

## PRÁCTICA 4 – INGENIERÍA ACÚSTICA I

### TÍTULO

**“Introducción a la simulación en Acústica”**

### OBJETIVOS

Conocer las herramientas básicas de simulación de emisión de fuentes sonoras y su evaluación, disponibles en un entorno real de aplicación.

Introducirse en el manejo programas de predicción de parámetros acústicos.

Familiarizarse con el entorno y el equipamiento del Laboratorio de Acústica.

### DESARROLLO DEL TRABAJO

La práctica se realiza en un grupo de 2 ó 3 personas.

Se generará una ÚNICA memoria por grupo que incluirá los resultados obtenidos en el transcurso de la práctica, y las respuestas a las preguntas planteadas. El grupo podrá incluir información adicional oportuna sobre la práctica en un apartado que se denominará APORTACIONES ADICIONALES, que será valorada positivamente (análisis opcionales, información extra a la proporcionada y conclusiones).

Está es la primera de una serie de prácticas en la que se acometerán estos 3 puntos:

- Introducción al proceso de simulación acústica, se explicarán puntos genéricos a tener en cuenta con una simulación acústica muy sencilla, en campo libre, así como el manejo básico del programa de predicción sonora empleado.
- Realización de diferentes trabajos con la herramienta de simulación sonora, para fijar los conceptos teóricos explicados en clase.
- Construcción de las bases para un manejo más avanzado en la asignatura de 3º, Ingeniería Acústica 2.

La primera parte de la práctica consistirá en una introducción de este documento y de la herramienta de simulación por parte del profesor. En ella, se explicará el manejo básico de las opciones fundamentales, y se explicarán los recursos a disposición del alumno para iniciarse, repasar, insistir, e incluso avanzar como usuario.

A partir de ahí, el alumno practicará hasta conseguir un manejo ágil del programa, de forma autónoma, y asistido por el profesor cuando lo requiera. Entre la documentación de la práctica dispondrá de los manuales de los sistemas empleados, que deberá consultar proactivamente.

El programa de simulación que emplearemos es Cadna A, de la firma alemana Datakustik. Con él podremos predecir niveles sonoros en la situación más simple acústicamente hablando: el campo libre. Éste es el campo sonoro que hemos supuesto en las clases de teoría para explicar los fenómenos de ondas básicos. Los distintos módulos nos permitirán estudiar la emisión diferentes fuentes sonoras, así como las características fundamentales de su propagación.

La aplicación real y profesional de este sistema es la Acústica Ambiental. Durante las prácticas revisaremos las bases de esta disciplina, que cómo todas las de esta ciencia, es la Acústica Física impartida en teoría. En la asignatura Ingeniería Acústica 2, se verán aspectos más aplicados.

El alumno puede obtener una versión "demo" del programa en la página web del fabricante ([www.datakustik.com](http://www.datakustik.com)), identificándose como miembro de la URJC. Con ella podrá practicar y hacer pruebas. No será capaz de obtener resultados correctos, ni de guardar los proyectos ejecutados. Para esto último necesitará las licencias correspondientes que sólo podrán ser empleadas en el Laboratorio.

**Importante:** la destreza adquirida en esta práctica será crítica en el desarrollo de las siguientes, de modo que se recomienda encarecidamente la puesta de atención en esta sesión inicial.

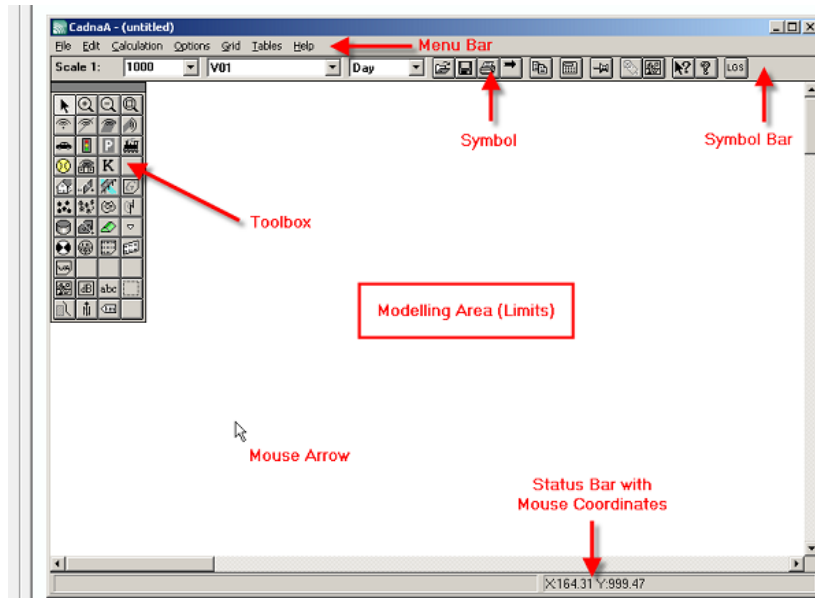
Los trabajos a realizar por parte del alumno serán los siguientes:

**I. Configuración inicial de modelos de simulación:**

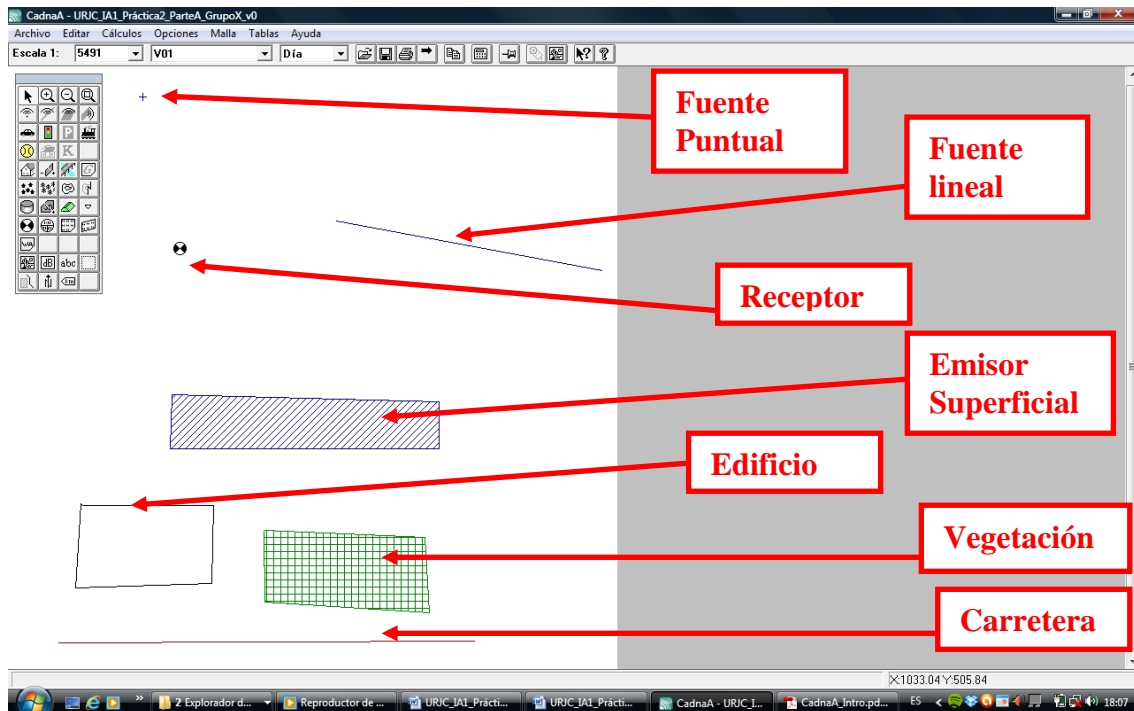
- a. Se trata de definir los modelos de propagación sonora en exteriores que aplicará el programa en los cálculos de la simulación.
- b. Comprobaremos la posibilidad de que disponemos, y observaremos la configuración.
- c. Identifique el acceso a los ficheros de ayuda del programa.
- d. Cree un fichero con el siguiente nombre: "URJC\_IAI\_Práctica2\_ParteA\_GrupoX\_v0.cna". A partir del mismo, irá creando las versiones del mismo que considere oportunas "v0, v1, etc".
- e. Se recomienda revisar el siguiente video tutorial: <http://www.datakustik.com/en/cadnaa-webtutorial/basics/settings-in-cadnaa/changing-and-saving-settings/>

## 2. Introducción de objetos:

- a. Observe la pantalla inicial de Cadna A e identifique sus partes principales y sus funciones. Observe la siguiente imagen de este apartado.



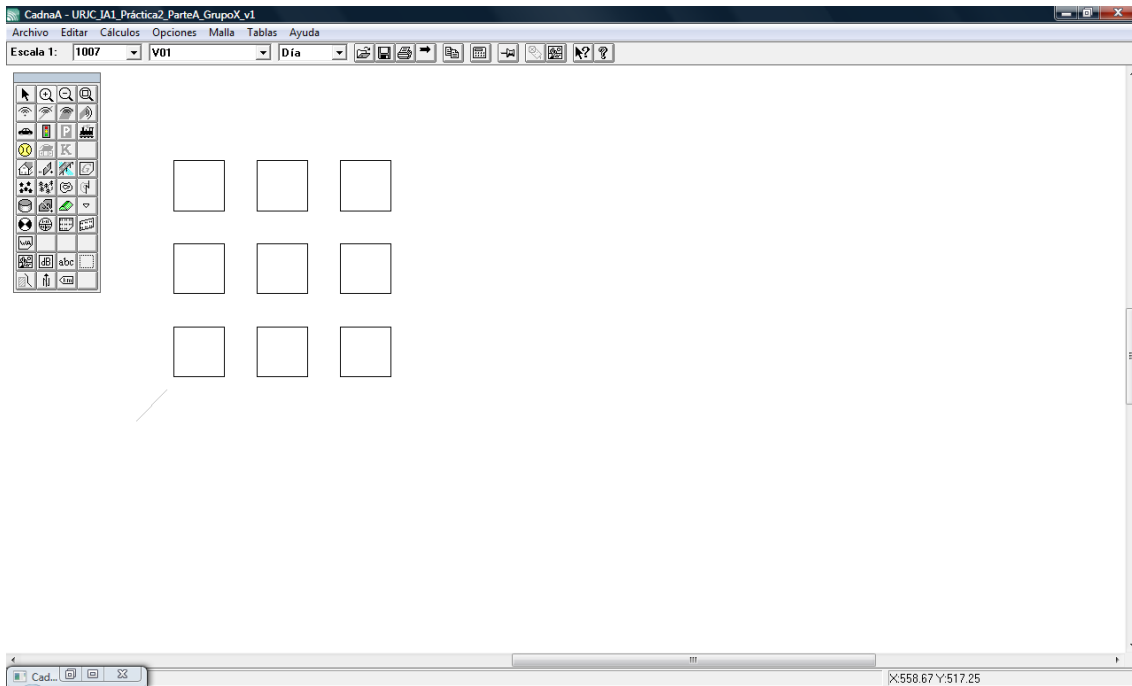
- b. Revise las posibilidades del "toolbox", o caja de herramientas de Cadna A, que manejará intensivamente mientras trabaje con el programa.
- c. Limite su área de trabajo a una de 1000m. x 1000m. Menú "Opciones", opción "Límites".
- d. La esquina inferior izquierda será el origen (0,0), mientras que la superior derecha corresponderá a los límites máximos, en este caso (1000,1000). Si modifica el tamaño los límites cambiarán.
- e. Introduzca varios objetos, según los tutoriales: Fuente puntual, fuente lineal, emisor superficial, carretera, edificio, vegetación, y receptor. Vea un ejemplo aproximado. Es recomendable dar nombres identificables a cada elemento:



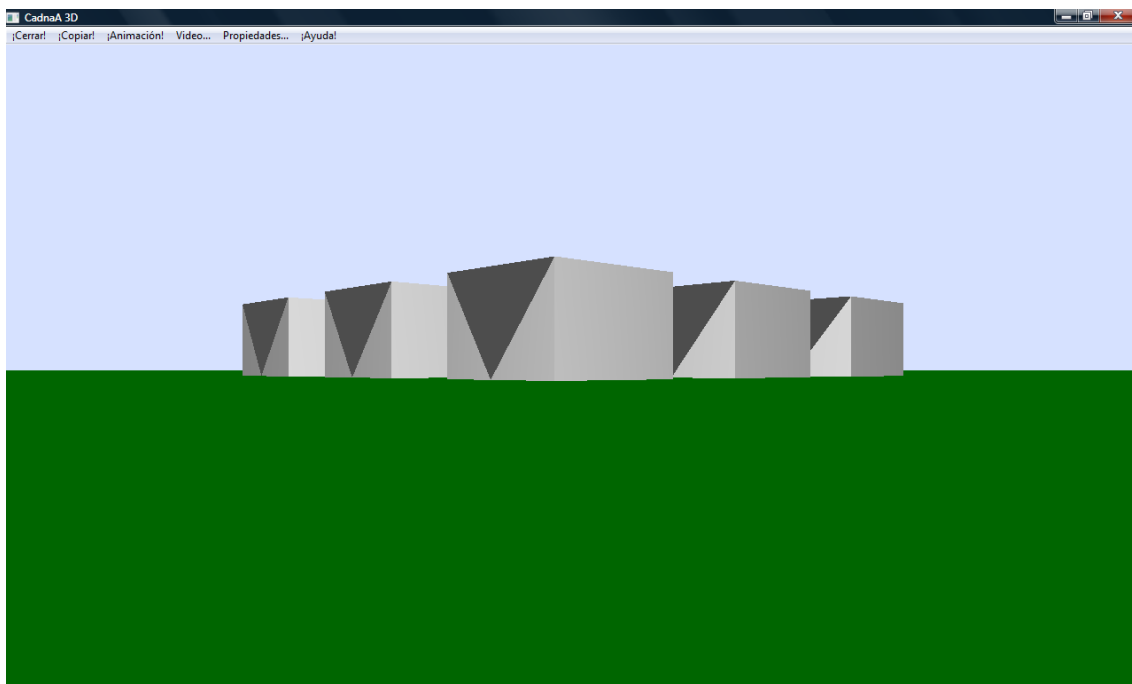
- f. Separe dichos elementos de modo que se vean en la totalidad de la superficie, mediante el uso exclusivo del ratón.
- g. ¡¡¡**Guarde** la versión “v0” del fichero!!!
- h. Se recomienda revisar los siguientes videos tutoriales:  
<http://www.datakustik.com/en/cadnaa-webtutorial/basics/entering-and-deleting-objects/entering-objects-via-mouse/>  
<http://www.datakustik.com/en/cadnaa-webtutorial/basics/entering-and-deleting-objects/entering-objects-via-keyboard/>  
<http://www.datakustik.com/en/cadnaa-webtutorial/basics/entering-and-deleting-objects/deleting-objects/>

### 3. Modificación de objetos:

- a. Realice modificaciones sobre los objetos creados en la sección anterior.
- b. Mantenga únicamente el edificio creado.
- c. Cambie su posición a través de la ventana de edición. Colóquelo en el centro de su área de trabajo.
- d. Cambie su altura a través de la ventana de edición, 10m.
- e. Cambie las dimensiones de la planta del edificio a 15m. x 15m.
- f. Duplique el objeto hasta tener 8 edificios iguales, equiespaciados 10m. El original quedará en la esquina inferior izquierda del conjunto. Ver ejemplo aproximado.



- g. Convertir en vegetación, todos los nuevos edificios excepto el original. Hágalo uno por uno, o todos a la vez empleando la opción “Modificar Objetos”.
- h. Para observar los 3 pasos en 3 dimensiones, genere un “Polígono Aux.” en las cercanías de sus elementos, pulse el botón derecho y emplee el comando “3D (Special)”. Guarde las imágenes. Ver ejemplo aproximado.

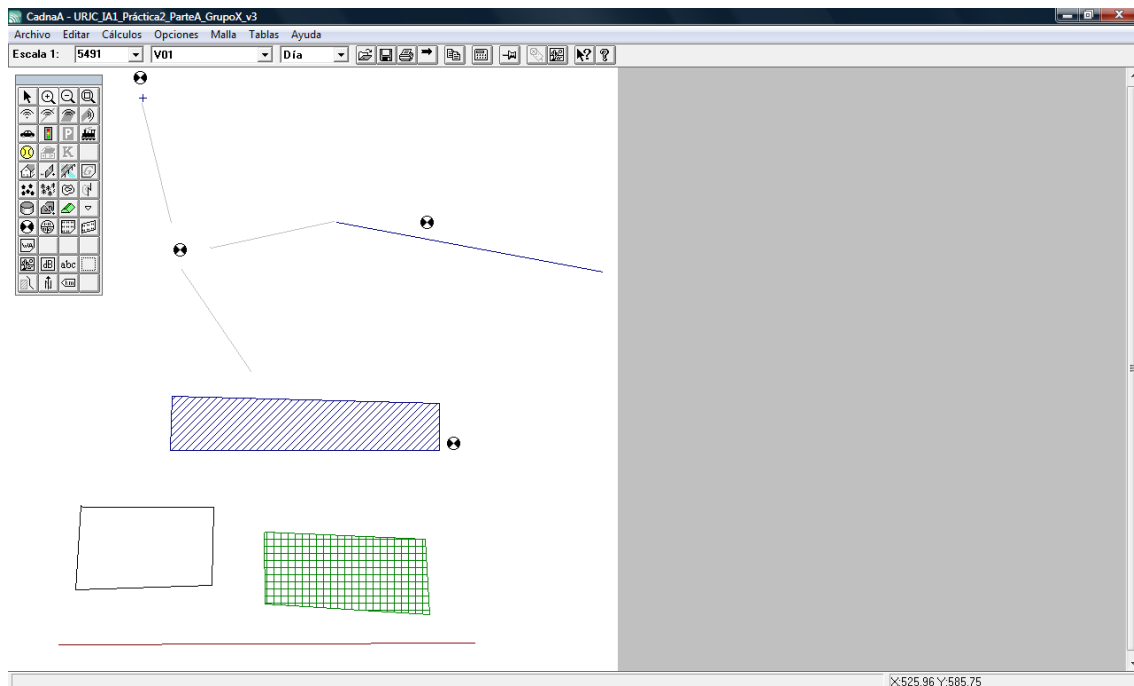


- i. ¡¡¡**Guarde** la versión “v1”, conjunto de edificios, y “v2”, conversión a vegetación del fichero!!!

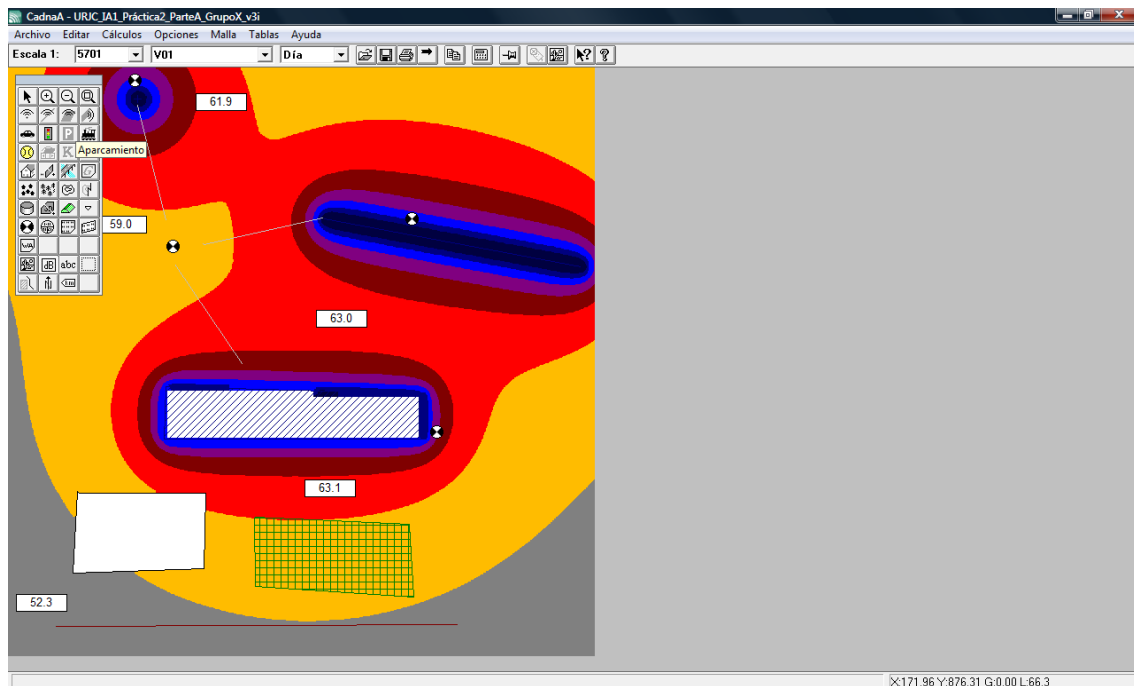
- j. Se recomienda revisar los siguientes videos tutoriales:
- <http://www.datakustik.com/en/cadnaa-webtutorial/basics/moving-and-rotating-objects/movements-using-the-mouse/>
- <http://www.datakustik.com/en/cadnaa-webtutorial/basics/moving-and-rotating-objects/rotations-using-the-mouse/>
- <http://www.datakustik.com/en/cadnaa-webtutorial/basics/common-object-parameters/geometry-information/>
- <http://www.datakustik.com/en/cadnaa-webtutorial/object-modifications/convertng-objects/convertng-a-cylinder-to-a-road/>

#### **4. Herramientas de cálculo:**

- a. Vuelva al fichero “URJC\_IAI\_PrácticaI\_ParteB\_GrupoX\_v0.cna”.
- b. En Cadna A existen varias herramientas de cálculo, con diferentes aplicaciones y usos.
- c. Nos centraremos en los “Receptores” y en las “Áreas de cálculo o Mapas horizontales”.
- d. Los primeros serán la simulación de un sonómetro ubicado en un punto; nos ofrecerán un valor numérico.
- e. Los mapas, son representaciones de una malla con multitud de sonómetros midiendo simultáneamente; nos aportan el valor numérico y un mapa de colores por rangos de nivel conocido como “mapa sonoro, de ruido, o sónico”.
- f. Demos “nivel” a alguna de las fuentes de ruido:
  - i. Fuente puntual, “Tipo” en banda única, y en “PWL”, introduzca 120. Hemos asignado un nivel en banda global de potencia acústica de 120dBA@500Hz a esa fuente.
  - ii. Realice la misma operación con la fuente lineal ( $PWL' = 110$ ), y el emisor superficial ( $PWL'' = 90$ ).
- g. Introduzca un receptor por cada fuente sonora activada, muy cerca de la misma (<5m, y a 1.5m. de altura).
- h. Introduzca un receptor entre las fuentes activadas, más o menos a la misma distancia de todas ellas. Ver ejemplo aproximado seguidamente:



- i. En el menú “Cálculos”, seleccione la opción “Calc”. Tras aceptar el test de consistencia (señala fallos en la simulación y recomendaciones de uso), se realizará el cálculo de niveles sonoros en los receptores.
- j. Pinchando 2 veces en cada receptor obtendrá los niveles obtenidos. Para verlos todos juntos, y además las aportaciones parciales de cada fuente sonora en cada punto: menú “Tablas”, y opción “Aportación parcial”.
- k. En el menú “Malla”, introduzca una altura de 1.5m, en “Propiedades”. Pulse en la opción “Calc Malla”, y obtendrá el mapa sonoro correspondiente con líneas isófonas; líneas que señalan el rango de niveles sonoros que limitan.
- l. Si desea una presentación más espectacular, pruebe lo siguiente: menú “Malla”, opción “Apariencia” y marcando “Raster, oversampling”, introducir un 10. Vea un ejemplo aproximado en la imagen de abajo:



- m. ¡¡¡**Guarde** la versión “v3” del fichero!!!
- n. Se recomienda revisar los siguientes videos tutoriales:  
<http://www.datakustik.com/en/cadnaa-webtutorial/basics/evaluation-of-single-receivers/calculating-immission-and-displaying-it-with-a-label/>  
<http://www.datakustik.com/en/cadnaa-webtutorial/basics/grid-calculation/explanation-of-a-grid/>

## 5. Inspección del programa:

- a. Revise el manual del programa de simulación sonora en exteriores, Cadna A.



A modo de guía, la **memoria** del estudio **debe** contener al menos el listado de puntos mínimos que se señalan a continuación:

**1. Portada normalizada.**

**2. Configuración inicial de modelos de simulación:**

- a. Datos de los experimentos realizados (pantalla de la configuración de modelos) (0.5 puntos)
- b. Preguntas:
  - i. Indique el estándar/Norma seleccionado para Industria, Carreteras, Ferrocarril, y Aviación (0.5 puntos)
  - ii. Explique la diferencia entre los siguientes botones: (0.5 puntos)



**3. Introducción de objetos:**

- a. Datos de los experimentos realizados (pantalla con todos los elementos sugeridos a introducir) (0.5 puntos)
- b. Preguntas:
  - i. Enumere todas la fuentes sonoras y obstáculos seleccionables y parametrizables de forma directa desde Cadna A. (0.5 puntos)

**4. Modificación de objetos:**

- a. Datos de los experimentos realizados (pantalla con cada uno de los 3 pasos en 3D) (0.5 puntos)
  - i. ¿Cuál es el menú desde el que se puede cambiar la posición de cualquier objeto tecleando sus coordenadas? Añada un pantallazo para justificar su respuesta. (0.5 puntos)
  - ii. Con los objetos en Cadna, ¿Trabajamos en 2 dimensiones o por el contrario debemos tener en cuenta la altura? Añada un pantallazo para justificar su respuesta. (0.5 puntos)
  - iii. En la edición de un edificio, ¿Qué significado tiene que la opción “Sin Reflexión” esté seleccionada? (0.5 puntos)
  - iv. En cuanto al elemento vegetación, ¿Se tiene en cuenta de alguna forma que la vegetación sea perenne o caduca? (0.5 puntos)

**5. Herramientas de cálculo:**

- a. Datos de los experimentos realizados (Niveles obtenidos en receptores y 2 versiones del mapa sonoro). (0.5 puntos)
- b. Preguntas:
  - i. Indique al menos 5 parámetros que caracterizan la emisión sonora de una carretera, y que difieren de una fuente lineal. Aporte el cuadro de diálogo correspondiente. (0.5 puntos)
  - ii. ¿Cuál es el efecto de acercar un receptor a la fuente de ruido? Base su respuesta en los resultados de las aportaciones parciales de fuentes sonoras. (0.5 puntos)

**6. Inspección del programa:**

a. Preguntas:

- i. Enumere al menos una alternativa a los métodos de propagación sonora que es capaz de manejar Cadna A diferente de los empleados en este caso (fuentes industriales, carreteras)(0.5 puntos)
- ii. Enumere al menos una alternativa a los métodos de propagación sonora que es capaz de manejar Cadna A diferente de los empleados en este caso (ferrocarril, y aviones)(0.5 puntos)
- iii. Indica al menos 3 formatos de importación de datos que pueden ser usados con Cadna A. (0.5 puntos)
- iv. ¿Cuál es el número máximo de elementos a manejar si no se dispone de la “Option XL”? (0.5 puntos)

**7. Aportaciones adicionales:** sugerencias, contestadas en una extensión recomendada de un párrafo. (Este apartado es OPCIONAL): ( máximo 1.5 puntos)

- i. Adjunte información adicional sintetizada y breve sobre la Norma ISO 9613: partes que la componen, título de las partes, fuentes sonoras que trata, y fenómenos de propagación que tiene en cuenta. (1.5 puntos).
- ii. Resuma de forma sintetizada en qué consiste la “Option BMP” de Cadna A, y sus aplicaciones. (1 punto)
- iii. Resuma de forma sintetizada en qué consiste la “Option SET” de Cadna A, y sus aplicaciones. (1 punto)

## EVALUACIÓN y NORMATIVA

La evaluación de la práctica será como se detalla a continuación:

### I. INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN ACÚSTICA

- a. Memoria de la Práctica, 85%
- b. Aportaciones adicionales, 15%

**FECHA ENTREGA:** Hasta 2 semanas después de la sesión presencial de práctica, en primera convocatoria; o hasta el día y hora del Examen Ordinario de la asignatura, en segunda convocatoria.

### NORMATIVA ENTREGA:

- Será obligatoria la entrega de la memoria de la práctica para poder ser evaluado.
- No se admiten entregas parciales de la práctica.
- La práctica podrá ser entregada por grupos 2 ó 3 personas como máximo.
- La identificación del trabajo y del grupo se realizará en la portada del mismo, exclusivamente con el formato aportado en la documentación de la práctica.
- La extensión máxima de cada uno de los informes, sin incluir portada, índice y anexos, será de:
  - Memoria de la práctica – 10 páginas.
- El formato de la entrega será dual. La no entrega de alguno de los 2 formatos en las fechas acordadas implicará la no evaluación de la práctica:
  - Papel, color o B/N (¡jojo con gráficas ilegibles en B/N!, se penalizarán; usar trazos diferentes), en el despacho del profesor Roberto San Millán Castillo. (D-202, Aulario III – Campus de Fuenlabrada).
  - Electrónico, tarea correspondiente de Moodle.
  - Nombre de archivos: URJC\_IAI\_Práctica4\_GrupoX
- El bloque de prácticas se aprueba con una nota mínima de 5/10. Se hará media con el resto de prácticas con una nota media de 4/10. Se hará media con el resto de bloques de evaluación con una nota media mínima de 4/10.
- El incumplimiento de la Normativa de formato significará hasta 1 punto de penalización en la evaluación (Portada, Archivo de Memoria de práctica, subir a tarea de Moodle).
- Las faltas de ortografía, errores sintácticos, y/o presentación deficiente del documento restarán hasta 2 puntos de la nota final. Se ruega revisar el trabajo antes de la entrega.
- La no evaluación o suspenso de alguna de las prácticas supondrá el suspenso de la asignatura. Será necesario subsanar los errores antes de la siguiente convocatoria ordinaria/extraordinaria para tener la posibilidad de superar esta parte. La subsanación antes del examen ordinario requiere la entrega de todas las prácticas en primera convocatoria.