italiana a través del estudio del Teatro Principal de Valencia <i>A. Barba; A. Giménez</i>	9
Audición en los adolescentes: un programa multidisciplinario para su conservación y promoción <i>M. R. Serra, E. C. Biassoni, M. Pavlik, J. Pérez, M. Hinalaf, M. Abraham, S. Gauchat</i>	27
Preservación de la calidad acústica del Teatro Colón de Buenos Aires <i>A. M. Haedo; R. Sánchez; G. J. Basso</i>	37
TECNIACUSTICA® 2009 CÁDIZ	46
EXPOACUSTICA® 2009 CÁDIZ	52
Día Internacional sin ruido 2009	60
Tesis doctorales	64
Publicaciones	65
Novedades Técnicas	70
Noticias	72
Entrevistas	83
Normativa	85
Agenda	86
Ciberacústica	88

VOL. 40, 3º y 4º Trimestres, Núms. 3 y 4

Directora

Ana Delgado Portela
e-mail: adelgado@vivienda.es

Editor

Editorial El Instalador

Redacción, Administración y Publicidad

Sociedad Española de Acústica
Serrano, 144. 28006 Madrid

Suscripción anual

España: € 40
Extranjero: € 60

Tarifas de Publicidad

Una página € 600

Depósito Legal

M/19 769-1970

I.S.S.N.
0210-3680

e-mail: secretaria@sea-acustica.es
web: <http://www.sea-acustica.es>

MURCIA : Plaza de la Cerámica, 6, 1º I. 30500 Molina de Segura (Murcia). ALICANTE : Avda. Juan

GANDIA (central) : Polígono Industrial Beniето. C/ Del Transporte, nº 12., Bloque 2, Nave 14. Apdo. correos 27. 46702 Gandia (Valencia)

Sanchis Candela, 28. 03015 Alicante. MADRID : Cl. Isla Graciosa, 4/4ªA. 28034 Madrid www.acusttel.com | info@acusttel.com



Acusttel[®]

compromiso por la calidad acústica

empresa patrocinadora de Tecniacústica 06 en Gandía

ingeniería para el control del ruido

instalaciones acústicas

laboratorio de ensayos

ingeniería y consultoría acústica

I+D+i

902 36 02 52



Empresa con acreditación ENAC como laboratorio de ensayos acústicos

40º Aniversario de la Sociedad Española de Acústica



¡¡¡ Parece que fue ayer !!! Corrían los movidos años 60, y en el Centro de Física Aplicada “Leonardo Torres Quevedo” del CSIC nos afanábamos en el desarrollo de la Física en donde se debatía un incipiente Departamento de Acústica.

Se había formado este Departamento con la incorporación, a la inicial Sección de Audiofrecuencia, de varios jóvenes, Físicos e Ingenieros, que “reclutados” (Becarios vocacionales) en la Universidad y en Cursos en el propio Centro, fueron atraídos por una especialización en campos de una Ciencia, Cenicienta de la enseñanza en nuestro país. Nos referimos naturalmente a la Acústica. Actualmente asistimos a un resurgir de la enseñanza de la Acústica en España, incluidos másteres impartidos en universidades y escuelas técnicas, y a los que apoyamos con entusiasmo desde la SEA.

Los años 50 habían conocido un desarrollo de la Acústica, impulsado por los avances secretos de la 2ª Guerra Mundial. Aparte de las grandes Universidades (Columbia, MIT, Harvard en EE.UU.), existían algunos Centros, particularmente metroológicos, como el Bureau of Standards en Washington, PTB en Alemania, Imperial College y NPL en U.K., CNR en Francia, el Instituto de Ultracústica en Roma, etc. A varios de estos Centros acudieron nuestros becarios, cubriendo distintos campos de la Acústica, que constituirían años después la estructura del Instituto de Acústica del CSIC.

En el ámbito científico internacional regía la UNESCO con las Uniones científicas y Comisiones especializadas; concretamente la IUPAP de Física, a la que pertenecía la ICA, *International Commission on Acoustics*, responsable de la organización, cada tres años, de Congresos Internacionales de Acústica en colaboración con las Sociedades Acústicas de los países anfitriones, congresos en los que el Departamento de Acústica venía participando desde el 4º Congreso ICA en Copenhague (1962).

A mediados de los 60, nos fue sugerida precisamente por el actual Presidente de la SEA, Antonio Pérez-López, uno de los mencionados becarios, la idea de constituir en España una sociedad de acústica.

Fue a raíz de una Reunión científica internacional organizada por nuestro Departamento sobre Acústica Ambiental, y a la que acudieron personalidades acústicas de la época en Europa: Chavasse (Francia), Stephens (UK), Ingerslev (Dinamarca), Sacerdote (Italia), Grützmacher (Alemania), entre otros, cuando se materializó la idea de la Sociedad Española de Acústica. Al final de las jornadas y aprovechando la presencia de un gran número de participantes, solicitamos voluntarios para organizar la SEA.

Así se formó el grupo fundacional, que después de no pocas reuniones, dio a luz lo que serían los estatutos de la SEA, aprobados oficialmente por Orden Ministerial de 11 de abril de 1969, y que estableció su sede en el Instituto de Acústica (IA), donde permanece en la actualidad.

Desde un principio se sumaron, aparte de científicos del I.A., profesionales de distintos campos, junto con instituciones, universidades, empresas y administraciones públicas, en total no más de 50 miembros.

Al arquitecto Miguel Fisac, que como otros varios de los miembros “pioneros”, mantenemos en nuestro recuerdo, y a cuya facilidad de dibujo le debemos la lineal y genial interpretación de la *Caracola Acústica*, símbolo de nuestra Sociedad.

A lo largo de estos 40 años hemos visto y sido actores, en buena parte, del desarrollo de la Acústica en nuestro país. Hoy día contamos con más de 250 miembros, instituciones, empresas, personas físicas y estudiantes. Celebramos anualmente los Congresos Nacionales de Acústica, *TECNIACÚSTICAS*, en distintas ciudades de la geografía hispánica, y cada tres años en Portugal, y en las que nuestros asociados presentan comunicaciones y trabajos con marcada originalidad, junto con colaboraciones extranjeras. Estos trabajos están recogidos en las Actas de los congresos, hoy día en CD, y muchos de ellos son dados a conocer en nuestra *Revista de Acústica*.

La *Revista de Acústica*, distribuida ininterrumpidamente por toda Europa y particularmente en Portugal e Iberoamérica durante todos estos años, gracias a los esfuerzos titánicos de muchos y en particular de sus sucesivos directores J. Martínez Requena, A. Calvo-Manzano y Ana Delgado, su actual directora.

A lo largo de estos 40 años, la SEA ha mantenido una amplia colaboración con otras sociedades de acústica, muy en especial con la Sociedad Portuguesa de Acústica (SPA), y desempeña responsabilidades en las asociaciones internacionales, como son ICA, EAA (antes FASE) y FIA.

La FASE, primera federación de sociedades y academias europeas de acústica que se transformó hace pocos años en la European Acoustics Association (EAA) en concordancia con la constitución de la UE y en cuyo proceso de gestación participo activamente J. Salvador Santiago, actual Vice-presidente de la SEA, otro de los becarios “vocacionales”, y que siempre nos ha aportado su entrega y valiosa colaboración.

La SEA ha contribuido activamente a la constitución de la Federación Iberoamericana de Acústica –FIA–, destacando la eficaz labor promotora de Antonio Calvo-Manzano, cuya gran labor dentro de la SEA va mucho mas allá de sus funciones como Secretario General.

Fruto de nuestra colaboración a nivel internacional ha sido la celebración en nuestro país de un gran número de reuniones y congresos internacionales, como son el 9º ICA 1977, 19º ICA 2007, 3er Congreso Europeo de Acústica 2002, II Congreso Iberoamericano de Acústica 2000, etc.

Sería innumerable la lista de miembros a los que tenemos que agradecer el trabajo realizado en la SEA y la labor que han hecho en beneficio de la Acústica a nivel nacional e internacional. A todos ellos, y en particular al equipo directivo actual por su denodado esfuerzo y entusiasmo, enviamos desde aquí el reconocimiento de toda la familia acústica a la que podríamos aplicar la frase “**si continua unida, jamás será vencida**”.

Un fuerte abrazo para todos,

Andrés Lara Sáenz
Presidente de Honor de la SEA



In Memoriam Harald Aagesen



Harald Aagesen nació en Birkerød (Copenhague, Dinamarca), vivió allí sus primeros años, luego por motivos de salud de su padre se trasladaron al sur de España, concretamente al Rincón de la Victoria, donde pasó toda su niñez y juventud. Estudió en Granada y Madrid, donde finalizó sus estudios de Ingeniero de Telecomunicaciones, y realizó diversos Máster de Dirección de Empresa y especialización en Acústica.

Comenzó a trabajar en Bruel & Kjaer Iberica en el año 1975, donde ha sido el Director General hasta Diciembre del 2008. Su vida estará siempre vinculada al estudio de la Acústica y, al decir su nombre, todos los que le conocen lo relacionaran aún con ésta por muchos años.

A nivel profesional, para aquéllos que no lo sepáis, comenzó como contable (lo hizo por querer trabajar en una empresa relacionada con la acústica como fuera), al poco tiempo pasó a ser ingeniero y en poco más de un año llegó a ser el director de la misma. Empezó en una época en la que la acústica era una ciencia minoritaria, con poco interés por parte tanto de la administración como de la ciudadanía y las empresas en este sector eran muy pequeñas (en aquel entonces en Brüel & Kjaer eran sólo cuatro personas en España). Pasó muchos años recorriendo España de punta a punta, formando a la gente que tenía interés, y suministrando equipos a aquéllos que tenían conocimientos pero les faltaban herramientas. Durante estos años la empresa llegó a multiplicarse por 10 en personal, y la sociedad ha sufrido un cambio en el cual como se aprecia día a día la contaminación acústica es una de nuestras preocupaciones más importantes para mostrar una calidad de vida adecuada.

Durante su vida laboral participó en grandes proyectos independientemente de su trabajo en Brüel & Kjaer, como ser miembro de la Sociedad Española de Acústica (SEA), de la cual fue miembro del Consejo Rector, y a la que promocionó con fuerza dada su gran contribución al conocimiento de esta ciencia minoritaria. También fue miembro fundador de la Asociación Española para la Calidad Acústica (AECOR) y, cuando llegó a ser Presidente, consiguió que la colaboración entre las dos asociaciones SEA y AECOR dieran los mayores frutos que se han conseguido en el campo de la acústica, prueba de ello es la gran actividad legislativa y el interés social. Fue siempre una persona conciliadora que trataba de que todos remáramos al “unísono” por la acústica, y pensáramos en el bien común en lugar de en los fines de cada uno.

Podemos destacar de él su gran locuacidad, gran comunicador, haciendo siempre sus intervenciones muy amenas tal vez por su “gracejo andaluz”, conocido y querido por todos los que le han tratado, hombre de un carisma muy especial, gran persona, humano, familiar, cercano, gran profesional y con un sentido del humor que hacía dudar si era danés o español. En su corazón siempre ha tenido dos patrias y a las dos las ha querido por igual.

En cuanto a su familia, deja mujer y tres hijos, a los cuales nos ha inculcado sus valores e ideales, todos nos dedicamos al sector medioambiental, uno muy relacionado con la acústica, y los otros con diferentes parámetros medioambientales.

Harald siempre estará en el corazón y la memoria de todos los que le han conocido, ha sido un hombre que deja una huella muy difícil de olvidar.

Harald Aagesen Muñoz



Y tú, ¿qué valor le das al silencio?

ChovACUSTIC[®]

Aislamiento acústico para la edificación

Disponibles el libro "Aislamiento Acústico para la Edificación".
Solicítelo gratuitamente en el 902 10 90 20 o en www.chova.com



ChovA
SOLUCIONES PARA LA EDIFICACIÓN

Obtenga la Propuesta Técnica Idónea para
su proyecto y ejecución de obra.



Línea atención al cliente: 902 10 90 20

www.chova.com

o mail: chova@chova.com



Análisis acústico de la tipología teatral a la italiana a través del estudio del Teatro Principal de Valencia



Arturo Barba Sevillano; Alicia Giménez Pérez
Universidad Politécnica de Valencia
arbase@fis.upv.es, agimenez@fis.upv.es

PACS: 43.55.Gx; 43.55.Ka

Resumen

El Teatro Principal de Valencia es uno de los teatros a la italiana en activo más antiguos de España. Proyectado en 1774 e inaugurado en 1832, no ha experimentado cambios tipológicos excesivos a lo largo de la historia. Esto lo en una sala excelente para abordar un estudio exhaustivo del funcionamiento acústico de la tipología arquitectónica operística a la italiana.

Para ello se ha realizado una rigurosa investigación histórica de la evolución del edificio, se han llevado a cabo medidas acústicas normalizadas en la sala teatral y se ha elaborado un modelo geométrico virtual. Con todo ello, la acústica de la sala se ha analizado a partir de estudios geométricos de sus planos, del cálculo completo de los parámetros acústicos más relevantes y de la obtención de mapeados de los mismos mediante un software de simulación acústica, concluyendo con una detallada caracterización acústica de las distintas zonas de aforo de la sala extrapolable a otros teatros a la italiana.¹

Abstract

The “Teatro Principal” of Valencia is one of the oldest Italian Opera Houses in Spain. This theatre was designed in

1774 and opened in 1832, and it has not experimented important typological changes throughout its history. This is why it is an excellent room to exhaustively study the acoustics of Italian Style Theatres.

Firstly we have conducted a rigorous investigation of the historical evolution of the building. Standard acoustics measures in the theatre have been carried out and a virtual model has been developed. As a result, the acoustics has been analyzed using geometric studies, complete calculation of acoustic relevant parameters and audience area mapping using acoustics simulation software. The result of this study has been a detailed acoustics characterization of the different audience zones in Italian Opera Houses.

1. Introducción

La mayoría de las investigaciones acústicas llevadas a cabo en los últimos años sobre teatros a la italiana han sido desarrolladas por investigadores de las universidades italianas (Nápoles, Bolonia, Ferrara, Parma, etc.) algo lógico dada la gran presencia de teatros históricos en Italia, cuya riqueza patrimonial a este respecto aventaja con mucho al resto de Europa. Existe gran número de líneas de investigación sobre estos teatros secundadas en numerosas publicaciones internacionales. Se han divulgado interesantes estudios sobre la

¹Este artículo contiene parte del trabajo de investigación (D.E.A.) presentado por Arturo Barba en la Universidad Politécnica de Valencia (2008) [1]

acústica de un determinado teatro [2] [3] [4], comparaciones acústicas entre salas operísticas [5] [6] estudios globales sobre teatros de ópera de todo el mundo [7], trabajos sobre particularidades acústicas de los fosos orquestales y de los escenarios [8] [9] [10] [11] [12], sobre la problemática de los volúmenes acoplados en teatros de ópera [13], focalizaciones sonoras [14], etc.

En España la investigación sobre la acústica de teatros de ópera a la italiana no ha tenido un desarrollo excesivo. Cabe citar los artículos escritos por H. Arau [15] [16], F. Daumal [17] o A. Ramón [18] y por el conjunto de investigadores de la Universidad de Sevilla que han realizado numerosas publicaciones sobre rehabilitación de teatros en Andalucía en los últimos años [19] [20] [21].

En lo concerniente al caso valenciano, el Teatro Principal de Valencia es una de las salas teatrales en activo de tipología arquitectónica “a la italiana” más antiguas de España, anterior incluso a los proyectos iniciales de los emblemáticos “Teatro Real” de Madrid (1850) y “Gran Teatre del Liceu” de Barcelona (1847). Proyectado en 1774 e inaugurado en 1832, el Teatro Principal ha sido sin ninguna duda la cabeza visible de la vida teatral y musical de la Comunidad Valenciana durante más de 150 años, desde su inauguración hasta finales de la pasada década de los 80, cuando comenzó la edificación de modernos auditorios en la ciudad de Valencia y en su entorno.

Dado que ha permanecido sin cambios tipológicos relevantes a lo largo de la historia y que ha tenido la fortuna de sortear al que históricamente ha sido el principal enemigo natural de los teatros, el fuego, el Teatro Principal es una sala excelente para abordar un estudio exhaustivo del funcionamiento acústico de la tipología arquitectónica operística a la italiana que ostentó su hegemonía en Europa desde finales del siglo XVII hasta principios del XX. Así lo hemos hecho con la convicción de estar saldando una deuda pendiente con nuestra cultura, con el propio edificio y sus artífices, y con los miles de espectadores que semana tras semana, sigue acogiendo en sus butacas.

A modo de introducción expondremos las características formales que identifican todo teatro a la italiana. En segundo lugar realizaremos una descripción geométrica de la sala teatral que nos ocupa y explicaremos el proceso de medición acústica in situ realizado conforme a la normativa internacional, para exponer a continuación las características del modelo geométrico virtual de la sala creado, el ajuste de sus coeficientes y la validación del mismo una vez exportado a un software de simulación acústica. Todo ello nos

permitirá llevar a cabo un análisis en profundidad del comportamiento de los principales parámetros acústicos en las diferentes zonas de aforo de una sala teatral a la italiana, obteniendo resultados en gran medida extrapolables a los recintos de esta tipología arquitectónica. El artículo finaliza con la exposición de las principales conclusiones obtenidas.

1.1 Los teatros de ópera a la italiana. Caracterización

El llamado teatro a la italiana surge de la evolución de la arquitectura teatral renacentista de la Italia del siglo XVI y queda codificado como tipología arquitectónica definida desde mediados del siglo XVII con las siguientes características formales:

- **Forma curva en planta:** Las curvas empleadas con mayor frecuencia fueron la “U” presente en teatros tempranos del siglo XVII, la geometría en herradura que fue sin duda una de las más extendidas, la geometría acampanada, la elipse, la forma circular o semicircular y el óvalo.
- **Presencia de varios pisos con palcos,** lo cual permitió aumentar el aforo de los teatros a costa de la pérdida de visibilidad de numerosas localidades de los palcos laterales de los pisos superiores.
- **Presencia de foso orquestal** en una posición intermedia entre el escenario y la platea, y en una cota inferior a ambos.
- **Existencia de la “caja escénica italiana”** que dotó al escenario de mucha mayor altura, anchura y profundidad que las anteriores tipologías teatrales renacentistas, adaptándose con ello a las cada vez más complejas demandas escénicas de las representaciones teatrales y operísticas en los siglos XVII y XVIII.
- **Techo plano sobre la zona de público** o con una curvatura muy ligera, evitando con ello los problemas de focalización de reflexiones que frecuentemente producen las cúpulas y los techos abovedados.
- **Difusión sonora en un amplio rango de frecuencias:** los palcos y plateas actúan de difusores de bajas frecuencias; y las butacas, la geometría en sección de los frentes de los palcos y la profusa decoración de los paramentos contribuyen a la difusión de los sonidos de frecuencias medias y altas respectivamente.

2. El Teatro Principal de Valencia; Características, mediciones y simulación

2.1 Descripción de la sala

Declarado Monumento Histórico-Artístico Nacional desde 1983, el Teatro Principal de Valencia es un edificio exento situado en pleno centro de la ciudad de Valencia destinado a todo tipo de representaciones escénicas y musicales (ópera, teatro, danza, conciertos, festivales, etc.) incluyendo producciones propias.

Fue proyectado por el arquitecto italiano Felipe Fontana en 1774. Su diseño inicial sufrió numerosas modificaciones por razones presupuestarias y tras sucesivas interrupciones de las obras, el teatro se inauguró en 1832. Su sala teatral muestra geometría en herradura, aunque Fontana era discípulo del arquitecto A. Galli-Bibiena partidario de la forma acampanada; y pese a que los diseños teatrales de los arquitectos valencianos de su época se decantaban hacia la forma elíptica [22]. El aforo de la sala es de 1226 localidades distribuidas en platea (patio y palcos laterales) y cuatro niveles de palcos y asientos de los cuales los dos últimos disponen de una galería posterior ($460 + 226 + 156 + 232 + 152$). Esta misma sala en el año 1840 llegó a acoger a 1871 espectadores según tenemos constancia por escritos de la época [23].

Los datos geométricos del teatro se muestran en la Tabla 1. Los materiales de acabado de la sala teatral son prácticamente idénticos a los que tuvo en el siglo XIX, con elevada presencia de tapizados y otros elementos absorbentes en las butacas del patio, elementos divisorios y cortinajes gruesos en los palcos, telón fijo textil para ocultar el telón cortafuegos, etc. El suelo del patio está formado por tarima flotante sobre cámara de aire, con acabado exterior de tablero de madera. Los frentes de los palcos, arco de proscenio y el techo de la sala presentan un acabado tipo enlucido reflectante con amplia decoración con relieves de escayola de inspiración naturalista y geométrica.

La ornamentación y la iluminación de los frentes de los palcos decrece conforme aumenta la altura. El cielorraso de la sala cuenta con una gran lámpara central que se repuso en los años 80 y los planos originales de la ornamentación actual se conservan en el Archivo de la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos de Valencia (año 1854).

Bajo el foso orquestal y probablemente con objeto de reforzar el sonido de la orquesta, se realizó en el siglo XIX una



Figuras 1, 2, 3 – Teatro Principal de Valencia: sala completa y detalle de los frentes de los palcos.

Tabla 1 – Datos Geométricos del Teatro Principal de Valencia²

ZONA DEL TEATRO	DATOS GEOMÉTRICOS	
Escenario	Anchura libre máxima	24.65 m
	Profundidad	17.55 m
	Ancho de boca escénica (embocadura)	12.23 m
	Altura libre	19.00 m
	Volumen	7350 m ³
	Pendiente	3.3 %
Zona de público	Longitud (fondo desde boca)	21.80 m
	Anchura máxima	20.12 m
	Altura máxima	16.00 m
	Volumen	6450 m ³
	Altura Piso 1*	3.72 m
	Altura Piso 2*	6.60 m
	Altura Piso 3*	9.60 m
Foso orquestal	Superficie (variable)	de 70 m ² a 100 m ²
	Profundidad respecto a la platea	1.70 m
Aforo	1226	
* de cota inferior de la platea, a cara superior del forjado		

² Los datos que no han podido ser verificados in situ, se han tomado de la página web de la SGAE:

<http://www.artenetsgae.com/mire/index.htm> (Mapa Informatizado de Recintos Escénicos y Musicales de España) y de la página web oficial del teatro: <http://teatros.gva.es/sala.php?laId=21>

cámara de aire en la cual se ubicaron en torno a un centenar de vasijas cerámicas invertidas perforadas en su base de aproximadamente 40 cm de altura que fueron colocadas para ejercer una función acústica no determinada con exactitud. Próximamente abordaremos su estudio en profundidad, aunque ya hemos difundido investigaciones previas realizadas a este respecto en publicaciones anteriores [24] [25].

2.2 Medición acústica in situ: equipamiento y parámetros

La técnica empleada para la obtención de medidas acústicas in situ en la sala teatral ha sido el método Impulse response (“respuesta al impulso”) siempre de acuerdo con la norma ISO 3382 [26] que establece la metodología normalizada para la realización de mediciones acústicas en recintos. La toma de datos fue realizada en 2006, en condiciones de sala vacía.

La señal utilizada es un Barrido Sinusoidal, seno cuya frecuencia es una función del tiempo (de 20 Hz a 20 kHz). La sala es excitada mediante un sistema de emisión formado por un PC, una tarjeta de sonido profesional (Vxpocket v2), un amplificador M-1000 de elevada potencia por canal (Nivel de potencia de salida RL = 40: 520 W + 520 W) y una fuente dodecaédrica que se aproxima razonablemente a una fuente idealmente omnidireccional (modelo DO12: potencia nominal 600 W, potencia sonora > 120 dB).

La señal emitida, ha sido recogida en 94 puntos de la sala (muy por encima del número de puntos exigido por la norma ISO 3382) mediante un sistema de adquisición formado por un PC, la tarjeta de sonido profesional ya citada y micrófonos G.R.A.S. tipo 40 AK (Sensibilidad a 250Hz 50 mV/ Pa, Respuesta en frecuencias (\pm dB): 3.15 Hz-20 kHz, Límite Superior de Rango Dinámico (3% Distorsión): 164 dB re. 20 μ Pa, Límite Inferior de Rango Dinámico: 14 dB, re. 20 μ Pa) y sus correspondientes fuentes de alimentación G.R.A.S. 12AA y preamplificadores G.R.A.S tipo 26AK (rango de frecuencias: 2Hz-20 kHz). Para la determinación de los parámetros de espacialidad hemos utilizado el micrófono multipatrón AT4050/CM5 (Respuesta en frecuencia: 20-20.000Hz, sensibilidad: 15.8 mV, patrones de direccionalidad: cardioide, omnidireccional, figura en -8-) y la correspondiente fuente de alimentación “Phantom”. Finalmente las medidas binaurales se han llevado a cabo mediante una cabeza artificial normalizada HEAD Acoustics HMS III.0 (rango de transmisión: 3 Hz–20 kHz, \pm 3 dB/+0.1 dB; rango dinámico: tip. >118 dB, max SPL 145 dB).

El software WinMLS con el que hemos registrado y grabado la señal recibida por los micros en la medición posibilita obtener los parámetros acústicos de la respuesta al impulso según la norma ISO 3382, así como otros parámetros no incluidos en la nor-

ma como LF, LFC o medidas de sonoridad (G) utilizando el sonido directo como referencia. El elevado número de puntos de medida registrados (94) nos ha permitido llevar a cabo un ajuste exhaustivo de la simulación virtual elaborada ignorando incluso la simetría geométrica de la sala hasta haber comprobado con las medidas que existía la correspondiente simetría acústica.

De este modo, los parámetros calculados a partir de las medidas acústicas in situ llevadas a cabo en el Teatro Principal de Valencia, expresados de acuerdo a los criterios de agrupación que posteriormente utilizaremos para el análisis acústico del recinto [27], han sido:

- Parámetros temporales: TR, BR, Br;
- Parámetros energéticos: G, C80, D50 (C50);
- Parámetros espaciales: IACC, LF y LFC;
- Parámetros de Inteligibilidad RASTI STI.

Para su estudio se han adoptado las formulaciones propuestas en investigaciones mayoritariamente utilizadas por la comunidad científica [28] [29] [30] [31] [32].

2.3 Simulación acústica

Una vez conocidos los valores de los parámetros de calidad sonora del Teatro Principal descritos en el apartado anterior, utilizamos un sistema de simulación acústica para alcanzar un conocimiento más profundo de su comportamiento acústico.

Para ello, tras completar y digitalizar la información planimétrica bidimensional existente del teatro, elaboramos un modelo geométrico tridimensional del mismo con el programa AutoCAD formado por 1470 superficies (Figura 4) y lo exportamos al software de simulación acústica CATT-Acoustic-v8 [33], programa que trabaja con Algoritmos Híbridos que combinan métodos de Trazado de Rayos y métodos de Fuentes Imagen.

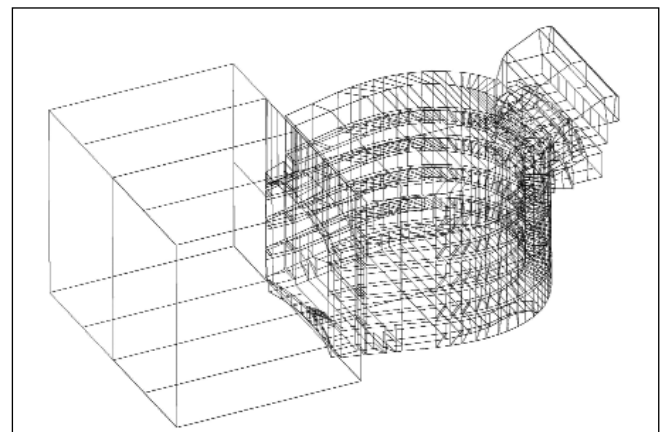
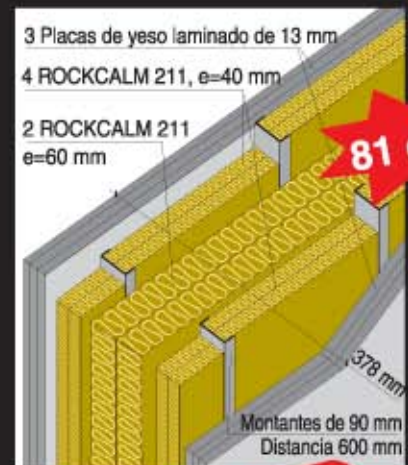


Figura 4 – Modelo geométrico tridimensional (AutoCAD 2004)

SOLUCIONES ACÚSTICAS

ENSAYOS REALIZADOS CON INSTALACIONES ELÉCTRICAS



TENEMOS LAS SOLUCIONES QUE NECESITA

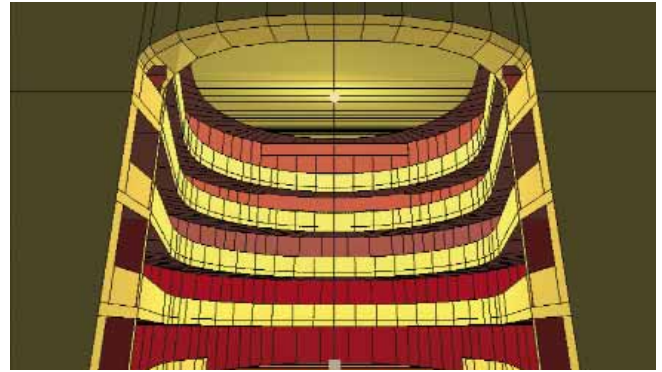
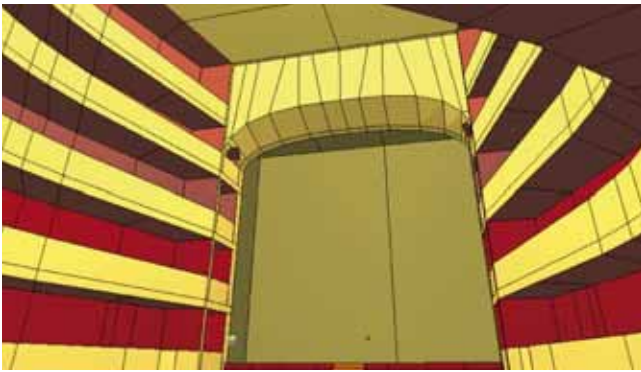
- **ROCKWOOL** lanza al mercado las nuevas soluciones **ROXUL** para tabiquería seca.
- Observe los resultados obtenidos y se sorprenderá.
- Soluciones constructivas para aislar acústicamente particiones distributivas y separativas.
- Soluciones ideales para viviendas, oficinas, locales de ocio, locales comerciales, hospitales, hoteles, escuelas, rehabilitación...

ROCKWOOL

www.rockwool.es - info@rockwool.es



**SOLICÍTENOS
MÁS INFORMACIÓN**



Figuras 5, 6 – Modelo geométrico tridimensional; vista interior (CATT-Acoustic)

Una vez importado el modelo (Figuras 5 y 6), asignamos (a partir de la identificación in situ de los materiales constructivos de acabado de la sala) a cada superficie sus correspondientes coeficientes de absorción y difusión en bandas de octava. Dada la imposibilidad de determinar en laboratorio dichos coeficientes, el ajuste de la simulación se ha realizado del siguiente modo: en primer lugar asignamos a cada material presente en la sala valores de coeficientes de absorción (y difusión) procedentes de las librerías de materiales del propio programa de simulación acústica, de los cuales aporta la referencia bibliográfica de la que han sido extraídos.

A continuación aplicamos a estos coeficientes desviaciones mínimas razonables de modo iterativo hasta conseguir que los tiempos de reverberación simulados (para cada frecuencia) no difieran más de un 10 % de los valores medidos in situ en el teatro, procedimiento de ajuste que se ha demostrado altamente satisfactorio en publicaciones anteriores [34].

Una vez ajustada la curva RT de la sala, comparamos los resultados de los parámetros G, C-80, RASTI y EDT obtenidos en nuestra simulación en tres puntos representativos del teatro con los valores de los mismos obtenidos en las medidas in situ. Adoptamos para ello valores por frecuencias en bandas de octava, no valores medios. A partir de es-

tas comparaciones, modificamos los coeficientes de ciertos materiales (sobre todo los presentes en el revestimiento interior de los palcos) hasta lograr una correlación excelente entre nuestro modelo virtual y la realidad arquitectónica.

3. Estudio acústico del teatro

3.1 Acústica geométrica

El estudio geométrico de la sala teatral nos ayuda a entender gráficamente muchos de los resultados que posteriormente hemos obtenido en la simulación acústica.

La Figura 7 muestra las reflexiones de primer orden que se producen en la planta del teatro. La geometría circular de la mitad posterior de la sala genera un comportamiento de las reflexiones similar al de las llamadas “galerías de susurros”, produciendo una clara focalización sonora en la zona posterior de la platea que se traduce en un incremento del valor de los parámetros energéticos en esas localidades. Este efecto de los teatros a la italiana ya ha sido puesto de manifiesto en publicaciones recientes [14].

Todos los espectadores tanto de la platea como de los cuatro niveles de palcos situados cerca del eje de simetría del teatro (incluyendo las galerías posteriores de los pisos tercero y cuarto) reciben el sonido directo emitido desde el escenario gracias al adecuado diseño de la sección longitudinal, como se observa en la Figura 8.

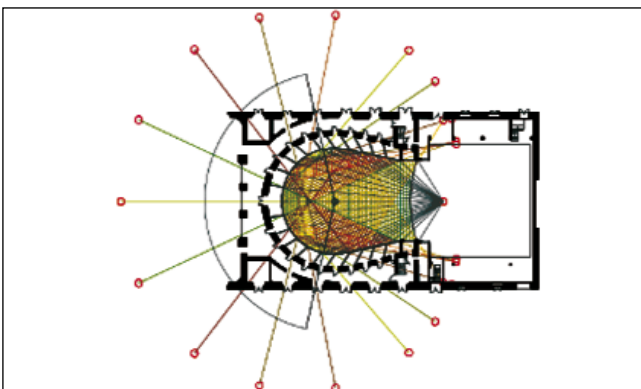


Figura 7 – Planta del teatro. Reflexiones de primer orden

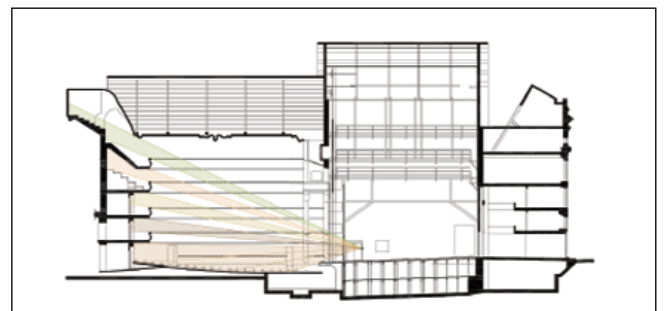


Figura 8 – Secc. longitudinal. Sonido directo

Sin embargo toda sala a la italiana presenta una limitación a este respecto: no todos los espectadores del teatro reciben sonido directo ya que la parte lateral de los palcos de los distintos niveles tiene visión reducida del escenario, tanto más reducida cuanto más hacia los extremos se sitúe la localidad, y cuanto mayor sea la altura de la misma (Figura 9).

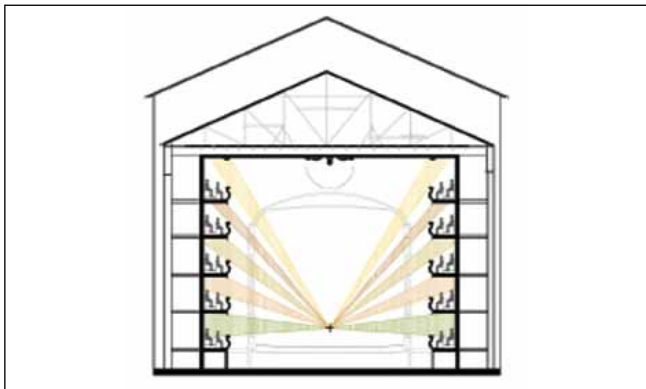


Figura 9 – Secc. transversal. Sonido directo

Esto compromete en gran medida la acústica en esas localidades, y la hace muy dependiente de las reflexiones que reciban. En este sentido el último piso resulta más favorecido que los pisos inferiores debido al ángulo de entrada de las reflexiones de primer orden procedentes del techo de la sala como se muestra en la sección transversal de la Figura 10.

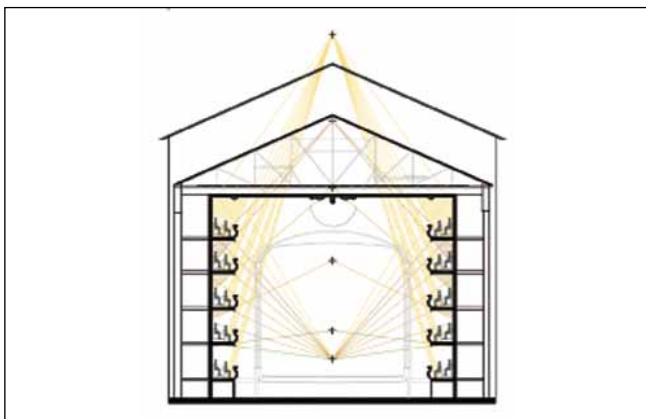


Figura 10 – Secc. transversal. Reflexiones de primer orden

Debido a ello, las localidades laterales del cuarto piso presentan parámetros energéticos y de inteligibilidad aceptables, pese a no recibir sonido directo del escenario. La zona lateral de los pisos tercero y segundo tendrá condiciones acústicas inferiores al carecer de sonido directo y contar con un ángulo de entrada de reflexiones directas del techo muy limitado.

El techo de la zona de audiencia es la mayor superficie libre del teatro, superficie que presenta además un acabado reflectante (enlucido con decoración en escayola), lo cual dota

a las reflexiones procedentes del techo de una importancia especial. Su decoración en relieve genera difusión sonora en altas frecuencias.

La Figura 11 muestra una sección longitudinal con el trazado de las fuentes secundarias del techo central y del arco de proscenio del teatro y el trazado de las reflexiones de primer orden procedentes de dichas superficies. Se observa una focalización clara en la mitad posterior de la platea incluyendo las localidades más retrasadas inicialmente desfavorecidas por hallarse “encerradas” bajo los palcos. La mitad delantera de la platea no recibe primeras reflexiones procedentes del techo. La zona central de palcos (la que se ve en la sección longitudinal) resulta igualmente muy favorecida por las reflexiones del techo plano de la sala.

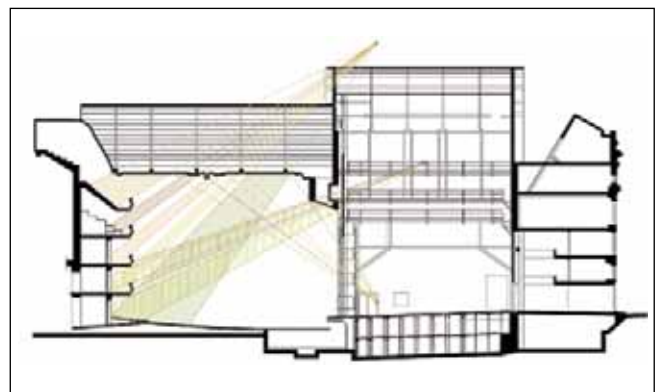


Figura 11 – Secc. longitudinal. Reflexiones de primer orden del techo central y del arco de proscenio

En cuanto a las reflexiones de segundo orden que genera el techo de la sala, en la Figura 12 observamos que tras impactar con el techo, numerosos rayos sonoros golpean los frentes de los palcos enviando sus reflexiones a la platea. Dado que los frentes de los palcos del teatro actúan en gran medida de difusores sonoros a medias y altas frecuencias debido a la geometría compleja en sección (curva-contracurva

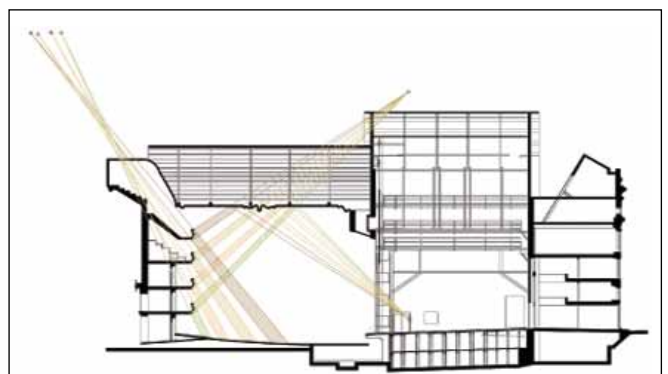


Figura 12 – Secc. longitudinal. Reflexiones de segundo orden procedentes del techo de la sala (1er impacto) y de los frentes de los palcos (2º impacto)

Figura 13) y a su ornamentación en relieve (ver la fotografía de la Figura 3), podemos afirmar que la totalidad de la platea recibe una reflexión relativamente difusa de segundo orden procedente de los frentes de los palcos que contribuye sin duda a proporcionar a las localidades del patio de butacas del teatro una adecuada impresión de espacialidad, de sonido envolvente, sin que se pueda identificar la procedencia de las reflexiones recibidas.



Figura 13 – Secc. tipo del frente de un palco. Esquema del trazado interior y exterior de la curva y contracurva

La dimensión del antepecho de los palcos cercano a 1 m de altura causará difusión a los sonidos cuya longitud de onda sea de ese orden o inferior, es decir, sonidos de frecuencias superiores a 330 Hz aproximadamente³. El resultado será algo similar a un frente de ondas difuso en sentido inverso recorriendo todo el volumen de la zona de audiencia (Figura 14).

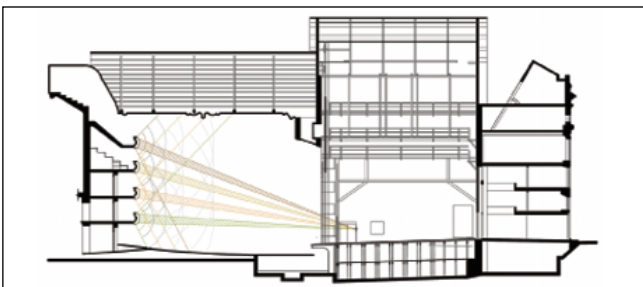


Figura 14 - Comportamiento difuso de los palcos frente a las primeras reflexiones

3.2 Receptores: resultados y análisis

Para la caracterización completa del comportamiento acústico de la sala, hemos considerado en la simulación 17 receptores situados estratégicamente para obtener valores de los parámetros acústicos en todas las zonas de aforo del teatro (Tabla 2, Figura 15a,b,c). Dado que éste es simétrico respecto de un plano vertical que pase por su eje longitudinal, hemos situado los receptores en una mitad de la sala teatral (la izquierda) siendo los resultados obtenidos extrapolables a todo el recinto. En cada receptor hemos obtenido numéricamente los parámetros acústicos estudiados en 6 bandas de

frecuencia (125, 250, 500, 1k, 2k, 4k Hz.), los ecogramas y los valores de las caídas de nivel sonoro.

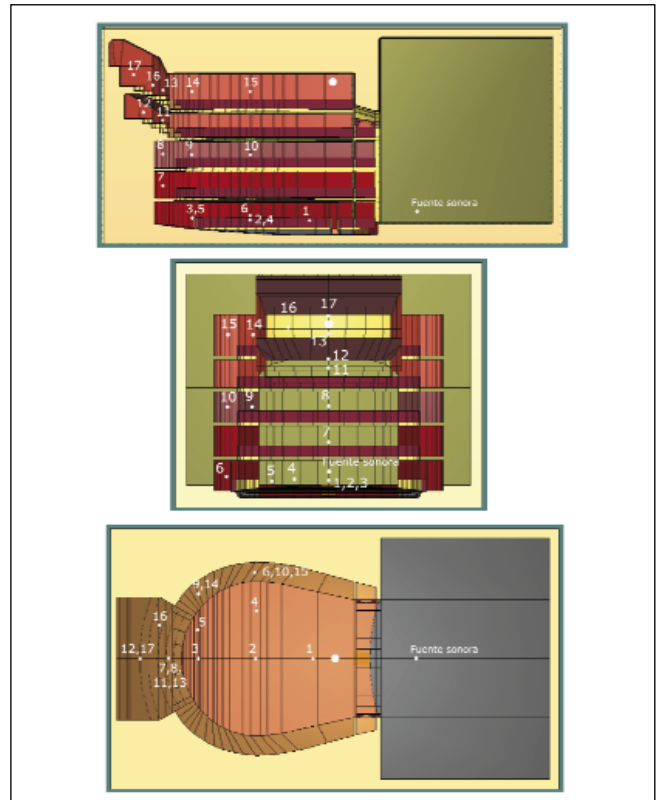


Figura 15

Tabla 2⁴ - Coordenadas de los receptores simulados y descripción de su ubicación

ZONA DE AFORO	Nº Receptor	Descripción de la localidad
PLATEA	1	Eje central de la sala, zona delantera
	2	Eje central de la sala, zona central
	3	Eje central de la sala, zona trasera
	4	Parte izquierda, zona centrada
	5	Parte izquierda, zona trasera
PALCOS PLATEA	6	Parte izquierda
PRIMER PISO	7	Eje central de la sala
	8	Eje central de la sala
SEGUNDO PISO	9	Trasera izquierda
	10	Lateral izquierda
TERCER PISO	11	Eje central de la sala
	12	Eje central de la sala, galería posterior
CUARTO PISO	13	Eje central de la sala
	14	Trasera izquierda
	15	Lateral izquierda
	16	Galería posterior, lateral izquierda
	17	Eje central de la sala, galería posterior

³ De modo aproximado estas frecuencias se corresponden con notas musicales superiores al Mi3 (Mi inferior de la clave de Sol), es decir, registro medio y agudo.

⁴ La Tabla 2 muestra en color rojo, los receptores ubicados en el eje de simetría de la sala. En color verde los ubicados en la zona izquierda (ver Figura 15).



Vibcon

Vibroacústica, control y aislamiento, S.L.



Buenas Vibraciones

VIBCON diseña, proyecta, fabrica...
para usted

Mediciones vibroacústicas

Mediciones de vibraciones y ruido.
Mediciones "in situ" del aislamiento al ruido
aéreo entre locales y fachadas.



Solución de problemas

Aislamiento de vibraciones de maquinaria
e instalaciones en edificios.
Cálculo y selección de montaje antivibratorio.



Fabricación propia

Fabricación y suministro de antivibraciones
y materiales para aislamiento de ruido estructural.
Bancadas flotantes.



Abat Marcet, 41-43
08173 Sant Cugat del Vallès (Barcelona)
Tel. 902 19 55 12 Fax. 93 675 58 90
vibcon@vibcon.net
www.vibcon.net

3.2.1 Ecogramas

Los llamados “Early echogram” (500 milisegundos iniciales) nos informan con detalle del nivel y del tiempo de llegada del sonido directo, de las reflexiones especulares de 1º y 2º orden y de las reflexiones difusas de 1er orden (Figura 16). Entre sus múltiples aplicaciones, el análisis de estas representaciones nos ha servido para corroborar la ausencia de un temible defecto acústico producido cuando entre dos reflexiones fuertes sucesivas hay un intervalo temporal excesivo: el ECO.

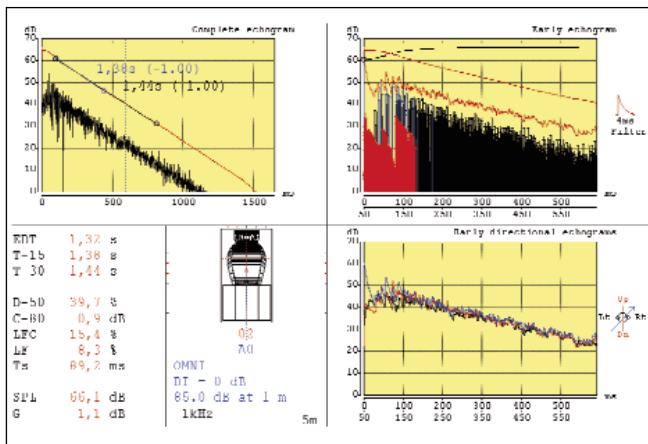


Figura 16 - Ejemplo de ecograma y parámetros acústicos para un receptor en una frecuencia determinada

Hemos estudiado estos ecogramas tempranos con sumo cuidado en la totalidad de los receptores, concluyendo que si bien no se producen ecos en la sala, la zona central medio-de-lantera de la platea se puede considerar la más expuesta a este fenómeno debido al retardo con el que recibe potentes reflexiones iniciales. Esto constituye una peculiaridad acústica de toda sala a la italiana, y se debe a la cercanía al escenario y a la distancia existente entre esas localidades y cualquier superficie reflectante.

3.2.2 Análisis de la Directividad

Las gráficas de directividad muestran la llegada secuencial del sonido directo y de las reflexiones contenidas en los primeros 500 milisegundos, a partir de lo cual hemos estudiado la percepción sonora en los 17 receptores colocados analizando en cada caso la procedencia de las reflexiones recibidas, su secuenciación temporal, fenómenos particulares de reflexión debidos a la morfología del teatro, y las sensaciones que todo ello producirá en un oyente situado en cada localidad simulada.

A modo de ejemplo veremos la interpretación de cuatro fases temporales iniciales (de las seis calculadas) del receptor nº 10 situado en un palco lateral del segundo piso en el lado iz-

quierdo del teatro (mirando hacia el escenario) a la frecuencia de 1000 Hz (Figura 17). La característica principal de este receptor es la no-visión directa de la fuente y por tanto la pérdida de gran parte del nivel sonoro que aporta el rayo directo. El oyente se encuentra mirando hacia el escenario; su oído izquierdo está orientado hacia el interior del palco, mientras su oído derecho se orienta hacia el volumen abierto del patio de butacas.

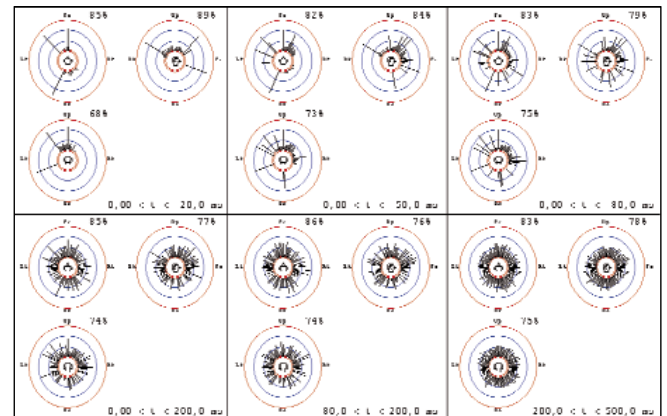


Figura 17 - Llegada del sonido directo y de las reflexiones contenidas en los primeros 500 ms; seis fases temporales; Receptor 10 (Frec. 1kHz)

- 0,0-20,0 ms: el receptor recibe de modo casi instantáneo tres “rayos sonoros” de igual intensidad: uno procedente de la fuente (tras sortear el antepecho del palco); otro procedente de la parte superior del arco de proscenio o del techo central; y el último es una reflexión trasera interior del palco.
- 20,0-50,0 ms: llegada de múltiples reflexiones de nivel sonoro inferior procedentes del techo central, que llegan mayoritariamente al oído derecho del oyente, provocando un desequilibrio en la percepción espacial de la sala.
- 50,0-80,0 ms: el oyente percibe reflexiones potentes procedentes del interior del palco (aunque sin duda atenuadas por la absorción de los materiales del mismo), y elevado número de reflexiones leves del techo, prevaleciendo siempre las que llegan al oído derecho por la orientación del oyente.
- 80,0-500,0 ms: predominio del campo difuso. La homogeneidad en la percepción se alcanza con anterioridad a los 200 ms (así ocurre en toda la sala).

3.2.3 Cálculo de Parámetros Acústicos

Representamos a continuación la variación frecuencial de los parámetros acústicos en diferentes puntos. En cada

gráfica se muestran aquellos receptores cuyos valores resultan significativos para la caracterización acústica del teatro. Tras cada gráfica comentamos los aspectos más relevantes sobre el comportamiento acústico del Teatro Principal que se derivan de la misma.

3.2.3.1 Parámetros temporales

El **Tiempo de Reverberación (RT₃₀)** es un parámetro prácticamente constante en el interior de un recinto cerrado. La desviación máxima entre valores extremos de RT para una misma frecuencia se sitúa entorno a 0,15 s, o lo que es lo mismo, apenas un 10 % de diferencia. El RT_{mid} calculado según Beranek [30] como media aritmética de las bandas de 500 y 1000 Hz, adopta un valor de 1,46 dB.

La **Curva Tonal** (Figura 18) muestra una caída descendente del RT desde las bajas hacia las altas frecuencias (de 1,55 s de valor medio a bajas frecuencias hasta 1,30 s a altas).

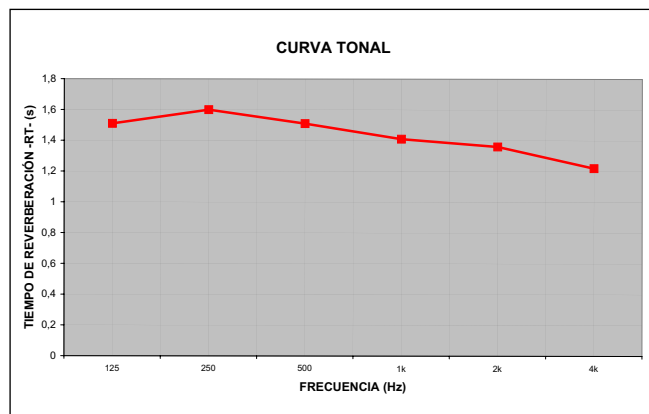


Figura 18 - Curva Tonal (variación de RT con la frecuencia; valores medios).

A partir de los valores medios de RT en la sala teatral (curva tonal) podemos extraer los parámetros de **Calidez (BR)** y **Brillo (Br)**. En el Teatro Principal, trabajando con valores medios de la sala [30], se obtiene:

Calidez (BR) = 1,07; Brillo (Br) = 0,88;

Tenemos por tanto una curva tonal muy adecuada para la música y para la palabra, con buenos valores de Calidez que indican una presencia de graves ligeramente superior a medias frecuencias, y con un valor de Brillo adecuado que nos informa de la riqueza en armónicos de la sala teatral.

3.2.3.2 Parámetros energéticos

El teatro presenta valores de **Fuerza Acústica (G)** adecuados (Figura 19), que indican que las reflexiones amplifican levemente el sonido. Los valores máximos son

muy positivos (aproximadamente 4 dB de amplificación), y los valores medios oscilan entre 0,3 y 2 dB. Los valores mínimos se sitúan entre 0 y -1,4 dB, que no resultan excesivamente bajos teniendo en cuenta su condición de mínimos.

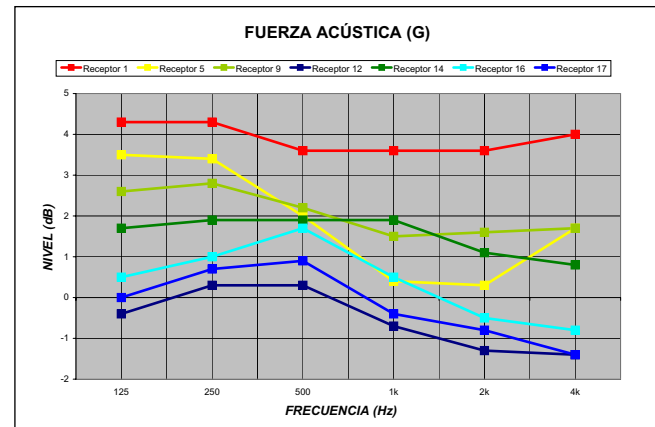


Figura 19 - Fuerza Acústica (G).
Receptores nº 1, 5, 9, 12, 14, 16, 17.

El receptor situado en el tercio delantero de la platea (receptor 1) registra el G más elevado debido a su cercanía a la fuente sonora (predominio del campo directo).

La curvatura del teatro (herradura) focaliza las reflexiones iniciales hacia la parte trasera de la sala como la acústica geométrica nos ha mostrado en la Figura 7 (valor de amplificación sonora excelente en el receptor 5). Este mismo fenómeno se reproduce en los pisos superiores, de modo que los valores máximos de G en cada planta se dan en los receptores situados en la zona de mayor anchura de la sala (receptores 9, 14)

Debido a la dependencia de la distancia a la fuente y de la llegada de reflexiones que presenta el parámetro G, los receptores más alejados del escenario, los de la galería posterior del tercer piso (receptor 12) y del cuarto piso (receptores 16 y 17) muestran valores negativos a frecuencias altas.

Se ha estudiado ampliamente el SPL, y las conclusiones extraídas son similares a las que proporciona el parámetro G.

Los valores de Claridad Musical C80 se sitúan todos ellos dentro de los márgenes recomendados. En la Figura 20 observamos que los valores máximos se alcanzan en los receptores 5 (lateral platea), 7 (primer piso de palcos centrado) y 12 (galería del tercer piso). Son receptores muy heterogéneos, con pocos elementos comunes entre sí.

Los receptores 5 y 7 reciben múltiples potentes reflexiones tempranas debido a la geometría en herradura de la

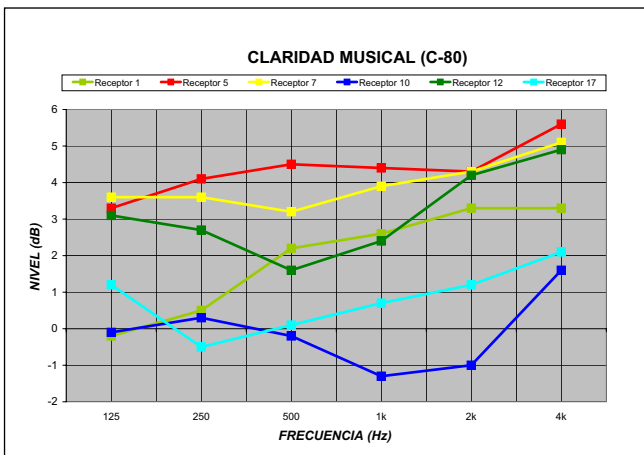


Figura 20- Claridad Musical (C80).
Receptores nº 1, 5, 7, 10, 12, 17.

sala. Sin embargo sorprenden los elevados valores de C80 en el receptor 12, uno de los más desfavorecidos en cuanto a la recepción de niveles sonoros (SPL, G) por su ubicación en el interior de la galería del tercer piso. La explicación a este fenómeno la encontramos al analizar sus ecogramas: los valores elevados de C80 se deben a la casi inexistencia de reflexiones especulares de orden 1 y 2 transcurridos aproximadamente 90 ms de la llegada del sonido directo. Por tanto, no es que reciba potentes reflexiones en los primeros 80 ms, sino que prácticamente no recibe ninguna después de los 90 ms al hallarse confinado en el volumen semi-absorbente de la galería posterior del tercer piso.

Los valores menores de C80 se alcanzan en los receptores 1 (platea frente al escenario), 10 (lateral izquierdo del segundo piso de palcos) y 17 (fondo de la galería del cuarto piso). Los receptores 1 y 10 reciben potentes reflexiones especulares de orden 1 y 2 procedentes del volumen de la zona de audiencia pasados los 80 primeros milisegundos tras la llegada del sonido directo, lo cual provoca estos valores bajos de C80 (el receptor 1 recibe reflexiones especulares potentes hasta pasados incluso los 200 ms).

En el receptor 17 de la galería del piso cuarto, los bajos valores de C80 se deben al muy escaso número de reflexiones especulares y de reflexión difusa recibida en los primeros 80 milisegundos, y a la llegada de 3 ó 4 potentes reflexiones especulares 10 milisegundos después según reflejan sus ecogramas.

Respecto a la **Definición D50**, varios puntos de la sala muestran valores ligeramente inferiores al 50 % requerido para una correcta inteligibilidad de la palabra, del discurso hablado (Figura 21).

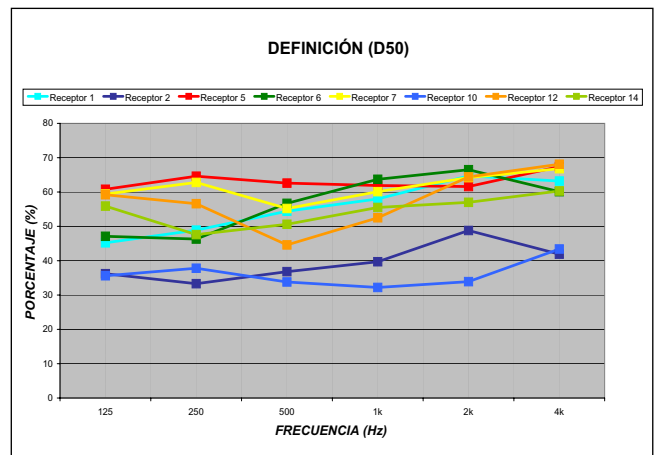


Figura 21 - Definición (D50).
Receptores nº 1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 14.

Los receptores con valores inferiores de D50 son los números 2 y 10. En el receptor 2 (centro de platea) no nos sorprende debido al retraso con el que recibe reflexiones especulares tempranas por estar alejado de paredes cercanas (basta pensar en la propia definición del parámetro).

En el ecograma del receptor 10 se aprecia que en los 50 milisegundos iniciales no sólo no se recibe el sonido directo (el antepecho del palco limita la visión directa de la fuente) sino que además llega un número francamente reducido de reflexiones especulares de 1º o 2º orden. Esto explica que proporcionalmente la energía recibida en este tiempo inicial (50 ms) suponga únicamente el 36% (aprox.) de la energía total recibida por el receptor.

Los mayores valores de D50 se producen en los receptores 5, 7 y 14 por la llegada inicial de un gran porcentaje de la energía total. Las frecuencias altas de los receptores 1, 6 y 12 alcanzan igualmente altos valores elevados de Definición. Debido probablemente a la mayor absorción de frecuencias medio-altas que presenta la sala y a la absorción de altas frecuencias por el rozamiento del aire⁵, las reflexiones tardías que se reciben en estos receptores han perdido más nivel sonoro en altas frecuencias que en medias y bajas, lo cual justifica los valores ligeramente superiores de D50 a partir de 1000 Hz.

3.2.3.3 Parámetros espaciales

Los valores Eficiencia Lateral (LF) en la platea son bajos (receptores 2, 4) sobre todo en la zona que queda fuera del conjunto de reflexiones dibujado por el espacio cóncavo central. El valor mínimo de LF se alcanza en el tercio delantero de la platea (receptor 1) por su proximidad y alineación con la fuente sonora (campo directo). También se registran valores bajos en las galerías posteriores de los pisos tercero y cuarto (receptores 12, 16, 17).

⁵ El software de simulación tiene en cuenta la absorción del aire en los cálculos.

Los puntos ubicados en el eje longitudinal de los diferentes pisos de palcos (7, 8, 11, 13) presentan niveles de LF correctos, cumpliendo ampliamente los márgenes recomendados.

Se registran valores muy elevados nuevamente en el tercio posterior de la platea (receptor 5; del orden del 40 %). Estos oyentes reciben numerosas reflexiones tempranas laterales canalizadas por la curvatura de la sala. También presentan niveles altos las zonas laterales de los palcos (receptores 9, 10, 14 y 15).

Se ha estudiado el comportamiento en el teatro del parámetro LFC. Los valores son ligeramente superiores a los de LF, pero las conclusiones extraídas de su estudio son similares a las que hemos descrito sobre el parámetro LF.

Los valores de “1-IACC_{E3}” varían desde 0.4 en las filas cercanas a la fuente hasta 0.7 en el tercio posterior de platea. Mientras en la zona posterior los valores son constantes en cada fila, en la mitad delantera de la sala las localidades no centradas muestran valores mejores de impresión espacial. Esto se debe a que la simetría geométrica de la sala y la alineación frontal con la fuente empeoran la impresión espacial de las localidades centradas.

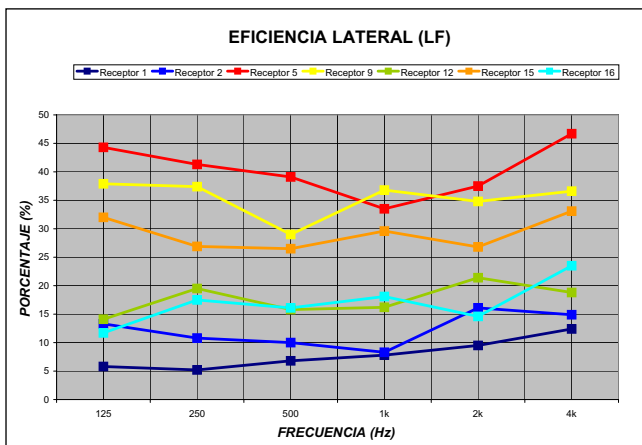


Figura 22 - Eficiencia Lateral (LF). Receptores n° 1, 2, 5, 9, 12, 15, 16.

Los valores de “1-IACC_{L3}” se sitúan constantes cercanos a 0.8 en toda la platea, dado que principalmente son las reflexiones de orden uno mostradas en el apartado de acústica geométrica las que establecen diferencias de percepción entre ambos oídos.

3.2.3.4 Parámetros de inteligibilidad

Existe una clara correspondencia entre los valores de RASTI y de STI (Figura 23) con los valores y el análisis del parámetro energético D50. Las zonas de la sala con una mejor inteligibilidad para espectáculos teatrales es la parte trasera lateral de la platea, los palcos de platea, y el primer piso de palcos en su zona central.

Dado que los resultados de los parámetros G, RT y C80 son adecuados, nos sorprende que los niveles de inteligibilidad (D50 y RASTI) no alcancen valores superiores. Sin embargo, a partir de un estudio en profundidad de la señal captada en las medidas “in situ” y de los ecogramas obtenidos en cada uno de los receptores simulados, hemos llegado a unas conclusiones referentes al origen de esa baja inteligibilidad.

En los ecogramas obtenidos en la medición apenas se significan reflexiones iniciales de primer o segundo orden que permitan caracterizar con claridad la señal recibida; los micrófonos colocados en la platea captan una especie de “continuidad” del sonido que imposibilita prácticamente la detección de las primeras reflexiones. Lo curioso es que esto ocurre pese a que el RT se sitúa en torno a 1,45 segundos. Pensamos que la causa de ello es la elevadísima difusión que presenta la sala teatral en todas las frecuencias⁶, lo cual sumado al carácter absorbente de los palcos impide la aparición de reflexiones especulares fuertes que se signifiquen en el ecograma por encima del campo homogéneo. Este fenómeno se puede traducir en unas proporciones energéticas entre el inicio de un ecograma y el ecograma completo que justifica los valores bajos de D50 y en consonancia con ello los valores bajos de RASTI.

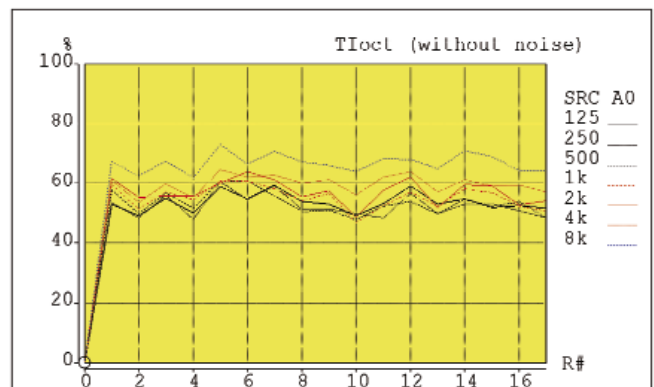


Figura 23 - Parámetro STI. Valores porcentuales por frecuencia en los 17 receptores estudiados (eje abscisas)

⁶ Difusión debida: a bajas frecuencias por la geometría en herradura y por la presencia de palcos; a medias por la curva-contracurva de la sección de los frentes de los palcos y por la presencia de público; a altas frecuencias por la decoración de la sala, butacas, molduras del techo, lámpara, etc.

La nueva generación de sonómetros

No es solo una novedad. Es la nueva generación de sonómetros, una nueva presencia en el mundo del ruido ambiental y las vibraciones.

Sin complejidades, está diseñado para hacer la vida más fácil; sin exigencias, trabaja para usted; y además, se adapta a cualquier idioma.

Hecho a su medida

Con más de 60 años como pioneros dentro del mundo del sonido y la vibración, Brüel & Kjær presenta su 4ª generación innovadora de instrumentos manuales para la medida de vibraciones y sonido.

El desarrollo de esta última generación -centrada en el Tipo 2250 - está inspirado completamente en las exigencias de usuarios que participan en seminarios y reuniones en todo el mundo. El hardware ha sido diseñado para cumplir las exigencias específicas ergonómicas de los usuarios, y el software de aplicación abarca todo sobre ruido ambiental, resolución de problemas, salud laboral y control de calidad.

Los paquetes de programas de software se pueden adquirir de forma separada, por lo que usted conseguirá lo que necesita justo cuando lo necesite y además será más fácil adaptarnos a sus exigencias si éstas cambian. De esta forma, la plataforma le asegura su inversión ahora y en el futuro.

Creado, construido y hecho para usted personalmente, verá como el 2250 marca una gran diferencia en su trabajo y en todas sus tareas de medición.

¡Consúltenos!

Para más información, contacte con Brüel & Kjær Ibérica, S.A.

Sede social:

Teide, 5 28700 San Sebastián de los Reyes (Madrid)
Tel.: 91 6590820 Fax: 91 6590824

Delegación:

Valencia, 84-86 interior 08015 Barcelona
Tel.: 93 2264284 Fax: 932269090

www.bksves.com email: bruelkjaer@bksv.com

Tipo 2250

Brüel & Kjær 



PULSE *multi-analizadores*



Las nuevas unidades de adquisición 3560-L y 3560-B se añaden a la **familia PULSE** haciendo posible elegir el modelo exacto que usted necesita.

Desde la medida más sencilla, de un solo canal, hasta las tareas de holografía acústica más complejas en tiempo real multicanal, todas las aplicaciones de acústica y vibraciones están cubiertas con PULSE, un sistema abierto, flexible y 100% compatible con otras aplicaciones.

Con más de 5.000 sistemas vendidos (cifras de abril 2004), PULSE se ha convertido en la plataforma de análisis de ruido y vibraciones de más éxito y mayor crecimiento en el mercado.

2260 Observer es un sonómetro y analizador portátil capaz de realizar todas las medidas y análisis que normalmente se utilizan en la evaluación de ruido en comunidades y entornos de trabajo. 2260 Observer cumple la nueva norma sobre sonómetros IEC 61672, así como las normas IEC anteriores (60651 y 60804) y las normas ANSI más recientes, además de tener la aprobación de modelo.

Todos los parámetros de banda ancha y valores estadísticos se miden en paralelo, de forma que no se pierde ningún detalle: todos los parámetros están ahí, y sólo hay que elegir qué es lo que se desea examinar, ahora o más tarde.

Tipo 2260

2260 *investigator*

3.3 Mapeados de Parámetros Acústicos

Hemos obtenido mapeados de colores bidimensionales y tridimensionales que indican las tendencias de cada parámetro y los contrastes entre las diferentes zonas de la sala, sin entrar en valores exactos como se ha hecho con los receptores. Estas representaciones aportan una información muy valiosa sobre el “comportamiento acústico” del teatro de un modo global.

A modo de ejemplo mostramos los mapeados del SPL registrado (Figura 24) (bidimensional) y de la Claridad Musical C80 (Figura 25) (tridimensional).

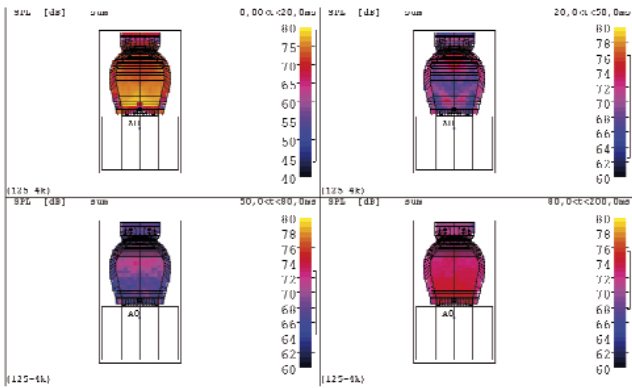


Figura 24 - Representación bidimensional de SPL en las cuatro franjas temporales estudiadas (platea + cuarto piso)

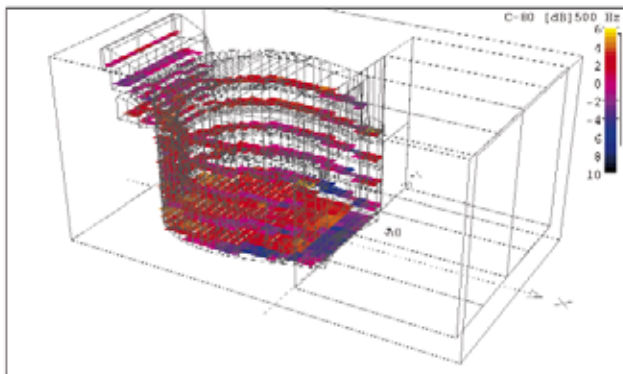


Figura 25 - Representación tridimensional de C-80. Frecuencia: 500 Hz

4. Conclusiones

Con este trabajo creemos haber contribuido a ampliar el conocimiento sobre el comportamiento acústico de la tipología teatral barroca italiana, a la cual se adscribe el Teatro Principal de Valencia. Una fiel reproducción virtual de este teatro nos ha permitido analizar su comportamiento acústico de modo exhaustivo, y constituye el primer paso de una investigación más ambiciosa que estamos llevando a

cabo sobre su historia y su acústica en morfologías precedentes.

La respuesta acústica de esta sala se debe fundamentalmente a su geometría en herradura, a su volumen y a la distribución del aforo en platea y palcos perimetrales en altura; es decir, a los elementos esenciales de la tipología teatral italiana. Por ello, las conclusiones que a continuación enumeramos son extrapolables a salas de similares características:

1. Los niveles sonoros percibidos (**SPL**) resultan adecuados mostrando valores mayores en los puntos cercanos al escenario y en las zonas laterales del tercio posterior de la platea y de los palcos. En estos asientos la acústica geométrica nos ha mostrado que se produce una evidente concentración de reflexiones de primer y segundo orden.

Este fenómeno se refleja también en el grado de amplificación de la sala **G**, que presenta valores correctos de modo genérico, y óptimos en esas zonas. En los palcos laterales de los pisos superiores, la Fuerza Acústica está condicionada por la visibilidad parcial de la fuente, por el limitado número de reflexiones que inciden en su interior y por el carácter absorbente de los mismos. La galería del cuarto piso muestra mejores valores que la del tercero debido a su mayor altura libre y al adecuado diseño en sección de su techo.

2. Para el estudio de los tiempos de caída de la señal sonora, hemos analizado los parámetros temporales **RT₃₀**, **BR** Y **Br**. La reverberación es bastante homogénea en todas las localidades situándose en torno a 1,45 s en condiciones de sala vacía. La curva tonal resulta muy adecuada para la audición musical y para el discurso hablado, con buenos valores de calidez (**BR** = 1.07 - presencia de sonidos graves) y brillo (**Br** = 0.88 - presencia de altas frecuencias). La acústica resulta muy apropiada para representaciones teatrales y operísticas cumpliendo así con los objetivos perseguidos en el proyecto inicial del Teatro Principal. La disminución de la reverberación que se produce cuando la sala está llena de público dará como resultado una audición levemente seca para conciertos camerísticos o de orquesta barroca o clásica, y sin duda una acústica carente del **RT** necesario para la interpretación de conciertos sinfónicos con repertorio romántico propio del siglo XIX.

No se producen **ECOS** en el teatro, aunque las localidades centrales de la platea se encuentran en una situación más expuesta debido al retardo con el que reciben reflexiones iniciales, característica propia de la tipología del recinto.

3. Las localidades que muestran una mayor Claridad Musical **C80**, son nuevamente las situadas en el tercio

posterior de la platea. En palcos, su valor es mayor en los pisos superiores, hecho que atribuimos a la mejora del ángulo de entrada de reflexiones tempranas procedentes del techo. Encontramos localidades con elevada Claridad pese a recibir bajos niveles sonoros en la galería posterior del tercer piso, debido al carácter relativo inherente a la definición del parámetro (proporción entre energías, no valores absolutos).

4. El **campo homogéneo** en la sala se alcanza antes de los 200 ms tras la emisión sonora. El estudio gráfico de la secuencia temporal en diferentes puntos del teatro (directividad), muestra que la sensación de espacialidad o amplitud varía de forma notoria. Existen desequilibrios en la percepción de los oyentes situados en los palcos laterales debido a la diferente orientación de sus oídos.

Los parámetros de espacialidad **LF**, **LFC**, **IACC_{E3}**, **IACC_{L3}** registran valores comprendidos en los márgenes recomendados. La geometría en herradura potencia la sensación de amplitud y espacialidad por concentración de reflexiones tempranas en las zonas laterales del tercio posterior de cada piso, ligeramente por detrás del punto en que la sala alcanza su máxima anchura. En esos puntos los parámetros espaciales son mejores que en el eje de simetría del teatro. Este fenómeno se manifiesta también en la platea.

5. Los parámetros de inteligibilidad del discurso hablado, **D50** (energético), **STI** y **RASTI**, no alcanzan valores de excelencia en ningún punto. Los resultados mejores se obtienen una vez más en el tercio posterior de la platea, en el frente central de palcos y en la zona media de la herradura. La galería del tercer piso registra mejor inteligibilidad que la del cuarto, pese a tener niveles sonoros inferiores. Este hecho se debe a la elevada difusión que presenta la sala en todas las frecuencias, lo cual, sumado al carácter absorbente de los palcos, impide la aparición de reflexiones especulares fuertes que se signifiquen en el ecograma por encima del campo homogéneo, reflexiones que serían las responsables de respaldar el sonido directo en los milisegundos iniciales, mejorando así la inteligibilidad.

5. Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de los Proyectos Coordinados pertenecientes a los Planes Nacionales I+D+I del Ministerio de Ciencia e Innovación cuyas referencias son BIA2003-09306-C04 y BIA2008-05485.

Su realización ha sido posible gracias al respaldo de la Diputación Provincial de Valencia propietaria del teatro, de la entidad “Teatros de la Generalitat” encargada de la gestión del mismo y del Vicerrectorado de Cultura de la Universidad Politécnica de Valencia, que desde el primer momento apoyó sin reservas esta investigación.

6. Referencias

- [1] Barba, A.: El Teatro Principal de Valencia. Evolución arquitectónica desde sus inicios y análisis de su acústica actual, DCADHA, Universidad Politécnica de Valencia; Trabajo de investigación, 2008.
- [2] Prodi, N.; Velecka, S.: A scale value for the balance inside an historical opera house. *J. Acoust. Soc. Am.* 117, 2005, pp. 771–779.
- [3] Iannace, G.; Ianniello, C; Maffei, L.; Romano, R.: Acoustic measurements in the “Teatro Verdi” in Salerno (Italy), 19th International Congress on Acoustics, Madrid España, 2007
- [4] Prodi, N.; Pompoli, R.; Parati, L.: The acoustics of the municipal theatre in Modena, 19th International Congress on Acoustics, Madrid España, 2007
- [5] Bassuet, A. A. A.: Acoustics of a selection of famous 18th century opera houses: Versailles, Markgräfliches, Drottningholm, Schweitzingen. International Congress Acoustics08-Paris, 2008
- [6] Prodi, N.; Pompoli, R.: The acoustics of three Italian historical theatres: the early days of modern performance spaces, XXXI Congreso Nacional de Acústica “Tecnicaústica 2000”, Madrid, 2000
- [7] Hidaka, T.; Beranek L.: Objective and subjective evaluations of twenty-three opera houses in Europe, Japan, and the Americas. *J Acoust Soc Am* 2000; 107, 368-383
- [8] Gade, A. Ch. et al.: Acoustical Problems in Orchestra Pits; Causes and Possible Solutions, 17th International Congress Acoustics, Roma, 2001
- [9] Parati, L.; Prodi, N.; Pompoli, R.: Computer model investigations on the balance between stage and pit sources in opera houses. *Appl. Acoust.* 68, 2007, pp. 1135–1155
- [10] Sato, S.; Sakai, H.; Prodi, N.: Subjective preference for sound sources located on the stage and in the orchestra pit of an opera house. *J. Sound Vib.* 258, 2002, pp. 549–561

- [11] Facondini, M.; Bignozzi, L.: Variable sound orchestra pit for the "Teatro Comunale" of Bologna, 17th International Congress Acoustics, Roma, 2001
- [12] Tronchin, L.; Shimokura, R.; Tarabusi, V.: Variation of sound properties in the stage and orchestra pit of two European opera houses, Forum Acusticum, Budapest, 2005
- [13] Stauskis, V. J.: Changes in Subjective Acoustical Indicators taking place during the interaction of the Auditorium and Stage Volumes in an Opera Theater, Forum Acusticum, Budapest, 2005
- [14] Iannace, G.; Ianniello, E.: Changes in Subjective Sound-focusing effects in the plan of horse-shoe shaped opera theatres, International Congress Acoustics08-Paris, 2008
- [15] Arau, H.: Caracterización acústica de diversas salas de concierto, ópera y teatro, Rev. Acústica 3º-4º trimestre, 1996
- [16] Arau, H.: Caracterización acústica de diversas salas de ópera y teatro, Congreso Nacional de Acústica "TecnAcústica", Barcelona, 1996
- [17] Daumal, F.; Möller, D.; Beckers, B.: Acoustic secrets of the Liceu, 11th Internacional FASE Symposium, Valencia, 1994
- [18] Ramón, A.: "Els inventors del teatre a la italiana" en 3ZU. Revista d'Arquitectura, núm. 4, junio de 1995, pp. 84-91
- [19] León, A. L.; León, J.: Los índices de cualificación acústica en la rehabilitación de teatros: su cálculo por programas de simulación por ordenador, 32º Congreso Nacional de Acústica "TecnAcústica 2001", La Rioja, 2001
- [20] León, A.L. et al. : La valoración acústica en los proyectos de rehabilitación de teatros. El ejemplo andaluz. Congreso Iberoamericano de Acústica [CD Rom]. Madrid, 2000
- [21] León, Á.L.; Sendra, J.J.; Navarro, J.; Zamarreño, T.: Acústica y rehabilitación en teatros de Andalucía, Sevilla, Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla, 2007.
- [22] Bérchez, J.; Corell, V.: Catálogo de Diseños de Arquitectura de la Real Academia de BB. AA. de San Carlos de Valencia 1768-1846, Colegio Oficial de Arquitectos de Valencia y Murcia-Xarait, Valencia, 1981
- [23] Lamarca, L: El Teatro de Valencia desde su origen hasta nuestros días, Valencia, 1840, p. 45.
- [24] Barba, A. et al.: Resonant cavities and acoustics vases in Italian Opera Houses; the "Teatro Principal" of Valencia and eighteenth century treatises about theatres, International Congress Acoustics08-Paris, 2008
- [25] Barba, A.; Lacatis, R.; Giménez, A.; Romero, J.: Acoustics vases in ancient theatres: disposition, analysis from the ancient tetrachordal musical system, International Congress Acoustics08-Paris, 2008
- [26] UNE-EN ISO 3382: Medición del tiempo de reverberación de recintos con referencia a otros parámetros acústicos, 2001
- [27] Giménez Pérez, A. et al.: Estudio de la evolución de parámetros acústicos que miden la calidad de salas de conciertos, 32º Congreso Nacional de Acústica "TecnAcústica 2001", La Rioja, 2001
- [28] Barron, M.: Spatial impression due to early lateral reflections in concert halls: the derivation of a physical measure, Journal of Sound and Vibration nº 77 (2), Elsevier, 1981, pp. 211-232
- [29] Barron M. et al. Energy relations in concert auditoriums I. J Acoust Soc Am 1988; 84(2)
- [30] Beranek L.: Concert hall and opera houses. New York: Springer Verlag; 2004
- [31] Kürer, R.: Zur Gewinnung von Eizahlkriterien bei Impulsmessungen in der Raumakustik, Acustica nº 21, 1969, p.370
- [32] Marshall, A. H.: An acoustics measurement program for evaluating auditoriums based on the early/late sound energy ratio, New York, J.A.S.A., 1994, pp.2251-2261
- [33] CATT-Acoustic v 8.0b, user's manual: Room Acoustics prediction and desktop auralization, CATT, Gothenburg (SWEDEN), 2002
- [34] Galindo M.; Zamarreño T., Girón, S.: Measured acoustic parameters versus predicted ones in two Gothic-Mudejar churches. Número especial de la Revista de Acústica (CD-Rom), Forum Acusticum Sevilla 2002.

Audición en los adolescentes: un programa multidisciplinario para su conservación y promoción

*Mario R. Serra, Ester C. Biassoni, Marta Pavlik, Jorge Pérez Villalobo, María Hinalaf, Mónica Abraham, Sofía Gauchat
Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA)
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba
Unidad Asociada de CONICET - Argentina



Carlos Curet
Centro Otorrinolaringológico de Alta Tecnología (COAT) – Córdoba, Argentina
Silvia Joeques, María R. Yacci, Andrea Righetti
Instituto de Estadísticas y Demografía - Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
*Autor para correspondencia: Mario R. Serra. E-mail: reneserra@gmail.com

PACS: 43.64 W; 43.66 Yw ; 43.64 Jb

Resumen

Programa multidisciplinario implementado en el CINTRA para abordaje holístico de problemática social referida a hipoacusias tempranas, antes del ingreso laboral. El programa, dirigido a los adolescentes de Escuelas Técnicas de la Ciudad de Córdoba, Argentina, contempla tres áreas: *Investigación*, con aspectos audiológico, psicosocial, acústico, genético y estadístico, estableciendo relaciones entre ellos y analizando su evolución temporal; *Extensión*, con organización de actividades dirigidas a distintos estamentos de la sociedad y especialmente a los adolescentes; *Tecnología*, con desarrollos especiales para cumplimentar con normas en las mediciones. Se describen en forma general cada una de las áreas involucradas con los principales logros alcanzados, presentando los resultados más destacados correspondientes a la primera escuela donde se trabajó en el año 2006. Los adolescentes estudiados fueron clasificados en cuatro grupos según los resultados audiométricos, estableciendo relación con el resto de las pruebas audiológicas y con las variables psicosociales y acústicas analizadas.

Abstract

Multidisciplinary program implemented at CINTRA for a holistic approach of social problem related with early hypacusis before starting in the labour world. The program, addressed to the adolescents of Technical Schools of Córdoba city (Argentina), includes three areas: *Research*, with au-

diological, psicosocial, acoustic, genetic and statistic aspects, for stablishing relationships and anlysing the temporal evolution; *Extension*, with organization of activities addressed to different social areas, specially to the adolescents; *Technology*, with special developments to fullfil the requirements of standards for the measurements. These areas are described in a general way, pointing out the outstanding achievements and showing the principal results from the first school where the program began at 2006. The studied adolescents were classified in four groups according to the audiometric results, establishing relationship with the rest of the audiological tests as well as with the psychosocial and acoustical variables.

1. Introducción

Dado el significativo incremento de las hipoacusias en niños, adolescentes y jóvenes, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha lanzado una advertencia sobre las pérdidas de audición por la exposición excesiva al ruido, considerándola una de las “enfermedades irreversibles más frecuentes” especialmente entre los jóvenes, haciendo un llamado de atención sobre la necesidad de llevar a cabo acciones que permitan su diagnóstico temprano y su prevención.

El Instituto Británico de Investigaciones Audiológicas advierte que el número de personas con pérdida de la audición (hipoacusia) excederá los 700 millones en el año 2015 y que los jóvenes de hoy podrían perder la audición 30 años antes que las generaciones anteriores. A su vez, el estudio

“MarkTrak VII” publicado por el American Better Hearing Institute en julio de 2005 señala que en Suecia: “al menos 1,4 millones de niños y adolescentes, menores de 18 años, tienen alteraciones auditivas”. Los especialistas advierten que la causa de que la pérdida auditiva siga afectando a grupos cada vez más jóvenes se debe principalmente al aumento de los niveles de ruido en el entorno que nos rodea, tanto laboral como por la exposición voluntaria a ruidos excesivos.

En Argentina, algunas estadísticas que se conocen expresan que:

- * En 1992, en el Servicio de Otorrinolaringología (ORL) del Hospital de Niños de Buenos Aires se atendieron 3.700 niños con problemas de pérdidas auditivas, donde el 30% eran casos irreversibles.
- * En 1993 se duplicaron las consultas de ORL por parte de la población adolescente y joven a causa de pérdidas auditivas.
- * En el ambiente laboral es cada vez mayor el porcentaje de jóvenes rechazados en el examen pre-ocupacional por problemas de audición sin tener antecedentes clínicos que los justifiquen, habiéndose constituido en un problema social sin que se le preste la debida atención. Como ejemplo, dos casos puntuales en la ciudad de Córdoba: 1) al instalarse una nueva fábrica FIAT en el año 1999, en una población de 5000 aspirantes, alrededor del 10 %, con edades entre 20 a 25 años, fueron rechazados por pérdidas auditivas; 2) de los 1700 aspirantes a la Escuela de Policía de la Provincia de Córdoba del año 2003, el 21 % con edades entre los 17 y 21 años y el 52 % entre 21 y 25 años fueron rechazados por hipoacusias del tipo inducidas por ruido. Este porcentaje aumenta significativamente año tras año.

Los adolescentes y jóvenes se exponen frecuentemente a “ruido no ocupacional” durante sus actividades recreativas [1–6], siendo la característica común de todas ellas su “peligrosidad” para la función auditiva, dado que los niveles sonoros de exposición superan, en la mayoría de los casos, los 100 dBA. Hasta el momento, sólo existe reglamentación para la exposición a ruidos de origen laboral —ruido ocupacional— que protege al trabajador y a su salud auditiva, estableciendo un límite de 85 dBA de nivel sonoro continuo equivalente (Leq) para 8 hs de exposición diaria. Fuera de las horas laborales no existe al presente ninguna reglamentación, a pesar de la alta carga de “inmisión sonora” a que están expuestos, en su mayoría adolescentes y jóvenes. Ello exige riguroso estudio con miras a implementar las medidas necesarias que permitan proteger la salud auditiva de los futuros aspirantes a puestos de trabajo, al mismo tiempo que preservar su calidad de vida.

En el CINTRA, desde hace varios años estamos investigando sobre el tema. Los resultados que obtuvimos en una

primera etapa de trabajo [7-11] han fundamentado la planificación del Programa Multidisciplinario que hemos implementado en la actualidad [12] a los fines de abordar holísticamente la problemática, permitiendo la detección temprana de trastornos auditivos en los adolescentes, a la vez que desarrollar procedimientos y acciones destinadas a la prevención y promoción de la audición en ese grupo etario. El Programa involucra distintas áreas, las que se describen a continuación con los principales logros alcanzados al momento.

2. Descripción del Programa

2.1 Área de Investigación

En esta área se incluye el estudio de los aspectos audiológico, psicosocial, acústico, genético y estadístico, estableciendo relaciones entre ellos y analizando su evolución a través del tiempo. Los objetivos propuestos son los siguientes:

- 1- detectar trastornos auditivos en la etapa adolescente y su relación con variables psicosociales y acústicas, realizando seguimiento de las variables estudiadas y estableciendo interrelaciones entre las mismas;
- 2- analizar la posible relación entre mayor susceptibilidad (labilidad) auditiva y factores genéticos;
- 3- brindar devolución de los resultados con asesoramiento personalizado;
- 4- derivar para estudios especiales en los casos que así lo requieran;
- 5- validar nuevas técnicas de medición en: Audiología, para actuar como predictoras tempranas de hipoacusias inducidas por ruido; en Psicología, para analizar en profundidad la intervención de variables psicosociales en calidad de moduladoras; en Acústica, para determinar los niveles de inmisión sonora en los lugares de esparcimiento;
- 6- desarrollar estrategias de intervención educativas para la concientización sobre el ruido y sus consecuencias y promover el cuidado de la función auditiva en los adolescentes.

A los fines de cumplir con los objetivos propuestos se ha constituido una red de trabajo entre los siguientes Centros:

- Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA) de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba, Unidad Asociada de CONICET
- Centro Otorrinolaringológico de Alta Tecnología (COAT), Centro Formador de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Córdoba

- Centro Piloto de Detección de Errores Metabólicos (CEPIDEM) de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Córdoba
- Instituto de Estadísticas y Demografía (IED) de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba

Se cuenta con la aprobación del Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba para llevar a cabo el Programa en las Escuelas Técnicas. Los alumnos de esas Escuelas egresan con un título en la especialidad técnica elegida que los habilita para aspirar a puestos de trabajo en fábricas y talleres.

El estudio comienza con los alumnos que asisten al Tercer Año del Ciclo Secundario, con edades entre 14/15 años, quienes son re-testeados al cursar el último año del Ciclo, con edades entre 17/18 años, a los fines de realizar un seguimiento de la función auditiva y de sus hábitos recreativos durante el período adolescente. Los estudiantes en los que se detecta problema auditivo en la primera toma de las pruebas son re-testeados anualmente para su control. Se trabaja con los estudiantes que voluntariamente aceptan participar y que a su vez cuentan con el consentimiento informado firmado por sus padres o tutores.

2.1.1 Aspecto audiológico

Para la realización de las pruebas audiológicas se cuenta con una Cabina Audiométrica Móvil (CAM) que responde a las normas IRAM 4028-1, de Argentina, e ISO 8253-1 en lo que respecta a los niveles sonoros en su interior. Detalles de la misma son mostrados al describir el Área de Tecnología.

Las pruebas aplicadas son las siguientes:

- 1) Cuestionario de Estado Auditivo para conocer antecedentes que pueden afectar la función auditiva.
- 2) Examen otoscópico para conocer el estado del canal auditivo externo.
- 3) Audiometría en los rangos convencional (250 - 8000) Hz y en el extendido de alta frecuencia (8000 – 16000) Hz para determinar el umbral auditivo en toda la gama audible normatizada.
- 4) Otoemisiones acústicas (OEA), prueba objetiva, sensible rápida y no invasiva para el diagnóstico de la pérdida incipiente de audición inducida por ruido [13]. Dentro de ellas también se aplica una novísima prueba particular: la Supresión Contralateral (SC), que permite conocer el estado y funcionamiento del Sistema Eferente Medial y el efecto que produce sobre las células ciliadas externas de la cóclea.
- 5) Impedanciometría para determinar el estado del oído medio.

2.1.2 Aspecto psicosocial

La batería de pruebas que se aplica es la siguiente:

- 1) Cuestionario de Actividades Extraescolares para conocer en detalle las distintas actividades realizadas por los adolescentes fuera del horario escolar y especialmente aquellas que significan exposición a altos niveles sonoros.
- 2) Cuestionario de Nivel Socio Cultural.
- 3) Escala de Actitudes hacia la Música a Altos Niveles Sonoros.
- 4) Escalas del Diferencial Semántico para evaluar distintas situaciones relacionadas con música.
- 5) Prueba de Personalidad (16 PF-5) para conocer los rasgos de personalidad que caracterizan a los adolescentes.

2.1.3 Aspecto acústico

Se llevan a cabo mediciones de niveles de inmisión sonora en las principales actividades recreativas de los adolescentes participantes:

- 1- En lugares bailables, espectáculos en vivo u otros, mediante:
 - técnica de medición implementada ad hoc;
 - dosimetría personal de ruido para medir dosis de exposición sonora;
 - aplicación de intensimetría sonora en lugares de esparcimiento
- 2- Niveles sonoros reales en el oído de los adolescentes que usan equipos personales de música en forma regular mediante técnica de medición desarrollada ad hoc en el CINTRA acorde a las Normas IEC 60959 e IEC 60711.

2.1.4 Aspecto genético

La mayor predisposición de los oídos lábiles a ser afectados más tempranamente por la exposición a altos niveles sonoros, que encontramos en la primera etapa de trabajo [9-10], nos llevó a plantearnos la hipótesis de que factores genéticos podrían contribuir a incrementar la susceptibilidad (predisposición) de los oídos a ser dañados por la acción de factores ambientales. Por tanto, la identificación de la/s causa/s de los trastornos auditivos y el esclarecimiento de la posible responsabilidad del ruido no ocupacional como desencadenante de patologías auditivas, relacionadas o no con factores genéticos subyacentes, redundará en beneficio del diagnóstico, tratamiento y prevención. A fin de probar la hipótesis planteada, los adolescentes detectados con problemas auditivos dentro del Programa son derivados primero al COAT para confirmación del diagnóstico y luego al CEPIDEM para el correspondiente estudio genético.

2.1.5 Aspecto estadístico

El procesamiento estadístico permite:

- 1) conocer el comportamiento temporal de las variables analizadas en cada uno de los aspectos estudiados y sus relaciones;
- 2) analizar el comportamiento de esas variables a través del tiempo;
- 3) establecer interrelaciones entre las variables provenientes de los distintos aspectos considerados;
- 4) realizar inferencia etiológica

2.1.6 Estado actual del Programa y primeros resultados en el Área de Investigación

El trabajo de campo planificado dentro del Programa fue iniciado en el año 2006 en la Escuela Técnica de mayor población estudiantil. En los años subsiguientes –2007 y 2008- se continuó trabajando en nuevas escuelas y paralelamente, llevándose a cabo los re-tests a los adolescentes detectados con problema auditivo. En el año 2009 se realizará el re-testeo a todos

el grupo de adolescentes que esté cursando el último año del ciclo secundario perteneciente a la primera escuela donde se trabajó durante el año 2006. De igual forma, se continuará en los años subsiguientes con la realización de los re-tests en las escuelas restantes. al mismo tiempo que se irán incorporando anualmente nuevas escuelas al Programa.

A continuación se esquematizan los primeros resultados más relevantes obtenidos al presente.

Audición. En la primera Escuela donde se trabajó se evaluaron 188 adolescentes que cursaban el Tercer Año con edades entre 14/15 años, los cuales fueron clasificados de acuerdo al resultado de la **audiometría en los rangos convencional y en el extendido de alta frecuencia** en:

- Grupo 1: Normal (112 adolescentes con umbral auditivo (UA) entre -9 dB y 18 dB)¹
- Grupo 2: Con desplazamiento leve (21 adolescentes con UA entre -9 dB y 24 dB)
- Grupo 3: Con desplazamiento significativo (39 adolescentes con UA entre -9 y 63 dB, de los cuales 14 presentaban problema en un solo oído y 25 en ambos oídos)

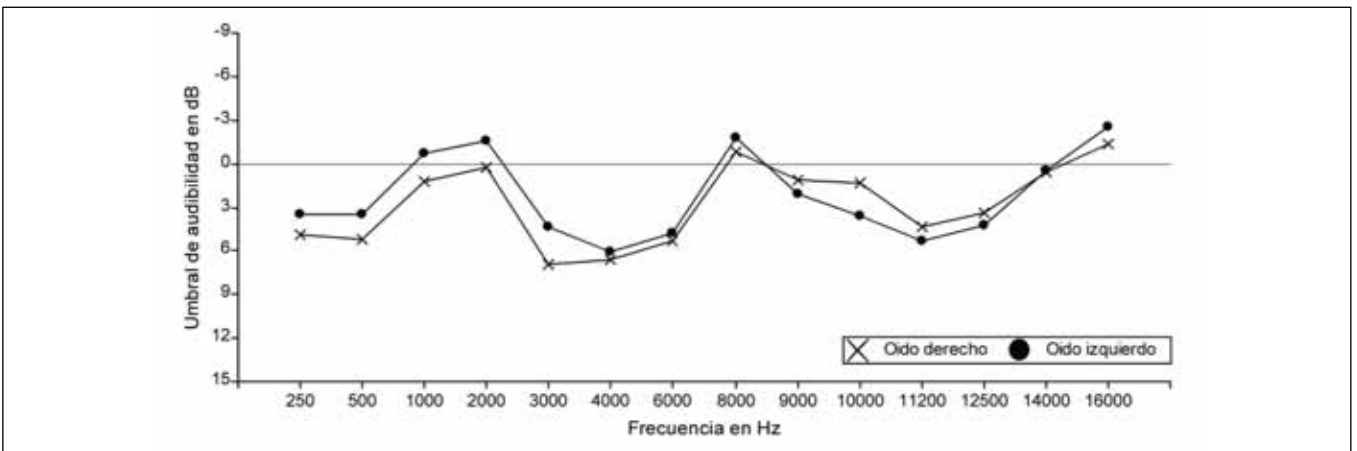


Figura 1. Audiograma promedio del grupo normal

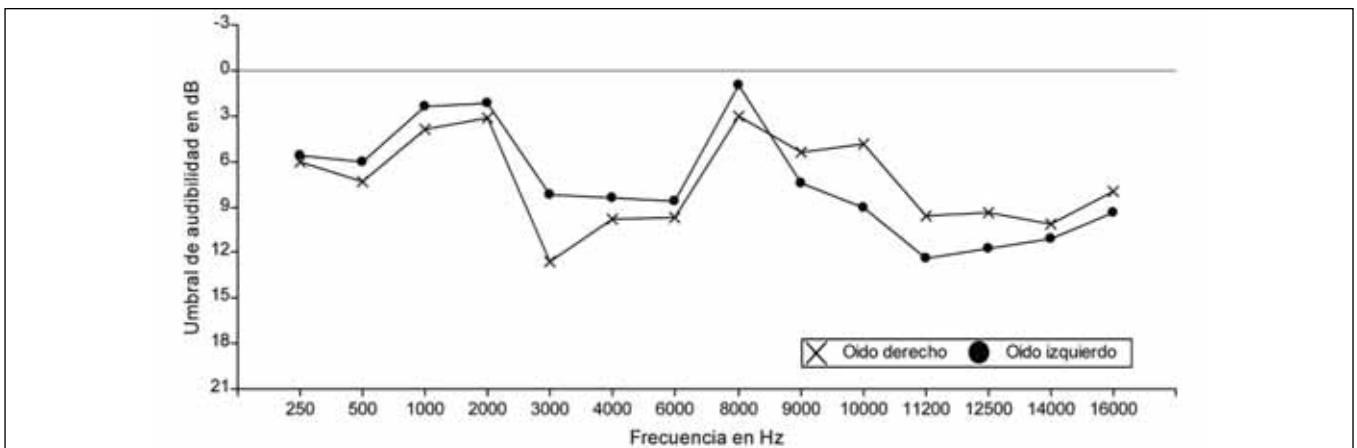


Figura 2. Audiograma promedio del grupo con desplazamiento leve

¹ Para una mayor discriminación los saltos del estímulo auditivo de la audiometría fue fijado en 3 dBA

Grupo

AUDIOTEC

Ingeniería y Control del Ruido



NUEVO CENTRO DE ACÚSTICA EN ESPAÑA

- ENSAYO DE MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN CÁMARAS ACÚSTICAS NORMALIZADAS

Ensayos de aislamiento acústico de cerramientos verticales (tabiques, trasdosados, puertas, ventanas, etc.)

Ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto de cerramientos horizontales

Ensayos de mejora de suelos a ruido de impacto

Ensayos de coeficientes de absorción de materiales acústicos (Cámara reverberante)

- ASESORÍA Y CONSULTORÍA ACÚSTICA

- MEDICIONES ACÚSTICAS "IN SITU", acreditadas ENAC de:

Inmisión de ruido en viviendas. Ruido medioambiental. Aislamiento acústico a ruido aéreo entre locales. Aislamiento acústico a ruido de impacto. Aislamiento acústico de fachadas. Tiempo de reverberación. Ruido en puestos de trabajo. Potencia sonora de maquinaria.

- ENTIDAD DE INSPECCIÓN, acreditada ENAC en ruidos y vibraciones

- ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE IMPACTO ACÚSTICO

- DESARROLLO PROYECTOS DE I+D+i

- PERITACIONES ACÚSTICAS

- MAPAS DE RUIDO



Telf.: 983 361 326

Fax: 983 361 327

E-mail: info@audiotec.es

Web: www.audiotec.es

Ctra. Burgos-Portugal Km.116
Apdo. Correos 490
47080 - VALLADOLID
ESPAÑA

Centro de Acústica AUDIOTEC
Parque Tecnológico de Boecillo, Parc. 28 - 30
Apdo. Correos 490
47080 - VALLADOLID
ESPAÑA



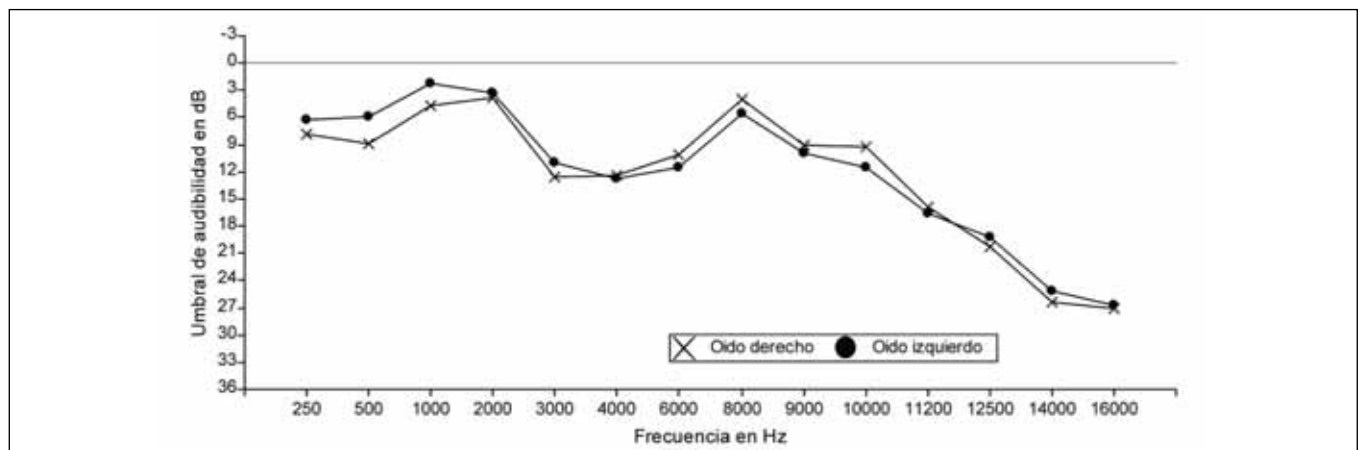


Figura 3. Audiograma promedio del grupo con desplazamiento significativo

Grupo 4: Indefinido (16 adolescentes con resultados dudosos que debían ser re-testeados)

Los tres primeros grupos mencionados son representados gráficamente en las Figuras 1, 2 y 3.

En el re-testeo, realizado en los años subsiguientes a los adolescentes cuyos UAs habían presentado desplazamientos significativos en el primer año de estudio, se han observado descensos importantes en el rango extendido de alta frecuencia (8000 Hz a 16000 Hz), siendo la más afectada la frecuencia 11200 Hz, seguida de las frecuencias 12500 Hz, 14000 Hz y 9000 Hz. También se han evidenciado descensos importantes en las frecuencias 16000 Hz (76 oídos) y 14000 Hz (56 oídos), destacándose dos adolescentes con la frecuencia 16000 Hz amputada en ambos oídos y la frecuencia 14000 Hz en un oído de uno de ellos.

En el rango convencional (250 Hz a 8000 Hz) se han observado desplazamientos en las frecuencias 3000 Hz y 4000 Hz (76 oídos), seguidas por la frecuencia 6000 Hz (48 oídos)

Un análisis detallado de los audiogramas de los adolescentes re-testeados muestra que en la mayoría de los casos los desplazamientos en determinadas frecuencias del rango extendido coinciden con desplazamientos marcados y/o incipientes en determinadas frecuencias del rango convencional. La continuidad del estudio permitirá confirmar la coincidencia observada al momento.

Los resultados de las **Otoemisiones Acústicas (OEA)**, expresados en cantidad de oídos evaluados, mostró que:

- 61 oídos no pasaron las OEAs Transitorias (TEOAE) en ninguno de los dos re-tests realizados.
- En las OEAs Producto de Distorsión (DPEOAE) se encontraron amplitudes disminuidas en las siguientes frecuencias, según su orden de importancia: 4000 Hz, 3000 Hz y 8000 Hz y en menor medida, 2000 Hz y 6000 Hz.

Presencia de acúfenos: 85 adolescentes manifestaron tener acúfenos, especialmente después de haber estado expuestos a altos niveles sonoros en sus actividades recreativas.

Con el seguimiento realizado en esta primera escuela se han identificado cinco adolescentes con descensos significativos en sus UAs lo que hace conveniente su derivación al COAT para confirmación del diagnóstico y posterior derivación al CEPIDEM para el estudio genético, previa conformidad de sus padres.

Hábitos recreativos. A través del **Cuestionario de Actividades Extraescolares** se conoció que de los 188 adolescentes, con edades entre 14 y 15 años, evaluados al iniciar el estudio en la escuela que se describe, el 60 % de ellos tenía “a menudo”, “frecuente” o “muy frecuente” exposiciones a ruido no ocupacional como resultado de su participación en actividades recreativas caracterizadas por música. Dentro de esas actividades se destacaba la asistencia a lugares bailables. Del 40 % restante, aproximadamente el 20 % se hallaba en etapa de definición de sus hábitos recreativos, siendo, en esa oportunidad, todavía “bajo” su nivel de exposición a ruido no ocupacional. El porcentaje restante aún no participaba en actividades recreativas que pudieran constituir “riesgo” para la salud auditiva.

Estos resultados corresponden a la aplicación de las pruebas psicosociales al iniciarse el estudio en el año 2006. Durante el período lectivo de 2009 se llevará a cabo el re-test a los adolescentes que permanecen en la escuela, conjuntamente con el re-test auditivo, a fin de conocer la evolución de sus hábitos recreativos durante ese período y establecer relaciones válidas con el estado de la función auditiva.

A través de la **Escala de Actitudes hacia la Música a Altos Niveles Sonoros** se comprobó que un alto porcentaje de los adolescentes tendía a sentirse atraído por comportamientos y situaciones que involucran “Admiración por la música a altos niveles sonoros” (42,47 %) y “Disposición para experimentar ese tipo de música” (40,26 %), considerados como “Indicado-

res de riesgo” para la salud auditiva. Un porcentaje menor de adolescentes mostraba “Conciencia de los efectos negativos de la música a altos niveles sonoros” (33,61 %) y/o “Resistencia a escuchar ese tipo de música” (22,90 %) considerados ambos como “Indicadores de Prevención”.

Un número importante de adolescentes declararon que teniendo conciencia del daño auditivo no tenían voluntad de cambiar esos comportamientos riesgosos.

Niveles sonoros. El estudio acústico ha mostrado hasta el presente valores elevados de inmisión sonora por parte de los adolescentes participantes. Tomando como ejemplo la medición realizada en una discoteca, en la que se obtuvieron los valores más bajos, el nivel de Leq fue de 102,4 dBA. La Dosis de Ruido (D) obtenida fue de 4115% y la Exposición Sonora (ES) de 26 Pa²h, para una exposición de cuatro horas. Mientras que, un trabajador expuesto diariamente a un Leq de 85 dBA durante ocho horas, le corresponde D = 100% y ES = 1 Pa²h, con una relación de cambio de 3 dB por cada duplicación o reducción a la mitad del tiempo de exposición (Ley de Igualdad de Energía). Valores de D superiores al 100% acumulado durante una jornada de trabajo sugiere que el trabajador está expuesto a niveles sonoros peligrosos y que deben tomarse medidas correctivas [14]. Estableciendo una relación con el aspecto laboral, en el caso descrito, los adolescentes deberían estar expuestos no más de ocho minutos a fin de mantener la misma relación energética.

Paralelamente al uso de la técnica tradicional de medición de presión sonora, se están llevando a cabo mediciones de inmisión sonora aplicando la técnica de intensimetría sonora [15-16]. Esta técnica, originalmente desarrollada para determinar valores de emisión de fuentes sonoras, la estamos usando para evaluar su aplicabilidad en la determinación de valores de inmisión en un entorno sonoro. Se intenta conocer en profundidad sus bondades y limitaciones aplicada a locales de esparcimiento donde los ambientes sonoros presentan características propias debido a la variabilidad temporal de las fuentes sonoras, los tipos de música, la composición espectral, la acústica de la sala, etc.

En una primera etapa se llevaron a cabo mediciones en laboratorio a fin de analizar y determinar los parámetros que serían importantes para la realización de las mediciones *in situ*. En la segunda etapa se comenzó con mediciones en locales de esparcimiento cerrados, tipo discoteca, diferenciados por la música que se escucha en ellos [17]. En la actualidad se continúa con el uso de esta técnica *in situ*, obteniendo resultados que muestran una posible relación entre las componentes espectrales y la efectividad de la técnica [18].

2.2 Área de Extensión

Los resultados obtenidos al momento en el Área de Investigación señalan la necesidad de intervenir en la pobla-

ción joven a través de acciones destinadas a informar y concienciar sobre los efectos nocivos para la audición producidos por una elevada exposición a música a altos niveles sonoros en sus actividades recreativas.

Como respuesta a esta necesidad implementamos un **Programa de Educación para la Salud Auditiva** en una de las escuelas donde se está trabajando. La estrategia seleccionada para llevar a cabo el programa fue la de capacitar a un grupo de *Promotores Adolescentes de Salud Auditiva* para que sean ellos mismos quienes apunten a sus pares a través de información sobre los riesgos que implica una exposición continua a altos niveles sonoros, las consecuencias que esto supone a la hora de ingresar al ámbito laboral y fomentar conductas saludables en relación al cuidado de la audición.

Este tipo de estrategias posibilita una buena receptividad por parte de los pares debido a la utilización de lenguaje y códigos compartidos y a la gran cercanía cultural que mantienen entre sí; y a su vez, los promotores obtienen beneficios a nivel personal al desarrollar habilidades de liderazgo y adoptar comportamientos responsables respecto a su salud [19].

El programa fue implementado en dos fases, en la primera se realizó la capacitación de los promotores mediante la modalidad de *talleres* y en la segunda se llevó a cabo la campaña educativa en toda la institución escolar. Por iniciativa de los promotores adolescentes, se hizo extensiva esta campaña a la comunidad extraescolar, incluyendo entrega de protectores auditivos.

Los buenos resultados obtenidos en la escuela donde se implementó esta modalidad de trabajo, permitirán hacerla extensiva a un grupo de nuevas escuelas para los años subsiguientes.

Paralelamente se llevan a cabo otras actividades de extensión dirigidas a distintos estamentos de la sociedad: comunidades educativa, científica, académica y general, al ámbito gubernamental y la formación de recursos humanos en las distintas ramas de la ciencia involucradas en el Programa. Estas actividades tienen como objetivo primordial la transferencia de los resultados y conocimientos que van surgiendo del desarrollo del Programa.

2.3 Área de Tecnología

Dentro de esta área se han llevado a cabo desarrollos *ad hoc* con la finalidad de cumplimentar con los requerimientos de normas nacionales e internacionales en relación a los ambientes de prueba y las técnicas y procedimientos de medición.

Procedimientos de calibración. Se han implementado los procedimientos metrológicos y metodológicos necesarios para el establecimiento y funcionamiento en el CINTRA del Laboratorio de Calibración de audiómetros en los rangos convencional y en el extendido de alta frecuencia e instrumentos de medición de ruido. Estos procedimientos cumplimentan con los requeri-



Figura 4 y 5. Vistas exterior e interior de la CAM

mientos de las Normas IRAM 301 e ISO/IEC 17025 en lo referente a precisión y calidad en base a trazabilidad de equipamiento del CINTRA contra patrones de calibración de la Comunidad Europea a través del Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania.

Cabinas audiométricas. Para que los estudios audiológicos programados dentro de la Investigación Científica se lleven a cabo en ambientes acústicos que cumplimenten lo recomendado por las normas vigentes, se diseñaron y construyeron cabinas audiométricas especiales —fijas y móvil según las necesidades de la etapa de trabajo— no existentes en el mercado nacional con la calidad exigida para fines científicos. Ambos tipos de cabinas cumplimentan con las exigencias de las Normas IRAM 4028-1 (1997) e ISO 8253-1 (1989) en cuanto a los niveles sonoros del ruido interior.

Las cabinas fijas fueron construidas para la primera etapa de trabajo. La cabina audiométrica móvil (CAM), usada en la etapa actual de trabajo, fue construida a partir de un vehículo utilitario donado por el Ministerio de Salud de la Provincia de Córdoba. Fue necesario adaptar el interior del mismo para contar con dos compartimentos que permitan la ubicación del sujeto de prueba en uno de ellos y el profesional en el otro y su acondicionamiento acústico acorde a lo recomendado por las normas citadas. Las Figuras 4 y 5 muestran una vista exterior e interior de la CAM.

Sistemas para medición de inmisión sonora en actividades recreativas

1.- **En lugares bailables.** El principal requisito para realizar mediciones en este tipo de locales es que las mismas puedan ser llevadas a cabo en forma disimulada para evitar que los responsables del lugar disminuyan los niveles

sonoros de la música. Para ello se implementó un sistema de medición miniaturizado que se instala en una pequeña mochila de uso común en las adolescentes de donde sobresale un micrófono totalmente disimulado, con funcionamiento autónomo durante cuatro horas, mientras un adolescente responsable de la medición permanece en el local de baile.

2.- **Uso de equipos personales de música.** Para conocer con exactitud los niveles reales de música en el oído de los adolescentes que usan MP3, MP4, Ipod, u otros, se ha implementado un sistema de medición usando cabeza y torso artificial Brüel & Kjaer, tipo 4128, que cumple con la Norma IEC 60959 con dos simuladores de oídos ocluidos, de acuerdo a lo descrito en la Norma IEC 60711.

3. Conclusión y Discusión

La etapa actual de desarrollo del Programa no permite hablar de conclusiones definitivas, sólo referirse a los resultados que al momento han sido analizados. Estos primeros resultados están mostrando un deterioro temprano de la audición en un grupo de los adolescentes estudiados, cuyas edades alcanzan sólo los 14 o 15 años. Si bien a esa edad los adolescentes están recién definiendo sus gustos, preferencias e intereses, y por ende, sus hábitos de recreación, ya se encontraron adolescentes que con frecuencia se exponían a altos niveles sonoros en sus tiempos de esparcimiento. La continuidad del estudio permitirá establecer relaciones válidas entre las conductas recreativas que caracterizan al grupo etario en estudio, la inmisión sonora a la que se exponen, el comportamiento de la función auditiva durante esa etapa y la posible intervención de factores genéticos como causa de una mayor labilidad auditiva.

La larga experiencia del CINTRA en el área de Conservación de la Audición permitió implementar el

Todo lo que
necesitas saber
sobre el mundo
del aislamiento
térmico, acústico
y de protección
contra el fuego

www.isover.net



Lo natural contra el ruido *arena*

El Aislamiento Acústico de tabiquería seca.
Con lana mineral *arena* conseguirá...

Aislamiento Acústico

Notable incremento frente a la tabiquería seca «vacía» gracias a la elevada elasticidad y máxima absorción del ruido.

Garantía de instalación

Producto flexible que se adapta totalmente a estructuras e instalaciones.

Altos rendimientos

Embalaje de alta compresión para gestionar menor volumen de producto.

Paneles compactos de corte fácil que evitan roturas y desperdicios en obra.

Incombustibilidad



www.isover.net
901 33 22 11
isover.es@saint-gobain.com

ISOVER
Construimos tu Futuro

Una marca Saint-Gobain

Programa Multidisciplinario que aquí se describe dirigido a un grupo etario muy joven, que precisamente por su corta edad desconoce la importancia de una buena audición en su vida futura y además desconoce la forma de cuidarla.

Consideramos como la mayor fortaleza del Programa la posibilidad que brinda de abordar la problemática en forma holística, integrando los distintos aspectos involucrados, y que además posibilita la incorporación de nuevas modalidades de trabajo en beneficio de la meta propuesta: promover y prevenir la salud auditiva en los adolescentes.

Concluimos el presente artículo con una invitación dirigida a la comunidad científica relacionada con la problemática abordada para replicar en forma total o parcial en otros contextos la labor investigativa y de transferencia propuesta por el Programa.

4. Referencias

- [1] Babisch, W.; Ising, H. (1994). "Musikhörgewohnheiten bei Jugendlichen". *Z. Lärmbekämpfung*, 41, 91- 97.
- [2] Ising, H.; Babisch, W.; Hanel, J.; Kruppa, B.; Pilgramm, M. (1995). "Empirische Untersuchungen zu Musikhörgewohnheiten von Jugendlichen". *HNO*, 3, 244-249.
- [3] Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Carignani, J.A.; Minoldo, G.; Franco, G.; Serra, S.; Pollet, A.; Joekes, S.; Blanch, N. (1998). "Propuesta metodológica para el estudio de los efectos auditivos de la música a altos niveles sonoros en adolescentes". *Fonoaudiológica* 44, 3, 52-60.
- [4] Morata, T.C. (2007). "Young people: Their noise and music exposures and the risk of hearing loss". *International Journal of Audiology*, 46, 3, 111-112.
- [5] Vogel, I.; Brug, J.; Van der Ploeg, C.P.B.; Raat, H. (2007). "Young people's exposure to loud music. A summary of the literature". *American Journal of Preventive Medicine*, 33, 2, 124-133.
- [6] Vogel, I.; Brug, J.; Hosu, E.J.; Van der Ploeg, C.P.B.; Raat, H. (2008). "MP3 players and hearing loss: adolescent's perceptions of loud music and hearing conservation". *The Journal of Pediatrics*, 152, 3, 400-405.
- [7] Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Richter, U.; Carignani, J.A.; Minoldo, G.; Franco, G.; Abraham, S.; Joekes, S.; Yacci, M.R. (2003) "Hábitos recreativos y audición en los Adolescentes. Resultados de cuatro años de estudio". *Otolaringológica XXV**4, 3-25.
- [8] Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Richter, U. (2003). "Development of hearing disorders in adolescents. A founded Argentine-German project in the field of hearing conservation". *PTB Bericht, PTB -MA -73*, 1-61.
- [9] Serra, M. R.; Biassoni, E. C.; Richter, U.; Minoldo, G.; Franco G. ; Abraham, S.; Carignani, J. A. Joekes, S.; Yacci, M. R. (2005). "Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part I: An interdisciplinary long-term study". *International Journal of Audiology* 44, 65-73.
- [10] Biassoni, E. C.; Serra, M. R.; Richter, U.; Joekes, S.; Yacci, M. R.; Carignani, J. A.; Abraham, S.; Minoldo, G.; Franco, G. (2005). "Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part II: Development of hearing disorders". *International Journal of Audiology* 44, 74-85.
- [11] Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Ortiz Skarp, A.H.; Serra, M.; Joekes, S. (2007). "Sound immission during leisure activities and auditory behaviour". *Applied Acoustics*, 68, 403-420.
- [12] Serra, M.R.; Biassoni, E.C.; Hinalaf, M.; Pavlik, M.; Pérez Villalobo, J.; Curet, C.; Minoldo, G.; Abraham, S.; Moreno Barral, J.; Reynoso, R.; Barteik, M.E.; Joekes, S.; Yacci, M.R. (2008). Program for the conservation and promotion of hearing among adolescents". *American Journal of Audiology*, 16, 158-164.
- [13] Attias, J.; Horowitz, G.; El-Hatib, N.; Nageris, B. (2001). "Detection and clinical diagnosis of noise-induced hearing loss by otoacoustic emissions". *Noise Health*, 3, 19-31.
- [14] Harris, C. (1998) "Handbook of acoustical measurements and noise control". *Acoustical Society of America*. Woodbury (ed.). NY, reprint of third edition.
- [15] Fahy, F.J. (1995). "Sound Intensity. Second edition". E & FN Spon.
- [16] Herráez, M. "Estudio experimental de los parámetros que afectan a la estimación de potencia sonora por el método de intensidad". Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, España, 1996.
- [17] Pérez, J.; Serra, M. (2007) "Mediciones de inmisión sonora con cabeza artificial utilizando la técnica de intensimetría". *Mecánica Computacional*, Vol. XXVI, 38-45.
- [18] Pérez, J.; Serra, M. (2008) "Avances en la técnica intensiométrica aplicada a la inmisión sonora". *Proceedings VI Congreso Iberoamericano de Acústica*, en CD Room.
- [19] Cardozo, G.; Dubini, P.; Duarte, M.E.; Solís, M.; Vaugna, E.; Crabay, M.; Crespi, G.; Verhaeghe, A. y Barrón, M. (2005) "Adolescencia: Promoción de Salud y Resiliencia". Edit: Brujas. Córdoba.

Preservación de la calidad acústica del Teatro Colón de Buenos Aires



Ing. Alberto M. Haedo (a)



Ing. Rafael Sánchez Quintana (b)



Ing. Gustavo Jorge Basso (c)

(a) Asesor Acústico de las Obras de la Sala y del Escenario del Teatro Colón. Paraguay 1971 3º A, Buenos Aires (1121), Argentina. E-Mail: ahaedo@ciudad.com.ar

(b) Asesor en Acústica, designado por el GCBA para las obras de puesta en valor del Teatro Colón. Tucumán 1687.3º D. Capital Federal.(1050). E-mail: rsq@ciudad.com.ar

(c) Asesor en Acústica, designado por el GCBA para las obras de puesta en valor del Teatro Colón. Calle 5 Nº 84, La Plata (1900), Argentina. E-mail: basso@isis.unlp.edu.ar

PACS: 43.55.Gx

Resumen

En este artículo se describen los criterios generales y los trabajos realizados a fin de preservar la calidad acústica de Teatro Colón durante las recientes tareas de restauración. Se detallan las mediciones del estado acústico previo de la sala; las mediciones acústicas realizadas durante las tareas de desarme de la sala; las mediciones en laboratorio de muestras de los elementos y materiales originales; y la medición en laboratorio de los nuevos elementos a instalar en reemplazo de los existentes deteriorados. Se expone además el diagnóstico previo que permitió establecer los criterios centrales a seguir durante la restauración de la célebre sala.

Abstract

The general criteria and the works carried out in order to preserve the acoustical quality of the Teatro Colón of Buenos Aires are described in this paper. The acoustical measurements of the previous state of the hall; the acoustic measurements carried out during its dismantling; the acoustical measurements taken out at laboratory; the analysis through statistical methods and digital models are shown. This methodology allows us to design the main criteria in order to preserve the acoustical quality of this well known hall.

1. Introducción

El Teatro Colón de Buenos Aires está considerado como una de las salas con mejor acústica en el mundo. Junto a la opinión de su público habitual y de los músicos que lo frecuentan, en dos trabajos realizados por Leo Beranek y su colega Hidaka -uno publicado en el año 2000 dedicado a salas para ópera y otro en el año 2003 dedicado a auditorios para música sinfónica, se ubica al Colón como el teatro para ópera con mejor acústica y, sorprendentemente, como uno de las tres salas con mejor acústica para música sinfónica.

Estos datos aparecen también, en el último libro de Leo Beranek titulado “Concert Halls and Opera Houses” (año 2004). Los parámetros acústicos que tiene la Sala, se pueden encontrar en dicho libro, en la Pag. Nº 164.

Es precisamente esta calidad acústica la que se pretende preservar durante los trabajos de restauración y puesta en valor que se están desarrollando.

El Teatro Colón comenzó a construirse en el año 1889 a partir de un proyecto original del arquitecto Francisco Tamburini, que falleció antes de finalizar la obra. La continuó su colaborador y colega Víctor Meano. Meano muere en 1904 y lo sucede el célebre arquitecto belga Jules Dormal, quien se

contrata para concluir la obra. Las diferentes manos que actuaron sobre el proyecto se ven reflejadas en el eclecticismo estilístico que presenta el edificio: a los elementos propios del renacimiento italiano y de la arquitectura teatral alemana se le suman claras características provenientes de la escuela francesa, acentuadas a partir de la intervención de Jules Dormal. Finalmente, el Teatro Colón de Buenos Aires se inauguró el 25 de mayo de 1908.



Figura 1. Vista exterior del Teatro Colón



Figura 2. Vista panorámica del Teatro Colón desde la galería.

La sala principal, en forma de herradura algo alargada, cumple con las características generales del teatro italiano clásico en herradura. Tiene una capacidad total de 2.478 localidades, a los que se le pueden agregar unas 500 personas de pie. La platea tiene 29,25 m de ancho máximo, 32,65 m de largo y el cielorraso está a 28 m de altura.

La planta está bordeada de palcos abiertos, en estilo francés, hasta el tercer piso. A partir de este nivel se ubican las localidades de Cazuela, Tertulia, Galería y Paraíso. En total siete niveles por encima del de la platea, con un volumen de 20.570 m³.

El piso de la platea presenta una suave pendiente. Es posible nivelar este piso mediante un sistema de gatos mecánicos para transformar el recinto en un gran salón.

El escenario tiene 35,25 m de ancho, 34,50 m de profundidad y 48 m de altura. Su piso presenta una inclinación de tres centímetros por metro y posee un disco giratorio de 20,30 m que permite cambiar rápidamente las escenas. La boca del escenario está cerrada con un gran telón de terciopelo que se abre hacia los ángulos superiores a velocidad variable.

El foso de la orquesta, enmarcado por los palcos del arco del proscenio, tiene una capacidad para 120 músicos.

Es interesante notar que los accesos de todos los Niveles del Teatro, no tienen puertas, sino un doble cortinado muy pesado, separados por más de 4 m entre sí; salvo la entrada a cada palco que tienen una puerta de dos hojas, cada uno.

También es interesante notar, que en el nivel de platea, el conocido efecto del “seat – dip”, no es percibido, como ocurre en muchos de los teatros.

El edificio completo abarcaba originalmente 35.000 m² cubiertos, pero con los anexos subterráneos realizados a lo largo del siglo XX para albergar talleres de escenografía, vestimenta, zapatería y otras dependencias técnicas y administrativas, se alcanzó un total de 58.000 m² cubiertos.

En la actualidad el Teatro Colón produce completamente los espectáculos que desarrolla en cada temporada.

En el año 2001 comenzaron los trabajos de restauración y puesta en valor del edificio, que comprenden tres áreas bien definidas: el edificio histórico, la plaza y la caja escénica.

Por ejemplo, para cambiar la cubierta de chapa de hierro del Teatro, se construyó un sobretecho corredizo, que permitió ir cambiando toda la cubierta exterior sin que el Teatro dejara de funcionar.

2. Calidad acústica del Teatro Colón

En 1892, debido a las dudas surgidas acerca de la continuidad de la construcción del Teatro Colón, Víctor Meano publica un trabajo -a pedido de la Sociedad Científica Argentina- en donde enuncia los principios básicos del proyecto y describe sus características generales. En la publicación incluye un capítulo dedicado a las “Condiciones Acústicas”, en el que sostiene: “Todos los autores que han tratado la acústica aplicada a la construcción de salas de espectáculos, están de acuerdo en declarar, que la resolución de tal problema, carece de bases sólidas y seguras.” Meano fundamenta la forma de la sala esferoide, apoyándose en que la propagación de las ondas sonoras se da en forma esférica, poniendo como ejemplo la distribución semicircular de los teatros griegos y romanos, defiende la elección de la forma de herradura porque: “consigue una buena ubicación visual y auditiva para los espectadores y por los excelentes resultados que dio la forma de herradura italiana a los teatros europeos”. Además sostiene que el sonido debe morir

detrás de los oyentes a fin de no generar reflexiones o ecos no deseados. En su texto remarca la diversidad de opiniones y puntos de vista que existían en la acústica de la época.

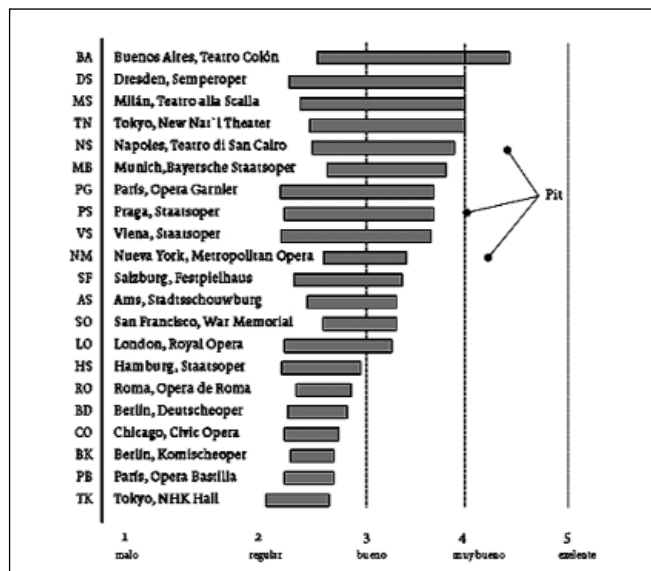
Al margen de los datos históricos referidos, lo cierto es que poco a poco la acústica del Teatro Colón fue adquiriendo un reconocimiento generalizado. La idea de que el Colón posee una acústica extraordinaria circula desde hace mucho tiempo entre músicos y especialistas.

Se había instalado a partir de comentarios aislados, de dichos de procedencia incierta y de unos pocos juicios realmente fundados. Las pocas opiniones realmente confiables provenían de músicos que, a partir de una carrera internacional, podían comparar la acústica del Colón con la de una buena cantidad de teatros de ópera de primera línea.

La calidad acústica se establece a partir de lo que perciben los oyentes. Sus opiniones y juicios no pueden ser reemplazados, por ejemplo, con los resultados de mediciones físicas. La única manera de establecer una lista ordenada de teatros de ópera de acuerdo a su calidad acústica es realizar encuestas con oyentes que conozcan dichos teatros y analizarlas con métodos estadísticos. Afortunadamente, este trabajo fue realizado por el célebre acústico Leo Beranek y publicado en el año 2000. Beranek y su colega Hidaka tuvieron que buscar personas que conocieran a la mayoría de los teatros de ópera del mundo. Lograron reunir las opiniones de 22 destacados directores de orquesta, que respondieron un cuestionario sobre la calidad acústica de salas de ópera que conocían. Las calificaron dentro de una escala de cinco niveles: mala, pasable, buena, muy buena y “una de las mejores”.

El resultado del trabajo se puede ver en la tabla 1. El Colón no solamente figura entre los mejores teatros de ópera, sino que ocupa un primer lugar bien distanciado del resto.

Tabla 1. Resultado del trabajo de Beranek sobre calidad acústica en teatros de ópera (Hidaka, T y Beranek, L. (2000).



Estas son razones sólidas para fundamentar la creencia de su excelente calidad acústica.

Como corolario, en otro artículo, publicado en noviembre de 2003, Leo Beranek repite la metodología anterior para clasificar los auditorios para música sinfónica según su calidad acústica. Aquí el Teatro Colón aparece en el tercer lugar, luego de dos salas construidas específicamente para ese fin: la *Grosser Musikvereinssaal* de Viena y el *Symphony Hall* de Boston.

El Teatro Colón ocupa, por su acústica, un lugar único entre las salas para música del mundo. Es precisamente esta calidad acústica la que se debe preservar durante los actuales trabajos de restauración y puesta en valor.

3. Criterios para la preservación de la calidad acústica del Teatro Colón

En este caso se trata de preservar el comportamiento acústico de una sala existente, caso muy diferente a la incertidumbre propia de la creación de una nueva sala. Por lo tanto, el primer paso consiste en conocer tan profundamente como sea posible la sala tal como funcionaba antes del comienzo de los trabajos de restauración.

Para realizar esta tarea contamos con varias fuentes de información:

- Planos de arquitectura actualizados.
- Archivos históricos del teatro.
- Estudios acústicos previos.
- Mediciones acústicas de la sala (modelo 1:1).
- Simulaciones digitales de la sala.
- Análisis auditivos realizados por músicos y especialistas.

A partir de este material se decidió sobre la factibilidad de cada una de las acciones previstas durante las tareas de restauración. A modo de ejemplo, se rechazaron por razones acústicas; las propuestas de modificación de los muros históricos de la capilla del escenario y el reemplazo de las rejillas originales de inyección de aire de la platea, por otras de mejor distribución y eficiencia térmica.

En resumen, se preservará en su totalidad la geometría de la sala (decisión que incluye las inclinaciones de los pisos de platea y escenario y la estructura de la caja escénica original). La intervención, en lo que respecta a la acústica de la sala, será reversible.

Metodología

La metodología elegida para lograr el objetivo de preservar la calidad acústica del Teatro Colón se puede dividir en las siguientes etapas:

1. Diagnóstico del estado acústico previo al comienzo de las tareas de restauración. Realización de mediciones del campo acústico en base a la norma ISO 3382.
2. Mediciones acústicas de la sala durante su desarme secuenciado, ántes y después del retiro de todos los materiales interiores de la misma.
3. Medición en laboratorio de las características acústicas de los componentes y materiales retirados de la sala.
4. Medición en laboratorio de las características acústicas de los componentes y materiales a incorporar en reemplazo de los retirados de la sala.
5. Elaboración de un modelo acústico digital para control del proceso de desarme-armado de la sala.
6. Mediciones acústicas de la sala durante su rearmado secuenciado.
7. Medición final con la sala completamente equipada y puesta en valor.
8. Comparación de las mediciones mencionadas en la etapa 1 (condición inicial) y en la etapa 7 (condición final)

Mediciones

Se realizaron numerosas mediciones en la sala y en laboratorio; con los métodos de cámara reverberante y de tubo de ondas estacionarias (tubo de Kundt). En lo que sigue se describen someramente dichas mediciones.

Mediciones del campo acústico de la sala antes del desarme

Durante los años 2006 y 2007 se realizaron mediciones acústicas en el Teatro Colón con el objeto de relevar las características acústicas del mismo acorde con la normativa específica de salas ISO-3382-1997. Fueron realizadas por el *Instituto Argentino de Acústica, Electroacústica y Áreas Vinculadas* bajo supervisión de los asesores acústicos responsables de las obras y certificadas por el *Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM)*.

Se colocó una fuente omnidireccional normalizada (dodecaedro) en 4 posiciones diferentes, con el piso del foso bajo y a nivel del piso del escenario, tal como se puede ver en la figura 3. La fuente se excitó con un barridos senoidales logarítmicos de 5,5 s de duración. Los micrófonos de medición se ubicaron en 21 posiciones diferentes dentro de la sala. En la figura 3 se pueden apreciar las posiciones en la platea.

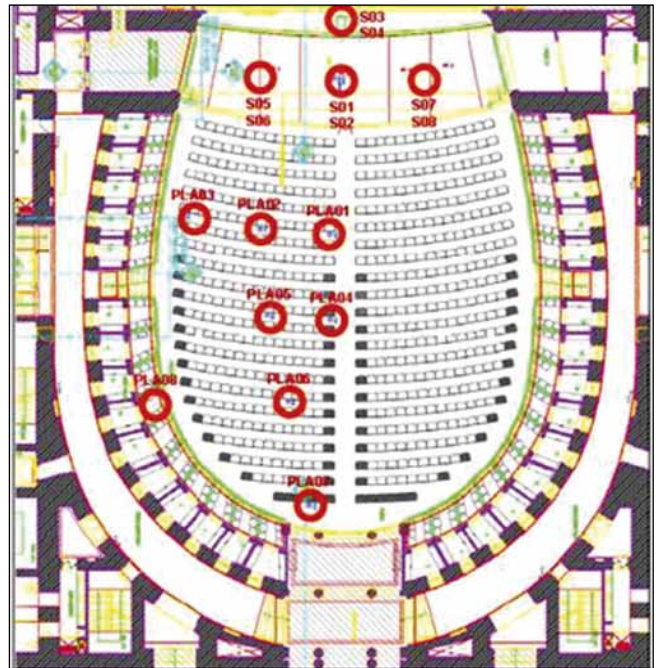


Figura 3. Posiciones de la fuente en escenario/foso y puntos de medición en platea.

En la Sala se midieron, entre otros, los siguientes parámetros: Tiempo de Reverberación (TR, T30 y T20), Tiempo de Decaimiento Temprano (EDT), Claridad (C80), Centro de tiempo (ts), Fracción de Energía Lateral (LF) y Factor de Intensidad relativa (G).

El conjunto de mediciones, que incluyen todos los parámetros definidos por la norma ISO 3382, permiten definir un mapa muy completo del comportamiento acústico del Teatro Colón antes de la intervención. Dicho mapa será usado como referencia base para toda la obra de puesta en valor. En las figuras 4 y 5 se pueden apreciar dos momentos en el desarrollo de las mediciones.



Figura 4. Mediciones previas en la sala.

Todo lo que
necesitas saber
sobre el mundo
del aislamiento
térmico, acústico
y de protección
contra el fuego

www.isover.net



Lo natural contra el ruido *arena*

El Aislamiento Acústico de tabiquería seca.
Con lana mineral *arena* conseguirá...

Aislamiento Acústico

Notable incremento frente a la tabiquería seca «vacía» gracias a la elevada elasticidad y máxima absorción del ruido.

Garantía de instalación

Producto flexible que se adapta totalmente a estructuras e instalaciones.

Altos rendimientos

Embalaje de alta compresión para gestionar menor volumen de producto.

Paneles compactos de corte fácil que evitan roturas y desperdicios en obra.

Incombustibilidad



www.isover.net
901 33 22 11
isover.es@saint-gobain.com

ISOVER
Construimos tu Futuro

Una marca Saint-Gobain



Figura 5. Mediciones previas en escenario.

Secuencia de mediciones durante el desarme escalonado de la sala

Se realizaron mediciones parciales bajo norma ISO 3382 cada vez que se completaba un paso en la secuencia de desarme de la Sala.

Dicha secuencia fue la siguiente:

- Retiro de las butacas de platea
- Retiro de las alfombras de platea
- Retiro de las butacas de niveles superiores
- Retiro de las sillas de palcos y banquetas de los antepalcos
- Retiro de los cortinados de palcos



Figura 6. Medición luego del retiro de las butacas de platea.

- Retiro de las alfombras de palcos
- Retiro de los cortinados de accesos
- Retiro de las alfombras del Paraíso

En las figuras 6 y 7 se pueden apreciar diferentes etapas de este proceso.

Secuencia de mediciones programadas durante el armado escalonado de la sala.

Se realizará en forma inversa al desarme anteriormente indicado, como está indicado a continuación: (es decir que el último elemento sacado, será el primero en montarse en la Sala).

- Colocación de las alfombras de palcos
- Colocación de los cortinados de palcos
- Colocación de las sillas de palcos y banquetas del antepalco
- Colocación de las butacas de los niveles superiores
- Colocación de las alfombras de la platea
- Colocación de las butacas de platea

Esto permitirá que si hay una diferencia relevante en las mediciones, al colocarse un material nuevo; este pueda ser cambiado por otro, que cumpla con la mediciones realizadas con el material original.

Mediciones en laboratorio

Se midieron en el Laboratorio de Acústica y Luminotecnia (LAL-CIC) de la Provincia de Buenos Aires muestras de los elementos retirados de la sala. Se empleó en casi todos los casos el método de medición de la absorción acústica en cámara reverberante -Norma IRAM 4065/95 o ISO 354.

En algunos casos se empleó el método del tubo de ondas estacionarias (tubo de Kundt) para realizar mediciones preliminares.



Figura 7. Medición luego del retiro de las alfombras de platea



Figura 8. Medición en laboratorio de los cortinados de la sala.

Los nuevos materiales que reemplazarán a los deteriorados, son medidos en idénticas condiciones que los originales y deben cumplir con las condiciones acústicas impuestas en el proyecto; además de las estéticas, ya que reemplazarán a los existentes.

En la figura 8 se pueden apreciar una instancia del proceso de medición en laboratorio.

Mediciones de ruido

Las mediciones de nivel sonoro realizadas en la Sala y en el Escenario, mostraron cierta debilidad en el aislamiento de este último; debido a cerramientos vidriados de escaso espesor (adecuados para la época en que el tránsito automotor no era tan ruidoso e intenso).

Se han proyectado cerramientos adicionales interiores (para no afectar estéticamente las fachadas) que mejorarán substancialmente los niveles interiores de ruido.

4. Conclusiones

La acústica original de la sala presenta leves variaciones debido a las distintas condiciones de uso de la misma, tales como sala vacía, con distinta cantidad y tipo de público, con cámara de concierto, con telón de escena colocado, con telón cortafuego, con diferentes escenografías, a escenario descubierto, etc. Como además el envejecimiento natural de los materiales altera su absorción, hemos decidido tomar como modelo a preservar el estado acústico de la sala anterior al comienzo de las actuales tareas de restauración y puesta en valor.

Es bien conocido el hecho de que la memoria auditiva de largo término es poco estable (se podría decir “suena distinto” aún en ausencia de cambios).

Por lo tanto hemos puesto gran esmero en la realización de mediciones físicas en forma muy cuidadosa. En este caso se trata de conservar un campo acústico existente y un completo mapeo acústico de la situación a conservar resulta necesario.

Por las razones anteriormente indicadas, manteniendo la geometría original de la Sala (incluyendo el piso) y del Escenario, controlando mediante mediciones las respuestas acústicas de todos los materiales nuevos, e instalando estos, en los mismos lugares en que se situaban los anteriores, la calidad acústica original de la sala se mantendrá sin alteraciones.

Bibliografía

Basso, Gustavo y Canalis, Ianina (2008). “Evaluación de la calidad acústica del Teatro Colón de Buenos Aires”, en *Actas del VI Congreso Iberoamericano de Acústica FIA 2008*, Buenos Aires.

Beranek, Leo (1996). “Concert Halls and opera houses: How they sound”, Acoustical Society of America, New York, 1996)

Beranek, Leo (2003). “Subjective Rank-orderings and Acoustical Measurements for Fifty-Eight Concert Halls”, *Acta Acustica*, vol. 89, 494-508.

Beranek, Leo (2004). “Concert Halls and Opera Houses”, Springer – Verlag New York, INC.

Canalis, Ianina (2007). “Evaluación de la calidad acústica del Teatro Colón de Buenos Aires”, UNLa, Lanús, Argentina.

Hidaka, T y Beranek, L. (2000). “Objective and subjective evaluations of twenty-three operahouses in Europe, Japan, and the Americas”, *Journal of the Acoustical Society of America*, 107 (1),368-383.

Meano, Víctor. (1892). “El nuevo Teatro Colón. Ángel Ferrari concesionario. Especificaciones y detalles de construcción y ornamentación. Cap. Condiciones acústicas” Bs. As. Argentina. Ed. Kraft.

Norma IRAM 4065/95.

Norma ISO 3382-1997.

Página oficial del Teatro Colón
<http://www.teatrocolon.org.ar/>

Pliego de Especificaciones Técnicas (PET) -Acústica - Gobierno de la ciudad de buenos aires -Master Plan -Teatro Colón.

CEES



“Muchas gracias por 40 años de confianza,
nuestros clientes son nuestra razón de ser.”

Equipo CESVA.

TECNIACÚSTICA® 2009 CÁDIZ



40º Congreso Nacional de Acústica
Encuentro Ibérico de Acústica
Simposio Iberoamericano y Europeo sobre Acústica Ambiental y Edificación
Acústicamente Sostenible
Cádiz, 23 – 25 septiembre 2009

Del 23 al 25 de septiembre de 2009 se ha celebrado en Cádiz el 40º Congreso Nacional de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica y el Simposio Iberoamericano y Europeo sobre Acústica Ambiental y Edificación Acústicamente Sostenible.

TECNIACÚSTICA 2009 CÁDIZ ha sido organizada por la Sociedad Española de Acústica (SEA), el Laboratorio de Ingeniería Acústica de la Universidad de Cádiz (UCA), el Instituto de Acústica –CSIC y la Sociedade Portuguesa de Acústica (SPA).



El Congreso ha contado con la colaboración del Ayuntamiento de Cádiz, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, la Diputación de Cádiz, la Universidad de Cádiz, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, el Ministerio de Vivienda, la Asociación Europea de Acústica (EAA), la Comisión Internacional para Acústica (ICA) y la Federación Iberoamericana de Acústica (FIA).

Las sesiones técnicas-científicas se han desarrollado en las bellas instalaciones de la Facultad de Filosofía y Letras de la UCA.

El acto inaugural del Congreso estuvo presidido por el Rector de la Universidad de Cádiz, Prof. Diego Sales Márquez; al que acompañaban en la mesa presidencial el Teniente de alcalde del Ayuntamiento de Cádiz y delegado de Vivienda, Rehabilitación, Cádiz 2012 y Comunicación, D. Juan José Ortiz Quevedo; el Decano de la Facultad de Filosofía y Letras de la UCA, Prof. Manuel Arcila

Garrido; el Presidente de la SEA, D. Antonio Pérez López; el Director del Instituto de Acústica del CSIC, Dr. Carlos Ranz-Guerra; el Presidente de la SPA y de la FIA, Prof. Jorge Patricio; el Presidente de la Asociación Europea de Acústica, Prof. Luigi Maffei; el Director de la Escuela Superior de Ingeniería de la UCA, Prof. Mariano Marcos Bárcenas, y el Secretario General de la SEA, Prof. Antonio Calvo-Manzano.



Durante la intervención en este acto inaugural el Presidente de la SEA, en nombre de la misma, rindió homenaje al miembro del Consejo Rector de la SEA Harald Aagesen, recientemente fallecido, haciendo entrega de una placa a su viuda y a su hijo en reconocimiento a la labor desarrollada en la SEA y a su contribución al desarrollo de la Acústica en España, destacando su gran calidad humana y profesional.

Así mismo, el Presidente de AECOR D. Julián Domínguez hizo una glosa de Harald Aagesen, haciendo entrega a su viuda e hijo de la figura como Socio de Honor de AECOR.

A continuación, se hizo entrega de una placa conmemorativa de la SEA a la empresa CESVA Instruments con ocasión del 40º Aniversario de su fundación y en reconocimiento a su valiosa aportación al desarrollo de la instrumentación acústica. La placa fue recogida por su Director General D. Joan Casamajó.

Igualmente se hizo entrega de una placa al Laboratorio de Ingeniería Acústica de la UCA por su contribución a la formación de técnicos en Acústica mediante el Máster de

TECNIACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

Acústica que imparte la UCA y en reconocimiento a su entusiasta y eficaz colaboración en la organización de la presente TECNIACÚSTICA. Recogió la placa el Director del Laboratorio Prof. Ricardo Hernández Molina.

Durante este acto inaugural se hizo también entrega de la **Caracola SEA** a tres distinguidas personalidades europeas de la Acústica que a lo largo de los últimos años han apoyado vehementemente a la SEA y colaborado en nuestras actividades. Con ello la Sociedad Española de Acústica quiere manifestar su vocación europea, así como el reconocimiento a estas tres prestigiosas personalidades acústicas europeas. Los premiados son:



Prof. Luigi Maffei, Presidente de la Asociación Europea de Acústica, Profesor y Director del Centro Interdepartamental para el Control del Ambiente en la Edificación, de la Facultad de Arquitectura de la Segunda Universidad de Nápoles, Italia



Prof. Michael Vorländer, Vicepresidente de la Asociación Europea de Acústica, Profesor y Director del Instituto de Acústica Técnica de la Universidad del Rin-Westfalia en Aquisgrán, Alemania



Prof. Jorge Patricio, Presidente de la Sociedad Portuguesa de Acústica, Presidente de la Federación Iberoamericana de Acústica, e Investigador del Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil de Lisboa, Portugal

En la intervención del Secretario General de la SEA, Prof. Antonio Calvo-Manzano, se hizo pública la decisión de los comités de evaluación que han concedido los distintos premios y ayudas que la SEA otorga anualmente.



El premio “Andrés Lara” para Jóvenes Investigadores Acústicos ha recaído en la edición del año 2009 en Antonio José Torija Martínez por su trabajo “*Modelo para la predicción de la estructura temporal y espacial de los paisajes sonoros urbanos basado en redes neuronales*”. El premio conlleva una dotación económica de 2.000 € y la publicación del citado trabajo en un próximo número de la Revista de Acústica, publicación periódica de la SEA.

Las Becas SEA, con una dotación económica de 1.500 €, para cursar estudios de Máster en Acústica durante el curso 2009-2010 han recaído en Ainhoa Suso Mendizábal, de la Universidad de León; David Lorente Izquierdo, de la Universidad Politécnica de Valencia; José Antonio Ballesteros Garrido, de la Universidad Politécnica de Madrid; Jems Peters, de la Universidad Politécnica de Madrid y Miguel Ángel Gómez Alonso, de la Universidad de Extremadura.

Las Bolsas de Viaje SEA para asistir a TECNIACUS-TICA'09, con una dotación económica de 300 €, han sido concedidas a Gonzalo Vallejo Ortega, de la Universidad de Valladolid; Guillermo Rey Gozalo, de la Universidad de Extremadura; María Arias Fontalba, de la Universidad de Cádiz; Pablo Alloza Frutos, de la Universidad Europea de Madrid; Pedro Luís Jiménez González, de la Universidad Ramón Llull y Noé Jiménez González, de la Universidad Politécnica de Valencia.

Las carteras de los congresistas han sido patrocinadas por la empresa CESVA Instrumens, con motivo de la celebración de su 40 aniversario.

En el congreso han participado 209 acústicos de España, Portugal, Iberoamérica y Europa y otros países europeos.

TECNIACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

Durante el Congreso se han impartido tres Conferencias Plenarias:

- *Situação actual da acústica ambiental e da edificação acusticamente sustentable em Portuga*, por Jorge Patricio del Laboratorio Nacional de Engenharia, Lisboa. La conferencia fue presidida por el Prof. Amando Garcia, Vicepresidente de SEA
- *Audición en los adolescentes: un programa multidisciplinario para su conservación y promoción*, por Mario René Serra, Ester Cristina Biassoni del Centro de Investigación y Transferencia Acústica de la Universidad Tecnológica Nacional. Córdoba. Argentina. La conferencia fue presidida por el Prof. Jorge Patricio, Presidente de SPA y FIA
- *La normativa acústica española de edificación en la actualidad* por Ana María Delgado Portela. Ministerio de Vivienda. La conferencia fue presidida por el Dr. Carlos Ranz-Guerra, Director del Instituto de Acústica – CSIC y miembro del Consejo Rector de SEA

A lo largo de los tres días del congreso se han presentado un total de 112 comunicaciones por 425 autores, en cuatro salas en paralelo.

El jueves, día 24, se celebró una Mesa Redonda con el título de *La Normativa en materia de Contaminación Acústica en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía*, en la que participaron D.^a Cristina Litrán Ramos, de Consejería de Medio Ambiente la Junta de Andalucía; D. José Manuel Sanz Sá, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; D. Fernando Segués, del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas – CEDEX; D. Plácido Perera, del Ayuntamiento de Madrid y D. José Luis Cueto, del Laboratorio de Ingeniería Acústica de la UCA.



El acto de clausura estuvo presidido por el Presidente de Honor de la SEA, Prof. Don Andrés Lara Sáenz, acompañado en la mesa presidencial por el Director del Institu-

to de Acústica del CSIC, D. Carlos Ranz-Guerra; el Presidente de la Sociedade Portuguesa de Acústica y Presidente de la Federación Iberoamericana de Acústica, Prof. Jorge Patricio; el Vicerresidente de la Asociación Europea de Acústica, Prof. Michael Vorländer; el Director de la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz, Prof. Mariano Marcos Bárcenas; el Director del Laboratorio de Acústica de la Universidad de Cádiz, Prof. Ricardo Hernández Molina; y el Secretario General de la Sociedad Española de Acústica, Prof. Antonio Calvo-Manzano.

Al final del Acto de Clausura se procedió a la presentación de próximos eventos acústicos:

- INTERNOISE 2010 por Sonia Antunes.
- TECNIACÚSTICA' 10 por Eduardo García Ortiz
- Euronoise 2010 por Michael Vorländer
- También se hizo pública la presentación de AAUCA, Asociación Andaluza de Ingenieros y Consultores Acústicos, que corrió a cargo de su Presidente D. Fernando López Santos.

Terminó este acto de clausura con la intervención del miembro del Consejo Rector de la SEA D. Juan José Martínez Requena que dio lectura a una oda a Cádiz, compuesta por él.

Como en ocasiones anteriores, en la sede del Congreso hubo una representación de empresas expositoras en stands preparados a tal efecto, exposición en la que participaron:

AAC CENTRO DE ACUSTICA APLICADA
ARIES INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.A.
ROCKWOOL PENINSULAR S.A.U.
EYGEMA, TECNITAX, PDdeAUDIO
PRODUCTOS FLEXIVEIS S.A.
dBA ACÚSTICA
ESI GROUP
SVANTEK ESPAÑA S.L.
UNIVERSIDAD DE CADIZ
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ACÚSTICA, SEA

Participaron en la entrega de documentación a los asistentes al congreso:

TMA - TASVALOR MEDIO AMBIENTE S.L.
IBERMAD MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO S.L.
ISOVER. ACUSTICS AMBIENT S.L.

El miércoles, día 23, por la tarde hubo tres Demostraciones Técnicas, a cargo de:

TECNIACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

ROCKWOOL PENINSULAR S.A.U.
PRODUCTOS FLEXIVEIS S.A.
SVANTEK ESPAÑA S.L.

Los actos sociales del Congreso fueron iniciados por la Recepción que el Excmo. Ayuntamiento de Cádiz ofreció a los congresistas. En el salón de plenos del Excmo. Ayuntamiento de Cádiz fueron recibidos por el Teniente de Alcalde de Desarrollo Económico (Urbanismo y Fomento), Presidencia y Área Metropolitana, D. Ignacio Romání Cantera, los asistentes a TECNIACUSTICA'09 el cual dio, en nombre de la Excmo. Sra. Alcaldesa de Cádiz que no pudo asistir al acto, la bienvenida a todos los participantes en el Congreso, deseándoles que los trabajos de estos días resultaran del mayor interés para todos los asistentes y ofreciendo la hospitalidad de que hace gala la ciudad de Cádiz.

Contestaron a estas amables palabras el Presidente de la SEA, D Antonio Pérez-López y el Presidente de la SPA y de la FIA, Prof. Jorge Patricio, para dar las gracias en nombre de todos los participantes en TECNIACÚSTICA'09. Tras este acto protocolario, el Ayuntamiento de Cádiz ofreció un cóctel a los asistentes.

Durante el paseo que los asistentes al congreso realizaron desde el Ayuntamiento a la Catedral, fueron gratamente sorprendidos por el toque de las campanas de la Catedral que, a horas tan poco adecuadas, nos ofreció el Campanero de la Catedral y asistente al Congreso, el Prof. Juan Luís Beira Jiménez, artífice de la realización del programa informático de actuación de las campanas que incluso se activa por control remoto mediante una llamada desde un teléfono móvil. Todos los asistentes agradecieron muy sinceramente la grata sorpresa que nos deparó nuestro compañero y amigo Juan Luís.



Con el título Música en la Catedral de la Américas, el Conjunto vocal e instrumental Virelay, Capilla Musical de la Catedral de Cádiz, ofreció un concierto de obras de los siglos XVII y XVIII de compositores que fueron Maestros de Capilla de la Catedral de Cádiz.

Antes del mismo, el Secretario General de la SEA, Prof. Antonio Calvo-Manzano, hizo una breve introducción al concierto, comentando el significado de las Capillas Musicales durante los siglos XIV al XVIII y que hoy todavía se conservan en su versión eclesial, y la importancia del puesto de Maestro de Capilla. También hizo alusión al significado del nombre del conjunto musical Virelay y una breve descripción de las obras que componían el programa del concierto.

El concierto fue muy aplaudido por los asistentes que quedaron gratamente sorprendidos por la belleza de las obras interpretadas y la calidad del grupo Virelay.

La tradicional cena oficial del Congreso se desarrolló en el marco incomparable del Baluarte de los Mártires, fortaleza gaditana del siglo XVII, y contó con la casi totalidad de los congresistas y sus acompañantes.

A los postes se sortearon varios regalos que 20 entidades y empresas habían donado para este acto.

Las empresas que han participado con sus obsequios han sido:

AAC CENTRO DE ACÚSTICA APLICADA
ACUSTELL, ACÚSTICA Y TELECOMUNICACIONES
AECOR
ALAVA INGENIEROS
ARIES
AUDIOTEC
BILBAO AGENDA 21
BRÜEL & KJÆR IBÉRICA
CESVA INSTRUMENTS
CIDAUT
DANOSA
dBA, ACÚSTICA
EYGEMA
PdAUDIO
ROCKWOOL PENINSULAR
TECNITAX
LABORATORIO DE ACÚSTICA APLICADA DE LA UNIVERSIDAD DE LEÓN
LABORATORIO DE INGENIERÍA ACÚSTICA DE LA UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
DIPUTACIÓN DE CÁDIZ. ÁREA DE MEDIOAMBIENTE
SPA + SEA

Después de la Cena hubo un Fin de Fiesta que contó con la intervención de la Chirigota "Los Enteraos" que fue muy aplaudida por todos los asistentes.

Simultáneamente a la celebración del Congreso se realizaron varias actividades paralelas relacionadas con la acústica:



TECNIACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

- Seminario satélite sobre aplicación del DB-HR. Herramientas de ayuda y casos prácticos.
- Grupo de Trabajo de Características Acústicas de dispositivos reductores de ruido del Subcomité de AENOR AEN/CTN 135/SC6: Barreras Anti-ruido.
- Reunión del Subcomité de AENOR: AEN/CTN 74/SC1: Ruido.
- Reunión del Subcomité de AENOR: AEN/CTN 74/SC2: Acústica de Edificios.
- Reunión del Subcomité de AENOR: AEN/CTN 74/SC3: Acústica de Maquinaria.
- Reunión Plenaria del Comité de Acústica de AENOR: AEN/CTN74: Acústica.
- Reunión de Directores y Responsables de los Másteres en Acústica

El Seminario sobre Aplicación del DB HR, Herramientas de ayuda y casos prácticos, satélite al Congreso TECNIACÚSTICA 2009 Cádiz, se desarrolló el día 22 en el Auditorio de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Cádiz.

Este seminario fue organizado por el Ministerio de Vivienda, la Sociedad Española de Acústica -SEA-, la Asociación Española para la Calidad Acústica -AECOR-, el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja -IETec- (CSIC), y el Laboratorio de Ingeniería Acústica de la Universidad de Cádiz.

El objeto de este seminario era presentar el Documento Básico DB-HR, las modificaciones señaladas, no sólo de forma teórica sino también mediante ejemplos, y mostrar las herramientas desarrolladas para facilitar su correcta aplicación y cumplimiento.

El programa contó las intervenciones de:

- Ana Delgado Portela, de la Subdirección General de Innovación y Calidad de la Edificación Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda Ministerio de Vivienda, que hizo la *Presentación general, el Marco reglamentario y la Visión general del DB-HR*.
- José Antonio Tenorio, de la Unidad de calidad en la construcción. IETec. CSIC. "*Opción general del DB HR: Método de cálculo de aislamiento acústico*"
- Luíis Vega, Jefe de la unidad de calidad en la construcción. IETec. CSIC. "*Opción simplificada del DB HR: Soluciones de aislamiento acústico*"

- Luis Vega Catalán, Jefe de la unidad de calidad en la construcción. IETec. CSIC y José Antonio Tenorio Ríos, Unidad de calidad en la construcción. IETec. CSIC. "*El DB-HR y las herramientas complementarias de Ayuda: Catálogo de Elementos Constructivos, Herramienta Informática, Guía de aplicación del DB HR, Sistema informático para facilitar el cumplimiento del DB-HR – CTE*"
- Elena Santiago Monedero, Secretaria General de la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida -HISPALYT-, y Fernando Igualador, de la Asociación de Fabricantes Españoles de Lanar Minerales Aislantes -AFELMA-. "*Soluciones de aislamiento acústico*"
- Julián Domínguez, Presidente de la Asociación Española para la Calidad Acústica – AECOR. "*Puesta en obra e instalaciones*"
- Ana Espinel, Directora de la Comisión de Legislación y Calidad de AECOR. "*Control de cumplimiento del DB-HR*"

Mesa redonda "*La visión de los profesionales*" moderada por Julián Domínguez, Presidente de la Asociación para la Calidad Acústica -AECOR- contó con las intervenciones de los ponentes siguientes:

- Antonio Cornejo, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Cádiz -COATC-
- Francisco J. Basallote, Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz -COAC-
- Francesc Daumal, E.T.S. de Arquitectura de Barcelona, UPC
- Luis Vega, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja -IETec- (CSIC)
- José González Outon, Laboratorio de Ingeniería Acústica, UCA

El seminario fue seguido con verdadero interés por los 75 asistentes, de los cuales 20 eran becarios, alumnos del Máster de Acústica de la UCA.

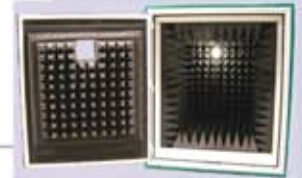
Para ver la reseña del Congreso y una galería fotográfica del mismo, puede consultar la página web de la Sociedad Española de Acústica www.sea-acustica.es.

Aries Ingeniería, especialista en el área de Acústica, ofrece soluciones completas y adaptadas a cada necesidad.



CÁMARAS ANECOICAS

Diseñadas a medida para cada tipo de ensayo y espécimen



LABORATORIOS DE CALIBRACIÓN

Sistemas completos de verificación y/o calibración



ACÚSTICA DE EDIFICIOS

Sonómetros y analizadores preparados para medir:

- Inmisión de ruido en viviendas
- Aislamiento acústico a ruido aéreo entre locales
- Aislamiento acústico a ruido de impacto
- Aislamiento acústico de fachadas
- Tiempo de reverberación



ACÚSTICA MEDIOAMBIENTAL

- Ruido en puesto de trabajo
- Potencia sonora de maquinaria
- Monitorización de aeropuertos
- Ruido de tráfico
- Mapas acústicos



www.aries.com.es

EXPOACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

AAC Centro de Acústica Aplicada S.L.



AAC Centro de Acústica Aplicada S.L. es una ingeniería independiente especializada en el campo del ruido, la acústica y las vibraciones, así como en contaminación lumínica. Desde 1996 estamos acreditados por ENAC como Laboratorio de Ensayos con el mayor alcance en el campo acústico, lo que es una referencia de la capacitación técnica en este campo, que además se refrenda por una amplia relación de estudios y asistencia técnica desde hace más de 15 años.

Como consecuencia de esta especialización y experiencia, AAC es el distribuidor (único producto comercializado) para España y Portugal del modelo SoundPLAN®, ya que la política de esta firma comercial es contar con colaboradores técnicos con experiencia práctica en la aplicación del modelo, para poder ofrecer una mejor asistencia técnica a los usuarios y una formación basada en la aplicación real del modelo.

SoundPLAN® es el líder mundial en software para la caracterización de ruido ambiental. Le avalan sus más de 20 años de experiencia y sus cerca de 5.000 usuarios repartidos por más de 40 países de todo el mundo.

La versión 7.0, que acaba de salir al mercado, representa un nuevo paso de gigante en cuanto a las capacidades del programa y su velocidad de cálculo.

Algunas de las características que lo hacen destacar sobre el resto son:

- Su carácter modular permite adecuar la estructura del programa a las necesidades de cada usuario
- Gran versatilidad a la hora de importar los datos de entrada y exportar los datos de salida en diferentes formatos
- Aún con la configuración más básica, no posee limitación alguna ni en cuanto a número de elementos a utilizar, ni en cuanto al tamaño del proyecto.
- La nueva versión incluye el Método de Búsqueda Dinámica para la realización de los cálculos (que jerarquiza las fuentes para cada receptor y las calcula de acuerdo a un margen de incertidumbre definible). Esto convierte pro-

bablemente a SoundPLAN® en el programa más veloz del mercado (si se comparan programas con los mismos parámetros de cálculo). Recientemente SoundPLAN® llevó a cabo el mayor Mapa de Ruido del Mundo, el Mapa de Ruido de Ferrocarril de todo Alemania (8 millones de edificios, 36 millones de receptores, 12.000 km de líneas de ferrocarril...)

- Herramientas de aceleración de cálculo como el Cálculo Distribuido para repartir el cálculo entre tantos ordenadores como se quiera de una red (con una única licencia) o el "Tiling", que establece áreas parciales de cálculo en grandes zonas
- La asistencia técnica a los clientes la realiza personal técnicamente especializado, con años de experiencia en el manejo del programa
- Potente herramienta para optimizar barreras acústicas (superficie mínima para alcanzar determinados niveles) en función de criterios como: superficie, coste, población afectada... Se puede llevar a cabo mediante módulos de cualquier tamaño (en longitud y altura), combinando diferentes materiales. En la nueva versión se incluye la posibilidad de modelizar pantallas complejas (con elementos curvos, con voladizo, etc). También se pueden introducir bocas de túnel
- Incorporación de futuros métodos europeos de cálculo, como el Nord2000, base de los proyectos Harmonoise e Imagine. Se garantiza que cuando la UE divulgue oficialmente algún nuevo método, SoundPLAN® lo incorporará sin coste alguno para el cliente con mantenimiento
- La estructura de SoundPLAN® está diseñada para facilitar el estudio acústico posterior al mapa de ruido. Así, en un mismo proyecto se pueden plantear tantas alternativas como se quieran (otros programas requieren un proyecto nuevo), como incrementos o disminuciones de tráfico, cambios de velocidad, vehículos pesados, pavimento, nuevos trazados o edificaciones, etc. De esta forma se pueden comparar escenarios y representar gráfica o numéricamente dónde y cuánto mejoran o empeoran los cambios planteados, en qué medida se ve afectada la población, etc. sin la necesidad de combinar diferentes proyectos
- Además dispone de otras muchas opciones: Módulos para la identificación de zonas problemáticas, cálculo de niveles en interior (y de interior a exterior), impresionantes gráficos y animaciones, dispersión de contaminantes atmosféricos...y mucho, mucho más

Para mayor información, consulte la página web: <http://www.aacacustica.com/>

EXPOACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

ARIES Ingeniería y sistemas, S.L.



Aries comprende el valor del silencio, por eso capturamos el sonido. Expertos en acústica y vibración.

ARIES ofrece un amplio abanico de soluciones para vibración y ruido. Instalación, formación, consultoría, equipos y sistemas. ¡Llévate en mano. Garantizadas por un equipo de profesionales altamente cualificados y con el respaldo de nuestro área de investigación y desarrollo.

ARIES Ingeniería y Sistemas, S.L.
Calle de la Industria, 10. 11010 San Pedro de Alcázar (Cádiz).
Tel: +34 952 81 11 11. Fax: +34 952 81 11 12.
www.aries.com.es

ARIES
INGENIERÍA Y SISTEMAS, S.L.

Aries Ingeniería y Sistemas desarrolla la nueva fuente de fachadas ARA.

~ La nueva fuente es capaz de caracterizar la transmisión acústica en fachadas, conforme a la norma ISO 140-5.

~ El dispositivo, con una directividad controlada, permite ensayar fachadas de mayor tamaño sin repetir el ensayo en distintas posiciones

Aries Ingeniería y Sistemas ha anunciado el lanzamiento de un altavoz optimizado para fachadas que permite efectuar mediciones del aislamiento acústico a ruido aéreo, tanto de la fachada en su conjunto, como de cada uno de sus elementos. La norma ISO140-5, que establece los procedimientos y requisitos para el ensayo in situ de elementos de fachadas, especifica la necesidad de asegurar diferencias menores de 5dB en todas las bandas de frecuencia de interés, medidas sobre una superficie del mismo tamaño y orientación de la pared o elemento de ensayo.

Estos requerimientos difieren de las especificaciones para las fuentes omnidireccionales usadas en ensayos de interiores, cuya directividad se evalúa en ángulos de 30°. Aries Ingeniería y Sistemas ha desarrollado una solución para evitar este problema: dos vías con simetría coaxial, que mejoran y controlan la directividad. De este modo, es posible ensayar fachadas de mayor tamaño sin necesidad de repetir el ensayo en distintas posiciones.

La fuente de fachadas ARA dispone de distintas caras con angulación de 0°, 23,5° y 45° para lograr una adaptación adecuada a las diferentes alturas y distancias.

Las prestaciones que caracterizan a la fuente de fachadas ARA son las siguientes:

- Amplia cobertura en todas las bandas de interés.
- Alta potencia acústica.
- Resistencia a la intemperie.
- Respuesta en frecuencia ascendente.
- Facilidad de transporte y orientación, ya que dispone de asas y dos caras en ángulo.

- Diseñada para funcionar con el amplificador/generador Nor280.

La fuente de fachadas ARA resulta un instrumento de medición muy ligero, gracias a los imanes de neodimio, y ofrece un alto nivel de presión sonora. Además del peso, las características técnicas más significativas de la nueva fuente de fachadas ARA son:

- Diámetro de altavoces.
- Unidad de graves: 380 mm.
- Unidad de agudos: 100 mm.
- Potencia admisible: 500 W.
- Sensibilidad: 100 dB/m @ 2.83 V.
- Impedancia nominal: 8 Ohm.
- Amplificador/generador asociado: Nor280.
- Conexionado: Neutrik Speakon.

Aries Ingeniería y Sistemas es una compañía de ingeniería, independiente, global y diversificada que desarrolla soluciones eficientes de alto valor añadido, que integran la tecnología más avanzada junto al equipo de profesionales mejor cualificado. La compañía, con presencia en más de 20 países, desarrolla una estrategia dirigida a mercados especializados que permiten crecer de forma rentable, fuerte y estable.

Aries ofrece servicios de ingeniería que incluyen estudios de viabilidad, ingeniería básica y de detalle, construcción, puesta en marcha y operación de proyectos, en los sectores de Automoción, Industrial, Defensa y Seguridad, y Energía. En éste último, además, promueve el desarrollo de fuentes de energía limpias mediante el diseño e implantación de centrales solares termoeléctricas, plantas fotovoltaicas y parques eólicos.

En la actualidad, la compañía se encuentra en fase de expansión internacional en varios continentes, con especial atención a las regiones de Europa, EE.UU., Norte de África, Oriente Medio, India y China. Como consecuencia del crecimiento en el exterior, la compañía opera una oficina en San Francisco (Estados Unidos), uno de los mercados más prometedores para el desarrollo de energías renovables. Además, Aries prevé la apertura de otra oficina en China, donde existen atractivas oportunidades de negocio, especialmente en el área de seguridad en el transporte.

Para mayor información, consulte la página web:
<http://www.aries.com.es/>

EXPOACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

dBA, acústica



dBA especialistas en aislamiento acústico, cuenta con profesionales especializados para cada etapa del proyecto. Una plantilla de expertos formada por técnicos, jefes de obra, comerciales, administrativos y montadores.

Además del servicio de aislamiento acústico, la empresa realiza estudios acústicos, mediciones, certificaciones, como también trabajos de tabiquería y techos decorativos.

Integración Vertical

Este sistema de trabajo y organización permite que dBA ofrezca un servicio optimizado y estructurado.

- 1- Realización del presupuesto
- 2- Compromiso de forma contractual
- 3- Ejecución
- 4- Medición
- 5- Certificación

Esta forma de trabajo permite tener total control sobre el proceso de aislamiento. Es por ello que dBA, acústica garantiza el cumplimiento de las soluciones de aislamiento. El compromiso asumido hace de la empresa los únicos responsables del aislamiento acústico.

Estudio Acústico

dBA, acústica desarrolla el Estudio Acústico necesario para el proyecto, basándose en los datos de situación, actividad a la que se dedicará el local, actividades de los locales colindantes, entorno, etc.

Presupuesto

Para la realización del presupuesto, el personal especializado de dBA, acústica visita al local para tomar medidas reales y observar posibles peculiaridades del mismo. De esta forma los presupuestos son absolutamente personales y objetivos a cada situación.

Compromiso real

Al contratar un servicio con dBA, ésta se compromete contractualmente a la ejecución del aislamiento acústico que

requiera la actividad del local. dBA trabaja con márgenes que permiten obtener aislamientos por encima del nivel requerido. El contrato incluye la medición, certificación, elaboración de los informes pertinentes y su visado, en caso que sea necesario.

Ejecución

dBA cuenta con un equipo formado por personal propio, profesionales especializados en el montaje de soluciones de aislamiento acústico. Además la empresa cuenta con una Dirección de Obra, que visita constantemente cada uno de los locales en los que actúa. Al inicio de cada obra, dBA establece una reunión al inicio de cada obra con el resto de los gremios, para coordinar las actuaciones técnicas y plazos de ejecución.

Medición

dBA cuenta con equipos de técnicos especializados en mediciones y utiliza equipos de vanguardia para la medición acústica. Todos sus equipos están homologados y con su documentación al día.

dBA ofrece una atención rápida y personalizada en cualquier punto de España.

Certificación

dBA realiza los informes pertinentes y se encarga de que sean visados por el colegio de acuerdo a la normativa vigente en cada lugar.

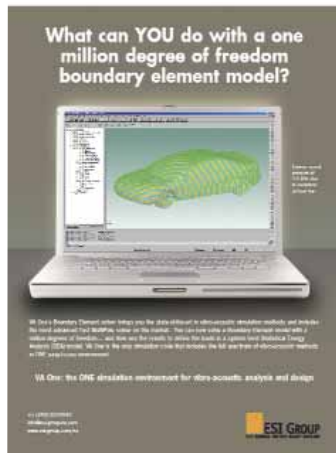
dBA se encuentra en constante investigación para desarrollar nuevas soluciones creativas y más eficaces. De esta manera ofrece soluciones concretas e innovadoras para cada problema acústico.

- En dBA ha desarrollado una solución para el suelo con el mínimo grosor para el aislamiento del impacto acústico, testada por su equipo técnico. Esta solución está especialmente indicada en locales con poca altura.
- También dispone de soluciones de techos acústicos de menor grosor al habitual.
- dBA analiza cada una de sus obras realizadas, con el objetivo de mejorar la eficacia técnica y optimizar económicamente los costes de las obras.

Para mayor información, consulte la página web: <http://www.dba-acustica.com>

EXPOACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

ESI Group



ESI Group es la empresa de referencia a nivel mundial gracias a sus soluciones de simulación. Con ellas, nuestros clientes han conseguido recortar el ciclo de desarrollo de producto, eliminando los riesgos de garantía y reduciendo costes.

Con la central en París (Francia) y presencia en prácticamente todos los países desarrol-

lados, ESI Group apuesta por la excelencia en sus soluciones de ingeniería y de software, a través de una red de oficinas cercanas a sus clientes.

La actividad de ESI Group se sustenta fundamentalmente en:

- Prestación de servicios de ingeniería y consultoría utilizando técnicas de simulación, con productos propios de ESI o desarrollados por terceras partes.



En sus trabajos de consultoría, ESI aplica el amplio conocimiento en técnicas de simulación, de su red de más de 700 ingenieros y sus diferentes centros de excelencia alrededor

del mundo, expertos en ingeniería mecánica, fluidos, acústica, electro-magnética, y materiales compuestos, acumulado



durante más de 35 años de presencia en el mercado.

Dentro de la oferta de ESI, juega un papel principal la simulación de procesos de fabricación tales como estampación, soldadura, fundición, fabricación con materiales

compuestos, etc, y la influencia de estos procesos en el comportamiento estructural posterior de los diversos componentes.

- Comercialización de software de desarrollo propio, soporte, training, transferencia de tecnología, en distintas áreas entre ellas la acústica:

La calidad de los ruidos y las vibraciones es un factor esencial en la concepción de una amplia gama de productos, desde automóviles y aeronaves a electrodomésticos. Los problemas vibro-acústicos suelen ignorarse hasta la construcción y las pruebas de los prototipos, en una fase avanzada del proceso de estudios y tras unos gastos nada desdeñables.

VA One es el resultado de los programas AutoSEA2 y RAYON que integran las técnicas más recientes en términos de solvers mediante el análisis de los elementos finitos (FEA), el método de los elementos de contorno (BEM) y el análisis estadístico de energía de los sistemas dinámicos (SEA) en un entorno de gran simplicidad de uso dedicado al análisis y la concepción de los sistemas vibro-acústicos.

Para mayor información, consulte la página web: <http://www.esi-group.com/>

EXPOACÚSTICA® 2009 CÁDIZ



EYGEMA

GRUPO EYGEMA



Eyger nace en el seno de Eygema heredando su espíritu consultor, carácter de ingeniería y filosofía basada en la investigación y la innovación.

También se reflejan en Eyger los casi 20 años de experiencia de Eygema en el sector medioambiental, habiéndose dado en los mismos un largo bagaje en el campo de la acústica que nos ha llevado a ser referencia en el sector.

Eyger pone a disposición de sus clientes los recursos y experiencia adquirida para ofrecerles con total solvencia sus servicios en el estudio y gestión del ruido. Nuestra empresa ofrece a sus clientes un abanico de productos y servicios relacionados con la contaminación acústica, que van desde la realización de ensayos, diagnósticos y estudios de cualquier índole, al suministro de sistemas de control y gestión de actividades, sistemas de información, así como de equipos de medida y formación, todo siempre orientado al control y gestión municipal del ruido.

Para mayor información, consulte la página web: <http://www.eygema.com/>

GRUPO TECNITAX



Grupo TAX, es un grupo de Ingeniería compuesto por las entidades TECNITAX® e INSPECCIONA®, dedicado a la prestación de servicios de Alta Cualificación Técnica en el Sector de Acústica, Ruido y Vibraciones.

Para ello, su cuerpo técnico dispone de conocimientos suficientes tanto a nivel técnico, como de situación de mercado y sus tendencias, para ofrecer a sus clientes servicios de:

- Diagnóstico y certificación de Ruido y Vibraciones adaptados a la normativa de medioambiente, industria, edificación y gestión urbana (control de actividades, mapas de ruido y planes de acción) con todas las garantías de competencia técnica.
- Diseño y creación de herramientas informáticas especiali-

zadas para el sector que motivan la armonización entre instrumentos y métodos de medida, normativa y demandas del sector.

- Desarrollo de proyectos de I+D+I con objetivos definidos y conocidos para nuevas técnicas y software que dan respuesta al mercado en aspectos que aún no están totalmente cubiertos, como pueden ser la predicción de vibraciones en suelos, edificaciones y estructuras; el comportamiento acústico de los edificios, etc.
- Aula de formación para profesionales que tengan necesidades de especialización en el mercado y publicar en Internet un foro especializado para cuestiones técnicas y legales sobre las actividades relacionadas con Ruido y Vibraciones.

Para mayor información, consulte la página web: <http://www.tecnitax.es/>

PROCESO DIGITAL DE AUDIO



PdAudio, desarrolla su actividad en el diseño, fabricación y comercialización de dispositivos, bajo la marca registrada

EcuDap, para el tratamiento de las señales de audio y la Gestión y control de ruido, mediante tecnología digital, sobre software propio.

- Los productos EcuDap son las herramientas precisas para:
- Favorecer la inspección continua y control de las actividades clasificadas y ambientes ruidosos por parte de los Servicios de Inspección Municipal en: locales de pública concurrencia, actividades industriales, tráfico, etc.
 - Servir de base para la implantación de un Sistema de Supervisión Medioambiental en Materia de Ruido SSMmR, que facilite el control y la gestión del ruido de las áreas metropolitanas. Este sistema, basado en la transmisión de datos sobre la red GSM pudiéndose utilizar otras tecnologías, GPRS o WI-FI, estructura la información eficientemente, siendo idóneo para promover sistemas de gestión medioambiental en materia de ruido, homologables con la norma ISO 14.000. Incorporando herramientas únicas en el sector como son los mapas de ruido dinámicos.

Para mayor información, consulte la página web: <http://www.ecudap.com/>

EXPOACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

FLEXÍVEIS, S.A.



Con el creciente aumento de las preocupaciones relativas a la calidad de vida y con la elevación de los niveles de ruido, especialmente en medios urbanos y suburbanos, la protección acústica de los edificios como forma de garantizar un adecuado confort acústico en su interior, asume una importancia cada vez mayor en los días de hoy.

Esta protección acústica puede pasar por la implantación de medidas de control en la fuente de ruido, que son normalmente las medidas más eficaces, pero muchas veces, pasa apenas por el control del nivel del medio de propagación o bien el nivel envolvente de los compartimentos en los edificios a proteger.

En este contexto Flex2000 suministra a través de su línea de productos para acústica - Aglomex Acoustic - un conjunto de soluciones técnicas que permiten mejorar significativamente el acondicionamiento acústico en edificios de residencia, mixtos, espacios industriales, deportivos y comerciales, hospitales, bares, discotecas, entre otros.

Nuestra gama de productos tiene varias formas de presentación, tales como: bloques, planchas, medias cañas para el revestimiento de tuberías y piezas cortadas.

De un modo general, la acústica aplicada a edificios puede ser subdividida en tres áreas distintas, aun que complementarias:

- Aislamiento acústico a sonidos aéreos;
- Aislamiento acústico a sonidos de percusión;
- Corrección acústica interior

Para cada una de estas áreas, Flex2000 está habilitada para producir y suministrar Aglomex Acoustic con características diferenciadas, ajustadas a su función y local de aplicación. Desde el punto de vista de absorción acústica, Aglomex Acoustic puede, por sí sólo, proporcionar excelentes resultados, con valores de NRC (coeficiente de reducción sonora) próximos o superiores a 0.8 (80%). Aglomex Acoustic cuando está correctamente combinado con otros materiales "corrientes", puede introducir beneficios muy sustanciales, sea en aislamiento a sonidos aéreos o en aislamiento a sonidos de percusión.

En el año 2000, fue creada Flex2000 que, desde entonces creció y consolidó su posición en el mercado Ibérico a través de la calidad de sus productos y servicios con una gran agilidad comercial.

Nuestra empresa ha crecido y se ha desarrollado por lo que es técnicamente capaz de competir con las empresas de referencia europeas. Ocupa hoy un área cubierta de 36.000 m² y se enorgullece de tener varias certificaciones y reconocimientos de sus productos.

Encaramos el futuro con gran optimismo y queremos seguir creciendo en los mercados donde operamos promoviendo una mayor competitividad de nuestros clientes, añadiendo valor a sus negocios y su protección contra las amenazas de la globalización.

Para mayor información, consulte las páginas web:
<http://www.flex2000.pt/>
<http://aglomex.flex2000.pt/>

EXPOACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

ROCKWOOL



Hagamos visible lo invisible. Demos cara al cambio climático.

Las tecnologías energéticas avanzadas como las celdas solares, las bombas de calor y los sistemas de calefacción y refrigeración de alta eficiencia son esenciales para reducir las emisiones de CO₂ y combatir el cambio climático. Sin embargo, el ruido sigue siendo un problema invisible que afecta a millones de personas en todo el mundo.

Con parte de esta investigación se puede reducir el ruido de la vivienda, mejorar la salud y el bienestar de los habitantes, además de la tecnología green para

STOP LOCAL WARMING
MATERIA ROCKWOOL

El ruido es un grave problema en España, el 70% de su población soporta entornos ruidosos de más de 65 dB, límite a partir del cual el ruido se considera INACEPTABLE. Es por este motivo que la OMS (Organización Mundial de la Salud) ha calificado a España como el segundo país más ruidoso del mundo, después de Japón.

Algunas de las consecuencias que provoca el ruido son falta de concentración, insomnio, malestar y estrés, baja productividad, accidentes laborales, retraso escolar o la pérdida del oído a corto y largo plazo. Para solventar éste problema, el Ministerio de Vivienda crea la nueva normativa DB-HR Protección Frente al Ruido, del Código Técnico de la Edificación, en vigor desde el pasado 24 de abril, según indica el Real Decreto 1675/2008 de 17 de octubre de 2008.

La lana de roca Rockwool frena el movimiento de las partículas de aire, disipando la energía sonora, gracias a su estructura abierta y multidireccional actúa de dos maneras:

- Como acondicionador acústico, mediante la absorción de la energía sonora que se desplaza por el espacio en función del local y del nivel de confort acústico deseado, se deberá dotar a las paredes de materiales adecuados para evitar el exceso de reflexión del sonido.

Confort acústico Rockwool

Contribuimos a paliar los efectos de la contaminación acústica

El ruido es un grave problema en España, el 70% de su población soporta entornos ruidosos de más de 65 dB, límite a partir del cual el ruido se considera INACEPTABLE. Es por este motivo que la OMS (Organización Mundial de la Salud) ha calificado a España como el segundo país más ruidoso del mundo, después de Japón.

- Como aislante acústico a ruidos aéreos y de impacto, gracias a la constitución de un sistema de masa-resortemasa que reduce el ruido transmitido.

Rockfon, techos acústicos

Rockfon son techos acústicos creados a partir de lana de roca Rockwool. Tienen una gran capacidad de absorción acústica, además de unas excelentes prestaciones térmicas y de protección frente al fuego.

Rockfon es la mejor opción en techos acústicos porque proporciona la mejor combinación entre absorción y aislamiento acústico, contribuye a reducir el tiempo de reverberación, eliminando cualquier molestia causada por el ruido, proporciona aislamiento acústico directo, aislando el sonido transmitido a través de elementos constructivos, y aislamiento acústico lateral, aislando el sonido transmitido por el plenum entre distintos recintos.

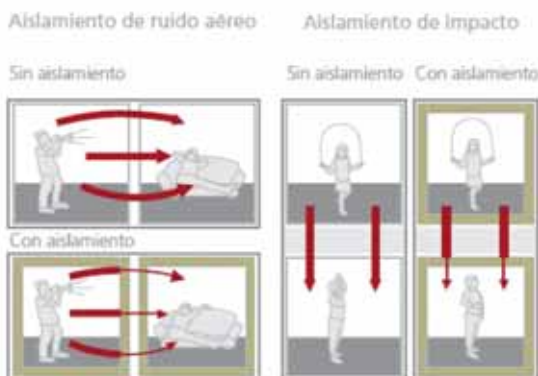
Las nuevas gamas Ekla® dB y Sonar® dB, la mejor combinación de absorción y aislamiento acústico del mercado

Para limitar las transmisiones sonoras entre dos habitaciones es preciso elegir el nivel de rendimiento apropiado en función del uso de los locales. El rendimiento del aislamiento acústico requerido no será el mismo si se trata de dos oficinas vecinas en las cuales se desarrollan actividades que requieren poca discreción, que si se trata del despacho de dirección, donde la confidencialidad de las conversaciones es primordial. Ekla y Sonar dB están disponibles en 3 niveles de rendimiento: 40, 42 ó 44 dB que permiten responder a cada una de las necesidades planteadas según los distintos tipos de espacios.

Con sus 6 nuevos productos, Rockfon propone a partir de ahora soluciones de tecnología de vanguardia que permiten por primera vez aunar el alto rendimiento en absorción y en aislamiento acústico. Estas nuevas referencias se hallan disponibles con dos superficies de aspecto diferente: el acabado Ekla, blanco y liso, y el acabado Sonar, blanco, con acabado piel de naranja. Sus múltiples acabados de cantos y formatos ofrecen una gran flexibilidad de tipo estético y permiten a los diseñadores la creación de un ambiente confortable y a la vez agradable para vivir.

Rockwool y Rockfon, dispone de un departamento técnico donde puede solicitar a través del mail: asesoramiento.tecnico@rockwool.es cálculos de reverberación u otra consulta técnica.

Para mayor información, consulte la página web: <http://www.rockwool.es/>



EXPOACÚSTICA® 2009 CÁDIZ

SVANTEK



Solución SVANTEK - medida de Vibraciones en Edificios



- 1. Cumplimiento de la Ley sismática (RD 1367/2007)
 - 2. Cumplimiento de la Ley de Ruido (RD 1564/2002)
 - 3. Medio Técnico
 - 4. Metodología de I+D+i
 - 5. Sistema de medición de vibraciones
 - 6. Sistema de monitorización de vibraciones en tiempo real
 - 7. Sistema de registro de vibraciones en tiempo real
- Un paso por delante.
-

Como fabricantes de instrumentación para la medida de ruido y vibraciones, nuestro posicionamiento objetivo es ofrecer soluciones innovadoras con destacables ventajas respecto a los productos existentes, a un precio altamente competitivo.

Esto es posible gracias a la excelente coordinación del equipo de I+D formado por 14 ingenieros de disciplinas diferentes y al diseño conceptual de los equipos, basado en la obser-

vación de los requisitos de las aplicaciones a las que van dirigidos nuestros productos en el ámbito de la acústica.

Ejemplo de ello es la Solución Svantek para medida de Vibraciones en Edificios, conforme con el Real Decreto 1367:2007 y los sistemas de monitorización de vibraciones para la realización de mediciones no presenciales, permanentes o semi-permanentes.

Los métodos utilizados para la evaluación de las molestias producidas por la presencia de vibraciones en edificios han experimentado una importante evolución en los últimos años. En algunas Ordenanzas Municipales se establece el método de percepción del técnico para determinar si el foco de vibraciones es o no molesto para el residente del edificio. Si tenemos en cuenta que normalmente se reportan comentarios negativos con la presencia de niveles de vibraciones ligeramente superiores al umbral de percepción, podría ser un método aceptable.

Sin embargo, este método de percepción es poco objetivo y difícilmente cuantificable. El método de curvas K ha sido el método de referencia para la evaluación de molestias por vibración en edificios hasta el año 2007. Este método está basado en la curva base combinada para ejes indefinidos de exposición humana a las vibraciones, es decir, cuando se desconoce la posición del residente del edificio y por lo tanto su configuración espacial de los ejes.

Teniendo en cuenta que las molestias producidas por vibraciones son mucho menores en número que las ocasionadas por el ruido, el método de curvas K ha podido resultar poco práctico, no por su dificultad de interpretación, pero quizás porque requiere cierta continuidad en la utilización para realizar las evaluaciones con solvencia. En este sentido, el Real Decreto 1367:2007 y en particular el método de evaluación basado en el Índice de Vibración Law, permite la realización de medidas de inspección de manera precisa, sencilla y rápida.

Con el nuevo contexto legislativo y los actuales sistemas de medición, la evaluación de las molestias ocasionadas por la presencia de vibraciones en el espacio interior de los edificios se podrá realizar de manera mucho más eficiente. La Solución Svantek para medida de vibraciones en edificios está basada en el analizador de vibraciones de 4 canales SVAN958 y en la nueva plataforma de medida de vibraciones SV207.

Ventajas del Analizador SVAN958

Analizador de vibraciones de 4 canales

- Análisis 1/1 octava y 1/3 octava en tiempo real en cada canal
- Análisis FFT tiempo real en cada canal
- Ponderación Wm
- Capacidad de registro de señal en el dominio de tiempo
- Capacidad de memoria "ilimitada" con la opción Host-USB (memoria externa de tipo pendrive)
- Robusto, ligero y máxima portabilidad
- Integración en sistema de monitorización de vibraciones
- Opción de analizador de ruido con registro de audio



Ventajas de la plataforma de medida SV207

- Acelerómetro triaxial integrado en caja hermética
- Masa sísmica que permite colocar la plataforma en el forjado por gravedad, sin necesidad de elementos de sujeción adicionales
- Sistema de nivelación con nivel de burbuja
- Pernos de colocación que permiten concentrar el peso de la masa sísmica en 3 puntos
- Posibilidad de anclaje a estructuras rígidas
- Mayor repetibilidad de las mediciones



La Solución Svantek para medida de Vibraciones en Edificios permite realizar medidas de inspección de manera rápida, sencilla y precisa y realizar medidas más avanzadas que permitan conocer con más detalle el fenómeno vibratorio, con el fin de estudiar las medidas correctoras necesarias en caso de superación de los límites establecidos.

Para mayor información, consulte la página web: <http://www.svantek.com>



Día internacional sin ruido 2009

El **29 de abril de 2009** se celebró, como en años anteriores el **Día Internacional de Concienciación sobre el Ruido**, conmemoración que pretende promover, a nivel internacional, el cuidado del ambiente acústico, la conservación de la audición y la concienciación sobre las molestias y daños que generan los ruidos, así como el acondicionamiento acústico de las viviendas para mejorar el confort de las mismas.

Las actividades relacionadas con el Día Internacional sin Ruido están organizadas desde hace años en España por la Sociedad Española de Acústica – SEA, con la colaboración de los Ministerios de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y Ministerio de Vivienda, y este año 2009 con la colaboración de VODAFONE y de la Revista de Técnicas Ambientales El Instalador.

En Madrid, este año, el acto principal del Día Internacional sin Ruido se realizó en el **Instituto de Enseñanza Se-**

cundaria Joan Miró, de la Comunidad de Madrid, localizado en San Sebastián de los Reyes, y en él participaron la **Directora General de Educación Secundaria y Enseñanzas Profesionales**, de la Consejería de Educación de la Comunidad Autónoma de Madrid, D.^a María José García-Patrón Alcázar y la **Directora General de Calidad y Evaluación Ambiental**, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, D.^a María Jesús Rodríguez de Sancho que apoyaron y valoraron muy positivamente el trabajo de la Sociedad Española de Acústica está llevando a cabo en los centros escolares a través de la “Campaña de Concienciación sobre el Ruido para Centros Escolares”.

Además, se realizaron actos de concienciación sobre el ruido en varios Institutos de Enseñanza Secundaria, IES y Colegios de Enseñanza Infantil y Primaria, tanto de la CAM como de otras Comunidades Autónomas, tales como el Instituto de Enseñanza Secundaria Severo Ochoa de Alcobendas, el Colegio de Enseñanza Infantil y Primaria Emilio Casado, de Alcobendas, en el que los escolares hicieron numerosos trabajos sobre el significado del ruido y la posibilidad de luchar contra él.



Los actos del Día Internacional sin Ruido finalizaron, como viene siendo tradicional en este día, manteniendo “**60 segundos de Silencio**”, a las 12 horas, al objeto de que cada participante pueda percibir el ambiente sonoro que le rodea.

La **Campaña de Concienciación sobre el Ruido para Centros Escolares** se desarrolló en más de mil centros escolares dependientes de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, así como en un gran número de centros de otras Comunidades.



La Campaña consta de unidades didácticas para escolares de primaria, secundaria y bachillerato. Cada unidad dispone de un manual para el profesor en el que se desarrollan los contenidos específicos de la unidad, acompañados de una serie de ejercicios prácticos y de un programa audiovisual de refuerzo, con su correspondiente publicación tipo cómic. Todo el material de la Campaña puede consultarse y descargarse en la página web de la SEA:

www.sea-acustica.es

Los programas audiovisuales de la Campaña tienen una versión subtitulada para los centros escolares de integración auditiva, ya que el colectivo de los escolares con discapacidad auditiva, es uno de los más sensibles a las perturbaciones por ambientes ruidosos, tanto en el propio centro como en los ambientes exteriores.

Las unidades didácticas incluyen la realización por parte de los alumnos de una serie de trabajos prácticos, concretamente en secundaria y bachillerato se incluye la confección de un Mapa Sonoro de su centro de enseñanza. Los sonómetros para la realización de estas prácticas han sido cedidos por las firmas Álava Ingenieros, Brüel&Kjær, Cesva y por el CEDEX.

Dentro de la Campaña de Concienciación sobre el Ruido para Centros Escolares y muy en especial para centros de integración auditiva, Vodafone ha editado con la colaboración de la Sociedad Española de Acústica (SEA), Bureau International d'Audiophonologie (BIAP), y la Confederación Española de Familias de Personas Sordas (FIAPAS), un folleto dirigido a los jóvenes, y que incluye:

- Consejos para proteger y mejorar tu audición

- Soluciones Vodafone par personas con discapacidad auditiva
- Cómo comunicarte con personas con discapacidad auditiva

Actos del Día sin ruido del Ayuntamiento de Madrid

El Área de Gobierno de Medio Ambiente de la Dirección General de Sostenibilidad y Agenda 21 del Departamento de Educación para el Desarrollo Sostenible ofrece a los centros docentes el Programa educativo **Educación para vivir sin ruido** cuyo objetivo es acercar el problema de la contaminación acústica en nuestra ciudad a los centros escolares del municipio de Madrid y cómo éste problema afecta a la convivencia de las personas.

Este programa educativo, en marcha desde el curso 2005-2006, tiene como objetivos:

- a) facilitar el conocimiento y comprensión de diversos conceptos acerca del ruido y su relación con las actividades cotidianas;
- b) sensibilizar sobre la importancia del ruido ambiental para la salud y el medio ambiente;
- c) fomentar hábitos y comportamientos para prevenir, reducir y vigilar la contaminación acústica en los ambientes próximos al alumnado, a saber, el hogar, el centro escolar, el barrio.

El programa **Educación para vivir sin ruido**, se dirige a las aulas de Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria, y al conjunto de la comunidad educativa (personal docente y no docente).



LISTEN ...



THERE'S A BETTER NOISE CONTROL SYSTEM.

SoundPLAN, the benchmark noise planning and mapping software, continues setting the pace .

SoundPLAN 6.4 has many new tools for managing complex projects . SoundPLAN-essential, the compact version, is for occasional users and less complex jobs.

Contact us for a free demo CD.

Call today +1 360 432 9840
www.soundplan.com



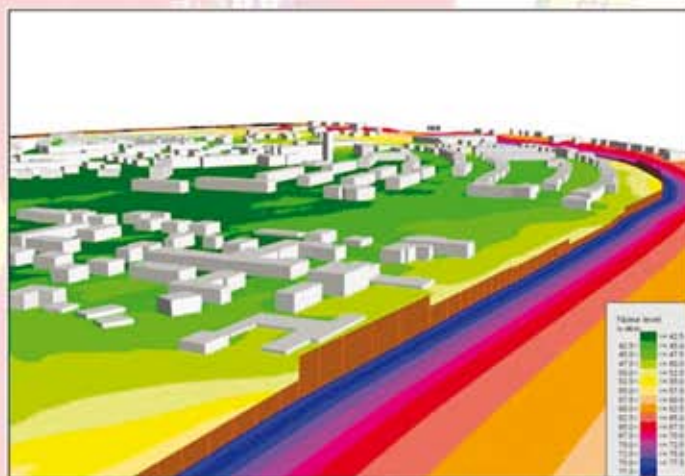
CONFIDENCE: We stand behind you with 20 years experience and are committed to supporting you in the years to come.

ONE INVESTMENT: One software for any size task with built-in cost/ effectiveness scenarios.

SECURITY: Know you're ready for future revisions with every project thoroughly documented.

CLASSY: Mapping is easy to do with stunning results!

GLOBAL: We have 30+ distributors worldwide. Our Software is available in English, Asian & European languages



AAC Centro de Acústica Aplicada, S.L.
Distribuye y da asistencia técnica en exclusiva para España Y Portugal.

Tel: 945 29 82 33 Tel: 91 550 01 66

www.aacacustica.com

aac@aacacustica.com madrid@aacacustica.com

Tesis doctorales



*Carlos Rodrigues Andrade:
Estudio vibro-acústico e intensimétrico de las
transmisiones por flancos en edificios.*

*Dirigida por: Dra. Marta Herráez Sánchez
Co-dirigida por: Dra. María Machimbarrena Gutiérrez
Tutor Extranjero: Dr. Giovanni Semprini*

Leída en 15 de Septiembre de 2009 en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid.
Tesis con mención Doctorado Europeo.

Esta tesis resume el esfuerzo que se ha realizado al estudiar las prestaciones acústicas de algunas soluciones constructivas sencillas propias del sur de Europa, haciendo especial hincapié en el efecto de las transmisiones indirectas.

Tras estudiar de forma exhaustiva la bibliografía existente, con el objeto de identificar y valorar los diversos métodos de medida experimentales relacionados con la estimación de las transmisiones indirectas, se han encontrado tres posibles métodos de medida:

- (i) El método de presión, utilizado en combinación con el aislamiento de tabiques o apantallamiento; $R'p$
- (ii) El método de intensidad acústica, capaz de obtener resultados muy fiables sin recurrir al apantallamiento; $R'I$
- (iii) El procedimiento de medida de vibraciones, cuyo fundamento radica en la relación entre la velocidad de vibración de cada uno de los elementos implicados y de los distintos caminos de flanco. $R'v$. (“Adaptación” de normativa UNE 10848-1:2007 a condiciones campo)

De estos tres métodos de medida, el método de intensidad ha sido utilizado como “método de referencia” y se ha

comparado con el método de medida de vibraciones tanto en condiciones de laboratorio (puesta a punto del método) como en condiciones reales (in situ). Así mismo, se han comparado estos resultados con los evaluados mediante la normativa EN 12354-1:2000.

Por lo que respecta al método de medida de vibraciones, la eficiencia de radiación se ha estimado según varios modelos distintos: (Sewell, Josse, Rindel, Davy) y se ha observado poca diferencia en los resultados $R'v$ Sewell, $R'v$ Josse, $R'v$ Rindel, y $R'v$ Davy.

A la vista de los resultados experimentales, y respecto a los valores globales, se ha concluido que el método de medida de vibraciones utilizado in situ proporciona valores $R'w$ ligeramente inferiores (en torno a 2 dB) que los obtenidos por intensidad y el método general de la EN 12354-1:2000. Por lo que respecta a los resultados en bandas de frecuencias, las conclusiones son más complejas, pues la concordancia entre métodos experimentales y teóricos sólo se encuentra en las bandas de frecuencias intermedias.

Se ha concluido que la medida de vibraciones in situ parece ser un procedimiento adecuado para valorar el efecto de las transmisiones indirectas. No existe normativa para medidas in situ y posiblemente será complejo desarrollarla dada la inmensidad de casos posibles, pero todo parece apuntar que al menos los valores globales obtenidos concuerdan con los estimados por la normativa en vigor (modelo detallado UNE 12354-1:2000 y correspondiente método general del CTE DB-HR).

Publicaciones

Acústica Ambiental: análisis, legislación y soluciones



Colección: Temas de Acústica
Ed. Sociedad Española de Acústica (SEA), 2009
ISBN: 84-87985-18-1
455 páginas

Pedidos: secretaria@sea-acustica.es
(contra-reembolso)

Precio: 40 EUR, más gastos de envío
Precio especial para Estudiantes y Asociados a la SEA, SPA y FIA: 30 EUR, más gastos de envío
Web: www.sea-acustica.es

Prólogo:

La colección “Temas de Acústica” que la Sociedad Española de Acústica (SEA) inició hace tres años se enriquece en esta ocasión con un nuevo libro sobre Acústica Ambiental.

En este libro se presenta la visión global de la problemática en Acústica Ambiental y, en sus nueve capítulos, se analizan los principales aspectos relativos a la nueva legislación y a las soluciones que integran la Contaminación Acústica. Es un tema de gran actualidad, sobre todo desde la aparición de las últimas disposiciones legislativas, la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y sus desarrollos reglamentarios, los reales decretos 1513/2003 y 1367/2007, que han establecido el campo de actuación obligatorio en materia de acústica medioambiental, y que tendrán una importante

proyección futura en el desarrollo de las estructuras urbanas.

Estos reglamentos varían sustancialmente el enfoque de la prevención y gestión de la contaminación acústica en nuestro país de manera similar, por otra parte, al del resto de los países de nuestro entorno, y han generado un gran interés por el conocimiento más detallado sobre la materia y sobre las diferentes actuaciones y procedimientos para mejorar el ambiente acústico.

Por ello, la Sociedad Española de Acústica pretende poner en manos de los lectores los aspectos más fundamentales referidos a la acústica ambiental: normativas, mapas acústicos y planes de acción, urbanismo, mediciones, pantallas, pavimentos, etc.

Dado el carácter multidisciplinario de la acústica, el libro está dirigido tanto a especialistas en acústica, como a profesionales de otros campos relacionados con la acústica ambiental, a los estudiantes, y muy en especial a los alumnos de los másteres en acústica.

En el libro colaboran diversos especialistas, miembros de la SEA, que han incluido las tecnologías más recientes en cada uno de los temas específicos de su respectivo capítulo, y a los que queremos agradecer su importante contribución y su intensa dedicación.

Esperamos que esta nueva publicación de la colección “Temas de Acústica” suponga una importante aportación a la bibliografía en Acústica y constituya un hito en la celebración del 40º Aniversario de la Sociedad Española de Acústica – SEA–

Ana Delgado Portela
Directora de Publicaciones S.E.A.
Antonio Pérez-López
Presidente S.E.A.

Índice y autores:

Capítulo 1. La acústica ambiental en España. Una mirada retrospectiva
Amando García Rodríguez

Capítulo 2. Aplicación de la Ley del Ruido. Estado de situación
José Manuel Sanz Sá

Capítulo 3. Mapas estratégicos de ruido y planes de acción
Fernando Segué Echazarreta

Capítulo 4. El control del ruido urbano. Planes de acción específicos
Placido Perera Melero; Ricardo Hernández Molina

Capítulo 5. Planeamiento urbanístico con criterios acústicos
Guillermo García de Polavieja

Capítulo 6. Normas y procedimientos de evaluación en acústica ambiental
Leopoldo Ballarín Marcos

Capítulo 7. Dispositivos reductores de ruido y pantallas acústicas. Generalidades normativas y proyectos
Dámaso Alegre Marrades

Capítulo 8. Aplicaciones acústicas de pavimentos
Beatriz Bragado Pérez; Roberto Cordero Izquierdo; José Andrés González Ganso; María José Hernández Echegaray; Antonio Hidalgo Otamendi; Miguel Ángel Morcillo López

Capítulo 9. Evaluación de las vibraciones en el espacio interior de las edificaciones
Jesús Alba Fernández; Romina del Rey Tormos

Anejo 1. Legislación sobre Acústica Ambiental

Anejo 2. Breve reseña de los autores

Publicaciones

Historia de la acústica musical



Autor: Serge Donval
Ed.: Fuzeau, 2006
ISBN: 978-2841691524

Este libro propone nada menos que una historia de la acústica musical desde la antigua Grecia hasta el siglo XX e incluso, como dice uno de los capítulos, desde Mesopotamia a California, es decir, más de 5000 años de teorías musicales, que incluyen tanto los primitivos orígenes como la música electroacústica, la música clásica y la música árabe oriental.

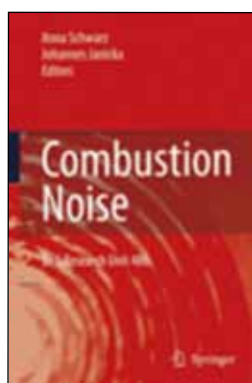
El temario es vasto, pero Serge Donval, gracias a su experiencia y a su sentido pedagógico bien firme, acomete este desafío de manera excelente. Esta historia no es lineal ya que aún si se encuentran denominadores comunes, en particular el Cycle des Quintes, el pensamiento humano con respecto a la música no es único y, por el contrario, está marcado por fuertes influencias culturales. En efecto, como lo recuerda Serge Donval en la introducción, la acústica es una disciplina de las ciencias consagradas al estudio del sonido y la música es un fenómeno cultural. Para llevar a buen puerto esta tarea, el autor comienza por sentar las bases de lo que constituye la acústica musical: intervalos, naturaleza del sonido, consonancia y temperamentos.

A continuación desarrolla más en profundidad las nociones de sonido y frecuencia, los armónicos e incluso la medida del intervalo. Expone los grandes sistemas que se han desarrollado y empleado: el Cycle des

Quintes, el sistema universal, la noción de la consonancia, los temperamentos, el cromatismo y el serialismo, la micro-tonalidad, la acústica y la electroacústica, la electrónica y el ordenador. Estas nociones y sistemas son una y otra vez puestos en perspectiva y ricamente ilustrados con referencias muy precisas, mostrando particularmente la inmensa importancia de los valores culturales que han orientado su evolución en los distintos puntos del mundo.

La exposición teórica es a veces difícil, porque no se puede eludir la complejidad de las cuestiones expuestas, pero tiene una perspicacia impresionante. Para aquel que no esté especialmente preparado sobre estas cuestiones se precisa sin duda un cierto tiempo de aclimatación, pero a medida que se hace uno con esta obra, se convierte en un auténtico libro de cabecera, un manual en el mejor sentido del término, para, literalmente, tenerlo siempre a mano, en un libro indispensable cuyas reservas parecen inagotables.

Ruido de combustión



Autor: Schwarz, Anna; Janicka
Ed.: Johannes
ISBN: 978-3-642-02037-7

Escrito para investigadores y técnicos

La reducción de ruido es un tema de importancia creciente para el público y para la economía.

Hasta ahora, la investigación se ha centrado principalmente en la formación de ruido aerodinámico por parte de los aviones y por otros vehículos.

Los autores de este libro van más allá de esta aproximación estándar para la reducción de ruido y exploran la generación de ruido por la combustión.

Desarrollan métodos y criterios de diseño para minimizar la formación del ruido por la combustión en general, pero, en particular por los motores de los aviones. La investigación se centra en la formación del ruido y su propagación en el medio ambiente, directamente relacionadas con el proceso de la combustión, ya que actualmente el entendimiento detallado de estos mecanismos de formación es aún fragmentario. El libro da una mirada pormenorizada al ruido de combustión y a los procesos físicos que comporta, combinando experimentos y simulaciones.

Palabras clave: Emisión acústica; Quemadores; Flujos de la cámara de combustión; llamas en torbellino

Ingeniería acústica. Una introducción al control de ruido



Autor: Möser, Michael
ISBN: 978-3-540-92722-8

Novedad en la segunda edición: capítulos en control activo del sonido y las vibraciones así como fundamentos de la teoría de señales y sistemas

Publicaciones

Director de Publicación: Pascal Eveillard.

Editor Jefe: Colombe Roger-Machart

Diseño-Producción: Because

Impresión: Sira (Francia)

Isover edita el Libro con los arquitectos seleccionados en la 2ª convocatoria de los Premios

En este libro se presentan los 26 proyectos seleccionados en la segunda convocatoria de los Premios Eficiencia Energética Isover; premios convocados a nivel europeo. Son proyectos que han destacado por su preocupación hacia el medio ambiente y que han tenido en cuenta la calidad de vida interior de esas viviendas o centros de trabajo. Proyectos realizados en Austria, Alemania, Suiza, Francia, España,... con ahorros de energía muy considerables. Proyectos en edificación residencial y no residencial; de obra nueva y de renovación. Proyectos como el de los arquitectos españoles: Javier Crespo Ruiz de Gauna de ARKE ARQUITECTOS, Fernando Oíza Redín, D. Enrique Kahle Olaso y D. Michel Arauzo Muñoz de KAHLE OÍZA ARAUZO ARQUITECTURA y Sergio Gómez Melgar de LAR LABORATORIO DE ARQUITECTURA RESPONSABLE.

Isover nos comunica en este mismo libro que los Premios Eficiencia Energética continuarán, por lo tanto en breve nos indicarán las bases de estos nuevos Premios Isover 2011.

Catálogo Rockwool: aislamiento de equipamientos industriales



Rockwool lanza al mercado su primer catálogo de soluciones de aislamiento de equipamientos industriales.

Rockwool ha desarrollado una gama completa de soluciones para garantizar el aislamiento térmico, acústico y la protección contra incendios en edificios y naves del sector industrial.

Todos aquellos edificios destinados a actividades industriales, tales como los pertenecientes a la industria petroquímica y de procesos, centrales eléctricas, constructoras navales y off shore, requieren de un aislamiento térmico, acústico y de protección contra el fuego de características especiales.

“Nuestro equipo de expertos propone una gama completa de soluciones de aislamiento a los profesionales de la edificación y la industria, desde el prescriptor al instalador” afirma Pedro Luís Fernández-Cano, Director comercial de Rockwool. Por ello, Rockwool ha lanzado al mercado un nuevo documento sobre las soluciones de aislamiento de lana de roca y protección contra incendios más idóneas para la instalación en naves industriales.

Un completo catálogo dirigido a prescriptores

El documento se ha hecho llegar a todos los prescriptores industriales de Rockwool. El Director Comercial de Rockwool explica que “Se trata de una nueva herramienta cuyo objetivo es facilitar a nuestros clientes toda la información necesaria sobre nuestras soluciones de aislamiento. De este modo, arquitectos, ingenieros y otros profesionales industriales podrán encontrar de forma más sencilla y rápida el producto más adecuado para aplicar en sus naves industriales”.

El nuevo catálogo permite a los profesionales de la edificación conocer las características técnicas de los productos industriales, sus aplicaciones en tuberías, depósitos, hornos, calderas, conductos, silenciadores y otros elementos singulares.

Además, el documento incluye una ficha técnica de cada uno de los produc-

tos de la gama industrial de Rockwool; paneles standard – paneles alta temperatura, mantas armadas, coquillas y fieltros de kraft y aluminio. En cada ficha técnica se detallan sus características de comportamiento al agua, reacción al fuego y aislamiento acústico; sus aplicaciones; la densidad del producto; sus dimensiones; consejos de instalación.

Características técnicas de la gama industrial Rockwool

Los productos de la gama industrial de Rockwool son instalados en equipamientos industriales así como en las instalaciones de calefacción y aire acondicionado de todo tipo de edificios.

- Conductividad térmica: los productos Rockwool cuentan con una conductividad térmica mínima y cumplen con la función fundamental de propiciar el ahorro energético de los equipamientos industriales.
- Temperatura máxima de servicio: las soluciones pueden ser utilizadas para aislar superficies calientes de hasta 750°C, dependiendo del espesor del aislamiento, carga mecánica y niveles de vibración.
- Comportamiento al fuego: la lana de roca es un producto mineral, no orgánico e incombustible. Conserva sus prestaciones mecánicas frente a altas temperaturas y no se funde a temperaturas superiores a los 1.000°C, protegiendo los edificios industriales.
- Propiedades acústicas. Gracias a su estructura fibrosa abierta, la lana de roca es un material idóneo para absorber y regular el ruido procedente de las actividades industriales.
- Resistencia mecánica a la compresión
- Comportamiento al agua. Los productos Rockwool son altamente repelentes al agua y químicamente inertes al acero, lo cual contribuye a la reducción de los problemas de corrosión.

Para más información, E-mail: comunicacion@comunicacionbcn.com

Ingeniería para el Control del Ruido

Servicios personalizados de Vibroacústica

Ingeniería especializada

Dominamos la ciencia del silencio

Servicios únicos en acústica y vibraciones

Tecnología líder

Capacidad de adaptación

Actuación en todos los sectores

www.icrsl.com

E-mail: icr@icrsl.com

Tel/Fax. +34 93 428 63 39

The logo for Ingeniería para el Control del Ruido (ICR) consists of the letters 'I', 'C', and 'R' in a bold, red, sans-serif font. The 'I' is a simple vertical bar, the 'C' is a thick, rounded shape, and the 'R' is a thick, stylized shape with a curved top and a vertical stem.

Ingeniería para el Control del Ruido

Novedades Técnicas

Novedades Aries Ingeniería y Sistemas



Aries Ingeniería y Sistemas desarrolla la nueva fuente de fachadas ARA

Aries ha diseñado una nueva fuente capaz de caracterizar la transmisión acústica en fachadas, conforme a la norma ISO 140-5. El dispositivo, con una directividad controlada, permite ensayar fachadas de mayor tamaño sin repetir el ensayo en distintas posiciones.



Aries ha anunciado el lanzamiento de un altavoz optimizado para fachadas que permite efectuar mediciones del aislamiento acústico a ruido aéreo, tanto de la fachada en su conjunto, como de cada uno de sus elementos.

La norma ISO140-5, que establece los procedimientos y requisitos para el ensayo in situ de elementos de fachadas, especifica la necesidad de asegurar diferencias menores de 5dB en todas las bandas de frecuencia de interés, medidas sobre una superficie del mismo tamaño y orientación de la pared o elemento de ensayo.

Estos requerimientos difieren de las especificaciones para las fuentes omnidireccionales usadas en ensayos de interiores, cuya directividad se evalúa en ángulos de 30°. Aries Ingeniería y Sistemas ha desarrollado una solución para evitar este problema: dos vías con simetría coaxial, que mejoran y controlan la directividad. De este modo, es posible ensayar fachadas de mayor tamaño sin necesidad de

repetir el ensayo en distintas posiciones.

La fuente de fachadas ARA dispone de distintas caras con angulación de 0°, 23,5° y 45° para lograr una adaptación adecuada a las diferentes alturas y distancias.

Las prestaciones que caracterizan a la fuente de fachadas ARA son las siguientes:

- Amplia cobertura en todas las bandas de interés.
- Alta potencia acústica.
- Resistencia a la intemperie.
- Respuesta en frecuencia ascendente.
- Facilidad de transporte y orientación, ya que dispone de asas y dos caras en ángulo.
- Diseñada para funcionar con el amplificador/generador Nor280.

La fuente de fachadas ARA resulta un instrumento de medición muy ligero, gracias a los imanes de neodimio, y ofrece un alto nivel de presión sonora. Además del peso, las características técnicas más significativas de la nueva fuente de fachadas ARA son:

- Diámetro de altavoces.
- Unidad de graves: 380 mm.
- Unidad de agudos: 100 mm.
- Potencia admisible: 500 W.
- Sensibilidad: 100 dB/m @ 2.83 V.
- Impedancia nominal: 8 Ohm.
- Amplificador/generador asociado: Nor280.
- Conexionado: Neutrik Speakon.

Acerca de Aries Ingeniería y Sistemas

Aries Ingeniería y Sistemas es una compañía de ingeniería, independiente, global y diversificada que desarrolla soluciones eficientes de alto valor añadido, que integran la tecnología más avanzada junto al equipo de profesionales mejor cualificado. La compañía, con presencia en más de 20 países, desarrolla una estrategia dirigida a mercados especializados que permiten crecer de forma rentable, fuerte y estable.

Aries ofrece servicios de ingeniería que incluyen estudios de viabilidad, ingeniería básica y de detalle, construcción, puesta en marcha y operación de proyectos, en los sectores de Automoción, Industrial, Defensa y Seguridad, y Energía. En éste último, además, promueve el desarrollo de fuentes de energía limpias mediante el diseño e implantación de centrales solares termoelectricas, plantas fotovoltaicas y parques eólicos.

En la actualidad, la compañía se encuentra en fase de expansión internacional en varios continentes, con especial atención a las regiones de Europa, EE.UU., Norte de África, Oriente Medio, India y China. Como consecuencia del crecimiento en el exterior, la compañía opera una oficina en San Francisco (Estados Unidos), uno de los mercados más prometedores para el desarrollo de energías renovables. Además, Aries prevé la apertura de otra oficina en China, donde existen atractivas oportunidades de negocio, especialmente en el área de seguridad en el transporte.

Para más información:
Mail: pguillen@aries.com.es / smartin@aries.com.es

Novedades Técnicas

Novedades Brüel & Kjær



Nuevos dosímetros 4444 y 4445 Brüel & Kjær

Brüel & Kjær presenta los nuevos dosímetros de ruido para medidas de exposición personal al ruido en los distintos ambientes de trabajo, con Certificado de Examen de Modelo, de acuerdo a la nueva ITC 2845/2007. Los dosímetros 4444 y 4445 sustituyen a los anteriores 4442 y 4443 respectivamente.



Sus principales características son:

- Válidos para medidas, según RD 286/2006
- Certificado de Examen de Modelo, según la ITC 2845/2007
- Medida sencilla, incluyendo lectura directa de resultados
- Diseño robusto, equipos ligeros y compacto

- Siete configuraciones internas predefinidas (según Normas Int.: ISO, OSHA,...), y trece configuraciones definibles por el usuario
- Volcado de configuraciones y post procesamiento de datos en PC usando Noise Explorer 7815 y Protector 7825
- Sólo en 4445:
 - o Análisis estadístico y Registro temporal
 - o Configuración de temporizador
 - o Modelo especial para ATEX: 4445-E

Para más información consulte la página web:

<http://www.bksves.com/?ID=3583>

Novedades CESVA Instruments



CB006 y CB004 Nuevos calibradores clase 1 y clase 2

CESVA presenta su nueva gama de calibradores acústicos para la verificación de sus sonómetros, analizadores de espectro y dosímetros; así como de todos sus micrófonos de 1/2".

El CB006 ha sido diseñado para verificar dosímetros y sonómetros clase 1 y clase 2 y cumple la norma IEC 60942:2003 clase 1.

El CB004 cumple la norma IEC 6942:2003 clase 2 y es un instrumento, de bajo coste, perfecto para verificar dosímetros y sonómetros clase 2.

Tanto el CB006 como el CB004 son muy fáciles de utilizar: se manejan con solo un botón. Al pulsarlo, generan un tono de 94 dB a 1 kHz. A los 5 minutos, para alargar la vida de las pilas, se apagan automáticamente.

Su diseño robusto, ligero y ergonómico los hace útiles para la verificación tanto en el punto de medición como en laboratorio. Además, no es necesario aplicarles ninguna corrección para condiciones ambientales.

Ambos calibradores disponen de examen de modelo nº 2-001-B-02-08-R (módulo B) de acuerdo con la Orden ITC/2845/2007, por la cual se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos.

Para más información consulte la página web: www.cesva.es



Asamblea general extraordinaria de AECOR

En la Asamblea Extraordinaria de AECOR, celebrada en Madrid el pasado 29 de abril, se aprobó el cambio de denominación de AECOR que pasa a ser "Asociación Española para la Calidad Acústica".

Esta nueva etapa de AECOR estará marcada por el fomento de la divulgación de la nueva normativa en materia acústica que se plantea como solución al ruido, tanto en los edificios como en el medio ambiente. El nuevo nombre denomina de forma más global los retos que se plantean en este nuevo periodo, que incluirá la aplicación del DB-HR en las diferentes autonomías y prestando especial atención a aspectos como el medio ambiente y la industria.

También en la citada Asamblea General Extraordinaria fue elegido nuevo Presidente de AECOR, D. Julián Domínguez Huerta, arquitecto, miembro de la SEA, junto a la nueva Junta Directiva que dirigirá a la asociación durante los próximos 4 años.

La nueva Junta Directiva es:

- Julián Domínguez, Presidente (Arquitecto)
- Fernando Igualador, Tesorero (Isover)
- Harald Aagesen Muñoz, Vocal (Brüel & Kjaer)
- Joan Casamajo, Vocal (Cesva)
- Alfonso Corz, Vocal (Calpe Institute of Technology)
- Ana E. Espinel, Vocal (Audiotec)
- Javier López-Ulloa, Vocal (Vallehermoso)
- Antonio Piñera, Vocal (Acusttel)
- Ana del Río, Vocal (Danosa)
- Xavier Ruiz, Vocal (Applus)

Desde la SEA les deseamos al nuevo Presidente de AECOR, D. Julián Domínguez, y a la nueva Junta

Directiva el mayor de los éxitos en la gestión de la Asociación Española para la Calidad Acústica – AECOR.

Para mayor información, consulte la página web www.aecor.es

La Asociación de Acústicos Argentinos ha elegido nueva Junta Directiva

La nueva composición de la Comisión Directiva de la Asociación de Acústicos Argentinos, para el periodo 2009-2011 ha quedado integrada de la manera siguiente:

Presidente:
Ing. Daniel S. Gavinowich

Vicepresidente:
Ing. Mario R. Serra

Secretaria:
Ing. Nilda S. Vechiatti

Tesorero:
Lic. Daniel E. Muzzio

Prosecretario:
Ing. Pablo R. Ciccarella

Vocales titulares:
Ing. Francisco Ruffa - Ing. Federico Miyara

Vocales Suplentes:
Sr. Walter Feo Rodríguez - Ing. Pablo M. Gomez

Revisores de Cuentas:
Arq. Aldo R. Vázquez - Ing. Alberto Haedo

Desde la SEA damos la enhorabuena a la nueva Junta Directiva y les deseamos mucho éxito en su gestión.

Para más información, consulte la página web: <http://www.adaa.org.ar/>

III Jornadas sobre Acústica Ambiental y Edificación Acústicamente Sostenible

Los días 24 y 25 de Marzo de 2009 se celebran en la Escuela Politécnica Superior de Gandía – EPSG-, de la Universidad Politécnica de Valencia, las III Jornadas sobre Acústica Ambiental y Edificación Acústicamente Sostenible.

Las Jornadas están organizadas por la Sociedad Española de Acústica – SEA –, y patrocinadas por la Cátedra del Colegio de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación de la Comunidad Valenciana – COITTCV –, el Instituto Valenciano de la Edificación y el Ayuntamiento de Gandía.

Dirección:
Aula Magna del Campus de Gandía
Escuela Politécnica Superior de Gandía
Campus de Gandía-U. Politécnica de Valencia
Carretera Nazaret-Oliva SN
46730 Grao de Gandía (Valencia)
Contacto: macampa@cfp.upv.es
Inscripción: www.cfp.upv.es

"Jornada de Orientación sobre Contaminación Acústica"

El día 12 de noviembre de 2009, se celebra en Trebujena, Cádiz, una Jornada de Orientación sobre Contaminación Acústica, organizada y promovida por la Diputación de Cádiz – Medio Ambiente.

Colaboran también el Laboratorio de Ingeniería Acústica, Universidad de Cádiz, la Mancomunidad de Municipios del Bajo Guadalquivir y el Ayuntamiento de Trebujena

La contaminación acústica se ha convertido en la primera preocupación de carácter ambiental en el ám-

bito urbano de los ciudadanos y por extensión una de las principales preocupaciones de la mayoría de los políticos y técnicos municipales competentes en materia de medio ambiente, seguridad ciudadana y urbanismo.

La entrada en vigor del R.D. 1513/2005 y el R.D. 1367/2007, que desarrollan la ley estatal del ruido del 2003, conforman un nuevo marco normativo al que la normativa autonómica está en proceso de adaptación a través de la ya aprobada ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental y su desarrollo reglamentario, cuyas determinaciones deberán ser asumidas por las ordenanzas municipales.

La Diputación Provincial de Cádiz en virtud del convenio firmado con la Mancomunidad de Municipios del Bajo Guadalquivir y del convenio con el Laboratorio de Ingeniería Acústica de la Universidad de Cádiz, ofrece las presentes jornadas destinadas a responsables políticos y técnicos que tienen competencias en contaminación acústica en sus entidades locales.

A través de la presente jornada se pretende orientar la política y gestión municipal de las entidades locales a la hora de cumplir con los requisitos establecidos por la actual legislación en materia de contaminación acústica.

Lugar de celebración:
Salón "Martín Valderas"
C/ Manuel Martín Valderas, 1
Trebujena, Cádiz

Para más información, consulte la página web:
http://www.dipucadiz.es/opencms/opencms/dipucadiz/areas/medio-amb_depormedio_amb/actualidad/cursos/index.html

CESVA cumple 40 años y prepara el lanzamiento de nuevos productos al mercado



CESVA se prepara para celebrar su 40 aniversario y lo hace apostando una vez más por una filosofía de investigación y desarrollo constante. Con motivo de tan señalado acontecimiento, CESVA prepara el lanzamiento de nuevos productos y servicios al mercado, con múltiples novedades en todos los campos: acústica para la edificación, acústica ambiental y prevención de riesgos laborales.

La fidelidad a este estilo de evolución constante, escuchando siempre a sus clientes, ha convertido CESVA en una de las empresas líderes del mercado internacional de instrumentación acústica y pionera en innovaciones que actualmente la mayoría de usuarios consideran imprescindibles: El rango único de medición, la medida simultánea de todas las funciones y el uso de la tecnología Bluetooth en la medidas de aislamiento acústico, entre otras.

CESVA está totalmente comprometida con la lucha contra la contaminación acústica, siempre al día de las nuevas exigencias, con el objetivo de proporcionar soluciones siempre actualizadas que faciliten el trabajo de sus clientes. CESVA, con sede en Barcelona, 100 % nacional y certificada ISO 9001:2000, diseña y fabrica instrumentación muy fácil de utilizar y tan potente como sea necesario para simplificar al máximo la labor de medición y control del ruido y vibraciones.

Solución CESVA para verificar las nuevas exigencias del CTE

La publicación en el B.O.E de la Orden ministerial VIV/984/2009 que actualiza el CTE, y en particular el nuevo Documento Básico de Protección frente al Ruido, de aplicación obligatoria desde el 24 de abril de 2009, supuso la entrada en vigor plena del CTE. Esta actualización ha comportado un incremento substancial en las exigencias de aislamiento acústico en los hogares.



Para la verificación in situ de estas nuevas exigencias de aislamiento acústico, CESVA cuenta con la solución GIP. Los softwares de esta solución: CIS (generación de informes de aislamiento) y CMA (guía paso a paso del proceso de medición) están totalmente adaptados al Código Técnico de la Edificación y permiten realizar las mediciones mediante la tecnología SIN CABLES (Bluetooth) y generar el informe en apenas unos instantes.

Con el nuevo CMA (CESVA Measuring Assistant) puede saltar pasos durante la medición, esto da lugar a un sinfín de posibilidades: ahorrar pasos de los cuales ya disponemos información de mediciones anteriores (espectro de la sala emisora, TR de la sala receptora en habitaciones contiguas), omitir un paso que no permite progresar en la medición o simplemente agilizar el proceso de medida.

En otoño, nuevos seminarios CESVA en todo el territorio nacional

En vista del éxito obtenido en los seminarios realizados en Barcelona y de las peticiones recibidas para que se realicen seminarios en otros puntos del territorio español y conociendo el interés que suscita las nuevas exigencias que comporta la plena entrada en vigor del CTE, CESVA ampliará la cobertura de sus seminarios de cara a este próximo Otoño.

La finalidad de estos seminarios es dar a conocer las soluciones CESVA para facilitar las mediciones acústicas; especialmente en el campo de la acústica de la edificación el cual cuenta con nuevas exigencias por la plena entrada en vigor del Código Técnico en la Edificación.

Para conocer los próximos seminarios gratuitos de formación, consulte la página web www.cesva.com donde estará disponible el calendario de actividades y cursos. O si lo prefiere, regístrese para recibir directamente en su email toda la información sobre las actividades de CESVA.

Para más información: 934335240 o www.cesva.com

Nueva página Web de Brüel & Kjaer Ibérica

Brüel & Kjaer anuncia la reciente publicación de su nueva página Web.

Como siempre, la innovación tecnológica de Brüel & Kjaer, primera compañía mundial en el campo de la instrumentación de acústica y vibraciones, se pone al servicio de los clientes.

Con esta nueva página, se pretende informar de los últimos lanzamientos, facilitar el acceso al catálogo de productos, fichas técnicas, así como informar sobre las noticias y novedades tanto en la empresa Brüel & Kjaer, como en el sector acústico. Se intenta un acceso a la información más fácil y cómodo mediante www.bksv.es.

De momento, y debido a la complejidad de la página, se continuará incluyendo texto en lengua inglesa que se irá tratando de actualizar en el menor plazo de tiempo posible.

Brüel & Kjaer les invita a que también les ayuden con sugerencias para su mejor utilización y aprovecha la ocasión para agradecer la confianza que continúan manteniendo en la empresa.

ICR controla las vibraciones en un tramo de las obras del AVE

Desde principios de año, Ingeniería para el Control del Ruido SL (ICR) se encarga del control y el seguimiento de las vibraciones producidas por las obras del paso del AVE en el sector de Sant Andreu de Barcelona.

La UTE SAGRERA - NUDO DE LA TRINIDAD formada por las empresas ACCIONA Infraestructuras y COPCISA, y responsable de las obras de una parte del sector, ha contratado durante tres años los servicios de ICR para supervisar las vibraciones de la zona, con el fin de cumplir con la normativa vigente y evitar molestias a los ciudadanos.

El continuo seguimiento de un fenómeno como las vibraciones durante tanto tiempo, requiere un gran número de equipamiento técnico, además de un conocimiento exhaus-

tivo sobre la materia, de manera que, son pocas las empresas que pueden asumir ambas condiciones.

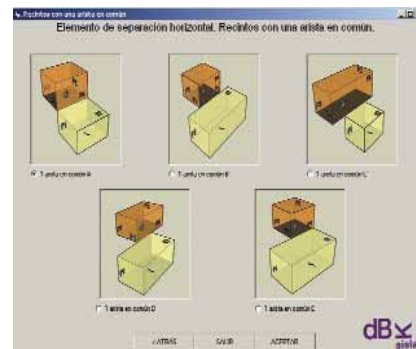
Sin embargo, ICR puede controlar las vibraciones en tiempo real, para obtener los datos de cada segundo de medida. Solo así, puede disponer de los resultados de inmediato, dándole al cliente la posibilidad de conocer al instante el nivel de vibración producido.

Por otro lado, ICR presenta informes semanales y trimestrales de la evolución de las vibraciones en períodos de 24 horas, a la vez que realiza un control mensual de la cadena de medida para verificar el buen funcionamiento de todo el equipo a lo largo de estos tres años.

Para mayor información, consulte la página web <http://www.icrsl.com>

Nuevas ventajas para los usuarios de dBKAisla

Recientemente ha salido al mercado la nueva versión del programa de cálculo de aislamiento acústico desarrollado por Ingeniería para el Control del Ruido SL. dBKAisla 3.01 (www.dbkaisla.com) incorpora una serie de cambios que en cierta manera se han dado por las sugerencias de los propios usuarios, ya que lo que pretende esta versión es enriquecer el potencial de la anterior.



Noticias

La evolución del programa se hace presente en su interfaz, pero sobretudo en su funcionalidad en los módulos de aislamiento de paredes simples y múltiples. Un ejemplo de esto, es que se añade en el cálculo de aislamiento acústico de impacto el valor $L_{n,w}$ global para este tipo de paredes. Por otro lado, cuando el usuario calcule el ruido al impacto en paredes múltiples tendrá en cuenta, entre otros parámetros, la rigidez dinámica y lo hará a partir de la información del Edyn del material elástico.

Otro valor añadido es que hasta ahora los informes que se realizaban al final del proceso de cálculo eran en función del ruido aéreo, sin embargo, dBKAisla 3.01 incluye los del aislamiento de ruido al impacto por paredes simples y múltiples.

Esta nueva versión cuenta también con nuevos detalles que facilitan el proceso de cálculo pero también la interacción, ya que dBKAisla permite copiar todas las tablas de resultados de la sesión de trabajo en otros programas.

La constante incorporación de nuevas posibilidades funcionales siempre enfocadas a las necesidades de los usuarios, hacen que este software sea una herramienta de éxito dentro del sector.

Para mayor información, consulte la página web <http://www.icrsl.com>

NAE asesora acústicamente el nuevo Auditorio de El Espinar (Segovia)

El recinto, que pretende convertirse en un referente cultural para la provincia, estará finalizado en el mes de diciembre

El espacio multifuncional que alojará el Auditorio del municipio sego-



viano de El Espinar destaca, desde el primer acercamiento, por la simplicidad de su trazado, en el que se desarrolla un sutil juego de volúmenes que con su variación de tamaño, en altura y en planta, evocan el territorio circundante.

La edificación del auditorio surge del amalgama de cuatro piezas, que se materializan a través de cuatro materiales distintos, según la función del espacio, evocando los núcleos de población que conforman el municipio: El Espinar, San Rafael, La Estación y Los Ángeles de San Rafael.

La primera pieza corresponde al vestíbulo de entrada y el patio de butacas, que se resuelven con hormigón blanco y vidrio. La segunda, la caja escénica, se compone de una estructura ligera y termoarcilla revestido de monocapa. En tercer lugar, encontramos un volumen de servicio del escenario, con muro de ladrillo revestido con pizarra negra regular. La cuarta pieza la constituye un volumen adherido lateralmente al patio de butacas, resuelto con mampostería de piedra de granito del lugar.

La superficie total construida del singular edificio alcanza los 1.246 metros cuadrados. En total, el auditorio

contará con 536 butacas y un escenario con capacidad suficiente para grandes representaciones. Por esta razón, el tratamiento acústico del recinto resulta especialmente delicado. Para abordarlo, la dirección facultativa, bajo la batuta de los arquitectos Francisco de Borja Díez Muñoz y Carlos Martín Herrero, ha confiado en la amplia experiencia de NAE Acústica en la materia.

Consolidada como referente en el desarrollo de estudios y proyectos de asesoramiento en materias de control del ruido y las vibraciones, esta ingeniería acústica ha desarrollado una importante labor en el mercado de la acústica arquitectónica, tanto en edificación como en el acondicionamiento acústico de recintos, realizando estudios de predicción y ensayos acústicos.

La arquitectura singular se ha convertido en uno de los principales clientes de esta ingeniería acústica. El óptimo aislamiento y acondicionamiento acústico del recinto determinan el perfecto desarrollo de su actividad. Para lograr este objetivo, NAE Acústica ofrece a sus clientes la presencia del consultor acústico en tres fases fundamentales: evaluación del proyecto básico y diseño acústico; asistencia técnica en obra; y control de calidad y certificación acústica.

Las prestaciones de insonorización acústica de la nueva Terminal Sur del Aeropuerto de Barcelona realizadas por Rockwool

La edificación de la nueva Terminal Sur es un proyecto de infraestructura aeroportuaria de gran envergadura (se están construyendo 525.000 m² y



un aparcamiento de 12.000 plazas) que requiere las mejores prestaciones de insonorización acústica.

Para evitar el incremento de los índices de contaminación acústica, se han utilizado más de 100.000 m² de lana de roca Rockwool para el aislamiento de la cubierta del edificio.

La nueva Terminal Sur ha sido concebida como un gran nodo de enlace de transportes y centro de servicios dentro del proyecto de creación de un centro de comunicaciones aeroportuario intercontinental en el Aeropuerto del Prat (Barcelona).

Gracias a las obras de ampliación cuyo objetivo es hacer frente al creciente aumento del número de pasajeros, el Aeropuerto de Barcelona se convertirá en uno de los mayores nexos de transporte de pasajeros internacionales.

Por ello, "ha sido esencial la insonorización acústica obtenida de

las soluciones constructivas Rockwool, que cumplen con la estricta normativa y requisitos de Aena referentes a la gestión de ruidos" explica Mercedes Sánchez, responsable del Departamento Técnico de Rockwool.

Soluciones constructivas de aislamiento

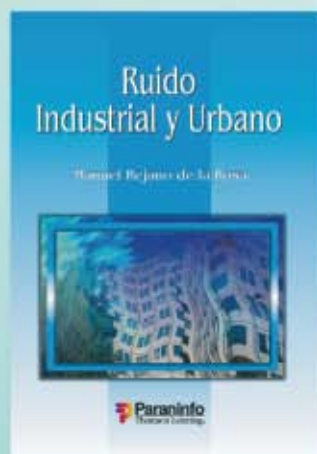
Existen varias particularidades en el proyecto que lo hacen especialmente singular respecto a otros aeropuertos. La principal de ellas ha sido la insonorización acústica obtenida de la tela acústica y de los paneles de lana de roca Rockwool. Se han utilizado más de 100.000 m² de lana de roca Rockwool para el aislamiento de la cubierta ligera del edificio que está formada por una chapa de aluminio, los paneles Hardrock 391 en 100 mm, una tela acústica, el panel Confortpan 208 Roxul en 110 mm y otra chapa metálica.

FICHA TÉCNICA

TERMINAL SUR - AEROPUERTO DEL PRAT (BARCELONA)

Constructora	Tres UTES integradas por Ferrovial Agromán, FCC Construcción, Construcciones RUBAU, NECSO, OHL, COPCISA, PROINOSA, DRAGADOS, COMSA, SEFRI Ingenieros, KLIMA CAL, Control y montajes industriales CYMI.	
Promotora	AENA	
Arquitectos	Peter Hodgkinson de Taller de Arquitectura Ricardo Bofill y la Ingeniería IBERINSA	
Localización	El Prat del Llobregat (Barcelona)	
Inicio - finalización	2005 - Junio 2009	
Presupuesto	1.000.000 millones €	
Detalles constructivos	M2	525.000 m ² + aparcamiento de 12.000 plazas
	Kg de lana de roca utilizados	más de 100.000 m ² de lana de roca Rockwool
	Soluciones constructivas	Cubierta del edificio:
	Rockwool	- Hardrock 391 en 100 mm
		- Confortpan 208 Roxul en 110 mm
		Falso techo:
		- Paneles de lana de roca de 50mm

Real Decreto 1027/2007
de 20 de julio



Más información en:
www.paraninfo.es

Recortar el boletín de pedido y enviar a **Paraninfo Cengage Learning** c/Magallanes 25 - 28015 Madrid
También puede hacer su pedido por Fax: **91 445 62 18** o a través de e-mail: **clientes@paraninfo.es**

No olvide indicar nº de campaña si el pedido es a través de e-mail

Ruego me envíen los títulos que indico a continuación:

- ISBN: 9788428327992 **Acondicionamiento acústico**, 43,70 Euros
 ISBN: 9788428325714 **Acústica arquitectónica aplicada**, 68,50 Euros
 ISBN: 9788428326360 **BDAISACO**, 219,30 Euros
 ISBN: 9788428329408 **CTE. Código técnico de la edificación**, 48,70 Euros
 ISBN: 9788428315609 **Diccionario de arquitectura, construcción y obras públicas**, 40,10 Euros
 ISBN: 9788428326391 **Ingeniería acústica**, 73,40 Euros
 ISBN: 9788428330206 **RITE. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios**, 10,00 Euros
 ISBN: 9788428326827 **Ruido industrial y urbano**, 20,50 Euros

Campaña 132

Nombre y Apellidos _____ DNI/CIF _____
 Calle _____ Nº _____
 Ciudad _____
 Distrito Postal _____ Provincia _____
 Fecha _____ Teléfono _____

Para su pago:

- Remito giro postal de _____ Euros
 Adjunto cheque de _____ Euros
 Envíen a reembolso con gastos a mi cargo
 Efectúen cargo en tarjeta de crédito:

VISA
 AMERICAN EXPRESS
 Número _____
 Titular _____
 Fecha de caducidad _____

Firma del titular
de la tarjeta

Gastos de envío 3 euros (en el caso de reembolso existe una tasa añadida por correos, según sus tarifas vigentes)

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica 15/99, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le informamos de que los datos personales que nos ha facilitado pasarán a formar parte de la base de datos de Cengage Learning Paraninfo S.A., con la finalidad de poder informarle sobre las ofertas, productos y promociones que ofrece Cengage Learning Paraninfo S.A. Usted podrá dirigirse en cualquier momento al departamento de atención al cliente (C/ Magallanes, 25 28015 Madrid) para solicitar la cancelación, rectificación, acceso y oposición de los datos facilitados.

Precios válidos salvo error de impresión



Además, se han aplicado paneles de lana de roca de 50 mm en el falso techo y soluciones Rockwool en otros puntos donde se requería insonorización acústica, aislamiento térmico y protección contra el fuego.

En cuanto al comportamiento térmico se han instalado placas térmicas sobre las cubiertas de los diques laterales, suficientes para los requerimientos de agua caliente del edificio.

Para más información, E-mail: comunicacion@comunicacionbcn.com

Próxima edición de Cursos de Acústica en Alava Ingenieros

Alava Ingenieros ofrece, una vez más, la posibilidad de adquirir o ampliar sus conocimientos en el campo de la acústica

Estos cursos están dirigidos a técnicos de medio ambiente, prevención de riesgos laborales, arquitectos, aparejadores, ingenieros municipales, policías y en general, a cualquier profesional sensibilizado con la medida de ruido.

El objetivo de esta formación es la comprensión de los conceptos que envuelven el mundo de la medición y el

análisis del ruido, y su relación con la normativa actual.

La celebración de los cursos será en los lugares y en las fechas siguientes:

Curso de Análisis de Vibraciones en la Industria
Madrid, 17 y 18 de Noviembre '09
Inscripción on-line

Curso de Acreditación en Acústica: Garantía de calidad 09
Madrid, 10 y 11 de Noviembre '09
Inscripción on-line

Para más información, consulte la página web: www.alava-ing.es

El Centro Tecnológico y Acústico Audiotec, seleccionado en el Programa de Acciones de Consolidación de Empresas de Base Tecnológica

El Centro Tecnológico y Acústico (CTA) - Grupo Audiotec ha sido escogida como empresa beneficiaria de la primera convocatoria del Programa de Acciones de Consolidación de Empresas de Base Tecnológica EOI-APTE 2009.



Este programa ha sido desarrollado por la Fundación EOI - Escuela de Negocios con la colaboración de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE) y consiste en la realización de actuaciones de consultoría y asesoramiento técnico para fomentar la consolidación y el desarrollo de empresas innovadoras de base tecnológica.

Especialista en ingeniería y control del ruido, el Grupo Audiotec - Centro Tecnológico de Acústica ha ido creciendo hasta conseguir un fin único: ofrecer un servicio integral de calidad en la prevención y solución de problemas de ruido y vibraciones.

A partir de ahora, el CTA podrá beneficiarse de las actuaciones incluidas en este programa, consistentes en prestar asistencia técnica individualizada

en gestión empresarial y auditoría tecnológica a las empresas seleccionadas, con el fin de aumentar y consolidar la base empresarial de carácter innovador mediante la detección de proyectos de calidad y viabilidad científica y/o tecnológica. No se trata, pues, de ayudas financieras, sino de prestación de los servicios descritos, que la Fundación EOI pondrá a su disposición.

El programa de acciones cuenta con la financiación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE).

Audiotec desarrolla un aislante acústico reciclable de pared y suelo con neumáticos

El centro tecnológico vallisoletano Audiotec desarrolla un aislante acústico para suelos y soluciones verticales (paredes) a partir de materiales reciclables de la automoción, como el caucho de los neumáticos, "que aportan elevadas prestaciones acústicas en el sector de la edificación".

La intención de la entidad con este nuevo proyecto es solucionar el tan extendido problema de falta de amortiguación del ruido y vibraciones que sufren la mayoría de viviendas. Y conseguirlo de una manera eficiente, no contaminante y respetuosa con el medio ambiente.



"Ayudamos a reutilizar un material para el que habría que buscar otro uso o destruirlo o quemarlo, que es poco deseable, y nos adaptamos a requisitos legislativos", indica José Ignacio Riesco, director del departamento de I+D+i y Medio Ambiente. "Nunca se había investigado su utilización en el sector de la construcción", añade.

El innovador aislante final resulta de un material base en combinación con subproductos o desechos reciclados del automóvil para incluirlo en sistemas constructivos (ladrillos, yeso...). Una línea reduce el ruido de impacto (tacones) y otra el aéreo (voz) y las vibraciones (lavadora).

Audiotec busca dos tipos de soluciones. Una para el suelo: una capa de espesor inferior a un centímetro se intercala entre el forjado y el solado (pavimento superior como parquet o tarima) para reducir el ruido de impacto (tacones, movimiento de muebles, golpes...).

La otra línea es una solución sobre la capa que, con la nueva normativa, se debe intercalar entre el suelo y la pared, o en el perímetro de ésta, para aislarla del suelo e impedir las transmisiones indirectas de ruido aéreo (voz, tele, música...) y vibraciones (lavadora).

"Es mucho más aislante que otros conocidos", apunta Riesco, quien añade que el centro tecnológico privado persigue "un producto de uso obligado, no que sólo mejore algo, sino que sea necesario, único y posea la mejor capacidad amortiguadora".

Audiotec resalta que "tradicionalmente" las deficiencias acústicas en la construcción han sido "despreciadas o minusvaloradas" a pesar de la "grave disminución de confort y cali-

dad de vida" que genera a los propietarios de las viviendas.

Los estudios realizados por este centro tecnológico evidencian "de forma objetiva" que la construcción tradicional no ofrece respuestas "válidas" a este tipo de molestias. "Los estudios dicen que con la actual normativa las quejas, reclamaciones y denuncias por conflictos del ruido son muy elevadas porque estábamos a la cola en cuando aislamiento acústico", resalta el responsable de I+D+i.

La compañía estima que todavía falta cerca de un año para que pueda comenzar a comercializarse e indica que se verán beneficiados con él, tanto potenciales clientes, como usuarios finales: constructoras, empresas instaladoras de soluciones acústicas en edificación, promotores y prescriptores técnicos de edificios, fabricantes de estos materiales (elastómeros acrílicos) y los inquilinos de las viviendas.

Para más información consulte la página web: www.audiotec.es.

Proyectos Europeos

Hacia la convergencia europea en materia de índices acústicos y clasificación energética de edificios. Cost action tu0901

La mayor parte de los países Europeos cuentan con exigencias diversas relativas a la acústica de edificios. Por otra parte, varios países cuentan con esquemas de clasificación acústica de edificios o propuestas de las mismas. Esta gran diversidad de exigencias, así como de esquemas de clasificación acústica, ha dado pie a una iniciativa armonizadora.

Varias entidades científicas en el ámbito de la acústica Europea hemos solicitado financiación COST para coordinar y compartir investigación y

experiencia con el fin de redactar una propuesta consensuada de normativa y de clasificación acústica de edificios.

Esta iniciativa se ha concretado en la aprobación de una Acción COST TU0901 titulada “Integrating and Harmonizing Sound Insulation Aspects in Sustainable Urban Housing Constructions”. Esta acción es liderada por Dinamarca e inicialmente han manifestado interés por participar en ella 25 países y tiene una duración prevista hasta Mayo de 2013. Se prevén tres líneas fundamentales de trabajo, que eventualmente se traducirán en los correspondientes grupos de trabajo:

- WG1 : Descriptores, esquemas de clasificación acústica de edificios, legislación, armonización, métodos de predicción (normativa ISO; EN...) comunes a todos los países miembros en el ámbito del aislamiento a ruido aéreo y de impacto.
- WG2 : Recolección e interpretación de datos de campo de todos los países involucrados en el ámbito de las encuestas psicosociales y evaluación psicoacústica del ruido: molestia, efectos nocivos sobre la salud y la calidad de vida, reubicación, correlación con el confort acústico.
- WG3: Recolección y discusión de datos de aislamiento y detalles constructivos en todos los países participantes. Elaboración de una base de datos Europea con soluciones tradicionales e innovadoras robustas que favorezcan el aislamiento tanto en vivienda nueva como en obra ya existente.

Es de esperar la implicación de todos los agentes del sector de la acústica de

edificios para garantizar el éxito de esta iniciativa, así como el debido conocimiento en el entorno Europeo de las necesidades y casuísticas específicas del entorno Español.

Es de esperar la implicación de todos los agentes del sector de la acústica de edificios para garantizar el éxito de esta iniciativa, así como el debido conocimiento en el entorno Europeo de las necesidades y casuísticas específicas del entorno Español.

Para más información contacte con:

María Machimbarrena- Dpto. Física Aplicada, ETS Arquitectura de Valladolid. mariao@opt.uva.es o bien consulte en la web de COST la acción con referencia TU0901 www.cost.org.

EYGEMA cumple 20 años en el sector medioambiental



Con la misión empresarial de atender a la demanda de soluciones ambientales para la sostenibilidad y sustentabilidad de la actividad humana con su entorno, en 1989 bajo la visión de crear una organización modélica, referente en su actividad y generadora de valor para el entorno en el que se desarrolle, nació Eygema, s.l. (Estudio Y GEstión del Medio Ambiente).

Elijiendo un modelo de negocio basado en la consultoría y estructurado sobre la generación de confianza, cada relación con los agentes de este mercado es, prácticamente cada vez, una oportunidad de mejorar nuestras soluciones, innovar otras o la posibilidad de crear y desarrollar nuevas. Así se han generado

las tres divisiones productivas actuales “ingeniería – consultoría – obras y servicios”, que además de diseñar y ofrecer soluciones a cualquier problemática del mercado, la ejecutan y llevan a término, incluso operándolas y ejerciendo control de efectividad sobre sus resultados, dando asesoramiento en línea para su optimización y la adopción de acuerdos, decisiones y planes de acción en la búsqueda de la excelencia ambiental.

Una organización moderna, basada en la confianza, el trabajo en equipo, en el peso de la gestión de lo humano en los resultados de cualquier actividad y la importancia de la tecnología como puntal de desarrollo, son los pilares sobre los que se dirige y estructura.

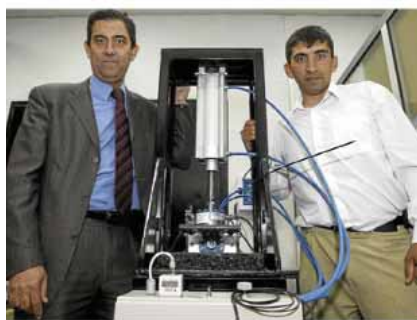
De este modo, Eygema lleva 20 años proyectando su actuación en el mercado medioambiental ofreciendo un servicio integral tanto a empresas privadas como a organismos públicos, así como todas las herramientas necesarias encaminadas al desarrollo sostenible, integrando el desarrollo económico y social con la conservación del medio ambiente.

Para abordar la problemática relacionada con la contaminación acústica, considerada como un problema ambiental de una molestia importante y que puede llegar a acarrear un riesgo para la salud de los ciudadanos, nace Eyger. Dentro del seno de Eygema, heredando su espíritu consultor, carácter de ingeniería y filosofía basada en la investigación y la innovación. También se reflejan en Eyger los casi 20 años de experiencia de Eygema en el sector medioambiental, habiéndose dado en los mismos un largo bagaje en el campo de la acústica que nos ha llevado a ser referencia en el sector.

Para más información, consulte la página web: <http://www.eyger.com>

Cidaut lanza al mercado un asfalto poroso que reduce el ruido a la mitad

El centro tecnológico CIDAUT, con sede en el municipio vallisoletano de Boecillo, investiga desde hace seis años el desarrollo de un tipo de pavimento poroso cuya principal característica, y diferencia con cualquier otro, es que incluye la investigación de más parámetros como la textura superficial, porosidad, porcentaje de áridos y betún.



Esto le permite "en función de la composición de los diferentes áridos y elementos, tener una estimación de reducción de ruido que va a tener ese asfalto y, según los componentes que lleve, variarlo para hacerlo más insonoro", indica el responsable de acústica y vibraciones, Miguel Ángel Morcillo.

Morcillo explica cómo ha cambiado el concepto dentro del propio mercado: "Al principio, los asfaltos se diseñaban sólo con una función de soportar los esfuerzos de aceleración, frenada y contención que transmite el vehículo sobre la carretera; sobre todo se le pedían ensayos de resistencia".

Actualmente se integran otras propiedades "como la de reducción del nivel sonoro o la integración de

productos de desecho, como material reciclado de los neumáticos".

Cidaut estudia la fórmula para combinar ambos aspectos: seguridad y reducción acústica. El primer paso que da es "conocer los mapas de ruido –cartografía de una zona en la que se refleja los niveles de ruido y el número de personas expuestas–, saber al detalle la situación de cada zona y cuáles sufren el problema con datos objetivos". Algo que se hace cada vez más posible gracias a la Ley del ruido que las Cortes aprobaron por unanimidad el pasado 27 de mayo.

El siguiente paso: las soluciones. En este caso, el asfalto con el que persigue reducir "el mayor nivel de ruido posible con el menor coste y que afecte a la mayoría de ciudadanos".

Por el momento, el producto de Cidaut ya se ha incorporado a algunas calzadas. En concreto, media docena de tramos de carreteras o ciudades de Castilla y León ya cuentan con este pavimento, aunque se encuentra en fase de observación para mejorar todas las prestaciones. No todos son exactamente iguales.

La clave reside en jugar con la composición y variar en uno u otro sentido el porcentaje de los materiales para dar con el asfalto sonorredutor que garantice, además, la seguridad de los conductores y rebaje la contaminación ambiental.

Entre los residentes y usuarios afectados en las zonas donde ya se ha instalado, "la consideración ha sido muy positiva", según relata Miguel Ángel Morcillo, quien apunta que su producto "va a mejorar la calidad de vida" de las ciudades más afectadas con contaminación acústica.

"El ruido produce trastornos psicológicos y físicos en el cuerpo humano (estrés, dificultad de aprendizaje, de descanso...) que tratamos de atajar", destaca.

En el mismo sentido, el director de Cidaut, Juan Carlos Merino, apunta que los ciudadanos a quienes repercute el nuevo pavimento "se van a dar cuenta de que descansan mejor" y señala que se trata de "un avance muy importante", aunque matiza que no debe ser una solución única. "Tiene que ir acompañada de otro tipo de soluciones, como las pantallas acústicas ligeras que también ha desarrollado el grupo", enfatiza el director de la Fundación, que en sus 15 años de vida ha colaborado con más de 200 empresas, la mayoría nacionales.

Merino asevera que el sello distintivo del centro que dirige, respecto al asfalto poroso sonorredutor, reside, principalmente, en haber desarrollado una "metodología" completa que aplicar una determinada fórmula en función de las características de la zona y del pavimento. "Para un problema concreto puedes tener la solución, pero ante cualquier circunstancia saber qué tienes que aplicar para conseguir el asfalto óptimo requiere mucho conocimiento", subraya.

Este proyecto de innovación se enmarca dentro de las principales líneas de I+D de Cidaut, dentro de la automoción y el transporte. Aunque conjuga otra, la energía. El nuevo asfalto es mucho más respetuoso con el medio ambiente que los tradicionales.

Para más información, consulte la página web: <http://www.cidaut.es>.

Otras noticias de interés

Colaboración de la Universidad de Glasgow con el Instituto de Acústica, CSIC

El pasado 1 de Septiembre ha finalizado la estancia de un año que el Dr. A. Cardoni, profesor de la Universidad de Glasgow, ha realizado con el Grupo de Ultrasonidos de Potencia del Instituto de Acústica, CSIC, financiado por la Royal Academy of Engineering del Reino Unido para desarrollar el proyecto de investigación "Vibration Behaviour of Plate Transducers for Macrosonic Applications".

Conferencia en el Instituto de Acústica

El pasado 1 de Septiembre ha finalizado la estancia de un año que el Dr. A. Cardoni, profesor de la Universidad de Glasgow, ha realizado con el Grupo de Ultrasonidos

El Prof Cartmell, que ostenta la cátedra James Watt de la Universidad de Glasgow, ha dictado una conferencia en el Instituto de Acústica sobre "Applications of nonlinear models in applied dynamics". Durante su estancia en el Instituto de Acústica, CSIC, ha visitado al Grupo de Ultrasonidos de Potencia del Instituto de Acústica con el propósito de establecer un acuerdo de colaboración con dicho Grupo.

DOCUMENTA ACUSTICA – Publicaciones de Acústica

Documenta Acustica es el sistema para la distribución de publicaciones sobre Acústica de la Asociación Europea de Acústica (EAA). En esta base de datos se incluyen libros, actas (proceedings) de congresos, conferencias, simposios, memorias de tesis, etc., publicaciones facilitadas por las distintas sociedades acústicas miembros de la EAA, laboratorios o compañías. La relación de publicaciones que pueden adquirirse se encuentra en la entrada DOCUMENTA del menú de la web de EAA (<http://www.european-acoustics.org/>).

El Product Manager de Documenta es Sergio Luzzi, y la gestión la realiza la Sociedad Italiana de Acustica (AIA).

Índice de anunciantes

Empresa	Pág.
Acusttel	4
Chovacoustic	8
Rockwool	13
Vibcon	17
Brüel & Kjaer	22 y 23
Audiotec	31
Álava Ingenieros	35
Saint-Gobain cristalería, S.A. Isover	41
Cesva instruments, s.l.	44 y 45
Aries Ingeniería y Sistemas	51
AAC Centro de Acústica Aplicada	63
ICR Ingeniería para el control del Ruido	69
Paraninfo Cengage Learning	77

CESVA, 40 años al servicio de la Acústica

Entrevista a Joan y Jordi Casamajó

Co-fundadores de CESVA instruments, s.l.



“La incorporación de nuestro padre en la empresa fue clave. Sus conocimientos técnicos ayudaron al desarrollo de las innovaciones, prueba de ello son sus patentes de invención. Desde el primer momento nos ayudó a dirigir la empresa, quedándose en un sabio segundo plano, para asesorarnos y ayudarnos en la toma de decisiones”.

Joan y Jordi Casamajó

¿Cómo surge la idea de crear una empresa especializada en acústica, hace 40 años?

Siendo estudiantes de ingeniería, decidimos crear nuestra propia empresa. Buscábamos una idea original y sobretodo diferente de todo lo que se estaba haciendo en aquél momento. Iniciamos nuestra actividad realizando ampli-baffles, apostamos por una cosa tan sencilla como integrar un amplificador dentro de un altavoz con el fin de conseguir un equipo más compacto, funcional y de mayor potencia. Y así empezamos, podrá parecer una idea muy sencilla, pero en aquel momento fue innovadora. Presentamos la idea a nuestro padre y al vernos tan entusiasmados, decidió unirse a nosotros. El paso a la fabricación de equipos de alta fidelidad y altavoces fue una evolución natural, hasta que nos vimos obligados a realizar un giro hacia un producto más especializado, pero siempre en el campo de la acústica. Para dar un valor añadido a los equipos de alta fidelidad se habían diseñado ecualizadores y analizadores de espectro. A partir de esa tecnología se fabricaron los primeros analizadores de espectro de uso industrial. En ese momento empieza nuestra actividad como empresa especializada en el diseño y fabricación de instrumentación acústica.

CESVA es ya una marca conocida en todo el mundo ¿Cuál ha sido la clave para consolidarse a nivel internacional?

Lo cierto es que empezamos a pensar en la expansión de la empresa una vez conseguida la estabilidad del mercado nacional. A principios de los '90, las ventas habían subido considerablemente y nuestra marca estaba consolidada en todo el territorio. Iniciamos los primeros contactos y la búsqueda de personas con un perfil técnico-comercial que pudiesen estar interesadas en nuestro producto. Primero pensamos en Europa

y en países que fueran próximos a España. Preparamos una serie de entrevistas y nos fuimos con el coche lleno de muestras de nuestros equipos. Nuestra sorpresa fue que, tras la primera visita, ya nos había llegado el primer pedido y además nos solicitaron la distribución. Posteriormente empezamos a trabajar con otros mercados y actualmente podemos decir que CESVA está presente en más de 40 países. Por otro lado, internet es una de las herramientas más poderosas que tenemos hoy en día, a través de la cual nos llegan diariamente pedidos y e-mails de personas interesadas en nuestros productos.

¿Cómo valoran el “posible” recorte anunciado por el Gobierno en materia de I+D+i para el 2010?

Nuestra empresa empezó reinvertiendo en I+D, llevamos 40 años y por suerte seguimos creciendo. Un país necesita apostar sobre todo por la educación y en segundo lugar por la investigación y el desarrollo. La investigación es básica si no queremos depender siempre de un externo, de una tercera persona. Realmente es una noticia pésima. Podemos entender que el gobierno necesite recursos para dar respuesta a todas las necesidades sociales del momento, pero no se deben olvidar las ayudas a las empresas en esta materia para seguir avanzando y ser cada vez más competitivos. CESVA dispone de un departamento propio de I+D+i que actualmente absorbe el 70% de recursos de la empresa.

CESVA ha sido pionera en el diseño de equipos con rango único, en el uso de la tecnología Bluetooth en las mediciones de aislamiento...

Para CESVA ha sido clave el sonómetro digital de múltiples funciones. La patente de este sonómetro llegó a principios

de los años '80 y esto nos marcó el camino para llegar a un sonómetro que actualmente mide 86 funciones simultáneamente en un rango de 140 dB. En el '95 se fabrica el primer micrófono con tecnología propia, lo que nos permitió no depender de terceros y ofrecer nuestros equipos a un mejor precio. Por otro lado, están los limitadores acústicos, una aplicación de los sonómetros, que comenzamos a introducir a finales de los años '80. Éste producto ha ido evolucionando constantemente. La última mejora introducida, es el sistema ENOS que permite discernir entre la música y el ruido ambiental regulando exclusivamente el nivel musical del local en cuestión. A partir del 2000, dimos un paso hacia adelante y empezamos a ofrecer soluciones cerradas para aquellas personas que precisaban realizar mediciones acústicas específicas. Les ofrecíamos todos los equipos necesarios para realizar su tarea de forma fácil y cómoda. Por ejemplo, ya en *Internoise Korea 2003* presentamos el sistema bluetooth para las mediciones de aislamiento, lo que posteriormente ha marcado un precedente para otras empresas del sector.

La primera empresa en obtener en España una aprobación de modelo de un sonómetro fue CESVA ¿Qué supuso la entrada de la metrología legal en el sector de la instrumentación acústica?

Creemos que marcó un antes y un después. El hecho que todos los sonómetros tengan que pasar obligatoriamente unos ensayos y que cumplan un mínimo de requisitos, marca una línea clara que define los equipos que realmente funcionan. Esto permite dar una gran confianza al usuario que sabe que lo que está midiendo es correcto y fiable y que además está contrastado. CESVA invierte muchos recursos para conseguir que todos sus equipos cumplan correctamente la normativa y mantengan la trazabilidad metrológica. Es una lástima que la administración a veces sea demasiado permisiva con la vigilancia de mercado al permitir que se comercialicen equipos sin aprobación de modelo.

CESVA es asesor y miembro activo de importantes comités para la creación y revisión de normativa acústica ¿Cómo ven el marco normativo del ruido en España? ¿En qué punto se encuentra, en comparación con otros países?

CESVA siempre ha colaborado en el desarrollo de normativas, tanto nacionales como internacionales. Actualmente estamos en cinco "working groups" del IEC que definen como tiene que ser la instrumentación acústica y las normativas que se derivan de ello. Respecto a la normativa metrológica, España está muy avanzada. De hecho es el único país que tiene metrología legal para los dosímetros. En cuanto al CTE, hemos avanzado pero aún estamos por detrás de otros países, tanto a nivel de normativa como en la concienciación de la gente que debe cumplirla. Quizás nos falte trabajar más en este sentido. En Francia por ejemplo, es habitual que todo gabinete de arquitectos disponga de una persona especializada en acústica. En España, las administraciones cada vez son más sensibles al problema del ruido, por la demanda social,

pero también por la presión mediática. Si consiguiésemos que todas las ordenanzas se cumplieren, ya sería un gran paso.

Y en el sector del ocio nocturno: ¿Es posible conciliar el derecho al ocio con el derecho al descanso?

Sin ninguna duda si. CESVA es pionera en apostar por los limitadores acústicos como una herramienta capaz de conciliar estos dos aspectos. Actualmente, las autoridades pueden consultar, sin desplazarse, a través de internet, los niveles sonoros que están generando las actividades. Si se suma a esta ayuda el cumplimiento del CTE y una mayor concienciación, la convivencia puede ser posible sin ningún problema.

"Instrumentación fácil de utilizar" es una de las premisas que caracterizan la marca CESVA...

Desde nuestros inicios facilitar la labor al usuario ha sido uno de nuestros objetivos principales. Pensamos que la mejor manera de abordar un problema de ruido o vibraciones es disponer de una solución de medición hecha a medida, que cubra todas las necesidades, hasta las más sutiles y que convierta la medición en una tarea fácil y sencilla. Nuestros instrumentos son fáciles de utilizar, tienen un único rango de medición (sin escalas) y miden todas las funciones simultáneamente. Si además le añadimos que CESVA ofrece un servicio post-venta para asegurar una larga vida de los productos, un departamento específico de atención al cliente y una formación constante a nuestros usuarios y distribuidores, creemos que nuestro servicio es una garantía clara para garantizar al cliente una eficiente, cómoda y fácil utilización de nuestros equipos.

Nuevos retos que aborda CESVA en el futuro ...

El objetivo a corto plazo más importante que abordamos es pasar de una estructura de pequeña a mediana empresa, esto nos lleva a plantearnos una mejora de nuestra estructura a todos los niveles: nuevas instalaciones, creación de nuevos departamentos, renovación de toda la línea de nuestros productos... Nuestro objetivo es mantenernos con fuerza en el mercado y apostar más que nunca por la investigación y el lanzamiento de nuevos productos. Con motivo del 40 aniversario estamos preparando diversos actos institucionales con el fin de dar a conocer nuestras últimas novedades y agradecer así a todo el equipo que forma CESVA su dedicación, esfuerzo y ayuda tras haber conseguido, entre todos, la consolidación de CESVA en todo el mundo.

Queremos agradecer de forma especial a nuestro padre su apoyo y dedicación plena a la empresa.

También, felicitar a la S.E.A. por su 40 aniversario y nuestro agradecimiento por la mención que otorgó a CESVA, por nuestro 40 aniversario, en el último congreso de Cádiz.

Normativa

Desde el mes de enero del año 2009 hasta la actualidad, se han publicado las disposiciones normativas que figuran a continuación.

Normas UNE del Comité Técnico de Normalización AEN- CTN 074 Acústica

UNE-EN 1265:2000+A1:2009

Seguridad de las máquinas. Código de ensayo de ruido para máquinas y equipos de fundición.

UNE-EN ISO 10846-1:2009

Acústica y vibraciones. Medición en laboratorio de las propiedades de transferencia vibroacústica de elementos elásticos. Parte 1: Principios y líneas directrices. (ISO 10846-1:2008).

UNE-EN ISO 10846-2:2009

Acústica y vibraciones. Medición en laboratorio de las propiedades de transferencia vibroacústica de elementos elásticos. Parte 2: Método directo para la determinación de la rigidez dinámica de soportes elásticos para movimiento de traslación. (ISO 10846-2:2008).

UNE-EN ISO 10846-5:2009

Acústica y vibraciones. Medición en laboratorio de las propiedades de transferencia vibroacústica de elementos elásticos. Parte 5: Método del punto de aplicación para la determinación de la rigidez dinámica de soportes elásticos en traslación. (ISO 10846-5:2008).

UNE-EN ISO 11689: 1997/AC: 2009

Acústica. Procedimiento de comparación de los datos de emisión sonora de máquinas y equipos. (ISO 11689:1996/Cor 1:2007).

UNE-EN ISO 140-14:2005/AC: 2009

Acústica. Medición del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos de construcción. Parte 14: Directrices para situaciones especiales in situ (ISO 140-14: 2004/Cor 1: 2007).

UNE-EN ISO 1683:2009

Acústica. Valores de referencia recomendados para los niveles acústicos y vibratorios. (ISO1683:2008).

UNE-EN ISO 17201-1:2006/AC: 2009

Acústica. Ruido en galerías de tiro. Parte 1: Determinación de la energía de una fuente acústica en la salida de la boca del arma. (ISO 17201-1:2005/Cor 1:2009).

UNE-EN ISO 3382-2:2008 ERRATUM:2009 V2

Acústica. Medición de parámetros acústicos en recintos. Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios (ISO 3382-2:2008/Cor 1:2009).

UNE-EN ISO 3822-1: 2000 /A1: 2009

Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por las griferías y equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 1: Método de medición. Modificación 1: Incertidumbre de la medición (ISO 3822-1:1999/Amd 1:2008).

Legislación estatal, autonómica y local

Ministerio de Vivienda

Boletín Oficial del Estado
(2009/04/23)

Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.

Boletín Oficial del Estado
(2009/09/23)

Corrección de errores y erratas de la Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación, aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.

Comunidad de Castilla y León

Boletín Oficial de Castilla y León
(2009/06/09)

Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.

Boletín Oficial de Castilla y León
(2009/06/19)

Corrección de errores de la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León

Boletín Oficial del Estado
(2009/07/06)

Ley 5/2009, de 4 de junio, del ruido de Castilla y León.

Ayuntamiento de Jumilla

Boletín Oficial de la Región de Murcia (2009/03/30)

Aprobación definitiva modificación ordenanza de protección del medio ambiente frente al ruido, radiaciones y vibraciones.

Ayuntamiento de Toledo

Boletín Oficial de Castilla-La Mancha (2009/04/28)

Anuncio de 02/04/2009, del Ayuntamiento de Toledo, sobre información pública de la aprobación inicial de la adaptación de los artículos 563, 564, 565, 578 y 591 del Plan de Ordenación Municipal a la Ley 37/03, de 17 de noviembre del Ruido y al R.D. 1367/07, de 19 de octubre que la desarrolla.

Agenda

Año 2009

Swiss Acoustical Society Autumn Meeting

• 05 – 06 Noviembre

Dübendorf, Suiza

Web: <http://www.sga-ssa.ch>

Jornada de Orientación sobre Contaminación Acústica

• 12 Noviembre

Trebujena, Cádiz, España

Web: <http://www.bajoguadalquivir.org/portal/>

1st International Workshop on Principles and Applications of Spatial Hearing

• 13 – 11 Noviembre

Miyagi, Japón

Web: <http://www.riec.tohoku.ac.jp/IWPASH/>

30th Symposium on Ultrasonics Electronics

• 18 – 20 Noviembre

Kyoto, Japón

Web: <http://www.use-jp.org/USE2009/en/index.html>

Primeras Jornadas Regionales de Acústica AdAA 2009

• 19 – 20 Noviembre

Rosario, Argentina

Web: <http://www.adaa.org.ar/>

Australian Acoustics Society National Conference

• 23 – 25 Noviembre

Adelaide, Australia

Web:

<http://www.acoustics.asn.au/joomla/acoustics-2009.html>

Año 2010

2nd International Conference on Vibro-Impact Systems

• 06 – 09 Enero

Sanya, China

Web: <http://www.neu.edu.cn>

Spring Meeting of the Acoustical Society of Japan

• 08 – 10 Marzo

Chofu, Japón

Web: <http://www.asj.gr.jp/index-en.html>

Meeting of the German Association for Acoustics DAGA 2010

• 15 – 18 Marzo

Berlin, Alemania

Web: <http://www.daga-tagung.de/2010>

International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)

• 15 – 19 Marzo

Dallas, TX, Estados Unidos

Web: <http://icassp2010.org>

III Jornadas sobre Acústica ambiental y Edificación acústicamente sostenible

• 24 – 25 Marzo

Gandia, España

Web: www.cfp.upv.es

159th Meeting of the Acoustical Society of America

• 19 – 23 Abril

Baltimore, Maryland, Estados Unidos

Web:

<http://asa.aip.org/meetings.html>

Institute of Acoustics/Belgian Acoustical Association Joint Meeting

• 27 – 30 Abril

Ghent, Belgium

Web: <http://www.ioa.org.uk/viewupcoming.asp>

Baltic-Nordic Acoustics Meeting2010

• 10 – 12 Mayo

Bergen, Norway

Web: <http://www.bnam2010.com>

First Mediterranean Congress on Acoustics (MCA2010)

• 13 – 15 Mayo

Salé, Marruecos

E-mail: garoum1@yahoo.fr

14th Conference on Low Frequency Noise and Vibration

• 09 – 11 Junio

June, Aalborg, Alemania

Web: <http://lowfrequency2010.org>

INTERNOISE 2010

• 13 – 16 Junio

Lisboa, Portugal

Web: www.internoise2010.org

9th Intl Conference on Vibration Measurements by Laser and Noncontact Techniques

• 22 – 25 Junio

Ancona, Italia

Web: <http://www.aivela.org>

10th European Conference on Underwater Acoustics

• 05 – 09 Julio

Istanbul, Turquía

Web: <http://ecua-2010-istanbul.org>

10th Int. Conference on Recent Advances in Structural Dynamics

• 12 – 14 Julio

Southampton, Reino Unido

Web: <http://www.isvr.soton.ac.uk/RASD2010/>

17th International Congress on Sound and Vibration (ICSV17)

• 18 – 22 Julio

El Cairo, Egipto

Web: www.icsv17.org

20th International Congress on Acoustics 2010

• 23 – 27 Agosto

Sydney, Australia

Web: <http://www.ica2010sydney.org>

International Symposium on Room Acoustics (ISRA2010)

• 29 – 30 Agosto

Melbourne, Australia

Web: <http://web.arch.usyd.edu.au/~densil/ISRA/>

13th International Conference on Digital Audio Effects

• 06 – 10 Septiembre

Graz, Austria

Web: <http://www.dafx.de>

5th Animal Sonar Symposium

• 14 – 18 Septiembre

Kyoto, Japón

Web: <http://cse.fra.affrc.go.jp/akamatsu/AnimalSonar.html>



Agenda

1st EAA/AAAA (SDA) Alps-Adria-Acoustics Association Meeting joint with EAA (EUROREGIO 2010)

• 15 – 18 Septiembre

Ljubljana, Slovenia

E-mail: mirko.cudina@fs.uni-lj.si

Web: <http://www.fs.uni-lj.si/sda/euroregio/index.html>

Interspeech 2010

• 26 – 30 Septiembre

Makuhari, Japón

Web:

<http://www.interspeech2010.org>

IEEE 2010 Ultrasonics Symposium

• 11 – 14 Octubre

San Diego, California, Estados Unidos

E-mail: b.potter@vectron.com

TECNIACUSTICA® 2010 –

41º Congreso Nacional de Acústica

VI Congreso Ibérico de Acústica–

EAA Simposio

• 13 – 15 Octubre

León, España

Web: <http://www.sea-acustica.es>

Acoustics Week in Canada

• 14 – 16 Octubre

Niagara-on-the Lake, Ont., Canada

Web: <http://www.caa-aca.ca/E/index.html>

VII Congreso FIA

• 15 – 19 Noviembre 2010

Cancún, Mexico

Web: <http://www.adaa.org.ar>

Reproduced Sound 25

• 19 – 20 Noviembre

Brighton, Reino Unido

Web: <http://www.ica.org.uk/viewupcoming.asp>

Año 2011

International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing

• 22 – 27 Junio

Prague, República Checa

Web: <http://www.icassp2011.com>

Forum Acusticum 2011

• 27 Junio – 01 Julio

Aalborg, Dinamarca

Web: <http://www.fa2011.org>

Mechanics of Hearing 2011

• 17 – 21 Julio

Williamstown, Massachusetts,

Estados Unidos

Web:

<http://www.mechanicsofhearing.org/>

Interspeech 2011

• 27 – 31 Agosto

Florence, Italia

Web:

<http://www.interspeech2011.org>

Internoise 2011

• 04 – 07 Septiembre

Osaka, Japón

Web: <http://www.internoise2011.com>

International Congress on Ultrasonics

• 05 – 08 Septiembre

Gdansk, Polonia

Web: <http://icu2011.ug.edu.pl/index.html>

TECNIACÚSTICA® 2011 –

42º Congreso Nacional de Acústica

– Encuentro Ibérico de Acústica –

EAA Simposio

• 26 – 28 Octubre

Cáceres, España

Web: <http://www.sea-acustica.es>

Envíese a Sociedad Española de Acústica
C/ Serrano 144 Fax: + 34 91 411 76 51
28006 Madrid (España)
<http://sea-acustica.es>
e-mail: secretaria@sea-acustica.org

• ADHESIÓN A LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ACÚSTICA

• SUSCRIPCIÓN A LA REVISTA DE ACÚSTICA

Apellidos: Nombre:

Dirección para correspondencia:

C.P.: Ciudad: Provincia: País

Tel: Fax: e-mail:

Centro de trabajo:

Puesto de trabajo:

Dirección:

C.P.: Ciudad: Provincia: País

Tel: Fax: e-mail:

Fecha y firma

Nadie puede negar que Internet es una herramienta de importancia vital para las sociedades modernas. Aunque no se puede ignorar que en la red hay cantidades ingentes de basura (en algún caso, muy peligrosa), es evidente que la disponibilidad de Internet ha dado un vuelco revolucionario a las posibilidades de información y comunicación de millones de personas en todo el mundo, desde los científicos y profesionales de todo tipo al simple hombre de la calle.

Como es natural, la anterior valoración se puede aplicar con absoluta rotundidad al campo de la acústica. Al margen de las grandes posibilidades de comunicación (a través del correo electrónico y otras herramientas), si se sabe buscar bien por la red se puede acceder muy fácilmente a un amplísimo abanico de temas de interés para cualquier especialista en acústica.

Como ejemplo de esta afirmación, podemos recomendar la realización de una visita a la página Web de la Sociedad Española de Acústica (SEA):

<http://www.sea-acustica.es/>

En esta dirección de Internet se puede encontrar información sobre los Objetivos de la Sociedad, Agenda, Publicaciones, Tecniacústica, Expoacústica, Másters de Acústica, entre otros temas importantes. Como dato relevante, cabe recordar también que en esta página se puede acceder a los textos completos de los trabajos publicados en la Revista de Acústica y en los diferentes congresos organizados por la SEA..

En un sentido análogo, recomendamos también visitar la dirección

de Internet de la European Acoustics Association (EAA):

<http://www.european-acoustics.org/>

Desde esta página se puede acceder muy fácilmente a las páginas Web de una buena parte de las 30 sociedades acústicas que se integran actualmente en esta asociación. Entre otras informaciones de interés general, podemos encontrar en esta página las referencias actualizadas de los próximos Congresos y reuniones internacionales en el campo de la acústica. Otra posibilidad atractiva puede ser la consulta de la que se conoce como “red de estudiantes”, en la que se ofrece diversa información sobre afiliación, actividades, foro de discusión, etc.

En un sentido más especializado recomendamos también visitar la página Web de la Asociación española para la calidad acústica (AECOR):

<http://www.aecor.es/>

En esta página podemos encontrar una amplia información relacionada con el campo de la contaminación sonora (ruido). Además de información general sobre este tema y la citada asociación, se puede acceder a varios enlaces sobre la revista de esta asociación, normativa y legislación, revista de prensa, etc.

Los interesados en obtener más información sobre muchos de los aspectos actuales de la contaminación acústica, pueden consultar también la página Web de una asociación que lleva muchos años ocupándose de este tema:

<http://www.ruidos.org/>

En esta página se ofrece una abundante información sobre asociaciones, enlaces varios, legislación y noticias de prensa, entre otros temas relacionados con el ruido y su impacto sobre los ciudadanos, de muy distinta naturaleza.

Como es natural, estas sencillas indicaciones y referencias se hacen a título de orientación y podrían extenderse muy fácilmente a otros campos de la acústica, como la acústica arquitectónica, la acústica musical o los ultrasonidos, entre otros. De todos estos campos se puede obtener mucha e interesante información en Internet. Aunque el carácter de esa información es muy variado, desde la propia de los especialistas hasta la dirigida al público general, siempre se pueden encontrar muchos aspectos y facetas importantes.

En este sentido, lo mejor para los no demasiado expertos en navegar por la red es que se inicien en esa actividad con algunas incursiones sencillas (en realidad, éste es el objetivo principal de las anteriores recomendaciones) y vayan descubriendo nuevos objetivos, según los intereses de cada persona. En esa perspectiva, es muy recomendable recurrir a un buen buscador y, con ayuda de algunas palabras claves sobre el tema objeto de interés, acceder a la información deseada. Una de las mejores herramientas (si no la mejor) de que podemos disponer en la actualidad es la que responde a la siguiente dirección:

<http://www.google.es/>

El poder de esta página ha mejorado mucho en los últimos tiempos, hasta límites sorprendentes.

garcia.amando@gmail.com



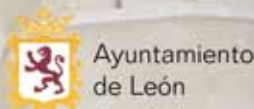
TECNIA ACÚSTICA

León · 2010

41º Congreso Nacional de Acústica

6º Congreso Ibérico de Acústica

León · España
13 al 15 Octubre de 2010



Camara
León



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ACÚSTICA

e-mail: secretaria@sea-acustica.es

web: <http://www.sea-acustica.es>