

## RESUMEN

Desarrollar una aplicación con un lenguaje orientado a objetos y eventos como el VisualBasic para Autocad VBA reduce los tiempos de programación por ser mas intuitiva su programación y por la creación de librerías con procedimientos pre-programados. Este tipo de aplicación facilita el diseño arquitectónico proporcionándole información y orientando al arquitecto en la toma de decisiones.

## ABSTRACT

Development an application using an object and events language as VBA can reduce the time to programming because it is more intuitive and you can have libraries with procedures. This type of application makes easier to work on the architecture design: it provides information to the architect and guide him in taking the best decision. The time of designing walls considering the acoustical isolation were reduced using a VBA application.

The purpose of the present work is to develop an automatic, visual and interactive tool that using a 3D drawing CAD and a object language guide the architect in the design of walls considering the noise from outside and helping the acoustical comfort.

El objetivo general del presente trabajo es el de diseñar una herramienta automatizada, visual e interactiva, que a partir de un dibujo en 3D, diseñado en CAD y mediante la utilización de un lenguaje de programación orientado a objetos, oriente al arquitecto, en la selección de materiales y diseño de las paredes de un espacio, tomando en cuenta el aislamiento acustico con el fin de minimizar el ruido aéreo proveniente del exterior y contribuir al confort acústico.

# APLICACIÓN DEL VBA EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO CASO: DISEÑO DE PAREDES TOMANDO EN CUENTA EL AISLAMIENTO ACÚSTICO AÉREO

ARQ. MONICA DIAZ  
UNIVERSIDAD DEL ZULIA  
MARACAIBO-VENEZUELA  
[mcd@telcel.net.ve](mailto:mcd@telcel.net.ve)

## INTRODUCCION

El arquitecto al concebir un espacio debe tomar en cuenta una serie de factores formales, espaciales, funcionales, sociales, ambientales y técnico-constructivo entre otros. El control de algunas de esas variables conlleva relacionar datos gráficos de geometría de la forma, volumen, área, dimensiones de altura, ancho y espesor con ecuaciones matemáticas que utilizan con frecuencia data proveniente de una base de datos. A la interrelación entre datos gráficos, cálculos matemáticos y datos numéricos y alfanuméricos, se le une una más, y es que el arquitecto maneja con frecuencia la imagen o representación fotorrealística, ya que esta permite al arquitecto tener una idea más cercana de lo que será el espacio diseñado.

El manejo de las cualidades acústicas de un espacio arquitectónico forma parte de los elementos de composición que debe manejar el arquitecto para diseñar pero al arquitecto se le hace difícil el control del aislamiento acústico, ya que ello supone la realización de numerosos y complejos cálculos, que debido al tiempo que ello consume, por lo general trata de evitar y darle una posible solución intuitiva al problema.

El presente trabajo pretende relacionar mediante el diseño de un prototipo desarrollado con VBA (Visual Basic para AutoCAD) datos gráficos de un dibujo tridimensional con datos provenientes de una base de datos o del usuario, que aplicados a expresiones matemáticas permitan al arquitecto orientar sus decisiones de diseño del acústico aéreo en paredes.

## BASES TEORICAS

### CARACTERISTICAS DEL VISUAL BASIC PARA AUTOCAD

Visual Basic para AutoCAD (VBA) es un lenguaje de cuarta generación, se introduce por primera vez con la versión AutoCAD 14.01, es un lenguaje orientado a objetos que trabaja con eventos.

Un lenguaje orientado a objetos tiene tres características básicas: debe estar basado en objetos, basado en clases y capaz de tener herencia de clases. Los objetos pueden ser entidades, capas, bloques, botones, menús combos, cajas de textos, etiquetas, etc. Las clases están definidas por las propiedades de los objetos y los métodos que controlan el comportamiento del objeto.

La estructura de un objeto está dividida en tres partes:

las relaciones, que permiten que el objeto se inserte en la organización, las propiedades que distinguen un objeto determinado de los restantes y los métodos que son las operaciones que pueden realizarse sobre el objeto. Son sinónimos de método todos aquellos términos que se han aplicado tradicionalmente como procedimiento, rutina, función, etc. Los métodos a diferencia de los procedimientos, no son programados por el usuario, sino que vienen ya pre-programados.

Cuando los programas orientados a eventos han arrancado estos se quedan a la espera de acciones del usuario. Los lenguajes visuales orientados al evento y con manejo de componentes dan al usuario que no cuenta con mucha experiencia en desarrollo, la posibilidad de construir sus propias aplicaciones utilizando interfaces gráficas sobre la base de eventos. Algunos eventos típicos son el "clic" sobre un botón, el pulsar una tecla o una combinación de las mismas, el elegir una opción de menú, el escribir en una caja de texto o simplemente mover el ratón. Cada vez que se produce un tipo de evento sobre un determinado control, arranca una función o procedimiento que realiza la acción programada por el usuario para ese evento en concreto.

La versión de VBA incluye características de guiones (script), sintaxis del lenguaje VisualBasic, un debugger (depurador) y ambiente de desarrollo integrado IDE(Integrated Development Environment).

VBA permite la integración con otras aplicaciones como Microsoft Word, Microsoft Excel y Microsoft Access. Con VBA además de poder generar y editar el dibujo se puede establecer la comunicación con otros programas a través del DDE (Dynamic Data Exchange), con procesos OLE (Object Linking and embedding) y con ActiveX. A través de la



El aislamiento acústico en paredes simples puede calcularse aplicando la ley de masa.

En el caso de paredes compuestas son muchos los métodos de cálculo de aislamiento acústico

Método	Tipo	Resistencia
Pared simple	Cemento	10
Pared simple	Ladrillo	12
Pared simple	Hormigón	15
Pared simple	Caraca	18
Pared simple	Albañilería	20
Pared simple	Albañilería	22
Pared simple	Albañilería	24
Pared simple	Albañilería	26
Pared simple	Albañilería	28
Pared simple	Albañilería	30
Pared simple	Albañilería	32
Pared simple	Albañilería	34
Pared simple	Albañilería	36
Pared simple	Albañilería	38
Pared simple	Albañilería	40
Pared simple	Albañilería	42
Pared simple	Albañilería	44
Pared simple	Albañilería	46
Pared simple	Albañilería	48
Pared simple	Albañilería	50
Pared simple	Albañilería	52
Pared simple	Albañilería	54
Pared simple	Albañilería	56
Pared simple	Albañilería	58
Pared simple	Albañilería	60
Pared simple	Albañilería	62
Pared simple	Albañilería	64
Pared simple	Albañilería	66
Pared simple	Albañilería	68
Pared simple	Albañilería	70
Pared simple	Albañilería	72
Pared simple	Albañilería	74
Pared simple	Albañilería	76
Pared simple	Albañilería	78
Pared simple	Albañilería	80
Pared simple	Albañilería	82
Pared simple	Albañilería	84
Pared simple	Albañilería	86
Pared simple	Albañilería	88
Pared simple	Albañilería	90
Pared simple	Albañilería	92
Pared simple	Albañilería	94
Pared simple	Albañilería	96
Pared simple	Albañilería	98
Pared simple	Albañilería	100

propuestos por diferentes autores. Para la elaboración del programa se decidió utilizar una base de datos de aislamiento de paredes medidas por ensayo, presentada por Recuero Lopez en su libro *Acústica*

Arquitectónica Aplicada y el método de Baschuk y Di Marco el cual está basado en una gráfica desarrollada por Day, Ford y Lord quienes asumen que la pared doble presenta un relleno de material absorbente y en donde no se presenta un puente sónico en las estructuras de la pared.

## METODOLOGÍA EMPLEADA

Para el diseño del sistema se planteó la elaboración de un prototipo que servirá para obtener una recopilación rápida de información acerca de los requerimientos del sistema definitivo, medir las reacciones del usuario, recoger las sugerencias del usuario y buscar capacidades nuevas que no habían

sido pensadas con anterioridad.

Un diseño de sistema de información modular divide el sistema por módulo que resuelven subproblemas. Cada módulo tiene un objetivo específico que realizan tareas específicas pero que luego se integran para responder a los objetivos generales. Esta técnica minimiza la complejidad de los problemas, facilita el mantenimiento y corrección de errores en el sistema y aumenta la productividad y competitividad del usuario del sistema. Aunque esta técnica facilita el análisis del problema, dividiéndolo en subproblemas, no debe perderse nunca la visión general del problema ya que los subproblemas, no se encuentran aislados sino que se interrelacionan entre sí.

Cada uno de los módulos presenta:

1. Una entrada de datos, que pueden provenir del usuario, de una base de datos o de la base de datos graficas del dibujo.
2. Un procesamiento de la data a ser convertida en información y
3. Una salida de información por medio de ventanas, mensajes e imagenes que permiten al usuario tomar sus decisiones.

Para poder aplicar el programa correctamente las paredes del dibujo tridimensional de AutoCAD se recomienda crear una capa aparte que sólo contenga las entidades que forman las paredes y las mismas tienen que haber sido construidas como *3dSolids* que el usuario ha de explotar para conseguir las regiones de los sólidos y poder aplicar diferentes materiales en cada una de las superficies de las paredes.

En el desarrollo del programa se siguió el diagrama de flujo expresado en la estructura del sistema y se

siguieron los siguientes pasos:

1. Se creó y dió nombre a una nueva forma.
2. Se trazaron los objetos y se les dió nombre y propiedades.
3. Se relacionaron estos objetos con un código que se ejecutará en respuesta a eventos del usuario o por generar el sistema.

Algunos de los objetos presentes en las formas son: Etiquetas, cuadros de textos, lista, botones, botones de opción, imagen, menus de combos desplegables, pagina múltiples.

Se crearon las siguientes ventanas o forms : frmDetalle, frmDiseñar, frmEspesor, frmInicio, frmParedes, frmPrincipal, frmPuertas, frmRecientes, frmSimplescomp, frmVentanas.

## MODULO I.CALCULO DEL AISLAMIENTO REQUERIDO.

Objetivo:

Calcular el aislamiento acústico aéreo requerido.

Entrada de datos: Selección del ambiente a estudiar y el ambiente vecino del cual se desea aislar mediante captura del texto en el dibujo o por selección de un menú desplegable.

El aislamiento requerido R será el ruido de fondo recomendable menos el nivel de ruido del local vecino mas un factor de seguridad de 5 dB.

El modulo I está contenido en la ventana frmPrincipal, la cual está diseñada en forma de ventana múltiple y presenta las siguientes fichas: Selección de Ambientes, Selección del Vecino y Cálculo, Reporte de Paredes,

Reporte de Puertas, Reporte de Ventanas, Reporte Global. Selección de Ambientes y Selección de Vecinos y Cálculos corresponden al módulo I.

En la ficha Selección de Ambientes se da entrada a la selección del espacio a estudiar haciendo "clic" en el botón de Capturar para luego escoger el texto en el dibujo o seleccionando del menú combo desplegable el espacio a estudiar.

El código del botón Captura busca en la tabla Ambientes de la base de datos Aislamiento.mdb el registro que contenga el nombre de ambiente igual al capturado, el texto se introduce capturado en la variable *tempStr* si éste es igual a un registro de la tabla lo escribe entonces en la lista combo llamada *CmbAmbienteAmb*.

Una vez hallado un registro con el mismo nombre que del espacio seleccionado, toma el valor del campo decibelios que tenga ese registro en la tabla y lo coloca en la caja de texto llamada *TxtDecibeliosAmb*.

```
Private Sub CmdCapturarAmb_Click()
```

```
.....
```

```
TRYAGAIN:
```

```
ThisDrawing.Utility.GetEntity Object, PickedPoint,  
"Seleccione el nombre del espacio"
```

```
If TypeName(Object)="IAcadText" Then
```

```
RsAmbientes.FindFirst ("Ambiente>= "" &  
Object.TextString & """)
```

```
If Not RsAmbientes.NoMatch Then
```

```
tempStr=RsAmbientes.Fields("Ambiente").Value
```

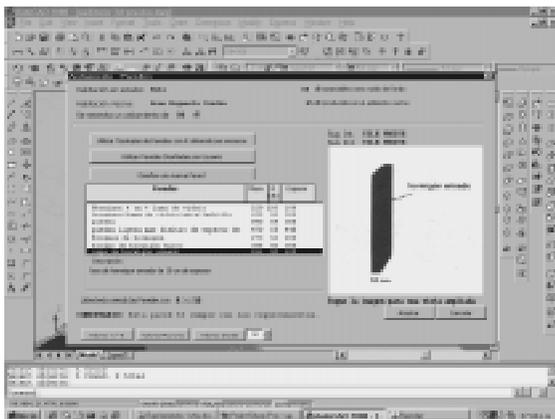
```
tempStr=tempStr+Space(40 - Len(tempStr))
```

```
tempStr=tempStr &
```

```
RsAmbientes.Fields("decibelios").Value
```

```
CmbAmbienteAmb.Text=tempStr
```





11 Fig. 03. FormParedes

del usuario del tipo de pared que desea: simple o pared doble con cámara de aire, rellena de material aislante y sin puente sónico.

Se utiliza la tabla Materiales que contiene los pesos de materiales obtenidos de fabricantes, catálogos.

Ecuaciones:

En paredes simples:

Para  $M=200 \text{ Kg/m}^2$  el aislamiento acústico será  
 $R=13,5\text{Log}(M)+13$

Para  $M>200 \text{ Kg/m}^2$  el aislamiento acústico será  
 $R=23\text{Log}(M)-9$

donde M es la masa total de la pared.

En paredes dobles se utilizan las fórmula propuesta por los autores Day, Ford y Lord para paredes dobles con cámara de aire rellena de material absorbente y sin puentes sónicos.

$$R=20\text{Log}(M \times d)-26$$

donde d es la distancia que separa los tabiques en mm y M la masa total de la pared.

Procedimiento:

La pared puede estar formada por una o más capas de material. El usuario puede escoger los materiales que formaran la pared. La capa 1 corresponde al material que da al interior del ambiente en estudio y la última capa al material de la pared que da hacia el

ambiente vecino.

Cuando se este trabajando con paredes simples los pesos de cada uno de los materiales que constituyen cada una de las capas se suman, obteniéndose M y luego se aplica la fórmula de la ley de Masa según sea el valor de M. En el caso de paredes dobles con cámara de aire se aplica la ecuación para el cálculo de aislamiento propuesta por Day, Ford y Lord.

Si la opción Paredes Compuestas es activada se llama a otra ventana frmEspesor donde el usuario introduce el valor del espesor de la cámara de aire en un cuadro de texto.

La formDiseñar cuenta con una serie de menú combos desplegable, 7 en total, donde el usuario escoge el material de las diferentes capas que conformarán la pared.

Lo que hace cada código de los 7 menús combos desplegable es lo siguiente: busca el nombre del material seleccionado por el usuario del menú en la Tabla Materiales de la base de datos Aislamiento.mdb, si es aire coloca cero como valor en las etiquetas de la masa, aislamiento y espesor (*lblMasa*, *lblR* y *lblEspesor*), sino busca los valores de los campo Masa, R, Espesor, Superficie y hatch correspondiente al registro que contiene el nombre del material que coincide con el material seleccionado y los coloca en las etiquetas *lblMasa2*, *lblR2*, *lblEspesor2*, *lblSuperficieExt*, y *hatch(2)* respectivamente.

Al final el código llama a una rutina de procedimiento *Calcula\_Valores* donde se introduce el contenido de los combos menús y de las etiquetas en unas variables y se realizan los cálculos del aislamiento RC obtenido aplicando las diferentes ecuaciones según

del valor de la masa y de si es una pared compuesta.

```
Private Sub Calcula_Valores()
....
If lblMasaTotal >0 Then
If aire Then
RC=Int(20*(Log(lblMasaTotal * EspesorAire)/
Log(10#))-26)
Else
If lblMasaTotal<=200 Then
RC=Int(13.5*(Log(lblMasaTotal)/Log(10#))+13)
Else
RC=Int(23*(Log(lblMasaTotal)/Log(10#))-9)
End If
End If
.....
End Sub
```

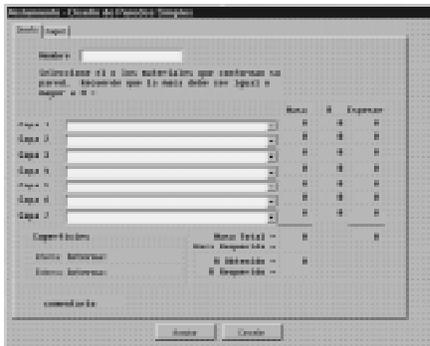


Fig. 03. frmDiseñar

Al hacer "clic" en el botón de Aceptar el código dibuja con los valores obtenidos de los espesores y los hatch de los materiales la sección de pared en un dibujo de AutoCAD, llamado *En\_Blanco.dwg* que luego lo exporta como una imagen de formato *.bmp*. Esta imagen va a ser colocada en el objeto *Image1* de la ventana *frmParedes* cuando se seleccione esta

tipología de pared y permitirá la visualización de la sección de la pared en la ficha de *frmParedes*.

## MODULO 3.ASIGNACION DE IMAGENES DE MATERIALES

Objetivo:

Asignar en forma automatizada los acabados de los materiales para la pared diseñada.

Los datos de entrada son:

Selección en el dibujo de AutoCAD del lado interno de la pared y el lado externo, por parte del usuario. Archivos de imágenes de formato TGA con las imágenes de los acabados.

Archivo *.mli* de AutoCAD que contiene la librería de materiales con imágenes TGA.

Nombre del material de la capa 1 y de la última capa que conforman la pared.

El código correspondiente al botón Pared de la ventana principal permite seleccionar gráficamente la pared a la cual deseamos asignarle el diseño:

```
Set ssetObj=ThisDrawing.SelectionSets.Add("SSET")
```

Se utilizan *Tabla Paredes Tipología* y *Tabla Paredes Diseño*. Estas tablas presentan dos campos *SuperficieInt* y *SuperficieExt*, donde se introduce el nombre del acabado de la pared que debe ser igual a uno de los nombres de las imágenes TGA contenidas en el archivo *.mli*

La *Tabla Materiales* presenta un campo llamado *superficie* que tendrá la misma función de los campos *SuperficieInt* y *SuperficieExt* de las tablas anteriores.

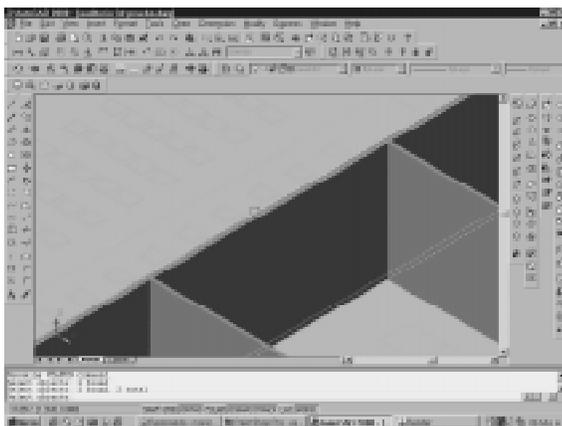


Fig. 04. Selección de la pared

En la ventana frmParedes al presionar el botón Aceptar se carga las variables *SuperficieExt* y *SuperficieInt* con los valores de los campos del registro correspondiente a la pared seleccionada de la tabla ParedesTipologías o ParedesDiseñadas de la base de datos

Aislamiento.mdb. El procedimiento asigna la imagen del material de la capa I, al objeto *Region* que da al interior del local y asigna el material de la ultima capa al objeto *Region* que da al ambiente vecino. La asignación de materiales a cada una de las regiones se realiza con un código que llama a una rutina "Rmat" escrita en AutoLisp.

En la ventana frmPrincipal el usuario podrá hacer "clic" en el botón de Render para apreciar una imagen fotorealística.

#### MODULO 4. PUERTAS

Objetivo:

Presentar al usuario tipologías de puertas con un aislamiento aéreo igual o superior al recomendado.

La entrada de datos estará dada por el ancho y alto de la puerta y punto de inserción de la futura puerta y por supuesto el aislamiento requerido, que es el mismo que el de la pared. El archivo de dibujo de la

puerta y la imagen de la misma.

Se utiliza la tabla Puertas que contiene tipologías de puertas con aislamiento acústico aéreo obtenido por ensayos de Manuel Recuero Lopez. Cada registro contiene además un campo llamado Archivo con el nombre del bloque de dibujo que representa dicha puerta, al ancho y el alto, otro campo contiene el acabado de la puerta.

El usuario hace "clic" en el botón de Puertas de frmPrincipal en la ventana Selección de vecinos y escoge tres vértices de la puerta. El código busca en la Tabla Puertas un registro de puerta cuyos valores en los campos de ancho y alto presenten dichas dimensiones y que tenga un valor de aislamiento igual o mayor.

#### MODULO 5. VENTANAS

Objetivo:

Presentar al usuario tipologías de ventanas con un aislamiento aéreo igual o superior al recomendado.

La codificación del modulo 5 es parecida a la del modulo anterior.Pulsando "clic" sobre el botón de Ventanas de frmPrincipal y una vez seleccionado los puntos de la ventana, estos permitirán calcular el ancho, alto y ubicación de la ventana, el programa acude a la Tabla Ventanas de la base de datos para buscar los registros que contenga el aislamiento requerido con dichas dimensiones.

#### MODULO 6. DIBUJO DE PUERTAS Y VENTANAS

**Objetivo:**

Insertar los dibujos de puertas y ventanas

La entrada de datos será el nombre o los nombres de las tipologías de las ventanas y puertas seleccionadas. El archivo de dibujo de la puerta o ventana y la imagen de la misma.

El código busca el nombre del archivo del bloque de dibujo de ventana o puerta en el campo Archivo de la Tabla Ventana o la Tabla Puerta.

Una subrutina de AutoLisp es la que inserta la puerta o la ventana. Los parámetros que se transmiten son el archivo del bloque, el punto de inserción y la orientación.

La salida de este módulo es la ficha ReporteGlobal que informa sobre el aislamiento obtenido en la pared, ventanas, puertas y el global, confirmando si esta cumple o no con el requerido.

Se pueden obtener diferentes reportes parciales con información mas detallada de la pared, de la puerta y/o de las ventanas. Los reportes se hacen a través de procedimientos similares que llama a diferentes funciones como lo son ReportePared, ReportePuerta, ReporteVentana y ReporteGlobal.

El usuario podrá hacer un Render cuando lo desee desde la ventana frmPrincipal, observar como se ven los acabados de la pared y si no está conforme volver a seleccionar la pared para crear o asignarle otra tipología.

**MODULO 7 AISLAMIENTO GLOBAL Y REPORTES****Objetivo:**

Informar al usuario sobre el aislamiento acústico global de la pared.

**Ecuaciones:**

Este procedimiento utiliza la formula propuesta por Recuero Lopez en su libro Acústica Arquitectónica Aplicada.(López, I.999)

$$R_g = 10 \text{ Log } \frac{S_i}{\sum (S_i / 10^{0.1 R_i})}$$

$S_i$  es la suma total de las áreas correspondientes a la pared, puerta y/o ventana y  $R_i$  el aislamiento de la pared, la puerta y/o la ventana. Del objeto *Region* se toma la propiedad área.

**CONCLUSIÓN**

La introducción de tecnología de objetos como una herramienta conceptual para analizar, diseñar e implementar aplicaciones permite obtener aplicaciones modificables, fácilmente extensibles.

Los tiempos de programación son menores porque la "reusabilidad" del código disminuye el tiempo que se utiliza en el desarrollo y hace que el mismo sea mas intuitivo.

VBA también permite el llamado a rutinas desarrolladas en AutoLisp

VBA es un lenguaje que facilita el intercambio de la data gráfica(propiedades del objeto) del dibujo con una base de datos en Microsoft Access, a MS Word y a Excel. En la herramienta diseñada se logró con

éxito este intercambio realizando procesos de búsqueda y selección, colocando estos resultados en una ventana que además contenía gráficos y otros datos que orientaban al arquitecto en sus decisiones.

El sistema diseñado es sólo un prototipo de sistema, de carácter orientador, el usuario toma la decisión final pero el programa le presenta las recomendaciones.

Los alcances de la herramienta pueden ser ampliados fácilmente mediante la creación de nuevos módulos hacia el cálculo y diseño del aislamiento acústico aéreo de losas de entrepiso y techos, logrando el aislamiento acústico aéreo de todas las limitantes de un espacio.

La aplicación permite trabajar con paredes curvas, techos inclinados, extraer sus propiedades geométricas y obtener una imagen fotorrealística de los acabados de materiales aplicados en la pared, permitiendo al arquitecto una visualización futura de cómo será la pared una vez construida.

El sistema presentado puede formar parte de un sistema mucho mayor en donde se desarrollen los sistemas de diseño y cálculo de otras fuentes provenientes de ruido (aire acondicionado, instalaciones mecánicas, eléctricas, sanitarias y otras) y el aislamiento acústico contra vibraciones e impactos.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARAU, Higini. *ABC de la Acústica Arquitectónica*. Ediciones CEAC. 1.999

BASCHUK, Bernardo y DI MARCO Silvia. *Manual de Acústica para Arquitectos*. Espacio Editora.

DAY,FORD y LORD. *Building Acoustic*. University of Salford. Elsevier Publishing Company Limited. 1.969

NORMA BASICA ESPAÑOLA. NBE-CA-88

PEREZ MIÑANA, Jose. *Compendio Practico de Acústica*. Editorial Labor, S.A. España 1.969

RECUERO LOPEZ, Manuel. *Acústica Arquitectónica Aplicada*. Editorial Paraninfo. 1.999

ROE, Andrew. *Using Visual Basic with AutoCAD*. International Thomson Publishing.USA 1.999

SUTPHIN, Joe. *AutoCAD 2.000 VBA*. Wrox Press Ltd. USA 1.999