

INDICE

- 1.- OBJETO DEL PROYECTO
- 2.- PETICIONARIO
- 3.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- 4.- ANTECEDENTES
- 5.-CONSIDERACIONES GENERALES
- 6.- NORMATIVAS Y CRITERIOS
- 7.-CARACTERÍSTICAS DEL INMUEBLE
 - 7.1.-Condiciones Urbanísticas
 - 7.2.-Características Constructivas
 - 7.3.-Situación de los recintos a acondicionar
- 8.-CUMPLIMIENTO DE LA LEY 37/2003
- 9.-SOLUCIÓN ADOPTADA
 - 9.1.-Suelo Flotante
 - 9.2.-Paredes Flotantes
 - 9.3.-Techos acústicos
 - 9.4.-Puertas acústicas
 - 9.6.-Visores acústicos
 - 9.7.-silenciadores para el aire acondicionado

10.-MEMORIA DE CÁLCULO

10.1.-Conceptos fundamentales. Terminología

- 10.1.1.-El sonido. Presión sonora
- 10.1.2.-Tipos de ondas. Interferencias
- 10.1.3.-Potencia, intensidad e impedancia acústica
- 10.1.4.-Frecuencias
- 10.1.5.-El decibelio. Campo audible. Decibelio A
- 10.1.6.-Niveles de presión. Potencia e intensidad

sonora

- 10.1.7.-Análisis espectral del sonido
- 10.1.8.-Tipos de frecuencias
- 10.1.9.-Ley de masa. Pared simple
- 10.1.10.-Partición compuesta
- 10.1.11.-Paredes dobles

10.2.-Techos acústico

- 10.2.1.-Características del techo acústico
- 10.2.2.-Aislamiento conjunto techo-forjado
- 10.2.3.-Criterio de valoración de la cubierta

10.3.-Aislamiento de la medianera fondo

- 10.3.1.-Aislamiento de la pared doble
- 10.3.2.-Criterio de valoración de la medianera fondo

10.4.-Medianera frente-fachada

- 10.4.1.-Criterio de valoración de la fachada

10.5.-Medianera izquierda y derecha

- 10.5.1.-Criterio de valoración de las medianeras
- 10.5.2.-Medidas correctoras
- 10.5.3.-Aislamiento de las paredes dobles
- 10.5.4.-T.L. de la partición compuesta
- 10.5.5.-Criterio de valoración con medidas

correctoras

10.6.-Emisora de radio

10.6.1.-criterio de valoración de la emisora de radio

10.6.2.-Medidas correctoras

10.6.3.-Aislamiento de paredes dobles

10.6.4.-Características de los suelos flotantes

10.6.5.-Aislamiento conjunto suelo-forjado

10.6.6.-T.L. de la partición compuesta

10.6.7.-Criterio de valoración de la emisora

10.7.-Instalación de un limitador controlador de sonido

10.8.-Cálculo de amortiguadores

10.9.-Cálculo de silenciadores para aire acondicionado

11.-ABSORCIÓN

11.1.-Absorción. Concepto. Tiempos de reverberación

11.2.-Tiempos de reverberación

12.-MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

13.-PLIEGO DE CONDICIONES

14.-BIBLIOGRAFÍA

15.-PLANOS

1.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el acondicionamiento acústico de un edificio ya existente, para una sala en la que se podrán realizar teatros, conciertos, así como grabaciones de programas de televisión. El edificio también constará con una emisora de radio y con un centro de continuidad.

Este proyecto se centrará única y exclusivamente en la insonorización y sonorización del edificio, a partir de los datos y planos facilitados por el Arquitecto Director del proyecto del edificio.

2.- PETICIONARIO

El propietario del edificio en la actualidad es la empresa “JIMLA” dedicada al mundo del espectáculo y con domicilio social en Sevilla.

3.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El edificio está situado en C/ MATEMÁTICO REY PASTOR, S/N.- ISLA DE LA CARTUJA (ANTIGUO PABELLÓN DEL COI).-SEVILLA.

El edificio dispone de tres fachadas con acceso para público por la calle anteriormente mencionada.

Los colindantes de la actividad, situándonos frente a la puerta de entrada son:

IZQUIERDA:	Calle y jardines del Guadalquivir.
DERECHA:	c/ Matemático Rey y Pastor.
FRENTE:	Calle sin nombre.
FONDO:	Local del propio edificio destinado a cafetería.
SUPERIOR:	Exterior. Cubierta.

4.- ANTECEDENTES

El inmueble que se trata ha sido utilizado como pabellón del Comité Olímpico Internacional (C.O.I.) durante la Exposición Universal celebrada en Sevilla en el año 1992, teniendo un posterior uso, también con actividad recreativa.

Actualmente el edificio está dividido en dos locales diferenciados, uno más pequeño que estará destinado a ser una cafetería y otro mayor destinado para la actividad que se proyecta.

5.- CONSIDERACIONES GENERALES

Los servicios de cine, radio y televisión para grabaciones, se realizan en centros principales o emisoras, o en centros periféricos de tipo local. También pueden realizarse mediante unidades móviles al servicio de radio y televisión y grabaciones de programas en el exterior, para enviar al centro emisor y poder transmitirlo bien en directo o en diferido.

Estos centros necesitan de un acondicionamiento específico y altamente exigente en cuanto a índices de aislamiento y confort acústico, y por tanto deben tener unas características singulares y definidas, en función del uso al que se destinan, ya que es preciso que cumplan con las especificaciones preestablecidas y de acuerdo con las Normativas recomendaciones de uso generalizado, para obtener el mejor rendimiento de los equipos electrónicos empleados en las grabaciones.

En nuestros días, se han producido un gran avance en el desarrollo de los principios de la acústica, debido fundamentalmente al mayor conocimiento de los distintos materiales que pueden ser utilizados y combinados adecuadamente para conseguir mayores índices de aislamiento.

En general, todos los materiales poseen un valor de aislamiento o pérdidas por transmisión, mayor o menor, dependiendo de varios parámetros (masa, rigidez,... etc.), y por tanto susceptibles de usar en función del grado de aislamiento que se desee conseguir.

Evidentemente, el grado de aislamiento de un recinto, en general, es directamente proporcional al coste económico, de ahí la importancia que adquiere un estudio de insonorización adecuado, para que el binomio Aislamiento-Coste, nos proporcione la respuesta idónea de mayor aislamiento a menor coste posible.

No obstante, hay que tener en cuenta, en cada caso, las características y uso que se le dan a los recintos que se insonorizan y se acondicionan acústicamente.

La elección del lugar de ubicación, adquiere gran importancia, desde el punto de vista económico, por las razones que expondremos a continuación, y que debe combinarse con el lugar idóneo para la recepción y transmisión de señales radiofónicas y televisivas.

El lugar elegido debe tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- A) Estar lo más alejado posible de aeropuertos y zonas industriales, así como de autopistas o carreteras de tráfico intenso, ya que de lo contrario, el nivel de ruido externo al centro sería muy elevado y por tanto el nivel de aislamiento necesario, sería igualmente elevado, e incluso, es posible que no se consiguieran los niveles apropiados, dentro de los recintos insonorizados, para desarrollar la actividad. El coste de la instalación sería muy elevado.
- B) Desde el punto de vista de transmisión y recepción de señales audiovisuales, interesa un lugar elevado y en ausencia de interferencias, tales como los que pueden proporcionar las industrias pesadas centrales térmicas, eléctricas, hidráulicas, ...etc.
- C) No lejano de centros urbanos, tanto por el personal que presta sus servicios en él, como las empresas auxiliares que normalmente trabajan casi permanentemente en el centro, tales como talleres, carpinterías,... etc., así como el transporte.

6.- NORMATIVAS Y CRITERIOS DE AISLAMIENTO

La normativa y criterios de exposición al ruido, han sido obtenidos a lo largo de años, comparando los efectos cualitativos del sonido, es decir la sonoridad del mismo para el desarrollo de una actividad humana, con su magnitud física y cuantitativa, a fin de determinar que niveles de ruido pueden considerarse admisibles o no para el desarrollo de una actividad.

Hay tres criterios diferenciales:

- A) Exposición al ruido urbano
- B) Calidad acústica interior, o ruido de fondo máximo, que no impida el desarrollo de una actividad específica.
- C) Exposición al ruido en puestos de trabajo, para la prevención de enfermedades profesionales (disminución de la capacidad auditiva).

En nuestro caso, nos centraremos en el apartado B, sobre la calidad acústica interior.

Estos criterios, se justifican en base a la necesidad de disponer de unos límites exigibles o recomendables de los ruidos de fondo, de tal forma que no interfieran en el desarrollo de la actividad, utilizándose como hipótesis o situación ideal a conseguir en el diseño de un cerramiento acústico o bien como condición mínima indispensable para desarrollar adecuadamente la actividad, caso típico de salas de música, auditorium, estudios de radio, televisión, teatros,...etc.

Estas recomendaciones, nos dan los espectros para cada una de las curvas, es decir, los niveles de ruido a cada frecuencia y una tabla para relacionar la curva adecuada según la actividad, basándose en los condicionamientos de interferencias en la conversación oral y en juicios subjetivos sobre la calidad y el confort.

Los criterios son semejantes y con ligeras variaciones de unos a otros.
Los más utilizados son los siguientes:

1.- NOISE CRITERION (N.C.)

Este criterio fue desarrollado por American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (A.S.H.R.A.E.)

2.- PREFERRED NOISE CRITERION (P.N.C.)

Ligera variación de las curvas N.C., que fue publicado en 1971, por la Sociedad americana de Acústica.

3.-CRITERIO ISO

De utilización en Europa y prácticamente igual a los anteriores. Este fue propuesto por especialistas holandeses.

En siguientes apartados daremos las curvas y tabla de selección de estos criterios.

7.- CARACTERÍSTICAS DEL INMUEBLE

7.1.- Condiciones urbanísticas

Se trata de un edificio situado en la Isla de la Cartuja de Sevilla, por lo que atiende al plan especial de esta zona, estando autorizado el uso de sala de reunión y de espectáculos que se pretende.

El edificio se encuentra adaptado a sus condiciones urbanísticas, ya que cumple con lo dispuesto en el Plan General Municipal de Ordenación en cuanto a condiciones particulares del uso pormenorizado de espectáculos, es decir:

- Cuenta con una superficie para zona de público superior a 6 m² (Art.4.36/1 y 2)
- La circulación interior se facilita mediante pasillos de anchura superior a 1 m. Y no existen desniveles en los recorridos. (Art.4.37).
- La altura libre medible es superior al mínimo de 2,700 m. (Art.4.40).
- La dotación de aseos cumple con lo dispuesto en el Art. 4.41.

Igualmente se cumple con lo dispuesto en el Reglamento General de Policía de Espectáculos y Actividades Recreativas.

7.2.- Características Constructivas

Las características constructivas del edificio son las que siguen:

-Estructura del Edificio:

- Fábrica de ladrillo cerámico perforado de ½ pie de espesor
- Pilares metálicos embutidos en la fábrica de ladrillo.
- Forjado unidireccional con viguetas y bovedillas de hormigón

-Cubierta del Edificio:

- Azotea no transitable para uso del público. Transitable para mantenimiento y control de maquinaria de climatización.

-Cerramientos exteriores:

- Muro de ½ pie de espesor de fábrica de ladrillo cerámico perforado.

Los Revestimientos que se usarán en el local, una vez efectuada la reforma, serán:

-Solería:

- Solería de hormigón existente, con pasta niveladora. Moquetas y/o parquet de madera.

. Aseos: terrazo.

-Paramentos (medianeras):

- Citara de obra de fábrica de ladrillo cerámico perforado + ½ pie de ladrillo cerámico macizo.
- Doble acristalamiento de vidrios de 10 y 15 mm.
- Alicatado en toda su altura en aseos.

Todos los materiales utilizados para decoración como revestimientos (moquetas, cortinas, tapizados, etc.) serán ignífugos y corresponderán a la clase de comportamiento ante el fuego según lo determinado en la normativa vigente de Protección Contra el Fuego.

La distribución y superficies interiores del local son las siguientes:

PLANTA BAJA

-VESTÍBULO 1	38.92 m ²
-VESTIBULO 2	6.83 m ²
-GUARDARROPA	15.88 m ²
-ASEOS	42 m ²
-ESCENARIO	24.39 m ²
-CAMERINOS	60.75 m ²
-ZONA DE PÚBLICO	380.53 m ²
-TOTAL SUPERFICIE UTIL (P.B.)	515.30 m²

PLANTA ALTA

-OFICINAS	56.30 m ²
-ASEOS	5.60 m ²
-EMISORA DE RADIO	132.65 m ²
-ZONA DE PÚBLICO	165.75 m ²
- TOTAL SUPERFICIE UTIL (P.A.)	360.30 m²

TOTAL SUPERFICIE UTIL

875.60 m²

7.3.- Situación de los recintos a acondicionar

PLATÓ CENTRAL DE GRABACIÓN

Este será de uso polivalente, y servirá para grabar programas de televisión diversos como concursos debates, divulgativos monográficos,... etc., con espectadores o sin ellos, cambiando el escenario y la ubicación de los personajes. También podrá ser utilizado como sala de concierto y de teatro.

Este estará situado en la planta baja ocupando prácticamente la totalidad de esta.

Se habilitará también un centro de continuidad cuya función será la de introducir los spot publicitarios en los cortes de programación.

EMISORA DE RADIO Y OFICINAS

La emisora de radio estará situada en la planta alta y consta de las siguientes partes:

- Estudio 1.
- Control.
- Cabina de montaje.
- Centro de continuidad.
- Sala de espera.

Las oficinas también estarán situadas en la primera planta, encima de los vestíbulos de la entrada del edificio.

8.- CUMPLIMIENTO DE LA LEY 37/2003 DE 17 DE NOVIEMBRE

De acuerdo con lo dispuesto en la nueva ley del ruido 37/2003 de 17 de noviembre publicada en el B.O.E. (18/11/2003), y con el decreto 326/2003 de 25 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de protección contra la contaminación acústica en Andalucía publicado en el B.O.J.A. por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, los riesgos ambientales mínimos y sus medidas correctoras a estudiar en los proyectos sujetos a calificaciones ambientales, son:

- Ruidos y vibraciones.
- Emisiones a la atmósfera.
- Utilización del agua y vertidos líquidos
- Generación, almacenamiento y eliminación de residuos.
- Medidas de seguimiento y control que permitan garantizar el mantenimiento de la actividad dentro de los límites posibles.

Nosotros nos centraremos en el apartado de ruidos y vibraciones.

RUIDOS Y VIBRACIONES

Para evitar las posibles vibraciones, la maquinaria instalada:

- Se mantendrá en perfecto estado de conservación, principalmente en lo que se refiere a equilibrio dinámico y estático, así como la suavidad de marcha de sus cojinetes o caminos de rodadura.
- Dispondrá de bancadas y dispositivos antivibratorios desde su fabricación.
- No se apoyaran en pilares ni paredes.

En cuanto a los ruidos, más adelante se realiza el estudio de insonorización y sonorización de acuerdo con la ley vigente al respecto.

9.- SOLUCIÓN ADOPTADA

Primero describiremos de forma general la realización de las unidades de obras que se llevan a cabo a la hora de realizar un proyecto de insonorización y sonorización de un recinto.

9.1.-Suelo flotante

La insonorización completa de un recinto, consiste en otro recinto más pequeño interior al primitivo, y que ninguno de sus paramentos esté en contacto.

Esta situación ideal, es posible en paredes y techos en algunos casos, pero no en el paramento horizontal que forma el suelo.

El sistema de suelo flotante es apoyar la losa de hormigón en unos elementos elásticos, que bien pueden ser muelles elásticos amortiguadores de caucho, lana de roca, corcho,... etc. A mayor elasticidad mayor independencia estructural y a mayor losa de hormigón mayor aislamiento.

Esta unidad nos elimina las transmisiones por impacto y aquellas estructurales que puedan transmitir los forjados, bien por transmisión de paredes o de los mismos forjados.

La realización del suelo flotante en este proyecto será con amortiguadores de caucho virgen para bajas frecuencias y con una lana de roca.

El suelo flotante con amortiguadores de caucho se realizará como sigue:

A.- Se pondrá la lana de roca sobre el suelo, pegando esta mediante cola de contacto al mismo y se distribuirán los amortiguadores (dimensionados en número tal, según la carga a soportar) abriéndose huecos en la lana de roca para poder introducirlos. Los amortiguadores se distribuirán de forma uniforme y se reforzarán aquellas zonas donde existan cargas fijas.

B.- Encofrado perdido con tableros aglomerados de madera de 16 mm. Apoyados en los amortiguadores de caucho, sin dejar fisura alguna entre ellos.

C.- Capa de polietileno, para preservar los tableros del agua del hormigón y evitar también la introducción de áridos del hormigón por las posibles fisuras entre los tableros y que darían origen a los llamados “Puentes Acústicos”; imposibles de localizar una vez realizada la losa.

D.- Mallazo electro-soldado de 150 x 150 x 6 mm para armar la losa.

E.- Losa de hormigón H-150.

F.- El acabado será según deseos de la propiedad, bien con solería, pavimento de gres, PVC... etc. dejando un pavimento liso y uniforme con elección de color.

9.2-Paredes flotantes

El sistema de paredes flotantes se realiza de forma muy similar:

A.- Se reviste la pared primitiva con una o dos capas de material absorbente (fibra mineral), sujeta a la pared mediante cola de contacto.

B.- Colocación de la base elástica, con amortiguadores de caucho en todo el perímetro del recinto.

C.- Encofrado de aglomerado de madera de anchura igual al paramento que se va a levantar.

D.- Sobre esta base se construye la pared.

E.- Entre esta pared y el suelo flotante, se introduce una junta elástica o bien una fibra material de 20 mm. Y densidad alta para independizarla del suelo flotante.

F.- Revestimiento absorbente de estas paredes para adecuar los tiempos de reverberación.

9.3.-Techos Acústicos

A.- El primer techo será aislante, siendo de tipo sándwich, formado por dos placas Pladur de 15 mm de espesor cada una, sobre una perfilera metálica galvanizada de anchura variable. El alma de este paquete irá rellena de con fibra mineral de densidad media. Estos paquetes irán modulados en 1,20 x 1,25 m.

El montaje de este techo, se hace sobre una perfilera en T formada por dos angulares de hierro de 60 mm en calles de 1,20 o 1,25 m. Estas T van suspendidas del forjado mediante amortiguadores y tacos de fijación especial, rematando este techo sobre la pared flotante, que ha quedado a una distancia determinada del forjado primitivo, completándose con este techo aislante, el paramento horizontal superior, del recinto interior al primitivo.

B.-El segundo techo será absorbente, para adecuar el tiempo de reverberación.

Entre ambos techos irán los conductos de aire acondicionado.

Las figuras nº 2,3, y 4 representan, un amortiguador para techo flotante, tipos que se utilizan, deflexiones que se producen según la carga y un gráfico con el porcentaje de aislamiento a las distintas frecuencias.

Las figuras nº 5 y 6 representan los amortiguadores para suelo y paredes flotantes de caucho, así como unos esquemas de este montaje.

En los planos se detallan los sándwich acústicos, sujeción de techos, paredes y suelo flotante.

AMORTIGUADOR TECHO FLOTANTE

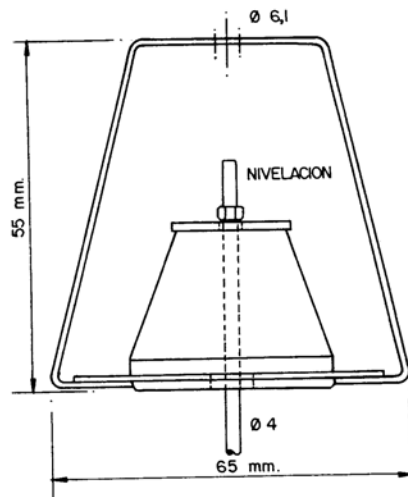


Fig. N°2 AMORTIGUADOR CAUCHO
TECHO FLOTANTE

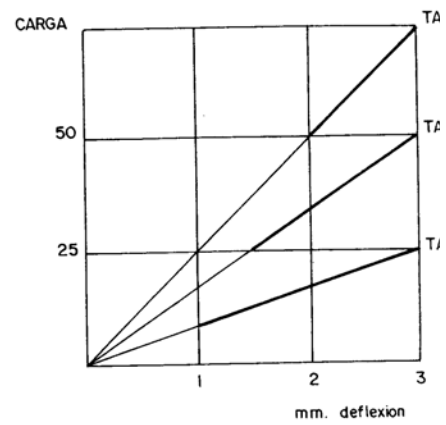


Fig. N°3 DEFLEXIONES

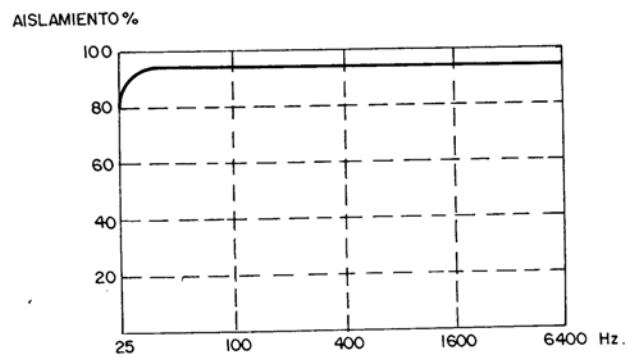


Fig. N°4 PORCENTAJE AISLAMIENTO

AMORTIGUADOR DE CAUCHO BAJA FRECUENCIA.
PARA SUELO Y PAREDES FLOTANTES.

Modelo	Carga Max.	ϕ	Altura	Deflexión	Frecuenc. natural
BA 30	30Kg.	40mm.	30 mm.	5 mm.	7 Hz.
BA 125	125Kg.	60mm.			
BA 200	200Kg.	80mm.			
BA 400	400Kg.	100mm.			
BA 600	600	120mm.			

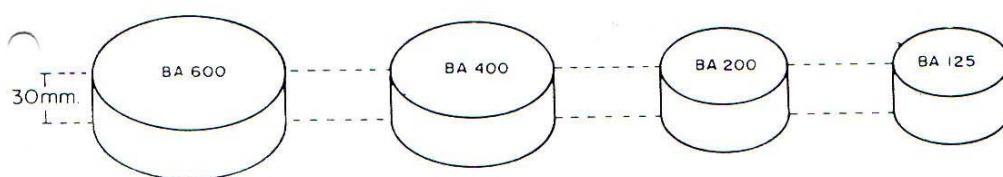


Fig. 5.

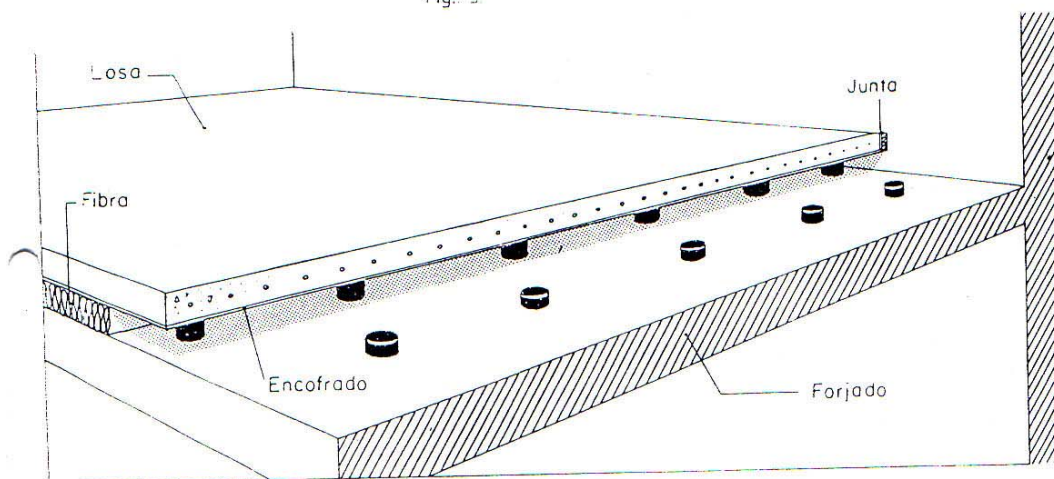


Fig. 6. ESQUEMA SUELO FLOTANTE

9.4.-Puertas Acústicas

Las características de una puerta acústica son las que siguen:

A.- Fabricada en chapa de acero de 10 cm de espesor, con chapas de 1,5 y 2 mm, una en cada cara, formando un sándwich, todo relleno con material acústico y un tablero aglomerado de 10 mm pegado a cada chapa por el interior para darle rigidez al conjunto.

B.- Doble junta de goma en todo el perímetro para asegurar la estanqueidad.

C.- Cierre de presión, tipo cámara frigorífica.

9.5.-Visores Acústicos

En aquellas dependencias en las que se necesite tener una comunicación visual con otras, para no dejar el hueco libre o cubrirlo con una ventana normal, utilizaremos los visores acústicos. Estos son elementos con dos o más vidrios, separados una distancia determinadas, con una ligera inclinación en uno de ellos para romper el paralelismo.

9.6.-Silenciadores para el aire acondicionado

Los conductos de aire acondicionado son unos elementos transmisores de ruido, igualmente el flujo de aire puede producir ruido en el recinto.

Para evitar este problema, se utilizan los silenciadores disipativos, reactivos o una combinación de ellos.

En nuestro caso utilizaremos los silenciadores disipativos, cuya misión es transformar el flujo turbulento del aire por el conducto, en un flujo laminar, disminuyendo la velocidad del aire.

Igualmente, el ruido que pueda ser transportado por este aire, va pasando por las celdillas del silenciador, convirtiéndose la energía sonora en energía calorífica y disminuyendo así el nivel de presión sonora (S:P.L.).

Estos silenciadores, se definirán en la memoria de cálculo.

Primero se hará un estudio de insonorización del edificio, poniéndonos en el caso más desfavorable posible. Este será cuando el edificio sea usado como sala de fiesta y su nivel interior sea de 105 dB. para todas las frecuencias. Para aislar el edificio se tomarán las medidas correctoras que veremos en siguientes apartados del proyecto. Estas consistirán en un techo acústico, dobles paredes en las medianeras izquierda, derecha y fondo, y en un doble acristalamiento en las zona donde existen vidrieras. Dentro del edificio irá ubicada una emisora de radio que estará a su vez insonorizada del resto del edificio. Esta emisora llevará suelo flotante y paredes flotantes, además del techo acústico que introducimos anteriormente para todo el edificio.

Segundo haremos el estudio de sonorización en el que veremos si los tiempos de reverberación de los recintos insonorizado son adecuados para las actividades proyectadas. Si no es así tendremos que adecuarlos mediante revestimientos absorbentes en todos sus paramentos.

10.-MEMORIA DE CÁLCULO

Vamos en primer lugar a definir, aunque sea brevemente, los conceptos fundamentales de Acústica que van ha ser utilizados a lo largo de este proyecto. Será tan solo un resumen práctico de los términos más importantes que intervienen.

En los cálculos acústicos intervienen una cantidad elevada de parámetros y existen varios criterios para el cálculo del aislamiento de recintos. Pero sin embargo hay un parámetro que es definitorio y cualitativamente determinante, es la ejecución material de las obras de insonorización de un recinto.

Si la ejecución de una obra no es esmerada y cuidadosa, como puede ser la realización de paredes dobles, suelos flotantes o montajes de techos acústicos, pueden unos defectos que, una vez finalizadas las obras, serán difícilmente localizables. Este puede ser el

caso por ejemplo de los llamados “Puentes acústicos”, que producirán unos “agujeros” importantes en el aislamiento.

En todos los criterios de cálculo de aislamiento se introducen unas correcciones en los valores teóricos obtenidos, para adecuarlos así a los reales. Hay que tener en cuenta que los datos que se tienen están sacados de libros teóricos, o de la Norma de Edificación, y su aplicación estricta no permite asegurar, en todos los casos, que se consiga un confort acústico adecuado, a pesar de que la construcción este de acuerdo con la reglamentación empleada. Esto es fácilmente comprobable en las construcciones de viviendas, en las cuales, las paredes medianeras y forjados, están ejecutados con los materiales, espesores, calidades, ... etc. que recomienda la Norma Básica de Edificaciones y sin embargo, el aislamiento, que igualmente fija esta Norma, no coincide con el que se obtiene en una medición acústica real.

Son varios factores los que intervienen en estas desviaciones, pero fundamentalmente hay uno que es muy importante:

Las condiciones ideales de laboratorio, para la obtención de los niveles de aislamiento de distintos materiales, no son trasladables en su totalidad a una obra real, entre otras razones, porque la mayoría de los fabricantes no especifican las condiciones de los ensayos realizados.

Igualmente, no es trasladable a una obra real de 300 o 400 m² en una unidad determinada, los resultados de laboratorio de una muestra de 1 o 2 m², entre otros casos, porque el personal no siempre es especializado. Con todo esto, queremos indicar que hay que tener mucho cuidado con los datos obtenidos y sobre todo con las extrapolaciones que se puedan hacer.

No obstante, es fundamental e imprescindible tener en cuenta los principios básicos de la acústica, así como los criterios recomendados, ya que nos indican el camino a seguir; y hacer las correcciones oportunas a la baja en los valores teóricos obtenidos.

En este tipo de proyecto los problemas a resolver son dos; el aislamiento acústico del habitáculo, es decir la insonorización del mismo, y el acondicionamiento acústico del mismo, es decir la sonorización interior de este.

Aislamiento Acústico. Insonorización

Consiste en conseguir el aislamiento deseado entre el recinto considerado y las dependencias adyacentes y ruidos exteriores tanto el ruido aéreo como a las vibraciones; para que pueda realizarse una actividad determinada en ausencia de ruidos molestos que la interfieran.

Este primer estudio de aislamiento incluye el análisis y cálculo del aislamiento del recinto primitivo, bajo las condiciones externas de ruido y las condiciones de trabajo en el habitáculo, así como las medidas correctoras que sean necesario introducir en paramentos verticales (paredes) y/o paramentos horizontales (suelos y techo).

Las transmisiones de ruido se producen por vía aérea y vía sólida o estructural.

A.1.- Vía aérea

Las transmisiones por vía aérea, son producidas por conversaciones, estrépitos de la voz, radios, televisiones, instrumentos musicales, ruidos exteriores (tráfico terrestre y aéreo... etc.), en general son ruidos que no producen vibraciones.

A.2.- Vía sólida o estructural

Los ruidos transmitidos por vía sólida o estructural tienen una parte de transmisión aérea y otra vibracional.

Caso típico de ruidos que se transmiten por esta vía son los de impacto (pisadas, caídas de objetos...etc.), elementos vibratorios (máquinas, compresores, aspiradores...etc.), con una componente alta en bajas frecuencias.

La transmisión se realiza en forma de vibración a través de las estructuras. La independencia estructural se consigue mediante la realización de suelos, paredes y techos flotantes.

Acondicionamiento Acústico. Sonorización

El acondicionamiento acústico consiste en obtener una sonoridad interior, en ausencia de reverberaciones y con un tiempo de reverberación adecuado a cada caso, para lograr un grado de difusión sonora uniforme en todos los puntos del recinto.

Estos conceptos serán explicados más detenidamente en un capítulo posterior.

10.1.- Conceptos fundamentales. Terminología

10.1.1.- El sonido. Presión sonora

El sonido puede considerarse, por una parte, como un fenómeno físico, y por otra, como una sensación auditiva engendrada por una onda sonora.

La onda sonora o acústica, resulta de una vibración del aire, debida a una serie de fluctuaciones por encima y por debajo del valor estático de la presión atmosférica; estas fluctuaciones son conocidas como Presión Sonora o Presión Acústica (Fig. nº 7).

La velocidad de propagación de una onda es una característica del medio en la que esta se propaga. El sonido se propaga en forma de frentes de ondas esféricas y concéntricas al punto emisor, según el principio de Huygens.(Fig. nº8). Cuando una onda sonora choca de una forma aleatoria con una superficie, con una energía incidente determinada, una parte de esta energía es reflejada, otra es absorbida y transmitida por la superficie y la otra parte es transmitida a través de esta. (Fig. nº 9).

Cuanto mayor sea la energía reflejada mayor será el aislamiento de la superficie. Las ondas reflejadas se convierten en nuevas ondas, como si provinieran de una fuente sonora virtual situada detrás de la superficie referida.

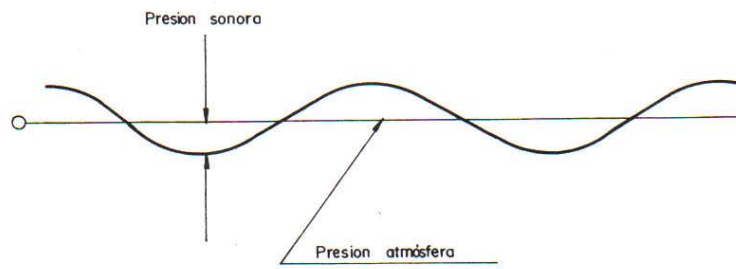


Fig. 7 GENERACION DE LA ONDA DE PRESION SONORA

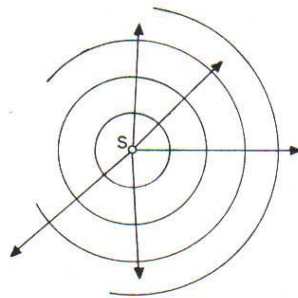


Fig. 8 ONDAS ESFERICAS (Principio de Huygens)

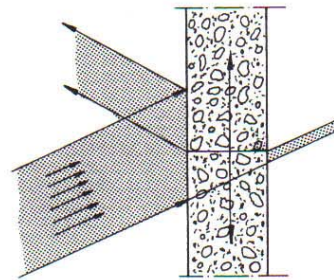


Fig. 9 REFLEXION Y TRANSMISION POR UNA PARED

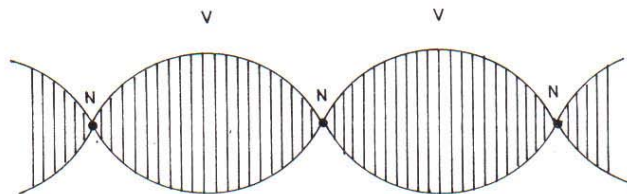


Fig. 10 ONDAS ESTACIONARIAS

10.1.2.- Tipos de ondas. Interferencias.

Los tipos de ondas vienen diferenciadas fundamentalmente por la dirección de propagación.

A) Ondas transversales.

Cuando la dirección del movimiento de las partículas en el medio es perpendicular a la dirección de propagación.

Este tipo de ondas solo puede propagarse en medios sólidos.

B) Ondas longitudinales.

Cuando el movimiento de las partículas en el medio tiene la misma dirección de la propagación, se llaman ondas longitudinales.

Estas ondas se propagan en cualquier tipo de medio, tanto fluido como sólido. Es el caso típico de las ondas sonoras.

C) Ondas esféricas. Ondas planas.

Cuando las perturbaciones se propagan en todas las direcciones a partir de un foco puntual, diremos que la propagación se realiza por ondas esféricas.

Lejos del foco emisor, las superficies esféricas, constituidas por los frentes de ondas, tienen muy poca curvatura y en áreas no son muy grandes, por lo que pueden considerarse “ondas planas”.

D) Interferencias. Ondas estacionarias.

El término interferencia, se suele usar en física, para referirse a efectos producidos cuando coinciden dos o más ondas en la misma región del espacio.

Cuando un punto es alcanzado simultáneamente

por dos ondas que se propagan en diferentes direcciones, el punto es sometido a una nueva vibración que es la suma algebraica de las que realizara si fuera alcanzado primero por una y luego por la otra. Este fenómeno se conoce como “Principio de la Superposición sin Deformación”.

Cuando dos trenes de ondas se propagan en la misma dirección, pero en sentido contrario, las ondas producidas se interfieren con los reflejados, formándose las llamadas “Ondas estacionarias”.

Estas ondas se caracterizan en que allá donde se dan tenemos regiones del medio que están en reposo, llamados “nudos” y otras llamadas “vientres”, donde la perturbación es máxima; son muy perjudiciales para el comportamiento acústico de paredes dobles a altas frecuencias, debitándolo (Fig.nº 10).

10.1.3.- Potencia, intensidad e impedancia acústica

A) Potencia Sonora

La potencia sonora (W) de una fuente, es la energía sonora total emitida por la fuente en la unidad de tiempo. Su unidad es al Watio.

$$W = I \bullet 4\pi r^2$$

B) Intensidad Sonora

La intensidad sonora (I) se define en una dirección específica, en un punto dado, como la energía sonora transmitida en la dirección específica, a través de una unidad de área perpendicular a esa dirección en el punto considerado.

$$I = \frac{PRMS^2}{\rho \bullet c}$$

ρ = densidad del aire Kg/m³

c = velocidad del sonido m/s

PRMS = Presión cuadrática media N/m²

I = Intensidad W/m²

C) Impedancia Acústica Específica

La impedancia acústica específica es la relación entre la potencia acústica en un medio y la velocidad de la partícula.

$$Z = \frac{P}{C} = \frac{\text{Presión(N / m}^2\text{)}}{\text{Velocidad(m / s)}}$$

La impedancia acústica, es la resistencia del medio de propagación.

10.1.4.- Frecuencia

Cuando las fluctuaciones de la onda sonora, se repiten continuamente, por encima y por debajo del valor estático de la presión atmosférica, se van contemplando unos ciclos sucesivos. El número de ciclos de una onda por segundo es lo que se llama “Frecuencia”, cuya unidad es el “Hercio = 1 ciclo /s”.

10.1.5.- El Decibelio. Campo Auditivo. Decibelio A.

El decibelio es una unidad adimensional, para expresar una proporción o una relación de energía.

$$L(\text{dB}) = 20 \log \frac{P_1}{P_0}$$

P_1 = Presión Acústica.

P_0 = Presión de Referencia.

La presión de referencia P_0 , escogida por convenio, es de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, la cual se hace coincidir con el límite inferior audible por el oído humano, que es sensible al rango entre $2 \cdot 10^{-5}$ Pa y 20 Pa (N/m²).

La introducción de logaritmos en la expresión del decibelio, se hace para pasar de una escala de medida muy extensa (escala de presiones, Pa=N/m²) a otra más reducida, manejándose expresiones más cómodas y prácticas.

El campo audible del oído humano, según se muestra en la relación siguiente, queda acotado entre 0 y 120 dB, correspondiente a $20 \cdot 10^{-5}$ Pa y 20 Pa.

<u>Presiones en Pascales</u>	<u>Niveles de Presión Acústica</u>	<u>Ejemplos</u>
20	120	Taller de caldería Banco ensayo de motores Umbral del dolor
2	100	Taller textil Claxon de un automóvil
0,2	80	Calle con gran circulación Máquinas de escribir
0,02	60	Conversación normal Calle con poca circulación
0,002	40	Vivienda media Estudio de radiodifusión
0,0002	20	Campo tranquilo
0,00002	0	Umbral de audibilidad de un hombre joven para frecuencias de 1000 a 4000 Hz

El oído transforma las presiones sonoras en sensaciones auditivas, pero su sensibilidad es limitada, es decir, no percibe de la misma forma todas las frecuencias.

El rango de frecuencias percibida por el oído, varía según algunos autores. Unos lo fijan entre 20 y 20000 Hz y otros entre 20 y 15000 Hz.

En este intervalo de frecuencias, la sensibilidad del oído humano varía, siendo máxima para los sonidos de frecuencias comprendidas entre 500 y 5000 Hz. y se atenúa fuertemente para las frecuencias bajas.

EL campo auditivo, o zona de sensibilidad del oído humano, está limitado por la zona de infrasonidos o umbral de audibilidad ($f < 20$ Hz.), y la zona de ultrasonidos o umbral del dolor ($f > 15000$ Hz.), por encima de este umbral el oído no percibe las diferencias (Fig. nº11 y nº12).

Al introducir los logaritmos, se crearon los “Niveles” de potencia, presión e intensidad sonora.

La notación L, utilizada para designar un nivel sonoro, viene de la palabra inglesa “level” que significa nivel.

El decibelio es una unidad muy objetiva y no corresponde de hecho a la sensación auditiva percibida por el oído humano, que es un órgano subjetivo, por lo que los ruidos físicos medidos por un aparato (sonómetro), no coinciden con la sensación sonora percibida por el oído, que son unos niveles fisiológicos.

Para obtener, por medio de un aparato de medida estos niveles fisiológicos, se introducen en los circuitos electrónicos del aparato una serie de filtros que reproducen sensiblemente las curvas del oído, llamadas “Curvas de Ponderación”.

Prácticamente los filtros están limitados a tres, A, B y C. Estos filtros actúan sobre el contenido energético espectral del sonido, es decir, sobre los niveles a cada frecuencia, disminuyendo o amplificando estos niveles; integrando el valor global y dando un valor en dB(A), dB(B), o dB(C).

El aparato también puede dar un valor físico, sin ponderación, expresado en dB, decibelios lineales.

El más utilizado es el filtro A, y los valores obtenidos con este filtro, se llaman decibelios A o decibelios ponderados A, dB(A), y es el que más se asemeja al comportamiento del oído humano para los niveles bajos.

La siguiente tabla muestra las respuestas

normalizadas en filtros de frecuencia, es decir, las correcciones que hay que realizar para la conversión de decibelios.

TABLA : RESPUESTAS NORMALIZADAS DE FILTROS DE FRECUENCIA

FRECUENCIA CENTRAL		RESPUESTA RELATIVA O ATENUACIÓN (dB)	
Hz	A	B	C
25	-44,7	-20,4	-4,4
31,5	-39,4	-17,1	-3
40	-34,6	-14,2	-2
50	-30,2	-11,6	-1,3
63	-26,2	-9,3	-0,8
80	-22,5	-7,4	-0,5
100	-19,1	-5,6	-0,3
125	-16,1	-4,2	-0,2
160	-13,4	-3	-0,1
200	-10,9	-2	0
250	-8,6	-1,3	0
315	-6,6	-0,8	0
400	-4,8	-0,5	0
500	-3,2	-0,3	0
630	-1,9	-0,1	0
800	-0,8	0	0
1000	0	0	0
1250	0,6	0	0
1600	1	0	-0,1
2000	1,2	-0,1	-0,2
2500	1,3	-0,2	-0,3
3150	1,2	-0,4	-0,5
4000	1	-0,7	-0,8
5000	0,5	-1,2	-1,3
6000	-0,1	-1,9	-2
8000	-1,1	-2,9	-3
10000	-2,5	-4,3	-4,4
12500	-4,3	-6,1	-6,2
16000	-6,6	-8,4	-8,5
20000	-9,3	-11,1	-11,2

Campo Audible. Umbrales de Audibilidad y de dolor

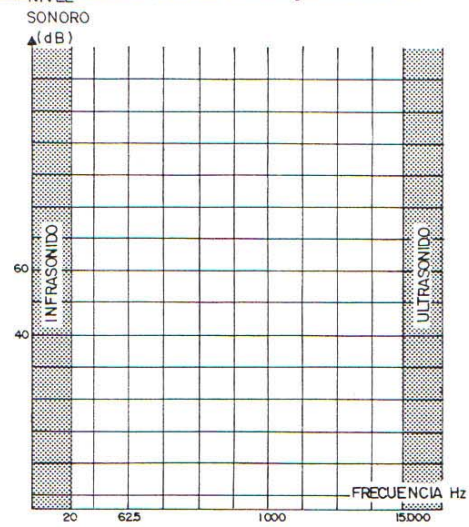


Fig. 11 LA SENSIBILIDAD DEL OIDO VARIA EN FUNCION DE LA FRECUENCIA

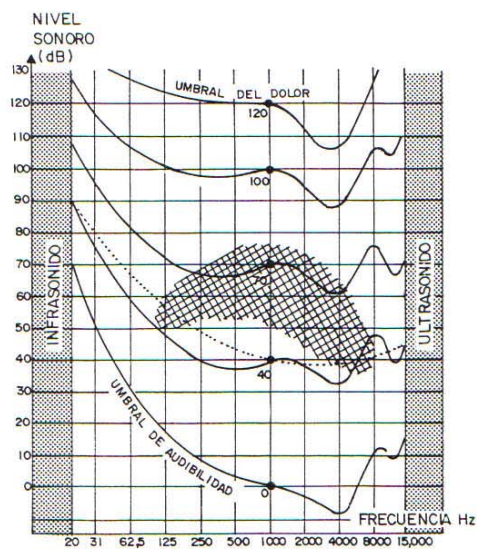


Fig. 12 CURVAS DE IGUAL SENSACION DEL OIDO
LA ZONA CUADRICULADA CORRESPONDE A LA EMISION DE LA PALABRA

Sonora

10.1.6.- Niveles de presión. Potencia e Intensidad

10.1.6.1.- Nivel de Presión sonora

El nivel de presión acústica o sonora (SPL, Lp o NPS), es el nivel que caracteriza el ruido percibido por el oído.

$$SPL = LP = 20 \log \frac{P_{rms}}{P_0}$$

P_{rms} = presión acústica en Pa (N/m²).

P_0 = presión de referencia, $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa (N/m²).

SPL = nivel de presión sonora en dB.

10.1.6.2.- Nivel de potencia sonora

Es el nivel que caracteriza el ruido emitido por una fuente (S.W.L.).

$$SWL = 10 \log \frac{P_1}{P_0}$$

P_1 = Potencia acústica o sonora de la fuente en watios.

P_0 = Potencia acústica de referencia = 10^{-2} W.

SWL = Nivel de potencia sonora en dB.

múltiples

10.1.6.3.- Nivel de intensidad Sonora. Fuentes

$$IL = SIL = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

I_1 = Intensidad sonora en Pa (N/m²)

I_2 = Intensidad de referencia = 10⁻² Pa (N/m²)

IL = SIL = Nivel de intensidad sonora en dB.

Cuando el medio de propagación es el aire, el nivel de intensidad sonora o acústica, es igual al nivel de Presión acústica o sonora, siendo la $I_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa (N/m²).

10.1.7.- Análisis espectral del sonido

En el análisis de un problema de ruidos, es fundamental conocer el contenido energético o niveles de presión sonora a cada frecuencia y no solamente a escala global.

Las medidas de estos parámetros, se realizan mediante Analizadores Espectrales, los cuales operan mediante la utilización de filtros electrónicos que actúan sobre los intervalos de frecuencias predeterminadas, denominándose a estos intervalos “Bandas de Frecuencia”.

Las bandas de frecuencias más utilizadas son las de Octava y las de Tercio de Octava.

Se denomina Ancho de Banda, a la diferencia entre las dos frecuencias de corte (Inferior y Superior).

Banda de Octava, es el intervalo de frecuencia tal, que su extremo superior (frecuencia de corte superior) es el doble que el extremo inferior (frecuencia de corte inferior).

Tercio de octava, son los tres intervalos en los que se divide una octava.

Los análisis más utilizados, son los de Banda de Octava y serán los que utilizaremos en este Proyecto.

La figura nº13, representa el filtro acústico de Banda de Octava de frecuencia central 63 Hz.

La siguiente tabla, muestra los valores normalizados de las frecuencias características de corte inferior y superior, así como la central de las Bandas de Octava y Tercio de Octava.

TABLA : VALORES NORMALIZADOS DE LAS FRECUENCIAS CARACTERISTICAS DE CORTE DE LAS BANDAS DE OCTAVA Y TERCIO DE OCTAVA

<u>FRECUENCIAS</u> <u>(Hz)</u>			<u>TERCIOS DE</u> <u>OCTAVA</u>		
<u>OCTAVAS</u>			<u>OCTAVAS</u>		
<u>INFERIOR</u>	<u>CENTRAL</u>	<u>SUPERIOR</u>	<u>INFERIOR</u>	<u>CENTRAL</u>	<u>SUPERIOR</u>
11	16	22	14,1	16	17,8
			17,8	20	22,4
			22,4	25	28,2
22	31,5	44	28,2	31,5	33,5
			35,5	40	47,7
			44,7	50	56,2
44	63	88	56,2	63	70,8
			70,8	80	89,1
			89,1	100	112
88	125	177	112	125	141
			141	160	178
			178	200	224
177	250	355	224	250	282
			282	315	355
			355	400	447
355	500	740	447	500	562
			562	630	708
			708	800	891
<u>FRECUENCIAS</u> <u>(Hz)</u>			<u>TERCIOS DE</u> <u>OCTAVA</u>		
<u>OCTAVAS</u>			<u>OCTAVAS</u>		
<u>INFERIOR</u>	<u>CENTRAL</u>	<u>SUPERIOR</u>	<u>INFERIOR</u>	<u>CENTRAL</u>	<u>SUPERIOR</u>

1420	2000	2840	1773	2000	2239
			2239	2500	2818
			2818	3150	3548
2840	4000	5680	3548	4000	4467
			4467	5000	5623
			5623	6300	7079
5680	8000	11300	7079	8000	8913
			8913	10000	11220
			11220	12500	14180
11360	16000	22720	17780	20000	22890

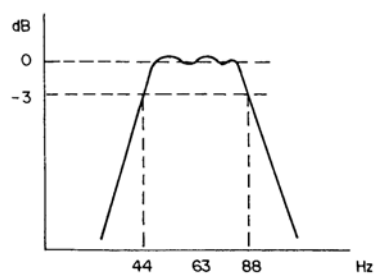


Fig. 13 FILTRO ACUSTICO DE BANDA DE OCTAVA $f_c = 63$ Hz.

En los problemas de control de ruidos, es frecuente encontrarse con que el nivel de ruido que hay en un punto determinado depende de varias fuentes sonoras, $SWL_1, SWL_2, \dots, SWL_n$.

El nivel de presión sonora en ese punto viene dado por la expresión:

$$SLW_T = 10 \log \frac{SPL_1}{10} + 10 \log \frac{SPL_2}{10} + \dots + 10 \log \frac{SPL_n}{10}$$

Para n fuentes idénticas la expresión queda:

$$SLW_T = SPL_1 + 10 \log n$$

10.1.8.- Tipos de frecuencias

El término frecuencia fue definido en un apartado anterior. Veamos ahora las frecuencias que entran en juego.

10.1.8.1.- Frecuencia natural

Es el periodo de oscilación libre propio de un sistema.

10.1.8.2.- Frecuencia de resonancia

Es aquella en la cual se da el fenómeno de Resonancia.

Los paneles finitos se caracterizan por estar todos, o algunos de sus bordes rígidamente unidos a una determinada estructura.

En estos paneles, al ser excitados, se producen unos movimientos ondulatorios, fundamentalmente debido a la presencia de ondas reflejadas, producidas en los bordes de los mismos.

Las interferencias de estas ondas, llegan a producir ondas estacionarias, las cuales se traducen en movimientos de gran amplitud en sentido transversal y longitudinal del panel.

El fenómeno de Resonancia, se produce cuando al chocar una onda con un objeto, hace entrar a este en vibración, de forma que este se convierte en una fuente sonora.

Las resonancias ocurren, cuando las ondas sonoras incidentes, tienen la misma frecuencia que la propia del objeto o panel, o lo que es lo mismo, cuando la frecuencia de la onda es igual a la frecuencia natural del panel.

Cuando se produce la resonancia, la vibración del panel adquiere una gran importancia y magnitud, produciéndose una importante radiación sonora.

En estas zonas de frecuencias de resonancias, se produce un debilitamiento en el aislamiento del panel o pared. Esta zona está controlada por la rigidez del panel y la resonancia de este.

Es muy importante la elección de la frecuencia de resonancia.

10.1.8.3.- Frecuencia de coincidencia o crítica

La frecuencia de coincidencia o crítica, es aquella frecuencia, a la que la velocidad de propagación de las vibraciones sobre la pared es igual a la velocidad del sonido del aire.

A esta frecuencia, se produce una caída muy importante en el aislamiento de un panel y muy por debajo de lo previsible por la “Ley de Masa”. Algunos autores, incluso, la definen como aquella frecuencia que llega a producir un aislamiento nulo.

Al ser excitado un sólido, mediante un haz de ondas planas, este, transmite la energía en forma de ondas de flexión, las cuales se transmiten en forma de ondas longitudinales y de forma transversal, es decir, perpendiculares al movimiento de las partículas y en la misma dirección que el movimiento de estos.

Cuando la frecuencia de la onda de flexión, es igual a la del sonido incidente, se produce un acoplamiento entre las ondas aéreas y las de flexión, al ser de la misma frecuencia y velocidad.

Esta frecuencia es la que se denomina crítica o de coincidencia (Fig.14, 15 y 16).

El aislamiento de esta zona, está controlado por el amortiguamiento interno del panel o pared y este amortiguamiento se debe, que el aislamiento no sea prácticamente cero a la frecuencia crítica.

La Ley de Masa, deja de cumplirse a una frecuencia, aproximadamente igual a la mitad de la frecuencia crítica. A partir de esta zona, el aislamiento es entre 10 y 20 dB inferior, al esperado por la Ley de Masa.

10.1.9.- Ley de Masa. Pared simple

Cuando una onda sonora incide de forma aleatoria sobre una pared se producen una reflexión, una radiación y una absorción o pérdida.

10.1.9.1.- Reflexión

Una parte de la energía transportada por la onda es reflejada. Estas ondas se convierten en una fuente de ruido.

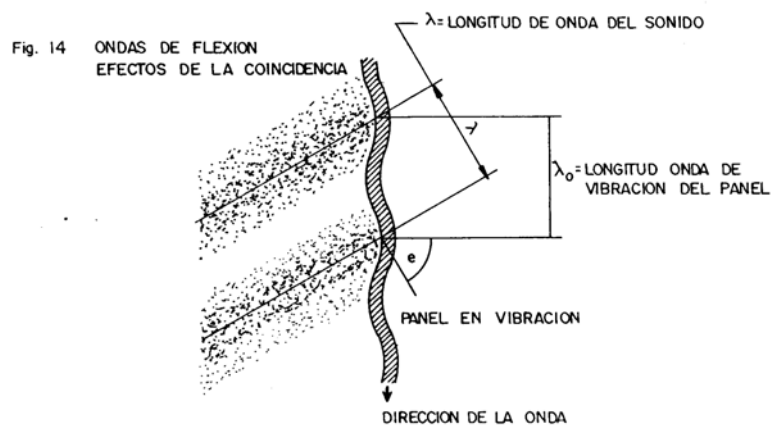


Fig. 15 LEY TEORICA DE MASA
FRECUENCIA CRITICA

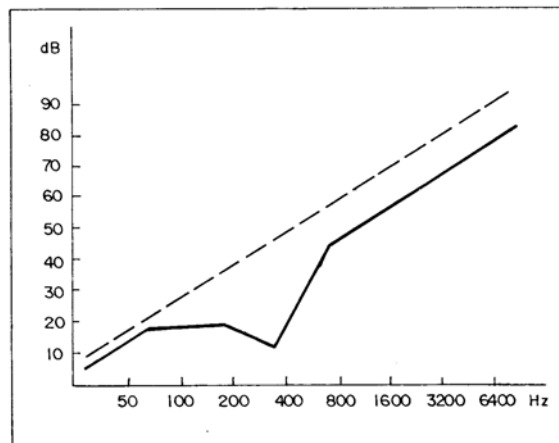


Fig. 16 INDICE DE DEBILITAMIENTO ACUSTICO



10.1.9.2.- Radiación

Una parte de la energía pasa por la pared. Esta será función de las características de la misma: masa, rigidez, ...etc.

10.1.9.3.- Absorción o pérdida

Otra parte es absorbida o disipada por la propia pared. Esta energía, que no pasa por la pared, ni tampoco se refleja es lo que se llama “Pérdida por Transmisión” (TL), también conocido por aislamiento de un material.

Las pérdidas por transmisión, T.L.; de un material, vienen dadas cada frecuencia por:

$$T.L. = 10 \log \frac{1}{\tau} \quad \text{en dB}$$

donde: $\tau = \frac{\text{Energía Sonora Transmitida}}{\text{Energía Sonora Incidente}}$

La Ley que gobierna el comportamiento aislante de los materiales rígidos, se conoce como “Ley de Masa o de Berg”.

$$T.L. : 20 \log M + 20 \log f - 42$$

donde: $M = \text{Masa Superficial en Kg/m}^2$
 $f = \text{Frecuencia en Hz}$
 $T.L. = \text{Pérdidas por Transmisión en dB.}$

Esta Ley es experimental, y en un primer análisis simple, podemos decir, que a una misma frecuencia, el nivel de ruidos radiado será menor cuanto mayor es la masa de la pared o lo que es lo mismo: las pérdidas por transmisión serán mayor cuanto mayor sea la masa de la pared. Esta es la “Ley de Masa”.

De la misma manera, una pared con una masa determinada, presentará unas pérdidas por transmisión mayores, a medida que la frecuencia sea mayor. Esta es la “Ley de Frecuencia”.

La representación gráfica de esta ley teórica, se da en la figura nº + siendo la pendiente de 6 dB por octava.

En la aplicación de esta ley existen tres zonas bien diferenciadas.

Zona I

El aislamiento está controlado por la rigidez de la partición y por las resonancias de esta.

Esta zona está limitada entre $f_r = 0$ y $3f_{r(1,1)}$ siendo $f_{r(1,1)}$ la frecuencia de resonancia más baja. Esta frecuencia se calcula por la siguiente fórmula:

$$f_{m,n} = 0,48 \left(\frac{Et^3}{\rho} \right)^{1/2} \left[\left(\frac{m}{L_x} \right)^2 + \left(\frac{n}{L_y} \right)^2 \right]$$

donde: E = Módulo Young en N/m^2
 t = Espesor de la pared en m.
 ρ = densidad del material en Kg/m^3
 $L_x L_y$ = dimensiones de la pared en m
 $m, n = 1, 2, 3, \dots$ números enteros.

El aislamiento está entre 20-25 dB por debajo de los valores teóricos.

Zona II

Esta zona se llama de “Masa Controlada” y puede ser aplicada la Ley de Masa pero con pequeñas correcciones.

Está comprendida entre la más alta frecuencias de resonancia $3f(1,1)$ y la mitad de la frecuencia crítica, $\frac{f_c}{2}$

Para una incidencia aleatoria del sonido el T.L. teórico, disminuye unos 5 dB aproximadamente.

Zona III

El aislamiento, está muy influenciado por el amortiguamiento interno del panel.

A la frecuencia crítica, aparece una caída muy importante del aislamiento y se produce lo que se conoce como “Agujero del Aislamiento”. Esta zona comprende desde la mitad de la frecuencia crítica $\frac{f_c}{2}$, en adelante, representadas en las figuras 17 y 18.

La frecuencia crítica puede ser calculada, para longitudes de onda superiores a 6 veces el espesor de la pared, por la expresión:

$$f_c = \frac{6,4 \cdot 10^4}{t} \sqrt{\frac{\rho(1 - \delta^2)}{E}}$$

donde: f_c = Frecuencia crítica en Hz
 t = espesor del paramento en m.
 ρ = Densidad del material
 δ = coeficiente de Poisson
 E = Módulo Young en N/m²

Esta frecuencia, puede ser calculada mediante el ábaco de la figura nº19 ó mediante la Tabla que daremos a continuación y la expresión $M \cdot f_c = \text{una cantidad, dependiendo del material.}$

El aislamiento entre $\frac{f_c}{2}$ y f_c decae entre 10 y 15 dB.

A partir de f_c , el aislamiento, vuelve a subir, aproximadamente unos 4-6 dB por octava.

También puede calcularse por la expresión:

$$T.L._{\text{real}} = T.L._{\text{teórico}} + 10 \log \frac{\eta}{\pi} \cdot \frac{f}{f_c} \text{ en dB}$$

donde: η = factor de amortiguamiento
 f_c = Frecuencia crítica en Hz

Fig. 17 LEY DE MASAS ZONAS DIRENCIADAS

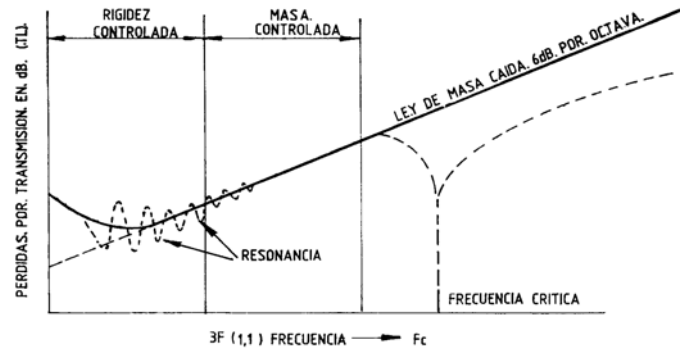
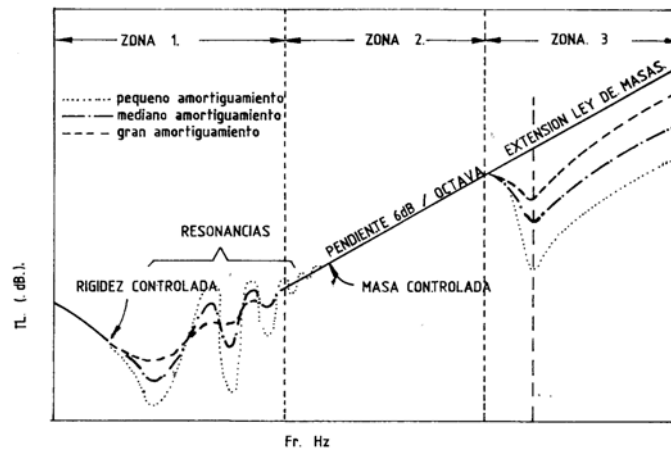
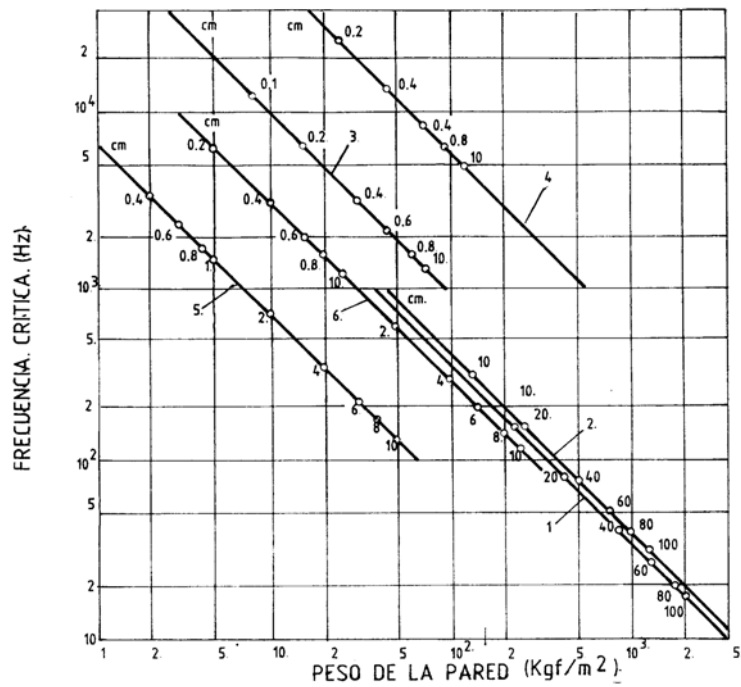


Fig. 18





CURVA 1 ; HORMIGON.
 CURVA 2 ; LADRILLO.
 CURVA 3 ; ACERO.
 CURVA 4 ; PLOMO
 CURVA 5 ; MADERA CONTRACHAPADA
 CURVA 6 ; VIDRIO

Fig. 19 ABACO PARA LA DETERMINACION DE LA FRECUENCIA CRITICA

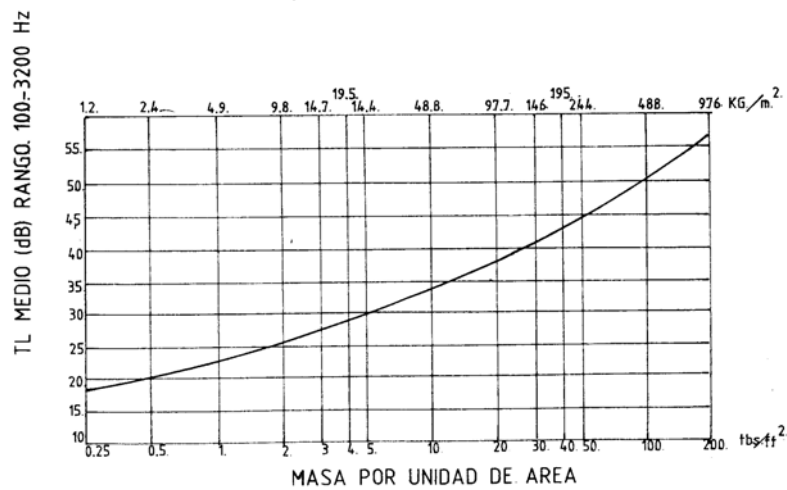


Fig. 20 GRAFICO PARA LA DETERMINACION DEL TL MEDIO GLOBAL PARA UN RANGO DE 100-3200 Hz.

**TABLA: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA DETERMINACIÓN
DE PARÁMETROS NECESARIOS EN AISLAMIENTO ACÚSTICO**

MATERIAL	Kg/m ³	Producto de densidad superficial (Kg/m ²) y frecuencia crítica(Hz)	Tlo, TL, a f _c incidencia normal	Factor de amortiguamiento interno
		M . F _c		
Aluminio	2700	34700	48,5	0,00001-0,01 *
Ladrillo	1900-2300	34700-58600	48,5-53	0,01
Hormigón	2300	43000	51,5	0,005-0,02
Bloque hueco de hormigón enlucido por ambas caras 2 pulgadas de espesor	1500	48800		
Bloque de fabrica de ceniza hueco.(15 cm)	750	23200	45	0,005-0,02
Bloque de fabrica de ceniza hueco.(15 cm enfoscada por cada cara)	900	25500	46	0,007-0,02
Hormigón hueco de 15 cm	1100	23000	45	0,007-0,02
Hormigón hueco relleno de arena de 15cm	1700	42200	50	Varía con la frecuencia
Bloque macizo de 100 mm	1700	55100	52,5	0,012
Vidrio	2500	38000	49,5	0,001-0,01 *
MATERIAL	Kg/m ³	Producto de densidad superficial (Kg/m ²) y frecuencia crítica(Hz)	Tlo, TL, a f _c incidencia normal	Factor de amortiguamiento interno
		M . F _c		
Compuesto químico	11000	605000	73,5	0.015

Antimonio	11000	508000	71,5	0,002
Acero	7700	9500	57,5	0,0001-0,01
Pladur de 10-50 mm	650	34200	45	0,01-0,03
Madera contra chapada Plywood	600	2700	40	0,01-0,04
Aglomerado de madera revestido de plástico	750	73200	55	0,005-0,001

* El valor de η para estos materiales varía muy sensiblemente con las técnicas de sujeción y en la forma en que se sustentan los cantos. El rango de variación dado para el factor de amortiguamiento, esta basado en datos experimentales. El valor inferior normalmente está dado para el material solo, mientras que el valor superior está dado para materiales instalados en condiciones normales de funcionamiento.

Todo lo expuesto hasta aquí, solo tiene un valor teórico, con poca aplicación a la práctica indicando simplemente que hay una camino, para seguir investigando y profundizando en la Ley de Masa, para particiones simples.

Su aplicación en las zonas I y III, que nos habla de desviaciones de 20-25 y de 10-15 dB, respectivamente, no ofrece ningún tipo de garantías, para saber que es lo que estamos calculando y que resultados obtendríamos.

Creemos del todo innecesario, ponernos a calcular una serie de frecuencias, aplicar la Ley de Masa y dar unos resultados teóricos, sin ningún valor práctico.

Hemos expuesto, en capítulos anteriores que para tratar un problema de ruidos, hay que trabajar con los valores T.L. a cada frecuencia, sin embargo, nos encontramos con el problema del cálculo del T.L. de un paramento, que solo nos da unos valores medianamente fiables en la zona de masa controlada.

Para un rango de frecuencias de 100-3200 Hz, se puede determinar el T.L. medio global de la partición por el grafico de la figura 20 y por las siguientes expresiones:

$$\begin{array}{ll} \text{TL} = 16,6 \log M + 2 \text{dB(A)} & M \leq 150 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \\ \text{TL} = 36,5 \log M - 41,5 \text{dB(A)} & M > 150 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \end{array}$$

Según la Norma Básica de la Edificación “Condiciones acústicas de los edificios”.

Si las paredes pueden hacerse con material uniforme la expresión que usaremos será:

$$\begin{array}{ll} \text{TL} = 13,5 \log M + 13 \text{dB} & M \leq 200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \\ \text{TL} = 23 \log M - 9 \text{dB} & M > 200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \end{array}$$

Con estas expresiones, podemos calcular un valor medio global en dB o dB(A), para comparar la diferencia entre el nivel exterior y el T.L. con el valor global de la curva N.C. elegida para cada caso.

Sin embargo, con este valor obtenido, no sabremos si se cumplen las condiciones en el interior del habitáculo, a cada frecuencia.

En los libros de acústica, de más reciente aparición en el mercado, encontramos una serie de tablas, que nos dan las pérdidas por transmisión en dB en análisis de frecuencia, de diversos materiales constructivos.

A la hora de hacer los cálculos de aislamiento, lo haremos por la ley de masa, para el rango de frecuencias de 100 a 3200 Hz y por las formulas reducidas para ese mismo rango de frecuencias. Compararemos los resultados entre si y a la vez con los de la tabla que daremos a continuación para observar una diferencia muy importante en los valores obtenidos.

Los valores de la tabla están más cerca de la realidad que los calculados por las formulas empíricas.

Los valores que nosotros usaremos se aproximan más a los reales, ya que algunos están sacados de mediciones reales como puede ser el caso de forjados y paramentos verticales de fabrica de ladrillo, y en otras haremos una interpolación entre mediciones reales de elementos parecidos en masa y en espesores, con los de la siguiente tabla.

TABLA : PERDIDAS POR TRANSMISION. TL (Db) DE
DISTINTOS MATERIALES

		A.B.O.							
(Hz)									
MATERIAL	ESPESOR (mm)	PESO(Kg/m2)	125	250	500	1K	2K	4K	ST
Hormigón celular	220	220	32	36	40	49	44	59	43
Hormigón reforzado	120	290	36	41	46	50	55	59	43
Hormigón reforzado	150	365	37	42	47	51	56	60	40
Hormigón reforzado	180	440	38	43	48	52	57	62	47
Hormigón reforzado	200	490	38	44	49	54	58	62	48
Hormigón reforzado	250	610	39	45	50	54	59	63	49
Hormigón reforzado	300	730	39	46	51	56	60	63	50
Hormigón reforzado	460	1100	40	47	54	58	63	65	52
Muro, fabrica de ladrillo de 1 pie cerámico perforado	290	460	38	44	48	53	57	62	
Muro, fabrica de ladrillo de 1 pie cerámico macizo	290	532	39	44	49	54	58	63	
Muro, fabrica de ladrillo de 1/2 pie cerámico perforado	140	250	31	36	41	49	52	54	
Muro, fabrica de ladrillo de 1/2 pie cerámico macizo	140	286	33	37	43	51	53	55	
Tabicón de ladrillo hueco	90	104	16	25	34	41	46	54	
1/2 pie ladrillo hueco	140	143	17	26	36	45	54	61	
Tabique, ladrillo hueco sencillo	40	69	14	19	27	39	50	57	
MATERIAL	ESPESOR (mm)	PESO(Kg/m2)	125	250	500	1K	2K	4K	ST
Tabique, ladrillo hueco sencillo	70	97	16	23	31	42	53	59	
Fabrica de bloques	19	270	30	35	41	49	53	56	

Bovedilla	300	79	47	43	46	53	54	56	
Forjado, bovedillas de hormigón, capa compresión 3cm. solado terrazo o baldosa 120 kg/m2	150	170	28	32	34	42	53	59	
Idem forjado	250	250	32	36	45	52	59	62	
Idem forjado	300	290	34	38	46	53	60	64	
Idem forjado	350	330	35	39	47	54	61	65	
Forjado reticular de hormigón armado, sin bovedilla	200	220	30	33	44	50	58	59	
Idem forjado	250	260	31	33	44	50	58	59	
Losa de hormigón armado	100	250	30	33	44	49	57	59	
Losa de hormigón armado	160	400	35	39	47	54	61	65	
Losa de hormigón armado	200	500	38	43	51	57	63	69	
Losa de hormigón armado	220	550	38	44	52	59	65	71	
Losa de hormigón armado	260	650	43	49	57	64	69	76	
Losa de hormigón armado	300	750	45	51	58	67	70	78	
Vidrio	4	10	11	17	23	25	27	27	19
MATERIAL	ESPESOR (mm)	PESO(Kg/m2)	125	250	500	1K	2K	4K	ST
Vidrio	6	15	17	23	25	27	28	29	21
Vidrio	8	20	19	24	28	29	30	33	23
Vidrio	10	25	21	26	31	32	32	37	29
Vidrio	15	37	23	28	33	31	38	45	32
Vidrios dobles 6+6, cámara 12,5 mm	24,5	32	23	29	34	41	45	53	30
6+6 sin cámara 25.4 mm	37,4	32	25	32	38	45	49	54	35

absorbente									
Puertas ligeras	45	9	14	16	18	18	22	25	18
Puertas semipesadas	40,5	20	16	19	24	26	29	31	23
Panel de madera	6	3,5	17	15	20	24	28	27	22
Aglomerado de madera	19	9,76	24	22	27	28	25	27	
Planchas de plomo	0,4	4,54	19	20	24	27	33	39	
Planchas de plomo	0,8	9,18	22	24	29	33	42	43	
Plomo vinilo		0,5	11	12	15	20	26	32	37
Plomo vinilo		1	15	17	21	28	33	37	43
Acero galvanizado de 1,6mm	1,6	12,8	14	23	33	40	43	44	
Acero galvanizado de 2mm	2	16	21	24	29	37	45	54	33
Sandwiches									
MATERIAL	ESPESOR (mm)	PESO(Kg/m2)	125	250	500	1K	2K	4K	STC
Acero galvanizado de 1,25 mm + fibra de vidrio 36 Kg/m3 + chapa agujereada de 0,,8 mm	52	18	24	31	40	49	53	58	
Acero galvanizado de 1,58 mm + fibra de vidrio 36 Kg/m3 + chapa agujereada de 0,,8 mm	85	24	24	31	42	52	59	62	

10.1.9.4.- Magnitudes características del aislamiento acústico

A.- Sound Transmission Class. S.T.C.

En la tabla anterior, aparece en la última columna la abreviatura S.T.C.(Sound Transmission Class).

Para dar las pérdidas por transmisión de una barrera, se

tendrían que dar a las diferentes frecuencias, bien en octavas o en tercios de octavas, con lo que habría que dar un gran número de valores.

La Sociedad Americana para ensayo de materiales, de acuerdo con las normas ASTM E 413-73, define el S.T.C. como un número dado en dB(A), que representa un valor del T.L. medio ponderado de un análisis realizado en el espectro de frecuencias de un material de acuerdo con la norma referida anteriormente.

La determinación del S.T.C. de una partición se determina, comparando el gráfico de las pérdidas de transmisión de la partición, con el contorno S.T.C. estándar de la figura nº21 desplazando este gráfico verticalmente hasta que deja las pérdidas por transmisión, no debiendo estar por debajo más de 8 dB por debajo de un contorno estándar dentro de un tercio de octava. Por otro lado las sumas de las desviaciones por debajo del contorno dentro de las 16 tercios de octava(desde los 125 a los 4000 Hz), no debe superar los 32 dB

El índice del S.T.C. viene dado por el valor a 500Hz.

B.- Aislamiento acústico bruto D

EL aislamiento acústico bruto D, se calcula mediante la diferencia de los niveles de presión acústica entre el recinto emisor y el receptor.

La Norma Básica de la Edificación lo denominan D y se calcula por la expresión:

$$D = SPL_2 - SPL_1 \quad \text{en dB}$$

donde: SPL_1 = Nivel medio de presión sonora del emisor

SPL_2 = Nivel medio de presión sonora del receptor

C.- Aislamiento acústico normalizado

La Norma ISO-R-144 lo denomina Índice de Reducción Acústica de una partición y lo define mediante la expresión:

$$R = SPL_2 - SPL_1 + 10 \log \frac{S_w}{A} \quad \text{en dB}$$

donde: SPL_1 = Nivel medio de presión sonora del emisor

SPL_2 = Nivel medio de presión sonora del receptor

S_w = Superficie del elemento separador entre locales

A = Absorción total del local en Sabinos m^2

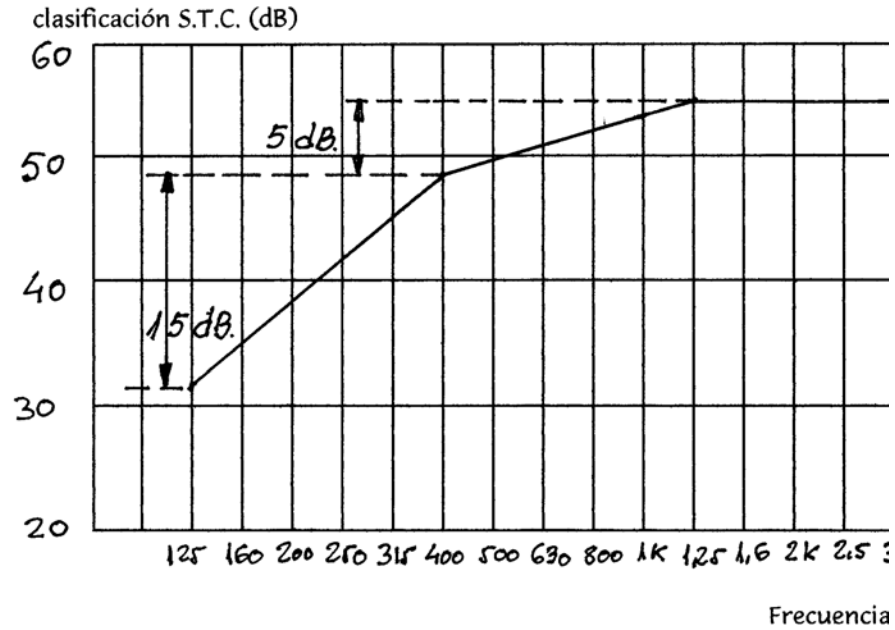


Fig. 21.- Índice típico del contorno STC 50.

10.1.10.- Partición compuesta

Normalmente en un recinto hay paredes que incluyen ventanas, puertas, entradas y salidas de aires acondicionados...etc. y por tanto cada elemento tendrá su aislamiento acústico. (TL_i). A esta composición de paredes se les llama partición compuesta.

El aislamiento global de este tipo de particiones no es la suma de los aislamientos de cada uno. Tenemos que calcularlo como sigue:

Superficie total = Suma de superficie

$$S_t = \sum S_i$$

Aislamiento global $\neq$ Suma de aislamiento

$$TL_t \neq \sum TL_i$$

$$TL_i = 10 \log \frac{1}{\tau_i}$$

$$\tau_i = 10^{\frac{-TL_i}{10}}$$

$$\tau_t = \frac{\sum \tau_i \cdot S_i}{S_t}$$

$$TL_t = 10 \log \frac{1}{\tau_t}$$

donde:

τ_t = Coeficiente de transmisión

La continuidad de la barrera aislante, su estanqueidad, es un factor muy importante para mantener el aislamiento global.

Una superficie que no sea estanca, es decir, que posea superficies abiertas, S_i con $TL_i=0$, tiene una gran influencia, en su contribución global del paramento, que se verá afectado negativamente.

En el ábaco de la Fig.nº22 . se aprecia la influencia de la falta de estanqueidad (grietas, huecos, puertas...) con la disminución del aislamiento teórico o potencial que tendría el paramento, según el porcentaje de superficie abierta.

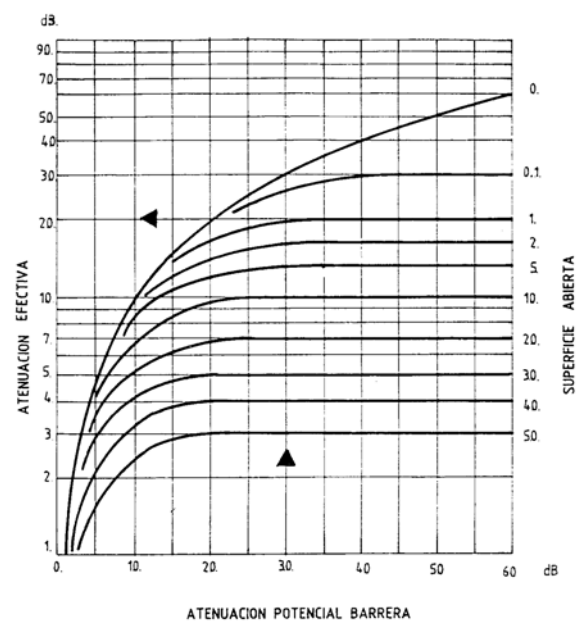


Fig. 22 INFLUENCIA DE LA ESTANQUEIDAD, EN UNA BARRERA AISLANTE

10.1.11.- Paredes dobles

Una pared doble está constituida por dos paredes simples, separadas por un espacio relleno o no de un material absorbente.

Hemos visto que la influencia de la masa, la independencia estructural, la estanqueidad,...etc, influyen en mayor o menor medida en el aislamiento acústico.

En esto apartado señalaremos tres apartados importantes y significativos que tienen una gran influencia en el comportamiento acústico de este sistema de paredes dobles.

10.1.11.1.- Frecuencia crítica

Si dos paneles con la misma frecuencia crítica, vibran a la vez y se produce resonancia, el defecto de aislamiento es muy acusado, presentando una caída del mismo para las dos paredes(Fig23).

Dos paneles con distinta frecuencia crítica, presentan dos defectos de aislamiento, que no son más importantes que en el caso de una pared simple. Si uno de los paneles no aísla a una frecuencia el otro si e igual ocurre para la otra frecuencia.

La primera conclusión que podemos sacar de este análisis es que se deben elegir dos paredes con masa y rigidez distintas, para que las frecuencias críticas sean diferentes. Fig nº24.

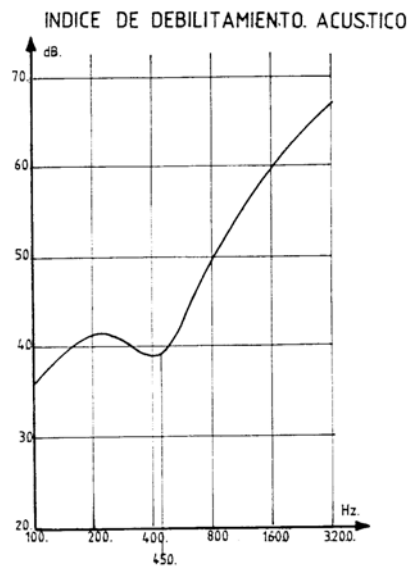


Fig. 23 INDICE DE DEBILITAMIENTO ACUSTICO DE UNA PARED DOBLE, EN LA QUE LOS DOS ELEMENTOS TIENEN LA MISMA FRECUENCIA CRITICA

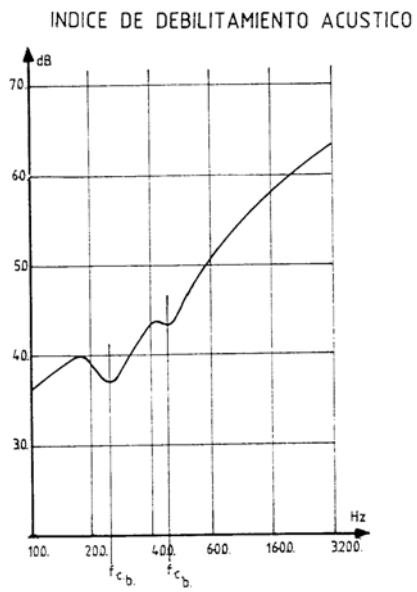


Fig. 24 INDICE DE DEBILITAMIENTO DE UNA PARED DOBLE, EN LA QUE LOS DOS ELEMENTOS TIENEN FRECUENCIAS CRITICAS DIFERENTES

10.1.11.2.- Frecuencia de resonancia

El espacio comprendido entre las dos paredes, asegura una ligazón elástica entre ellas. Esta ligazón es más pequeña cuanto mayor es la distancia entre las paredes.

Una pared doble es comparable a un sistema mecánico compuesto por dos masas unidas entre ellas por un resorte. (Fira. nº25).

Este sistema de masas-muelle, posee una frecuencia propia y una frecuencia de resonancia si el elemento M_1 , está sometido a una vibración de la misma frecuencia.

Esta frecuencia de resonancia es función fundamentalmente, de las masas, de la constante del resorte y de la separación entre ellos.

La frecuencia de resonancia de dos paredes, puede calcularse mediante la expresión siguiente, para el caso de una incidencia aleatoria sobre la pared de las ondas sonoras:

$$fr = 840 \sqrt{\frac{1}{d} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$$

donde:

fr=Frecuencia de Resonancia en Hz

d = distancia entre paredes en cms

m_1, m_2 = Masas superficiales en Kg/m²

La frecuencia de Resonancia será pequeña, si la distancia entre las dos paredes es grande y si las dos paredes son pesadas.

Para frecuencias inferiores a la frecuencia de resonancia el aislamiento de una pared doble, es prácticamente el mismo que el de una pared simple de masa igual a la suma de m_1 y m_2 .

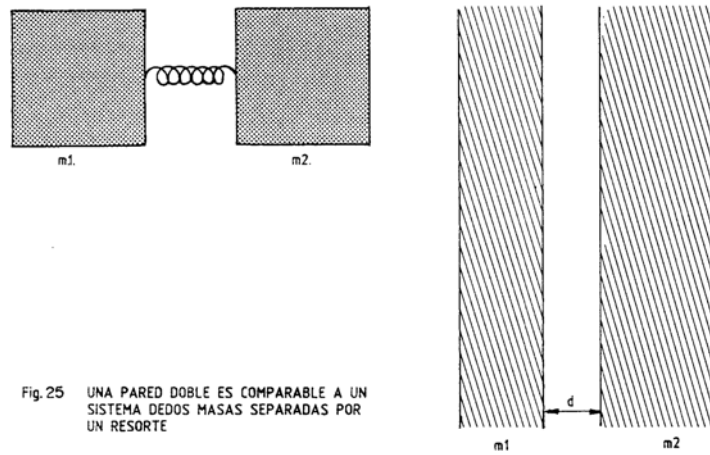


Fig. 25 UNA PARED DOBLE ES COMPARABLE A UN SISTEMA DE DOS MASAS SEPARADAS POR UN RESORTE

INDICE DE DEBILITAMIENTO ACUSTICO

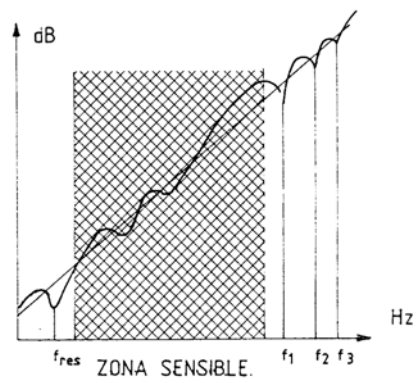


Fig. 26 LOS DEFECTOS IMPORTANTES DE UNA PARED DOBLE, DEBERÁN ESTAR SITUADOS EN LAS PROXIMIDADES DE LA ZONA SENSIBLE AL OIDO

Para frecuencias superiores a la frecuencia de resonancia de la pared doble, el aislamiento de este sistema es mejor que el de una pared simple de igual masa ($m_1 + m_2$). La mejoría de aislamiento a partir de frecuencias superiores a la resonancia es tanto mejor cuanto mayor es su relación.

Al ser la frecuencia de resonancia, la frontera que marca el aumento de aislamiento en un sistema de paredes dobles, es conveniente elegirla lo más baja posible y situar el defecto de aislamiento próximo a la zona sensible del oído.

En la práctica, la frecuencia de resonancia debe situarse por debajo de 80 Hz. (fig 26)

10.1.11.3.- Distancia entre paredes y relleno de la cámara de aire

La distancia entre las dos paredes, juega un papel importante en el comportamiento acústico de la pared doble.

La cámara de aire puede ser el origen de resonancias debidas a su volumen y puede proporcionar un comportamiento desfavorable en el aislamiento, a altas frecuencias, debido a la formación de ondas estacionarias. Estas ondas se crean a una frecuencia tal que la distancia (d) entre las dos caras es igual a un múltiplo de la semilongitud de onda.

$$d = n \frac{\lambda}{2} \qquad \lambda = \frac{2d}{n} = \frac{c}{f}$$

$$f = \frac{n \cdot c}{2d} = \frac{170 \cdot n}{d}$$

donde:

n = número entero, 1, 2, 3 ...

d = espesor de la cámara de aire en m

c = velocidad del sonido en el aire = 340

m/s

Para cada una de estas frecuencias, el aislamiento de la pared doble pasa por unos mínimos. En general solo las dos primeras frecuencias de resonancias de la cámara (f_1 y f_2), tiene un efecto negativo (Fig nº27).

Según el apartado anterior, conviene elegir una frecuencia de resonancia baja y orientarla hacia la zona sensible del oído, según su fórmula de cálculo, vemos que aumentando las masas y/o las distancias entre las paredes, podemos elegir unas frecuencias de resonancia bajas.

Por otro lado, la frecuencia de resonancia de la cámara de aire, conviene orientarla hacia las frecuencias agudas o altas, pero según la expresión anterior, a mayor distancia, esta frecuencia es más pequeña.

No siempre se pueden satisfacer estas dos exigencias.

Para el caso de paredes, se aumenta la masa y se elige una distancia que nos orienta las frecuencias de resonancia de la cámara hacia las frecuencias agudas aunque en este caso, rellenando la cámara de aire con un material absorbente homogéneo, permite suprimir o atenuar el efecto de aislamiento para las frecuencias de resonancias de la cámara.

En el caso de un acristalamiento doble, como puede verse en los visores acústicos, lo que conviene es aumentar los pesos de los vidrios, lo que disminuye la frecuencia de resonancia y permite disminuir el espesor de la cámara y aumentar así la frecuencia de resonancia de la cámara, a la vez que se coloca el material absorbente en el perímetro de los dos vidrios, atenuando los defectos debidos a dicha frecuencias.

El material absorbente modifica el acoplamiento entre los dos paneles de la pared doble, consume una parte de la energía y permite disminuir así la caída del índice de debilitamiento en las frecuencias críticas de los dos paneles que componen la pared doble (Fig.28).

La cuantificación teórica del aislamiento acústico de una pared doble, ha sido estudiada por numerosos investigadores, no existiendo en la actualidad un procedimiento de

cálculo aceptado por todos los estudiosos de la materia, si existen sin embargo multitud de conclusiones como resultado de muchos ensayos combinando distintos tipos de paredes, distancias y materiales.

El método que nosotros vamos a seguir, es el de uso más generalizado, considerado como práctico y sencillo. Es del autor Robert J. Jones, publicado en la revista “Sound and Vibration”.

Las expresiones que se aplican en las distintas zonas son las siguientes:

ZONA I

Para $f < f_r$

$$TL_t = 20 \log(M_1 + M_2) \cdot f - 42$$

donde: TL = Pérdidas por transmisión en dB
 M_1, M_2 = Masas superficiales en Kg/m²
 f = frecuencia

ZONA II

Para $f_r < f < f_1$

$$TL_t = (TL)_1 + (TL)_2 + 20 \log 2dK$$

donde: f_1 = aquella frecuencia cuya longitud de onda es doble de la distancia (d) de separación entre paredes
 $K = \frac{f}{54,75}$

ZONA III

Para $f > \frac{c}{2d}$

$$TL_t = (TL)_1 + (TL)_2 + 6 \text{ dB}$$

Imaging

INDICE DE DEBILITAMIENTO ACUSTICO

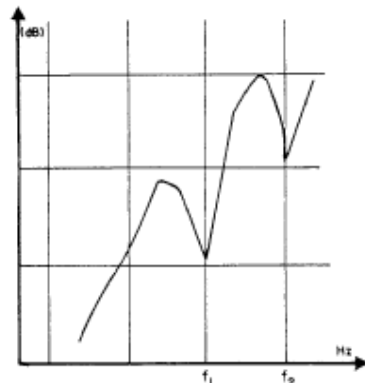


Fig. 27 FRECUENCIA DE RESONANCIA DE UNA CAMARA DE AIRE

INDICE DE DEBILITAMIENTO ACUSTICO

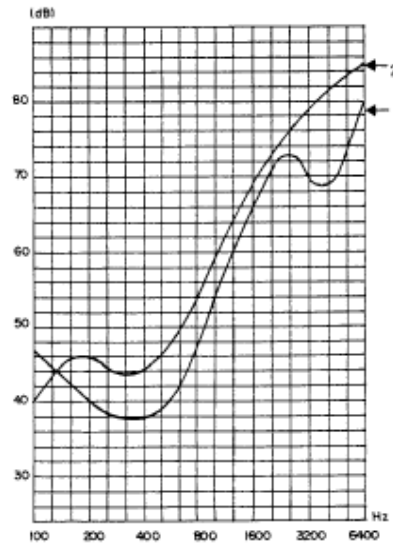


Fig. 28 INFLUENCIA DEL RELLENO DE LA CAMARA DE AIRE EN UNA PARED DOBLE.

1.- CAMARA VACIA

2.- CAMARA RELLENA

10.2 Techos acústicos

El techo acústico irá suspendido de amortiguadores elásticos de frecuencia 7 Hz y de flexión máxima 4 mm.

El techo será continuo, sobre perfilería metálica galvanizada de 48 mm, placa 13 mm, lámina amortiguante LA-5 y placa de 15 mm.

La separación entre techo y forjado será de 25 cm. Entre techo y forjado se instalarán dos capas de lana de roca de 50 mm. y 40 Kg/m³ de densidad.

Todas las instalaciones irán por debajo del falso techo acústico. Este techo no podrá ser taladrado o perforado, ya que la barrera acústica que se interpone entre la actividad y el exterior, debe ser homogénea en toda su superficie, para garantizar así la estanqueidad.

10.2.1.-Características del techo acústico

Masa superficial: 40 Kg/m³.
R: 52.5 dBA.
Separación forjado: 45 cm
Superficie: 559 m².

A.B.O. Frecuencia central en Hz

	125	250	500	1K	2K	4K
TL	35	43,5	52	58,5	58,5	57

10.2.2.-Aislamiento conjunto techo-forjado

Masa forjado: 210 Kg/m².
Masa techo: 40 Kg/m².
Separación: 45 cm.

A.B.O. Frecuencia central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Forjado STC-48	31	40	48	51	52	52
TL Techo	35	43,5	52	58,5	58,5	57

Frecuencia Resonancia = $f_0 = 21.6$ Hz.

Frecuencia Límite = $f_1 = 377$ Hz.

ZONA II

Para $21,60 < f_0 < 377$
 $f = 125,250$ Hz.

$$TL = TL_1 + TL_2 + 20 \log(f \cdot d) - 39$$

$$d = 0,45 \times 3,281 = 1,476 \text{ ft.}$$

	125	250
20log(f·d)	45,2	51,2

	125	250
TL Conjunto	72,2	95,7

ZONA III

Para $f > 377$ Hz.

$$TL_{500} = TL_1 + TL_2 - 10 \log(1/\alpha + 1/4) = 48 + 52 - 1,33 = 98,67 \text{ dB}$$

$$TL_{1K} = TL_1 + TL_2 - 10 \log(1/\alpha + 1/4) = 51 + 58,5 - 1,33 = 108,17 \text{ dB}$$

$$TL_{2K} = TL_1 + TL_2 - 10 \log(1/\alpha + 1/4) = 52 + 58,5 - 1,33 = 109,17 \text{ dB}$$

$$TL_{4K} = TL_1 + TL_2 - 10 \log(1/\alpha + 1/4) = 52 + 57 - 1,33 = 107,67 \text{ dB}$$

Adoptamos 80 dB como valor máximo de aislamiento, para aquellas frecuencias que lo superen.

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto	72	80	80	80	80	80

10.2.3.- Criterio de valoración de la cubierta

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1k	2k	4k
1.-NIVEL EMISIÓN	105	105	105	105	105	105
2.-T.L. CUBIERTA	72	80	80	80	80	80
3.-NIVEL EMISIÓN EXTERIOR	33	25	25	25	25	25
4.-CURVA N.C. 45	60	54	49	46	44	43
CRITERIO DE VALORACIÓN	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

10.3.- Aislamiento de la medianera fondo

Citara de ladrillo cerámico perforado, cámara de 80 mm
absorbente y ½ pie de ladrillo cerámico macizo

Superficie: $13 \times 7,56 = 98,28 \text{ m}^2$.

-Pared 1: R citara 43 dBA.
M superficial 202 Kg/m²

-Pared 2: R ½ pie 48 dBA.
M superficial 286 Kg/m²

-Separación: 8 cms.

	125	250	500	1k	2k	4k
T.L.(STC-43)	26	35	43	46	47	47
T.L.(STC-48)	31	40	48	51	52	52

10.3.1.- Aislamiento de la pared doble medianera fondo

$$f_0 = 840 \sqrt{\frac{1}{8} \left(\frac{1}{202} + \frac{1}{280} \right)} = 27,29 \text{ Hz}$$

$$f_L = \frac{170}{0,08} = 2.125 \text{ Hz}$$

ZONA II

Para $21,60 < f_0 < 2.125$
 $f = 125, 250, 500, 1K, 2K$ Hz.

$$TL = TL_1 + TL_2 + 20 \log(f \cdot d) - 39$$

$$d = 0,08 \times 3,281 = 0,2624 \text{ ft.}$$

	125	250	500	1K	2K
20log(f·d)	30,32	36,34	42,36	48,38	54,4

	125	250	500	1K	2K
TL Conjunto	48	72	94	106	114

ZONA III

Para $f > 2.125$ Hz.

$$TL_{4K} = TL_1 + TL_2 - 10 \log(1/\alpha + 1/4) = 47 + 52 - 1,33 = 97,7 \text{ dB}$$

Adoptamos 80 dB como valor máximo de aislamiento, para aquellas frecuencias que lo superen.

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto	48	72	80	80	80	80

10.3.2.- Criterio de valoración de la medianera fondo

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1k	2k	4k
1.-NIVEL EMISIÓN	105	105	105	105	105	105
2.-T.L. ELEMENTO SEPARADOR	48	72	94	106	114	80
3.-NIVEL INMISIÓN	57	33	25	25	25	25
4.-CURVA N.C. 30	48	41	35	31	29	28
CRITERIO DE VALORACIÓN	9	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

El local colindante es un bar con música, teniendo un horario en parte simultáneo con la actividad y por tanto con Nivel de Emisión de 96 dB.

La diferencia de 9 dB a 125 Hz. no produce interferencias con el local colindante.

10.4.- Medianera frente-fachada

Se trata de una partición compuesta por:

-Fábrica de 1 pie de ladrillo cerámico perforado.

Superficie = 87,80 m²

R = 57 dBA

T.L.= el de la curva STC-57

-Puerta de acceso.

Puerta acristalada con vidrio 6+6+6 y puertas de cierre

Superficie = 21,42 m².

Masa superficial = 45 Kg/m²

R = 38 dBA

T.L.= el de la curva STC-38

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1k	2k	4k
T.L.(STC-57)	40	49	57	60	61	61
T.L.(STC-38)	21	30	38	41	42	42

$$S_{\text{total}} = 109,22 \text{ m}^2$$

$$A_g = 10 \log \frac{109,22}{\frac{87,80}{10^{5,7}} + \frac{21,42}{10^{3,8}}} = 44,85 \text{ dBA}$$

A.B.O. Frecuencia Central en Hz

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto	28	37	45	48	49	49

10.4.1.- Criterio de valoración de la fachada

Dado que existe un amplio vestíbulo, que comunica con otro vestíbulo con doble puerta de acceso a la sala, separada del exterior mediante los módulos de aseos y demás dependencias, consideraremos un nivel de presión sonora en el vestíbulo de acceso de 96 dBA.

A.B.O. Frecuencia Central en Hz

	125	250	500	1k	2k	4k
1.-NIVEL EMISIÓN	90	90	90	90	90	90
2.-T.L. ELEMENTO SEPARADOR	28	37	45	48	49	49
3.-NIVEL INMISIÓN	62	53	45	48	49	49
4.-CURVA N.C. 45	60	54	49	46	44	43
CRITERIO DE VALORACIÓN	2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

10.5.- Medianera izquierda y derecha

Las medianeras izquierda y derecha son dos particiones compuestas iguales, con los siguientes elementos constructivos:

-Cerramiento entre pilares:

Fábrica de $\frac{1}{2}$ ladrillo cerámico perforado.

Superficie: 178,41 m²

R:= 46 dBA.

TL: el de la curva STC-46.

-Superficie acristalada:

Vidrio de 15mm.

Superficie total =200,49 m²

R = 35 dBA.

TL: el de la curva STC-35

-Puertas de emergencia:

Dos unidades acústicas, de dos hojas, con apertura al exterior con barras antipánico.

Superficie: 7,56 m²

R = 50 dBA

A.B.O. Frecuencia Central en Hz

	125	250	500	1k	2k	4k
T.L.(STC-46)	29	38	46	49	50	50
T.L.(STC-35)	18	27	35	38	39	39
T.L.(PUERTAS)	32	35	42	48	52	55

$$S_{\text{total}} = 386,46 \text{ m}^2$$

$$A_g = 10 \log \frac{386,46}{\frac{178,41}{10^{4,6}} + \frac{200,49}{10^{3,5}} + \frac{7,56}{10^5}} = 37,54 \text{ dBA}$$

Cálculo del TL_T de una partición compuesta

Usaremos las fórmulas vistas en uno de los apartados anteriores.

A.B.O. Frecuencia Central en Hz							
	S(m ²)	125	250	500	1k	2k	4k
TL ½ pie ladrillo perforado	178,41	29	38	46	49	50	50
$\tau \cdot 10^6$		1258,9	158,49	25,119	12,589	10	10
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		224605	28276	4481,5	2246	1784,1	1784,1
TL Vidrio 15 mm	200,49	18	27	35	38	39	39
$\tau \cdot 10^6$		15849	1995,3	316,23	158,49	125,89	125,89
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		3E+06	400030	63401	31776	25240	25240
TL Puerta acústica	7,56	32	35	42	48	51	55
$\tau \cdot 10^6$		630,96	316,23	63,096	15,849	7,9433	3,1623
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		4770	2390,7	477	119,82	60,051	23,907
$\tau_{\text{total}} = \frac{\sum \tau_i \cdot S_i}{S_{\text{total}}}$		8815,7	1114,5	176,88	88,344	70,083	69,99
$TL_T = 10 \log \frac{1}{\tau_{\text{total}}}$		20,547	29,529	37,523	40,538	41,544	41,55

10.5.1.-Criterio de valoración de las medianera izquierda y derecha

A.B.O. Frecuencia Central en Hz						
	125	250	500	1k	2k	4k
1.-NIVEL EMISIÓN	105	105	105	105	105	105
2.-T.L.MEDIANERAS	21	30	38	41	42	42
3.-NIVEL EMISIÓN AL EXTERIOR	84	85	67	64	63	63
4.-CURVA N.C. 45	60	54	49	46	44	43
DIFERENCIA	24	21	18	18	19	20

10.5.2.- Medidas correctoras

OBRA DE FÁBRICA

- 1) Revestimiento de la pared actual (pared 1) con material absorbente de 80 mm. De espesor y 22 Kg/m³ de densidad.
- 2) Cerramiento 1/ pie de ladrillo cerámico macizo (pared 2)

-PARED 1:

½ pie de ladrillo cerámico perforado.
Masa superficial: 250 Kg/m².
R = 46 dBA.
TL: el de la curva STC-46

-PARED 2:

½ pie de ladrillo cerámico macizo.
Masa superficial: 286 Kg/m².
R = 48 dBA.
TL : el de la curva STC-48

SUPERFICIES ACRISTALADAS

- 1) Instalación de acristalamiento, sobre carpintería de aluminio con vidrio de 10 mm.

-ELEMENTO 1 (existente):

Acristalamiento con vidrio de 15 mm.

Masa superficial: 37kg/m².

R = 35 dBA.

TL : el de la curva STC-35.

-ELEMENTO 2:

Acristalamiento con vidrio de 10 mm.

Masa superficial: 25kg/m².

R = 33 dBA.

TL : el de la curva STC-33.

10.5.3.- Aislamiento de la paredes dobles

OBRA DE FÁBRICA

A.B.O. Frecuencia Central en Hz

	125	250	500	1k	2k	4k
T.L.(STC-46)	29	38	46	49	50	50
T.L.(STC-48)	31	40	48	51	52	52

Separación: 8 cm.

Frecuencia de resonancia = $f_0 = 25,71$ Hz.

Frecuencia límite = $f_L = 2125$ Hz.

ZONA II

Para $25,71 < f_0 < 2.125$

$f = 125, 250, 500, 1K, 2K$ Hz.

$$TL = TL_1 + TL_2 + 20 \log(f \cdot d) - 39$$

$$d = 0,08 \times 3,281 = 0,2624 \text{ ft.}$$

	125	250	500	1K	2K
20log(f·d)	30,32	36,34	42,36	48,38	54,4

	125	250	500	1K	2K
TL Conjunto	51,32	75,34	97,36	109,38	117,4

ZONA III

Para $f > 2.125$ Hz.

$$TL_{4K} = TL_1 + TL_2 - 10 \log(1/\alpha + 1/4) = 50 + 52 - 1,33 = 100,67 \text{ dB}$$

Adoptamos 80 dB como valor máximo de aislamiento, para aquellas frecuencias que lo superen.

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto						
Obra de Fábrica	51	75	80	80	80	80

SUPERFICIE ACRISTALADA

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1k	2k	4k
T.L.(STC-33)	16	25	33	36	37	37
T.L.(STC-35)	18	27	35	38	39	39

Separación : 45 cm.

Frecuencia de resonancia = $f_0 = 32,41$ Hz.

Frecuencia límite = $f_L = 377,77$ Hz.

ZONA II

Para $32,41 < f_0 < 377,77$

$f = 125,250$ Hz.

$$TL = TL_1 + TL_2 + 20 \log(f \cdot d) - 39$$

$$d = 0,08 \times 3,281 = 0,2624 \text{ ft.}$$

	125	250
$20 \log(f \cdot d)$	45,2	51,24

	125	250
TL Conjunto	40,2	64,2

ZONA III

Para $f > 377,77$ Hz.

$$TL_{500} = TL_1 + TL_2 - 10 \log(1/\alpha + 1/4) = 35 + 33 - 1,33 = 66,7 \text{ dB}$$

$$TL_{1K} = TL_1 + TL_2 - 10 \log(1/\alpha + 1/4) = 38 + 36 - 1,33 = 72,7 \text{ dB}$$

$$TL_{2K} = TL_1 + TL_2 - 10 \log(1/\alpha + 1/4) = 39 + 37 - 1,33 = 74,7 \text{ dB}$$

$$TL_{2K} = TL_1 + TL_2 - 10\log(1/\alpha + 1/4) = 39 + 37 - 1,33 = 74,7\text{dB}$$

Adoptamos 80 dB como valor máximo de aislamiento, para aquellas frecuencias que lo superen.

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto Superficie Acrystalada	40	64	67	73	75	75

10.5.4- TL de la partición compuesta

MEDIANERAS IZQUIERDA Y DERECHA

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto Obra de Fábrica	51	75	80	80	80	80
TL Conjunto Superficie Acrystalada	40	64	67	73	75	75
T.L.(PUERTAS)	32	35	42	48	52	55

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	S(m)	125	250	500	1k	2k	4k
TL							
Obra de Fábrica	178,41	51	75	80	80	80	80
$\tau \cdot 10^6$		7,9433	0,0316	0,01	0,01	0,01	0,01
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		1417,2	5,6418	1,7841	1,7841	1,7841	1,7841
TL							
Superficie Acristalada	200,49	40	64	67	73	75	75
$\tau \cdot 10^6$		100	0,3981	0,1995	0,0501	0,0316	0,0316
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		20049	79,817	40,003	10,048	6,3401	6,3401
TL							
Puerta acústica	7,56	32	35	42	48	51	55
$\tau \cdot 10^6$		630,96	316,23	63,096	15,849	7,9433	3,1623
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		4770	2390,7	477	119,82	60,051	23,907
$\tau_{total} = \frac{\sum \tau_i \cdot S_i}{S_{total}}$		67,889	6,4072	1,3424	0,3407	0,1764	0,0829
$TL_T = 10 \log \frac{1}{\tau_{total}}$		41,682	51,933	58,721	64,677	67,535	70,815

10.5.5.- Criterios de valoración con las medidas correctoras

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1k	2k	4k
1.-NIVEL EMISIÓN	105	105	105	105	105	105
2.-T.L. CONJUNTO	42	52	59	65	68	71
3.-NIVEL EMISIÓN AL EXTERIOR	63	53	46	40	37	34
4.-CURVA N.C. 45	60	54	49	46	44	43
CRITERIO DE VALORACIÓN	3	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

10.6.- Emisora de radio

Veremos primero las características constructiva que tiene el recinto donde irá ubicada la emisora de radio, para poder saber que nivel de aislamiento será necesario introducir.

Lo consideraremos todo como un único recinto que llamaremos ZONA 1 que está constituido por dos tipos de paramentos verticales distintos, además, claro de los paramentos horizontales superior e inferior.

PARAMENTO VERTICAL 1

El primero que veremos serán las paredes laterales. Estas están constituidas por las llamadas anteriormente PARED 1, existente en el proyecto original, y la PARED 2, que es la introducida como medida correctora a la hora de insonorizar en primera instancia el edificio entero. Recordemos que estas paredes son:

-PARED 1:

½ pie de ladrillo cerámico perforado.

Masa superficial: 250 Kg/m².

R = 46 dBA.

TL: el de la curva STC-46

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
STC-46	29	38	46	49	50	50

-PARED 2:

½ pie de ladrillo cerámico macizo.

Masa superficial: 286 Kg/m².

R = 48 dBA

TL : el de la curva STC-48

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
STC-48	31	40	48	51	52	52

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto	42	52	59	65	68	71

Superficie Total del paramento vertical 1 = 81,15 m²

PARAMENTO VERTICAL 2

El segundo tipo de paramento son los que sirven de separación con las oficinas-camerinos y con la parte reservada al público de la primera planta. Sus características son:

-PARED 3:

1 pie de ladrillo cerámico macizo.

Masa superficial: 532 Kg/m².

R = 52.7 dBA.

TL: el de la curva STC-48

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
STC48	31	40	48	51	52	52

Superficie Total del paramento vertical 2 = 84,75 m²

PARAMENTO HORIZONTAL SUPERIOR

Al igual que en el caso del paramento vertical 1, este es el resultado de la unión del forjado primitivo y de la medida correctora llevada a cabo. Sus características son las vistas anteriormente:

Masa forjado: 210 Kg/m².
Masa techo: 40 Kg/m².
Separación: 45 cm.

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Forjado STC-48	31	40	48	51	52	52
TL Techo	35	43,5	52	58,5	58,5	57

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto	72	80	80	80	80	80

Superficie Total del paramento horizontal superior = 132.65 m²

PARAMENTO HORIZONTAL INFERIOR

Sus características son las mismas que el forjado superior primitivo:

Masa forjado: 210 Kg/m²

TL: el de la curva STC-48

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
STC48	31	40	48	51	52	52

Superficie Total del paramento horizontal inferior = 132.65 m²

PUERTAS

Existen dos puertas, ambas a los extremos de un pasillo que comunica las oficinas con la parte destinada al público de la primera planta. Sus características son:

Masa superficial: 16 Kg/m².

TL : el de la curva STC-35

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
STC35	18	27	35	38	39	39

Superficie Total de las puertas = 4,30 m²

Cálculo del TL_T de una partición compuesta

$$S_{total} = 435,5 \text{ m}^2$$

$$A_g = 10 \log \frac{435.5}{\frac{81.15}{10^{4.6}} + \frac{84.75}{10^{4.8}} + \frac{132.65}{10^8} + \frac{132.65}{10^{4.8}} + \frac{4.30}{10^{3.5}}} = 48,50 \text{ dBA}$$

Usaremos las fórmulas vistas en uno de los apartados anteriores.

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	S(m)	125	250	500	1k	2k	4k
TL PARAMENTO V. 1	81,15	42	52	59	65	68	71
$\tau \cdot 10^6$		63,096	6,3096	1,2589	0,3162	0,1585	0,0794
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		5120,2	512,02	102,16	25,662	12,861	6,446
TL PARAMENTO V.2	84,75	31	40	48	51	52	52
$\tau \cdot 10^6$		794,33	100	15,849	7,9433	6,3096	6,3096
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		67319	8475	1343,2	673,19	534,74	534,74
TL PARAMENTO H.S.	132,65	72	80	80	80	80	80
$\tau \cdot 10^6$		0,0631	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		8,3696	1,3265	1,3265	1,3265	1,3265	1,3265
TL PARAMENTO H.I.	132,65	31	40	48	51	52	52
$\tau \cdot 10^6$		794,33	100	15,849	7,9433	6,3096	6,3096
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		105368	13265	2102,4	1053,7	836,96	836,96
TL PUERTAS	4,3	18	27	35	38	39	39
$\tau \cdot 10^6$		15849	1995,3	316,23	158,49	125,89	125,89
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		68150	8579,6	1359,8	681,5	541,34	541,34
$\tau_{total} = \frac{\sum \tau_i \cdot S_i}{S_{total}}$		564,79	158,93	20,539	9,0199	6,7622	6,6007

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

		125	250	500	1k	2k	4k
TL	101	1					

	125	250	500	1k	2k	4k
1.-NIVEL EXTERIOR GLOBAL	105	105	105	105	105	105
2.-T.L.CONJUNTO	33	38	47	51	52	53
3.-NIVEL INTERIOR GLOBAL	72	67	58	54	53	52
4.-CURVA N.C. 25	48	41	35	31	29	28
DIFERENCIA	24	26	23	23	24	24

10.6.2.- Medidas correctoras

Pondremos medidas correctoras en aquellos paramentos que sea necesario un mayor nivel de aislamiento. Esto ocurre en el paramento vertical 2 y en el paramento horizontal inferior, ya que serán los paramentos por los que se puedan transmitir un mayor nivel de dBA. En realidad los cálculos los haremos como si al recinto denominado zona 1 le llegaran 105 dB. a todas las frecuencias ya que este será el caso más desfavorable.

El paramento vertical 1 queda aislado gracias a las medidas correctoras tomadas para aislar del exterior el conjunto del edificio. Ocurre lo mismo con el paramento horizontal superior en el que es suficiente con el techo acústico introducido con anterioridad.

Por lo tanto solo tendremos que aislar las paredes que dan al interior del recinto. Veamos las medidas correctoras que introduciremos.

También introduciremos dos puerta acústicas en lugar de las existentes en proyecto original.

OBRA DE FÁBRICA PARA EL PARAMENTO VERTICAL 2

- 3) Revestimiento de la pared actual (pared 3) con material absorbente de 80 mm. De espesor y 22 Kg/m³ de densidad.
- 4) Cerramiento 1/ pie de ladrillo cerámico macizo (pared 4)

-PARED 3:

1 pie de ladrillo cerámico macizo.
Masa superficial: 532 Kg/m².
R = 52.7 dBA.
TL: el de la curva STC-50

-PARED 4:

½ pie de ladrillo cerámico macizo.
Masa superficial: 286 Kg/m².
R = 48 dBA.
TL : el de la curva STC-48

10.6.3.- Aislamiento de la paredes dobles

OBRA DE FÁBRICA

A.B.O. Frecuencia Central en Hz

	125	250	500	1k	2k	4k
T.L.(STC-48)	31	40	48	51	52	52
T.L.(STC-50)	33	42	50	53	54	54

Separación: 8 cm.

Frecuencia de resonancia = $f_0 = 22$ Hz.

Frecuencia límite = $f_L = 2125$ Hz.

ZONA II

Para $22 < f_0 < 2.125$

$f = 125, 250, 500, 1K, 2K$ Hz.

$$TL = TL_1 + TL_2 + 20 \log(f \cdot d) - 39$$

$$d = 0,08 \times 3,281 = 0,2624 \text{ ft.}$$

	125	250	500	1K	2K
20log(f·d)	30,32	36,34	42,36	48,38	54,4

	125	250	500	1K	2K
TL Conjunto	55,32	80	101,36	113,38	121,4

ZONA III

Para $f > 2.125$ Hz.

$$TL_{4K} = TL_1 + TL_2 - 10 \log(1/\alpha + 1/4) = 52 + 54 - 1,33 = 104,67 \text{ dB}$$

Adoptamos 80 dB como valor máximo de aislamiento, para aquellas frecuencias que lo superen.

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto	55.3	80	80	80	80	80
Obra de Fábrica	55.3	80	80	80	80	80

SUELO FLOTANTE

El suelo flotante estará formado, según se dijo en un capítulo anterior, por una lana de roca que irá pegada al suelo con cola de contacto en la que se abrirán los huecos necesarios para poder introducir los amortiguadores. Encima se pondrá el encofrado que es un tablón de aglomerado de 16 mm., la capa de polietileno y sobre esta el mallazo y la losa de hormigón. Los amortiguadores serán del tipo BA-400, BA-200, BA-125 y BA-50, y su $f_r = 7$ Hz.

Para hacer los cálculos de aislamiento en la zona de la emisora de radio tendremos en cuenta el valor más desfavorable posible que se pueda dar en la planta baja. Este será cuando dicha planta sea utilizada como sala de fiesta y por tanto tengamos en este recinto un nivel de 105 dB para todas la frecuencias.

10.6.4.- Características del suelo flotante

Masa superficial: 322 Kg/m².

R: 51 dBA.

Superficie: 132.7 m².

A.B.O. Frecuencia central en Hz

	125	250	500	1K	2K	4K
TL	31	37	41	46	49	49

10.6.5.-Aislamiento conjunto suelo-forjado

Masa forjado: 210 Kg/m².
Masa suelo: 322 Kg/m².
Separación: 2 cm.

A.B.O. Frecuencia central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Forjado STC-48	31	40	48	51	52	52
TL Suelo	31	37	41	46	49	49

Frecuencia Resonancia = $f_0 = 52.7$ Hz.

Frecuencia Límite = $f_l = 8500$ Hz.

ZONA II

Para $52,70 < f_0 < 8500$
 $f = 125, 250, 500, 1K, 2K, 4K$ Hz.

$$TL = TL_1 + TL_2 + 20 \log(f \cdot d) - 39$$

$$d = 0,02 \times 3,281 = 0.06 \text{ ft.}$$

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
20log(f·d)	27	30.5	35.5	41.5	47.5	49.6

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto	55	65.5	79.5	93.5	103.6	109.6

Adoptamos 80 dB como valor máximo de aislamiento, para aquellas frecuencias que lo superen.

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1K	2K	4K
TL Conjunto	55	65.5	79.5	80	80	80

10.6.6.- TL de la partición compuesta

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	S(m	125	250	500	1k	2k	4k
TL PARAMENTO V.1	81,15	42	52	59	65	68	71
$T \cdot 10^6$		63,096	6,3096	1,2589	0,3162	0,1585	0,0794
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		5120,2	512,02	102,16	25,662	12,861	6,446
TL PARAMENTO V.2	84,75	55,3	80	80	80	80	80
$T \cdot 10^6$		2,9512	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		250,11	0,8475	0,8475	0,8475	0,8475	0,8475
TL PARAMENTO H.S.	132,65	72	80	80	80	80	80
$\tau \cdot 10^6$		0,0631	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		8,3696	1,3265	1,3265	1,3265	1,3265	1,3265
TL PARAMENTO H.I.	132,65	55	65,5	79,5	80	80	80
$\tau \cdot 10^6$		3,1623	0,2818	0,0112	0,01	0,01	0,01
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		419,48	37,386	1,4884	1,3265	1,3265	1,3265
TL PUERTAS	4,3	32	35	42	48	52	55
$\tau \cdot 10^6$		630,96	316,23	63,096	15,849	6,3096	3,1623
$\tau \cdot 10^6 \cdot S$		2713,1	1359,8	271,31	68,15	27,131	13,598

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

		125	250	500	1k	2k	4k
$\tau_{\text{total}} = \frac{\sum \tau_i \cdot S_i}{S_{\text{total}}}$		19,544	7,4575	1,2068	0,2858	0,1232	0,0654

4.-CURVA N.C. 25	48	41	35	31	29	28
CRITERIO	3	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

10.7.-Instalación de un limitados controlador de sonido

El edificio contará con un limitador controlador de sonido, de acuerdo con el Art. 28.4 del R.C.A., que cumpla con las características descritas en dicho artículo, para el caso en que la planta baja sea usada como sala de fiesta.

10.8.-Cálculo de amortiguadores para paredes y suelo flotante para la emisora de radio

Paredes flotantes

Pared de medio pie de ladrillo macizo:

Perímetro	46,10 ml
Peso	286 Kg/m ²

Carga soportada:

Propia	286 Kg/ml.ma.
Sobrecarga	40 Kg/ml.ma.
10% imprevisto	50 Kg/ml.ma.
Suma total	376 Kg/ml.ma.

Carga total/ml.= $376 \text{ Kg/ml} \times 3.6 \text{ m} = 1353,6 \text{ Kg/ml}$

Amortiguador tipo C-200 de dimensiones 140 x 100 x 20 mm y $f_r = 7 \text{ Hz}$.

Nº de amortiguadores/ml= $1353.6/200 = 6.76 \text{ uds/ml}$

Nº de amortiguadores totales = $6.76 \text{ uds/ml} \times 46,10 \text{ ml} = 312 \text{ Uds.}$

Esquinas y puertas 15 Uds.

Total de amortiguadores 327 Uds.

Suelo flotante

Losa de hormigón de 10 cm

Superficie total = 132,7 m²

Cargas:

Peso propio de la losa $230\text{Kg/m}^2 \times 132.7 = 30521 \text{ Kg.}$

30 personas a 75 Kg/persona = 2250 Kg.

Varios: $100\text{Kg/m}^2 \times 132.7 = 13270 \text{ Kg.}$

Carga total = 46041 Kg.

Total de amortiguadores a colocar para el suelo flotante:

100 Uds. BA 400-----40000 Kg.

25 Uds. BA 200-----5000 Kg.

20 Uds. BA 125-----2500 Kg.

50 Uds. BA 50-----2500 Kg.

Total Kg. -----50000 Kg.

10.9.-Cálculo de silenciadores para aire acondicionado

El cálculo de un silenciador está basado en encontrar una sección de paso de aire, tal que no produzca una pérdida de carga grande, del orden de 35 a 45 Pa, para hacer disminuir la velocidad en función de los valores de amortiguamiento que se necesiten. El flujo turbulento del aire se hace laminar al pasar por las celdillas absorbentes del silenciador.

ESTUDIO 1

Caudal = Q = 40.000 m³/h

Nº de celdillas = 6 de 150 mm

Separación = 200 mm

Sección = 8 x 0,2 x 1,5 = 2,4 m²

Dimensiones = 2500 x 1500 x 2000

$$V_{\text{aire}} = \frac{40000\text{m}^3 / \text{h}}{2,4\text{m}^2 \cdot 3600\text{s} / \text{h}} = 4,62\text{m} / \text{s}$$

	125	250	500	1k	2k	4k
FLUJO DE AIRE	72	70	68	68	60	56
AMORTIGUAMIENTO	27	49	50	50	36	25
FLUJO DE AIRE	45	21	18	18	24	31
CURVA NC-25	44	37	31	27	24	22
CRITERIO DE VALORACIÓN	1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	9

EMISORA DE RADIO

Caudal = Q = 10.000 m³/h

Nº de celdillas = 4 de 150 mm

Separación = 160 mm

Sección = 5 x 0,16 x 0,75 = 2,4 m²

Dimensiones = 1400 x 750 x 2450

$$V_{\text{aire}} = \frac{10000 \text{ m}^3 / \text{h}}{0,6 \text{ m}^2 \cdot 3600 \text{ s} / \text{h}} = 4,62 \text{ m} / \text{s}$$

	125	250	500	1k	2k	4k
FLUJO DE AIRE	72	70	68	68	60	56
AMORTIGUAMIENTO	33	50	50	50	44	30
FLUJO DE AIRE	39	20	18	18	18	26
CURVA NC-25	40	33	26	22	19	17
CRITERIO DE VALORACIÓN	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	9

CUADRO RESUMEN

		DIMENSIONES				
RECINTO	UDS	ANCHO	ALTO	LARGO	CELDILLAS	SEPARACIÓN
ESTUDIO 1	2	2500	1500	2000	6	200
EMISORA	2	1400	750	2450	4	160

11.-ABSORCIÓN

11.1.- Absorción. Conceptos. Tiempos de reverberación

La absorción es el fenómeno debido al cual una parte de la energía sonora que incide sobre una superficie es absorbida transformándose en otra energía.

Esta energía viene expresada por un factor o coeficiente de absorción α , el cual se define como la relación de la energía acústica absorbida con respecto a la energía acústica incidente.

$$\alpha_i = \frac{E.Absorvida}{E.Incidente}$$

Este coeficiente varía entre 0 y 1, estando próximo a cero, para aquellos materiales muy reflexivos, como puede ser, una pared lisa o de ladrillo visto y próximo a la unidad para aquellos materiales porosos y blandos.

La unidad de absorción es el “Sabino”, el cual se expresa en unidades de absorción por m², y dice que la capacidad absorbente depende fundamentalmente del espectro sonoro de la onda incidente y de la naturaleza del material (tipo, forma, espesor, características constructivas.)

Fundamentalmente hay tres tipos de materiales absorbentes; los absorbedores disipativos o fibrosos, los de tipo membrana resonante y los de tipo Helmholtz o selectivos.

En este proyecto utilizaremos únicamente los de tipo fibroso, que presentan multitud de pequeñas cámaras de aire, tortuosos y pequeños poros que se comunican entre sí. Las ondas sonoras incidentes penetran fácilmente y se propagan entre estos intersticios. El aire contenido en el material se pone en movimiento, y parte de la energía acústica se transforma en calor por el rozamiento del aire sobre las partes sólidas.

Para que se realice el rozamiento es necesario que la longitud de onda sea del orden del tamaño de los poros, ya que solo en este caso la perturbación motivará la fricción del aire en las paredes de los poros.

Por tanto, se deduce que a menor longitud de onda, o lo que es igual a más alta frecuencia, se conseguirá una absorción mayor.

Estos materiales porosos, también absorben la energía acústica y habrá menos reflexión a altas frecuencias, aumentando la absorción al aumentar la frecuencia.

El espesor del material poroso influye fundamentalmente en el coeficiente de absorción α_i .

La densidad tiene poca importancia.

El término de mayor importancia en la acústica de locales es la reverberación, en cuanto a los requerimientos exigidos para una correcta audición del sonido.

El parámetro que define la reverberación de un local es su “Tiempo de reverberación”, T_r , definido por la norma S.I. 1960 (R-1971) de la American National Standar Institute” como “el tiempo transcurrido para que un sonido se reduzca en 60 dB, una vez que ha dejado de emitir señal acústica la fuente emisora”

La formula más conocida es la de Sabino

$$T_r = \frac{0,16V}{\sum S_i \cdot \alpha_i}$$

donde: T_r = tiempo de reverberación en s
 S_i = Superficie en m^2
 α_i = Coeficiente de absorción en sabinos m^2
 V = volumen del recinto en m^3

11.2.- Tiempos de reverberación de los recintos insonorizados

Primero tenemos que ver cuales son las características que tenemos en los recintos donde vamos a calcular los tiempos de reverberación.

Solo vamos a estudiar la parte donde se ubica la emisora de radio, con sus dependencias correspondientes y la zona denominada estudio 1 que será de uso diverso.

Veamos en la siguiente tabla las características de los recintos a estudiar

CARACTERÍSTICAS DE LOS RECINTOS

	ALTURA	S. PARED	S. TECHO	S. SUELO	S. VIDRIO	S. PUERTA	VOLUMEN
ESTUDIO 1	7,56	548,75	407	407	94,5	41,5	3052,5
SALA DE ESPERA	2,77	16,1	26,16	26,16	0	4,3	72,4632
CENTRO CONTINUIDAD	2,77	4,7	12,68	12,68	6	4,3	35,1236
CABINA MONTAJE	2,77	4,7	12,68	12,68	6	4,3	35,1236
LOCUTORIO	2,77	13,5	35,87	35,87	6	4,3	99,3599
CONTROL	2,77	6,3	16,37	16,37	6	4,3	45,3449

Veamos una pequeña tabla que recoge los coeficientes de absorción de distintos materiales. Estos coeficientes serán los utilizados en la fórmula de Sabino para el cálculo de los tiempos de reverberación de locales.

COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DE MATERIALES(α_i)

	A.B.O. Frecuencia Central en Hz.					
	125	250	500	1k	2k	4k
Hormigón	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Ladrillo enfoscado	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
Pladur	0,1	0,08	0,05	0,03	0,03	0,03
Vidrio	0,03	0,03	0,03	0,0,2	0,0,2	0,0,2
Techo acústico	0,44	0,41	0,55	0,7	0,77	0,72
Fibra de vidrio adosada a la pared revestida con ladrillo perforado	0,3	0,8	0,99	0,99	0,99	0,97
Idem con chapa perforada	0,8	0,77	0,99	0,99	0,97	0,93
Acero	0,05	0,04	0,03	0,3	0,3	0,3

Calculamos ahora los tiempos de reverberación de los recintos a estudio

A.B.O. Frecuencia Central en Hz.

	125	250	500	1k	2k	4k
ESTUDIO 1	8,81	10,49	14,62	13,69	13,69	13,69
SALA DE ESPERA	2,27	2,57	2,55	2,27	1,94	1,5
CENTRO CONTINUIDAD	2,46	2,8	2,88	2,62	2,28	1,77
CABINA MONTAJE	1,91	2,14	2,07	1,82	1,54	1,19
LOCUTORIO	2,56	2,93	3,07	2,71	2,35	1,86
CONTROL	2,61	3,02	3,88	3,43	3,43	3,43

11.3.- Tiempo de reverberación recomendado

En general, es difícil, por no decir imposible, adecuar un estudio para estas actividades de forma permanente a un tiempo de reverberación adecuado y fijo a las distintas actividades que puedan desarrollarse en él, debido a la gran variedad de programas que pueden darse.

La forma más general y práctica y de uso generalizado es adecuar el recinto para un tiempo de reverberación a 500 Hz. Y variar este T_r con absorbedores o reflectores artificiales, dependiendo del programa que se vaya a realizar.

Para un estudio de televisión el tiempo de reverberación es de 0.6 y para un locutorio de radio es de 0.7, ambos tiempos dados para una frecuencia de 550 Hz.

11.3.- Elección de revestimientos absorbentes y cálculo para los recintos principales

Los revestimientos absorbentes para cada recinto son los siguientes:

ESTUDIO 1.-

PAREDES: Fibra de vidrio adosada al muro con cola de contacto y cerramiento con ladrillos perforados con la cara perforada hacia el interior del recinto.

TECHO: Techo absorbente tipo Armstrong o similar, fisurado sobre perfilería vista.

EMISORA DE RADIO.-

PAREDES: Fibra de vidrio adosada al cerramiento con cola de contacto, rastreles metálicos de 50 x 50 x 1.5 y acabado en chapa perforada de 1 mm. de espesor y diámetro de taladro 5 mm., 1.5 m. desde el techo.

TECHO: Techo absorbente tipo Armstrong o similar, fisurado sobre perfilería vista.

Los tiempos de reverberación de los recintos principales corregidos con superficies absorbentes, a 500 Hz. Son los siguientes:

Fr(500 Hz.)	ESTUDIO 1	LOCUTORIO
T	0,53	0,51

Estos tiempos de reverberación podrán variarse en función del tipo de programa que se desarrolle; pero estos valores a 500 Hz. Hacen que en los recintos puedan realizarse una gran variedad de programas con pequeñas modificaciones para adecuarlo a actividades puntuales y específicas.

CONCEPTO	UDS	LONG.	ANCH.	ALT.	TOL. MED.	EURO UD.	TOL. MED.
1.1 M ² de revestimiento de paredes con panel semirígido con fibras de vidrio aglomerados con resina termoendurecible. Espesor de 80 mm y densidad 22 Kg/m adherido a las superficies con cola de contacto						11,75 €	
Medianera Izquierda					178,41 m ²		
Medianera Derecha					178,41 m ²		
Medianera Fondo					98,28 m ²		
Descontar huecos de puertas					19 m ²		
<u>TOTAL</u>					436,1 m ²		512
1.2 M ² de revestimiento de paredes con panel semirígido con fibras de vidrio aglomerados con resina termoendurecible. Espesor de 80 mm y densidad 22 Kg/m adherido a las superficies con cola de contacto						11,75	
Emisora de radio					331,8 m ²		
Descontar huecos de puertas					12,9 m ²		
<u>TOTAL</u>					318,9 m ²		37
<u>TOTAL CAPITULO 1</u>							887

CAPÍTULO 2 : PAREDES Y SUELO FLOTANTE.

CONCEPTO	UDS	LONG.	ANCH.	ALT.	TOL. MED.	EURO UD.	TOL. MED.
2.1 M/L Suministro y colocación de amortiguadores de caucho virgen de baja frecuencia tipo C- 200 Kg y dimensiones de 140 x 100 X 20 mm, para apoyo elástico de muro en la emisora de radio							

emisora de radio. Amortiguadores de baja frecuencia tipos BA- 400, BA-200, BA-125 y BA-50

Amortiguadores BA- 400	100
Amortiguadores BA- 200	25
Amortiguadores BA- 125	20
Amortiguadores BA- 50	50

132,65 m 48

TOTAL

2.3 M² Suministro y colocación de lana de roca de 20 mm de espesor y 61 kg/m de densidad

30

Emisora de radio	132,65 m ²
------------------	-----------------------

TOTAL

132,65 m²

2.4	M ² Suministro y colocación de lana de roca de 50 mm de espesor y 110 Kg/m de densidad con parte proporcional de material absorbente de 20 mm. y 61 K/m , para formación de tabicas en todo el perimetro	11,4	
	Emisora de radio	63 m ²	
<u>TOTAL</u>		63 m ²	718,2
<u>TOTAL CAPITULO 2</u>			<u>14171,4</u>

CAPÍTULO 4 : TECHO ACÚSTICO.

CONCEPTO		UDS	LONG.	ANCH.	ALT.	TOL. MED.	EURO UD.	TOL. MED.
4.1	M² Suministro y montaje de techo acústico sandwich, definido en memoria técnica, montado según especificaciones						102	
TOTAL						559 m²		5

CAPÍTULO 5 :VISORES Y PUERTAS ACÚSTICAS .

CONCEPTO	UDS	LONG.	ANCH.	ALT.	TOL. MED.	EURO UD.	TOTAL EURO
5.1 Suministro y montaje de puertas acústicas, definidas en memoria y apertura reflejadas en planos							
Puertas que dan al exterior (2 hojas)	5					1800	9000
Puertas interiores (1 hoja)	12					1200	14400
<u>TOTAL</u>							23400
5.2 Suministro y montaje de visores acústicos formados por estructuras metálicas lacadas con vidrios de 6 y 8 mm. con cámara de aire de 12 cm. uno de ellos inclinado 3º con respecto al otro. Perímetro con material absorbente de 15 mm. de espesor. Espesor total de 14 cm. Entradas y salidas de aire con tubo de 15 mm. para evitar condensaciones	2	4,5 m		1,25 m	5,625 m²	300	
<u>TOTAL</u>							16

CAPÍTULO 6 :SILENCIADORES DISIPATIVOS .

CONCEPTO	UDS	LONG.	ANCH.	ALT.	TOL. MED.	EURO UD.	TO EU
6.1 Suministro y montaje de 2 unidades de silenciadores de 2500 x 1500 x 2000 mm. de longitud con celdillas moduladas, fabricado en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, bridas de cogida y malla antipájaro. Estas unidades debido a su tamaño se suministrarán en dos unidades de 1,25 x 1,5 x 2 m. de longitud , según especificaciones de memoria técnica.Caudal total = 40000 m/h.	2					2500	
<u>TOTAL</u>							5
6.2 Suministro y montaje de 2 unidades de silenciadores de 1400 x 750 x 2450 mm. de longitud con celdillas moduladas, fabricado en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, bridas de cogida y malla antipájaro. Estas unidades debido a su tamaño se suministrarán en dos unidades de 0,7 x 0,75 x 2,450 m. de longitud , según especificaciones de memoria técnica.Caudal total = 10000 m/h.	2					1800	
<u>TOTAL</u>							3
<u>TOTAL CAPITULO 6</u>							86

7.1 M ² Suministro y montaje de techo acústico absorbente, de panel rígido de fibra de vidrio aglomerados de resina termoendurecible recubierto en una de sus caras con un velo decorativo de fibra de vidrio tipo Sonebel A-1 o similar, montado sobre perfilería vista lacada en blanco, clasificación al fuego M.1									26,4
								820 m ²	
							<u>TOTAL</u>		21648
							<u>TOTAL CAPITULO 7</u>		<u>21648 €</u>

CAPÍTULO 8 : REVESTIMIENTOS ABSORBENTES .

	CONCEPTO	UDS	LONG.	ANCH.	ALT.	TOL. MED.	EURO UD.	TOTAL EURO
8.1 M ² Revestimiento de pared con fibra de vidrio de 50 mm. de espesor y densidad 22 kg/m adherida a la superficie con cola de contacto							12,3	
	Estudio						436,1 m ²	
							<u>TOTAL</u>	

perforada de 1,5 mm. de espesor y taladro 5 mm.

62,5

Emisora de radio

331,8 m²

TOTAL

20

TOTAL CAPITULO 8

2610

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

	<u>TOTAL</u>
CAPÍTULO 1 :REVESTIMIENTO.	<u>8871,3 €</u>
CAPÍTULO 2 : PAREDES Y SUELO FLOTANTE.	<u>14171,4 €</u>
CAPÍTULO 3 : OBRA DE FÁBRICA.	<u>29268,78 €</u>
CAPÍTULO 4 : TECHO ACÚSTICO.	<u>57018 €</u>
CAPÍTULO 5 :VISORES Y PUERTAS ACÚSTICAS .	<u>25087,5 €</u>
CAPÍTULO 6 :SILENCIADORES DSIPATIVOS .	<u>8600 €</u>
CAPÍTULO 7 : TECHOS ABSORBENTES .	<u>21648 €</u>
CAPÍTULO 8 : REVESTIMIENTOS ABSORBENTES .	<u>26101,53 €</u>
 TOTAL PRESUPUESTO	 <u>190766,51 €</u>

CAPITULO II.-

Características que deben cumplir los materiales.

CAPITULO III.-

Normas para la realización de las obras.

CAPITULO IV.-

Modo de efectuar las mediciones.

CAPITULO V.-

Condiciones de índole facultativas.

CAPITULO VI.-

Condiciones de índole legal y económica.

CAPITULO VII.-

Pliego de prescripciones técnicas para el hormigón.

Cumplimiento de la EH-91.

CAPITULO I.- GENERALIDADES

Art.1.01.-Obras que comprenden este pliego de condiciones.

Son las definidas en los restantes documentos del proyecto: Memoria, Planos, Mediciones y Presupuestos, estando reservada a la Dirección Facultativa la potestad de aclaración de cualquier extremo escaso de definición en los citados documentos.

Art.1.02.-Duración de las obras.

El plazo de ejecución señalado para estas obras será el consignado en el Contrato que se celebre entre Propiedad y Contrata, empezándose a contar dicho plazo desde la fecha en que se extienda el Acta de comprobación del Replanteo y de iniciación de obras.

Este contrato, se extenderá celebrado por dicho tiempo, y prorrogado, si fuera necesario, hasta la total terminación de las obras siendo válido, por tanto, hasta dicha finalización, o hasta la rescisión del mismo.

Art.1.03.-Seguro de responsabilidad civil.

El Promotor queda obligado a suscribir, a su nombre, o al nombre del Contratista, una póliza de seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos derivados de la ejecución de la obra, y las responsabilidades civiles imputables al constructor, a tenor de lo establecido en el artículo 1.591 del Código Civil.

Art.1.04.-Dirección técnica de las obras.

Las obras proyectadas serán dirigidas por la Dirección Técnica Facultativa que se designe. Esta dirección estará formada al menos por un Arquitecto Superior y un Arquitecto Técnico, que en lo sucesivo se denominaran como “Arquitecto Director” y “Arquitecto Técnico de la obra” respectivamente, o como “Dirección Facultativa”, cuando se haga mención a cualquiera de ellos indistintamente, siendo el Ingeniero redactor del Proyecto de Insonorización el Director de dichas obras.

Art.1.0.5.-Documento de estudio y análisis del Proyecto.

El Constructor, antes del inicio de la obra, solicitará, del Aparejador o Arquitecto Técnico, la presencia del Documento de estudio y análisis del Proyecto de ejecución, realizado desde la óptica de sus funciones profesionales en la ejecución de la obra, y comprensivo de los aspectos referentes a organización, seguridad, control y economía de la misma.

El Constructor está obligado a conocer y dar cumplimiento a las previsiones contenidas en el citado documento.

Art.1.06.-Abastecimiento de agua.

El agua que la Contrata necesite durante la ejecución de las obras, podrá obtenerla de la acometida provisional que a sus expensas haga de la red general, siendo igualmente a su cargo, el consumo de la misma.

Art.1.07.-Abastecimiento de energía.

Toda la energía eléctrica, así como cualquier tipo de combustible que sean necesarios consumir para la ejecución de las obras, correrán a cargo de la Contrata, siendo igualmente por su cuenta la tramitación y los gastos que se ocasionen con motivo de la instalación de la acometida provisional y de cualquier otro elemento, como caseta de transformación, depósitos, etc , que sea necesario instalar para disponer de energía con las características adecuadas.

Art.1.08.Carteles y anuncios.

La Contrata está obligada a realizar a sus expensas, si así lo exigiera el Arquitecto Director, un cartel de obras cuyo diseño le sería facilitado por la Dirección Facultativa. Por otro lado deberá someterse a la aprobación de la misa Dirección de cualquier otro tipo de cartel, que anuncie algún producto o actividad relacionados con la obra.

CAPITULO II.-CARACTERISTICAS QUE DEBEN REUNIR LOS MATERIALES A EMPLEAR EN LA OBRA

Art.2.01.-Calidad y procedencia de los materiales.

Todos los materiales que hayan de emplearse en la obra serán de la mejor calidad dentro de sus respectivas clases, procederán de fábricas que ofrezcan el máximo de garantías en cuanto a su elaboración, y habrán de cumplir en todo caso la normativa vigente que les sea de aplicación.

En general habrán de atenerse a lo que el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura (Anexo a la Orden del Ministerio de la Vivienda de 4 de junio 1973) prescribe para cada uno de ellos, y en particular, a la normativa específica que se indica en los artículos siguientes y a cualquiera otra que les fuera de aplicación y pudiera dictarse durante la ejecución de las obras.

Art.2.02.-Agua.

En general, podrá utilizarse toda agua que sea potable o este sancionada como aceptable por la práctica.

En caso de duda, el agua se analizará según se especifica en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.

Art.2.03.-Arena.

La arena a emplear en la confección de morteros y hormigones deberá ser silíceo y áspero al tacto, deberá estar limpia de sales y arcillas, y no formará masa al apretarla con las manos.

Podrán usarse tanto las del río como las procedentes de machaqueo, pero en cualquier caso sus granos deberán ser redondos o poliédricos.

Art.2.04.-Grava.

La grava que se emplea en la confección de hormigones deberá ser redonda y procedente de río, por lo que no se permitirá la procedente de cantera. Deberá estar lavada y especialmente limpia de sales, tierras y materiales orgánicos.

El tamaño máximo se especifica para cada caso en el resto de la documentación de Proyecto.

Art.2.05.-Cemento

Para la confección de morteros se utilizará cemento de tipo Portland, categoría 250, denominado P-250.

El cemento que se emplee para la confección de hormigones será del tipo Portland 350, es decir, el denominado P-350, o en su defecto el Portland con adiciones activas de la misma categoría PA-350, teniendo en cuenta, si es este caso las condiciones especiales de utilización que lleva consigo.

Si por cualquier circunstancia hubiera de emplearse en obra algún otro tipo de cemento, este deberá de ser aceptado por el Arquitecto Director.

En general el cemento deberá llegar a la obra en los sacos de 50 Kg. Expedidos por la fabrica, cerrados y sin señales de haber sido abierto y se almacenarán en un local ventilado, defendidos de la intemperie y de las humedades de paredes y suelos.

En cualquier caso, en todo lo referente, tanto a recepción y almacenamiento, como a manejo y uso del cemento, habrá de cumplirse el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos RC-75 (Decreto 1964/1975, de 23 de Mayo) y con la Instrucción para el proyecto y ejecución de obras y hormigón en masa o armado EH-91 (Real Decreto1039/1991 de 28 de Junio).

Art.2.06.-Aditivos.

Se permitirá el uso de aditivos hidrófugos en la confección de hormigones y morteros, únicamente en los casos concretos en que este expresamente recogido así en los restantes documentos del Proyecto.

El uso de cualquier otro aditivo deberá ser sancionado previamente por el Arquitecto Director.

Art.2.07.-Hormigones.

Los hormigones a emplear en obra serán los indicados en los restantes documentos del presente proyecto, en donde, para caso concreto, se determina su resistencia característica, limitación de tamaño del árido y docilidad.

Preferentemente se utilizarán los hormigones procedentes de centrales hormigoneras, en cuyo caso habrán de cumplir con las prescripciones de la Instrucción para la fabricación y suministro de hormigón preparado EH-PRE-72 (Ordenes de la P^a del G^o , de 5 de Mayo de 1972 y 10 de mayo de 1973).

Podrán utilizarse también los hormigones amasados en hormigoneras a pie de obra. En estos casos será necesario cuidar muy especialmente la dosificación de sus componentes, para lo que existirá en obra una dosificadora por peso, pues es la única manera de conseguir una adecuada uniformidad en las características de las distintas amasadas. No se permitirá el uso de hormigones amasados por métodos manuales.

En cualquier caso, los hormigones que se empleen en la obra habrán de cumplir con la Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-91 (Real Decreto 1039/1991 de 28 de Junio).

Art.2.08.-Acero para armar.

El acero a emplear en el armado del hormigón, tanto si se trata de armaduras principales como secundarias, deberá estar constituido por barras corrugas de alta adherencia de los tipos AH-400 N o AEH-400 F, es decir, aceros de dureza natural o estirados en frío, pero con un límite elástico no inferior a 4100Kp/cm².

En todo caso, el acero de armadura deberá cumplir con las exigencias de la ya citada Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-91.

Art.2.09.-Ladrillos.

En el resto de la documentación técnica del proyecto se recogen los distintos tipos de ladrillos que habrán de utilizarse en la obra. En dicha documentación sólo se indican si son cerámicos, refractarios, silicocálcareo, etc, y si se trata de ladrillos macizos, perforados, huecos sencillos, dobles huecos, etc, pues el resto de sus propiedades, como características resistentes, formatos, tolerancias en sus dimensiones, etc, quedan recogidas en la Norma Básica MV201-1972, muros resistentes de fabrica de ladrillos (Decreto 1324/1972 de 20 de Abril), a la que deberán ajustarse en todo.

En general, los ladrillos deberán estar suficientemente cocidos, por lo que darán un sonido claro y agudo al ser golpeados. Su estructura será compacta y de grano fino presentando ausencia de caliches y color uniforme en su fractura.

Cuando el ladrillo vaya a emplearse en fábricas vistas , se le exigirá además que sus aristas sean perfectamente rectas y sus caras planas, no admitiéndose los que presenten fisuras, golpes o desportillados.

Art.2.10.-Reconocimiento de materiales.

Será potestad exclusiva de la Dirección Facultativa la aceptación de los materiales que intervienen en la obra.

Por ello, todos los materiales que hayan de emplearse en la misma serán reconocidos, antes de su empleo, por la Dirección Facultativa o por las personas en la que esta delegue, que podrá exigir los ensayos, pruebas o análisis necesarios para acreditar su calidad, siendo por cuenta de la Contrata todos los gastos que, por este concepto, se pudieran ocasionar.

Art.2.11.-Materiales imprevistos.

Los materiales no consignados en el Proyecto, que dieran lugar a precios contradictorios, reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo la Contrata derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Art.2.12.Materiales desechados.

La Contrata estará obligada a la retirada de todos los materiales que hayan sido desechados por la Dirección Facultativa, sin que tenga derecho a reclamación o indemnización alguna por ello.

Art.2.13.Puertas y visores acústicos. Silenciadores

Las puertas y visores acústicos vendrán acompañados de certificación por parte del fabricante, acreditando el cumplimiento de los aislamientos especificados.

Igualmente para los silenciadores disipativos para aire acondicionado.

Art.2.14.-Amortiguadores.

Los amortiguadores de caucho virgen, para paredes y suelos flotantes, vendrán acompañados de certificación por parte del fabricante, indicando dureza y margen de cargas para su utilización.

CAPITULO III.-NORMAS PARA LA ELABORACIÓN DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE OBRA

Art.3.01.-Condiciones generales de ejecución.

La ejecución de las obras previstas en el presente Proyecto habrán de realizarse siguiendo las indicaciones que , para cada una de ellas ,determina el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, contenido en la orden del Ministerio de la Vivienda del 4 de junio de 1973, y a las particulares que se indican en los artículos siguientes.

Cuando se trate de materiales que, por su novedad, no se encuentren recogidos en el citado P. C. T. de la D. G. de A., su calidad, ejecución y empleo se registraran por el Documento de Idoneidad Técnica del instituto Eduardo Torroja y, caso de no existir este, por las condiciones de utilización prescritas por los fabricantes del material o sistema, salvo orden expresa del Arquitecto Director, que prevalecerá sobre ellas.

Igualmente, habrá de cumplirse en todo momento con el Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo en la Industria de la Construcción (Ordenes del Ministerio de Trabajo, de 20 de Mayo de 1952 y de 28 de Agosto de 1970), y con la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden del Ministerio de Trabajo de 9 de Marzo de 1971).

Art.3.02.-Replanteo.

Como actividad previa a cualquier otra de la obra, se procederá a replantar sobre el terreno la ubicación y geometría de los distintos elementos que conformarán la base de la futura construcción.

Esta operación la llevará a cabo la Contrata, que aportará el personal y materiales necesarios para su realización, y en su presencia será posteriormente comprobada por la Dirección Facultativa.

Como resultado de estas operaciones se levantará un acta que será firmada por ambas partes interesadas.

Cuando de dicha comprobación se desprenda la viabilidad del proyecto, a juicio de la Dirección Facultativa y sin reserva por parte de la Contrata, se dará comienzo a las obras, empezándose a contar desde el día de la firma del acta de comprobación de replanteo el plazo de ejecución de las obras.

La firma del acta de replanteo será requisito indispensable para que la Dirección Facultativa se haga cargo de la obra y, por tanto, se haga responsable de la misma.

Art.3.03.-Demoliciones.

Cualquier tipo de demolición que haya que llevarse a cabo, se realizará adoptando las disposiciones y medidas de seguridad recogidas en la Norma Tecnológica ADD.1975 (Orden del Ministerio de la Vivienda del 10 de Febrero).

Art.3.04.-Estructuras de hormigón armado.

La confección de este tipo de estructura se hará con las dimensiones y disposiciones que, para cada uno de los elementos estructurales que la componen, se indican en los planos correspondientes del proyecto.

Se emplearán en ella los materiales cuyas características se especifican en el Pliego de Prescripciones Técnicas particulares del Hormigón Armado, que se incluyen al final de este Pliego de Condiciones, y en su ejecución deberán observarse las prescripciones contenidas en la Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-91 (Real Decreto 1039/1991 de 28 de Junio).

Además serán de aplicación las condiciones de ejecución y seguridad contenidas en la NTE que se indican para los casos siguientes:

-EME-1975 (Orden del Mº de la Vº, de 27 de Septiembre), para la confección de encofrados de maderas.

-CCM-1979 (Orden del Mº de la Vº, de 31 de Mayo), para la ejecución de muros de contención con cimentación superficial, directriz recta y sección constante.

-EHS-1976 (Orden del Mº de la Vº , de 7 de Abril), para la confección de soportes de directriz recta y sección cuadrada o rectangular constante.

-EHV-1975 (orden del Mº de la Vº , de 24 de Febrero), para la ejecución de vigas rectas, de sección, cuadrada o rectangular , constante.

Art.3.05.-Fábricas de ladrillos.

Las fábricas de ladrillos se confeccionarán con los materiales, espesores, y demás características indicadas en el resto de la documentación del proyecto.

Para las fábricas que hayan de quedar vistas, solamente se permitirán ladrillos de primera calidad y se exigirá que el espesor de las juntas sea uniforme; por el contrario, para las fábricas que vayan juntas se les exigirá, fundamentalmente, la continuidad y horizontalidad de los tendeles. En cualquiera de los casos será necesario humedecer convenientemente los ladrillos, previamente a su utilización para impedir que el agua de los morteros de agarre se pierda por capilaridad con la consiguiente merma de su calidad.

La confección de estas fábricas se realizará de acuerdo con las exigencias de la Norma Básica MV201-1972, muros resistentes de fábrica de ladrillos (Decreto1324/1972, de 20 de Abril), y de la NTE FFL-1979 (Orden del Mº de la Vº de 27 de Febrero).

Los cerramientos acústicos de ½ de pie, han de levantarse con sumo cuidado, poniendo especial esmero en evitar se introduzcan morteros, trozos de ladrillos... etc., en la cámara de aire.

Art.3.06.-Instalación eléctrica. Telefonía.

La instalación de la instalación eléctrica deberá ajustarse a lo que dispone el reglamento electrotécnico para la baja tensión, instrucciones complementarias y su aplicación (Decreto 2413/1973, de 20 de Septiembre, y posteriores ordenes del Mº del Iº).

Las características de la instalación, como son el número, clase y categoría de los mecanismos, la ubicación en la construcción de cada uno de ellos de la caja general de protección y el cuadro general de distribución, las condiciones de colocación de las líneas, etc., están recogidas en los restantes documentos del proyecto.

En su ejecución se adoptarán las disposiciones constructivas y las medidas de seguridad que se recogen en las NTE siguientes:

-IEB-1974 (Orden del M de la V de 13 de Abril), para toda la instalación comprendida entre la acometida de la compañía suministradora, hasta cada punto de utilización.

-IEP-1973 (Orden del M de la V de 13 de Marzo), para la instalación de puesta a tierra y conexión de los circuitos que así deban ser protegidos. Todas las instalaciones, irán por debajo del techo acústico sandwiches, no pudiendo, bajo ningún concepto ser perforado o taladrado este techo.

Art.3.07.-Cambio de material o sistema de ejecución.

Si durante el proceso de ejecución de las obras, la Contrata deseara cambiar algún material o sistema constructivo de los previstos en el proyecto, deberá contar para ello con la expresa autorización de, por escrito, del Arquitecto Director en cualquier caso, y además con la del promotor, si el cambio afectase a las condiciones de confortabilidad o de acabado de la obra.

Por el contrario, si el cambio obedeciese a un deseo expreso del promotor, deberá hacerse con la autorización del Arquitecto Director, y previo acuerdo económico entre el promotor y Contrata.

Art.3.08.-Muestras.

Antes de realizar en cantidad cualquier unidad de obra, la Contrata deberá presentar una muestra totalmente terminada, que consistirá en una unidad o las que considere necesaria la Dirección Facultativa.

Si las muestras realizadas no fueran aprobadas por dicha Dirección, la Contrata no tendrá derecho alguno al abono de las mismas, ni por la necesaria demolición para la ejecución de otra nueva.

Art.3.09.-Certificados y ensayos.

La Dirección Facultativa podrá exigir de la Contrata, en cualquier momento, la aportación de certificados de calidad emitidos por los fabricantes de cualquier material o producto que haya de emplearse en la obra. Si a su juicio lo considerase necesario, podrá igualmente ordenar la realización de los ensayos pertinentes, sobre cualquier material o producto de los que intervengan en la ejecución de los trabajos, así como sobre cualquier unidad de obra ya ejecutada.

En todo caso, los gastos que se ocasionen por estos motivos correrán, única y exclusivamente, a cargo de la Contrata, quien no podrá presentar al respecto, reclamación de ningún tipo.

Art.3.10.-Trabajos defectuosos.

Si a juicio de la Dirección Facultativa hubiese alguna parte de obra mal ejecutada, la Contrata tendrá la obligación de demolerla y volverá a realizar cuantas veces fuera necesario, hasta que quede a satisfacción de dicha Dirección, no otorgando estos aumentos de trabajo derecho a percibir indemnización de ningún género.

CAPITULO IV.-FORMAS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS DISTINTAS UNIDADES DE OBRA

Art.4.01.-Criterios generales de medición.

La medición del conjunto de unidades de obras que constituyen las presentes, se verificará aplicando a cada unidad de obra la unidad de medida que le sea apropiada, con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto: unidad completa, partidaalzada, metros cuadrados, cúbicos o lineales, etc...

Art.4.02.-Medición de obra ejecutada.

Todas las mediciones que se efectúen, tanto si son parciales durante la marcha de los trabajos, como las que se ejecuten al final de la obra, comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas y las realizarán conjuntamente la Dirección facultativa y la Contrata, levantándose las correspondientes actas que serán firmadas por ambas partes.

Art.4.03.-Diferencias entre medición real y de proyecto.

Si de la medición de obra realmente ejecutada se obtuvieran diferencias con las que figuran en el estado de mediciones del proyecto, la Contrata no tendrá derecho a reclamación alguna por este concepto, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

Art.4.04.-Valoraciones.

Las valoraciones de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, se efectuarán multiplicando la cantidad de cada una de ellas, resultante de las mediciones, por el precio unitario asignado a las mismas en el presupuesto.

Art.4.05.-Alcance de los precios.

En el precio unitario aludido en el artículo anterior, se consideran incluidos los gastos del transporte de materiales, las indemnizaciones o pagos que hayan de hacerse por cualquier concepto, así como todo tipo de impuesto fiscales que graven los materiales, ya sean del Estado, Provincia o municipio durante la ejecución de las obras así como toda clase de cargas sociales.

También serán por cuenta de la Contrata, los honorarios, tasas, y demás impuestos o gravámenes que se originen con ocasión de las inspecciones, aprobación y comprobación de las instalaciones con que está dotado el conjunto de la edificación y la urbanización.

La Contrata no tendrá derecho a pedir indemnización alguna por las causas enumeradas. En el precio de cada unidad de obra van comprendidos todos los materiales accesorios y las operaciones necesarias para dejar la obra terminada y en disposición de recibirse.

Art.4.06.-Relacione valoradas.

Con la periodicidad que determine el Pliego de Cláusulas Administrativas, se formularán relaciones valoradas de los trabajos ejecutados desde la liquidación anterior, como sujeción a los precios del presupuesto.

Dichas valoraciones, que deberán contar con la aprobación de la Dirección Facultativa y de la Contrata, se formarán multiplicando los resultados de la medición por los precios correspondientes y descontando, si hubiese lugar a ello, la cantidad que corresponda al tanto por ciento de baja o mejora producido en la licitación.

Estas relaciones valoradas no tendrán más que carácter provisional a buena cuenta y no supone la aprobación de las obras que en ella se comprenden.

Art.4.07.-Precios contradictorios.

Si ocurriese algún caso excepcional e imprevisto, en el cual fuese necesario la designación de precios contradictorios entre la Administración y la Contrata, estos precios deberán fijarse con arreglo a lo establecido en el artículo 150, párrafo 2º del Reglamento de Contratación del Estado.

Para la confección de estos precios servirán los unitarios y auxiliares que figuran en el proyecto para unidades de obra similares, si existen, y en caso contrario se conformarán otros nuevos.

Art.4.08.-Abono de las partidas alzadas.

Para la ejecución material de las partidas alzadas que figuren en el proyecto de obra, a las que afecta la baja de subasta, deberá obtenerse la aprobación de la Dirección Facultativa. A tal efecto, antes de proceder a su realización, se someterá a su consideración el detalle desglosado del importe de la misma, el cual si es de conformidad, podrá ejecutarse.

CAPITULO V.-CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

Art.5.01.-Oficina de obras y libro de ordenes.

El contratista habilitará en la obra una oficina , en la que se colocará una mesa o tablero adecuado para que puedan extenderse o consultarse los planos.

En dicha oficina existirá siempre una copia de todos los documentos del proyecto, así como el libro de ordenes , con sus hojas foliadas por triplicado.

Cada orden que se consigne en dicho libro podrá ser extendida y firmada por el Arquitecto Director o por el Arquitecto Técnico de la obra, debiendo suscribirse en “enterado” con la firma del Contratista o del encargado de la obra.

Art.5.02.-Desarrollo de las obras.

Después de firmado el Contrato de ejecución de la obra y realizado el replanteo de la misma se firmará el acta correspondiente, según se especifica en al artículo 3.02 de este Pliego de Condiciones.

Una vez cumplido todos estos requisitos, la contrata dará comienzo a las obras y las desarrollará de forma que queden terminadas en el plazo estipulado en el Contrato que como ya se ha recogido, se empieza a contar desde el momento de la firma del acta de replanteo.

Si por cualquier causa justificada prevista o imprevista, la Contrata demorase el comienzo de las obras, el Contratista vendrá obligado a dar cuenta por escrito, del comienzo de los trabajos del Arquitecto Director, antes de que hayan transcurrido 24 horas desde su iniciación.

Una vez comenzadas las obras, estas no podrán ser suspendidas, hasta su total terminación, ni siquiera por diferencias sometidas a arbitraje, salvo causa de fuerza mayor. El orden de los trabajos a desarrollar será potestad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por cualquier circunstancia de origen técnico o facultativo, el Arquitecto Director estime conveniente su variación, en cuyo caso la Contrata deberá de aceptarlo.

Art.5.03.-Caminos y accesos.

La Contrata construirá o habilitará, por su cuenta, los caminos o vías de acceso o comunicación, de cualquier tipo que se necesite para hacer llegar a la obra los materiales y medios necesarios para la ejecución de los trabajos.

Art.5.04.-Medios auxiliares.

La maquinaria, andamios, puntales, cimbras, y demás medios auxiliares, que se necesiten para la realización de los trabajos, correrán por cuenta de la propia Contrata. La Propiedad, por tanto, no será en modo alguno responsable de los retrasos o dificultades que puedan darse en la obra, como consecuencia de la escasez de estos medios, sin todo lo contrario, por lo que podrá pedir responsabilidades al Contratista.

Art.5.05.-Procedencia de los materiales y su empleo.

El Contratista tendrá libertad para elegir los lugares de abastecimiento de los materiales y de los demás productos industriales que hayan de intervenir en la ejecución de las obras, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el Contrato.

De la regla general anterior se exceptúan los casos concretos en que, en algunos de los documentos del Proyecto, se disponga de un origen preciso para un determinado material o producto, en cuyo caso este requisito será de obligado cumplimiento.

En cualquier caso, no se procederá al empleo de ningún material o producto sin que antes haya sido examinado y aceptado por la Dirección Facultativa, para lo que a tal efecto, la Contrata facilitará y contraseñará las muestras y modelos necesarios para efectuar con ellos los ensayos, pruebas o comprobaciones pertinentes. Los gastos que se ocasionen por la realización de ensayos y pruebas, serán por cuenta de la Contrata.

Art.5.06.-Presencia del Contratista en la obra.

El Contratista, por si o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estará en la obra durante la jornada legal de trabajo, acompañará a la dirección Facultativa en las visitas que esta haga a la obra, y se pondrá a su disposición para todo cuanto la misma Dirección considere oportuno.

Si por alguna circunstancia muy especial, tanto el Contratista como sus representantes estuviesen ausentes en la obra, la Dirección Facultativa, podrá efectuar la notificaciones que considere necesarias, a la persona que, a su libre elección y de entre todos los empleados u operarios de cualquier rama de las que intervengan en la obra, sea la más caracterizada o de mayor categoría técnica. Las ordenes dadas en estas circunstancias tendrán la misma validez que si las hubiera recibido directamente del Contratista.

Art.5.07.-Trabajos defectuosos.

La Contrata deberá realizar los trabajos contratados con los materiales y las especificaciones de ejecución, que se encuentren recogidos en los restantes documentos del proyecto cumpliendo para ello con los requisitos y normas de utilización que se indican en los correspondientes capítulos de este Pliego de Condiciones.

Para ello, y hasta la recepción definitiva de las obras, la Contrata será la única responsable de la ejecución de los trabajos y por tanto de las faltas y defectos de los que estos pudieran adolecer, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que la Dirección Facultativa no haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones de obra pues siempre se supone que estas se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo dicho en el párrafo anterior, cuando la Dirección Facultativa advierta vicios o defectos en los trabajos realizados, o que los materiales empleados no reúnen las condiciones exigidas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o finalizados estos, pero antes de la recepción definitiva de las obras, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, siendo todos los gastos por cuenta de la Contrata.

Similarmente, si la Dirección Facultativa tuviera fundadas razones para creer la existencias de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier momento, pero antes de la recepción definitiva, las demoliciones que considere necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos que se ocasionen por estas actuaciones serán por cuenta de la Contrata siempre que los vicios existan realmente y por cuenta de la propiedad, en caso contrario.

Art.5.08.-Despidos por faltas.

Las faltas de respeto o desobediencia a la Dirección Facultativa, por manifiesta incapacidad, o por actos que comprometan la buena marcha de los trabajos, el Contratista tendrá la obligación de despedir de la obra a sus dependientes u operarios de cualquier clase, cuando así lo reclame el Arquitecto Director.

Art.5.09.-Reclamaciones del Contratista.

Las reclamaciones de carácter económico, que el Contratista quiera hacer contra las ordenes dimanadas de la Dirección Facultativa solo podrá presentarlas ante la Propiedad a través del Arquitecto Director quien las transmitirá siempre que no supongan una merma en las exigencias contenidas en este Pliego de Condiciones para los materiales y unidades de obra.

Contra las disposiciones de carácter técnico o facultativo, no se admitirán reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad si lo cree oportuno, mediante exposición razonada, por escrito, dirigida al Arquitecto Director, el cual podrá limitar su contestación al simple acuse de recibos, que en todo caso será obligatorio en este tipo de reclamaciones.

El Contratista no podrá recusar al Arquitecto Director, al Arquitecto Técnico de la obra, o a personas de cualquier índole que dependa de la Dirección Facultativa o de la Propiedad, ni pedir que, por parte de la Propiedad, se nombren otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se considere perjudicado por los resultados de estos últimos procederá de acuerdo con lo estipulado anteriormente, sin que por esta causa pueda interrumpir o perturbar la marcha de los trabajos.

Art.5.10.-Prórroga de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor, independiente de la voluntad de la Contrata distinta de las que se especifican como de rescisión de contrato, no se pudiera comenzar las obras, hubiera que suspenderla, o no fuera posible terminarla en los plazos previstos, se podrá otorgar una prórroga proporcionada al volumen de obra a ejecutar para el cumplimiento del contrato, previo informe del Arquitecto Director.

Para ello, el Contratista expondrá el escrito dirigido al Arquitecto Director, la causa que impide la ejecución o la marcha normal de los trabajos, el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados y razonara debidamente la prórroga que por dicha causa solicite. Contra el informe del Arquitecto Director y la resolución que la Propiedad adopte con respecto a la prórroga, no se podrá interponer recurso alguno.

Art.5.11.-Recepción provisional y plazo de garantía.

El Contratista comunicará por escrito al Arquitecto Director, con 20 días de antelación al menos, la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que la Propiedad y el Arquitecto señalen fecha para el acto de recepción provisional.

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la presencia de la Propiedad, del Arquitecto Director y del Contratista o un representante suyo debidamente autorizado. Si expresamente requerido, el Contratista no asiste, no habiendo renunciado por escrito a este derecho y conformándose por tanto con el resultado, se le requerirá de nuevo; si tampoco acudiese a este segundo requerimiento, por el Colegio Oficial de Arquitectos correspondiente se le nombrará un representante de oficio.

El acta de recepción provisional se extenderá por triplicado, y será firmado por los tres asistentes legales nombrados anteriormente.

Si las obras se encontrasen en buen estado, habiendo sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr desde esa fecha el plazo de garantía que será de un año salvo que en el contrato de obra se especifique otro distinto.

Si las obras no se hallasen en estado de ser recibidas, se hará constar así en el acta de recepción provisional y se especificaran en la misma las instrucciones que el Arquitecto Director deba dar al contratista para que remedie los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos. Transcurrido este, se efectuará un nuevo reconocimiento con las mismas características del anterior y se levantará, si procede, el acta de recepción provisional.

Si la Contrata no hubiese subsanado los defectos como se ha dicho en el párrafo anterior, se declarará rescindido el contrato, con la consiguiente pérdida de la fianza a no ser que la Propiedad acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

Los gastos de conservación de las obras durante el plazo de garantía, es decir, entre la recepción provisional y definitiva, correrán a cargo de la Contrata.

Si la construcción fuese ocupada o utilizada antes de la recepción definitiva, la vigilancia, la limpieza y reparaciones de las obras, motivadas por su uso, correrán a cargo de la Propiedad mientras que las reparaciones por vicio de obra o por defecto de las instalaciones, lo serán a cargo de la Contrata. En caso de duda o discrepancia entre la Propiedad y la Contrata, será juez inapelable el Arquitecto Director.

Art.5.12.-Medición definitiva.

Recibidas provisionalmente las obras por la Dirección Facultativa se procederá a su medición general y definitiva con la asistencia del Contratista, o de un representante suyo, en la forma indicada para la recepción provisional de las obras.

Servirán de base para la medición los datos de cimientos y demás partes ocultas de la obra tomados durante la ejecución de los trabajos, los correspondientes al replanteo general y al de los parciales que hubiera exigido el curso de los trabajos.

La medición que se lleve a efecto, se hará de acuerdo con lo especificado al respecto en este Pliego de Condiciones.

Art.5.13.-Recepción definitiva.

Finalizado el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con las mismas formalidades señaladas en los artículos precedentes para la provisional. Si la construcción se encontrara en perfecto estado de uso y conservación, las obras se darán por recibidas definitivamente, quedando la Contrata relevada de toda responsabilidad sobre las mismas.

En caso contrario, se procederá de idéntica forma a como se indicó para la recepción provisional, sin que la Contrata tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía. Seguirá siendo obligación suya el hacerse cargo de los gastos de conservación hasta la recepción definitiva, en que se procederá según se indicó en el artículo referido a la provisional.

Art.5.14.-Recepción de obras en contratos rescindidos.

En los casos de contratos rescindidos habrá que distinguir dos tipos de obras: aquellas que estén ejecutadas totalmente, y las que se encuentre en fase de ejecución.

Para las obras que estuviesen terminadas del todo regirán las mismas condiciones que se han establecido anteriormente, es decir, se recibirán primero provisionalmente y transcurrido el plazo de garantía, y si fuera procedente, se elevará dicha recepción a definitiva.

Por el contrario, para las obras que se estuviesen ejecutando en el momento de la rescisión del contrato, sea cual fuere el estado de adelanto en que se encontrasen, se efectuará una sola y definitiva recepción, que, además, se hará en el plazo de tiempo más breve posible.

CAPITULO VI.-CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL Y ECONÓMICA

Art.6.01.-Responsabilidades de la Contrata.

La Contrata, por el hecho de hacerse cargo de la ejecución de las obras, será la única responsable de los extremos siguientes:

- 1 De los daños que se produzcan a personas, animales o cosas, como consecuencia de las obras y trabajos que se efectúe, ya sea por defectos directos o indirectos de ellos, de su personal o de los vehículos, herramientas y materiales que utilicen. A tal efecto, quedará en libertad de escoger los medios de señalización y seguridad (como iluminación, vallado, entubamiento, apeos, etc.), que considere oportunos dentro de las normas y reglamentos vigentes.
- 2 Del incumplimiento de sus obligaciones laborales y de las leyes sociales establecidas, como reglamento de seguridad e higiene en el trabajo, y de los accidentes de trabajo, que por tales incumplimientos se produzcan, todo ello referido al personal que, directa o indirectamente, haya contratado para la ejecución de las obras.
- 2 De la calidad y empleo de los materiales utilizados, que hayan sido aportados por ella misma, por sus suministradores y por aquellos con quien hubiesen subcontratados partes de las obras; de la ejecución de las mismas y de la correcta aplicación de los métodos de trabajo, por lo que será igualmente responsable de las repercusiones que estas anomalías puedan tener en la obra.
- 3 De la observación y cumplimiento antes las respectivas autoridades y sin derecho a indemnización de clase alguna, de las ordenanzas municipales y de las disposiciones emanadas de los diversos organismos que tengan jurisdicción en la materia.

Art.6.02.-Oferta del Contratista.

En la oferta del Contratista habrá de incluirse, necesariamente, un presupuesto detallado, en el que se especifiquen los precios asignados a cada una de las unidades de obra incluidas en el estado de mediciones y demás documentos del proyecto.

Estos precios unitarios serán los que sirvan de base para la valoración y posterior liquidación de la obra realmente ejecutada. En

ellos deberán ir incluidos los porcentajes de gastos generales y beneficio industrial de la Contrata, pues sobre los mismos no se admitirá incremento de ninguna clase, ya sea en base a impuestos, tasas, arbitrios o cualquier otro concepto.

Art.6.03.-Reclamaciones de aumento de precio.

Si antes de la firma del contrato, el contratista no hubiese hecho por escrito la observación o reclamación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se admitirá reclamación de ninguna especie, que se funde de indicaciones que sobre las obras hagan en su memoria por no ser tal documento en que sirve de base al contrato.

Las equivocaciones materiales o errores aritméticos que el presupuesto pueda contener, ya sea por variación de precios respecto del de los cuadros correspondientes, por errores en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en el momento en que se observen cualquiera que sea este.

Art.6.04.-Revisión de los precios contratados.

Para que pueda procederse a la revisión de los precios contratados, el Contratista, deberá haberlo previsto en el contrato, según lo dispuesto en el artículo anterior, obligándose además a notificar por escrito a la Propiedad, en cuanto se produzca, cualquier variación de precios que repercuta en los contratados, especificando también la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado.

Cuando la revisión esté motivada por aumento en el costo de algún material o producto deberá tenerse en cuéntale acopio que del mismo haya en la obra y si dicho acopio ha sido parcial o totalmente abonado por la propiedad.

La revisión de precios deberá hacerse mediante la aplicación de la fórmula polinómica más adecuada, de entre las que establece el decreto 3650/1970, de 19 de diciembre.

Art.6.05.-Acopio de materiales para la obra.

Si la propiedad por escrito, ordenase a la Contrata el acopio en obra de materiales o productos, a los precios contratados o a la que acuerden entre ambas para este tipo de operación, la Contrata podrá incluir el valor de dichos materiales en la primera certificación que se produzca después de la entrada de los mismos en la obra.

Una vez hayan sido abonados por la propiedad, esta pasa a ser la propietaria de los citados materiales pero su guarda y conservación seguirán siendo responsabilidad de la Contrata.

A medida que se vayan ejecutando las unidades de obra a las que estuvieran destinados, su importe se deducirá de las certificaciones en las que se incluyan las partidas correspondientes.

Art.6.06.-Obras por administración.

Para los trabajos que, por acuerdo de la propiedad y según orden escrita de esta, se haya de ejecutar por administración la Contrata deberá llevar en la obra partes diarios en los que se recojan las cantidades y clases de materiales empleados, así como los jornales devengados por estos trabajos.

La Contrata, además justificará debidamente que se encuentra al corriente en el pago a sus obreros y empleados, tanto en concepto de jornales y salarios, como las cuotas correspondientes a seguridad social y mutualismo laboral.

Art.6.07.-Modificaciones en las obras.

Toda modificación, que represente aumento del volumen de las obras contratadas deberá hacerse por acuerdo entre propiedad y contrata, estando esta última obligada a solicitar de la primera la oportuna autorización por escrito sin cuyo requisito las variaciones introducidas carecerán de validez a los efectos del contrato.

Cuando la Dirección Facultativa por necesidades de carácter técnico ordene la ejecución de obras no previstas en el contrato, el Contratista deberá recabar de la propiedad la confirmación por escrito para que puedan ser incluidas en la liquidación de las obras ejecutadas. Se entiende que el importe de dichos trabajos será

satisfecho por la propiedad únicamente cuando las obras no sean consecuencia de actos u omisiones imputables a la Contrata.

La Contrata se obliga por tanto, a ejecutar en la obra las modificaciones y las mejoras que se le notifiquen por escrito debiendo quedar recogido previamente a su ejecución e igualmente por escrito el valor que haya acordado para estas variaciones, que se abonarán con la certificación correspondiente.

Si la modificación significase una disminución del volumen de obras, el contratista deberá recabar de la propiedad la confirmación escrita, calculándose el importe a descontar del presupuesto, mediante la aplicación de los precios unitarios pactados al volumen de obra disminuida.

Art.6.08.-Mejoras de obras libremente ejecutadas.

Si la contrata introdujese alguna modificación en la obra, como el hecho de emplear materiales de superior calidad o de mayor tamaño que los contratados o cualquier otra cosa que fuese beneficiosa para la obra a juicio del Arquitecto Director e incluso contase con la autorización de este, pero lo hiciera a iniciativa propia y por su cuenta, no tendrá más derecho, sin embargo, que el abono de lo que correspondería en el caso de haberla ejecutado con estricta sujeción de lo contratado y ejecutado.

Art.6.09.-Determinación de los plazos.

El contrato de obras deberá llevar consignada la fecha en que la contrata se compromete a la total terminación de las obras.

Como consecuencia de cualquier ampliación o reducción que, de la obra contratada, ordene la propiedad, las modificaciones que se hayan de introducir en los plazos estipulados de fijarán de acuerdo entre ambas partes.

Si se produjera algún retraso en la terminación de la obra contratada, y fuera debido a causa no imputable a la contrata, ésta podrá solicitar, por escrito, de la propiedad, la ampliación del plazo que crea justificada, aportando para ello las pruebas y razones que apoyen su petición.

Toda solicitud de ampliación de los plazos estipulados, por las causas antes mencionadas, deberá formularse dentro de los quince días naturales siguientes a aquel en que ocurran los hechos que la motivan, entendiéndose que será nula o ineficaz toda solicitud que no haya sido formulada dentro de esos quince días.

Art.6.10.-Retrasos no justificados.

En el contrato se hará constar, expresado en tanto por ciento anual, un diez si no se establece lo contrario, la indemnización a que la propiedad tendrá derecho, en el caso de que la contrata, sin causa justificada, retase la terminación de las obras con respecto al periodo estipulado. Esta indemnización se calculará aplicando el tanto por ciento anual antes citado, al total de las cantidades que hubiera satisfecho la propiedad y por el tiempo que se hubiera retrasado la realización de las obras.

Art.6.11.-Plazo de garantía.

El plazo de garantía será de un año, salvo que se fije otro distinto en el contrato. Se contará a partir de la fecha en que haga la recepción provisional de las obras, y se entenderá vigente hasta que, por las mismas personas y en las mismas condiciones, se verifique la recepción definitiva. Para que esta pueda llevarse a cabo, las obras habrán de estar en perfecto estado de uso y conservación, pues en caso contrario dicha recepción definitiva se retrasará hasta que, a juicio del Arquitecto Director y en el plazo que este marque, las obras cumplan con los requisitos recogidos en este pliego de condiciones.

Art.6.12.-Certificaciones de obras.

Para el cobro del importe de las obras realizadas, la contrata deberá efectuar las liquidaciones correspondientes, que consistirán en la medición de la obra realmente ejecutada y la aplicación a cada partida de los precios unitarios contratados.

Estas liquidaciones o certificaciones, se confeccionaran mensualmente y se presentarán para su conformidad, a la dirección facultativa, quien previa comprobación y en el plazo de quince días naturales, las aprobará o formulará sobre ellas los reparos que estime procedente. Una vez corregida si fuese necesario y conformada, se remitirán a la propiedad para que las abone dentro del mes siguiente, si no se ha especificado otro plazo en el contrato.

Art.6.13.-Fianza.

Al hacer efectivo a la contrata el importe de cada certificación, la propiedad retendrá el porcentaje estipulado en el contrato como garantía.

Si se produjera la rescisión del contrato, por causa imputable a la contrata o al personal que directa o indirectamente, dependa de ella, tal decisión supondrá las pérdidas de las cantidades retenidas por la propiedad en concepto de fianza, debiendo la contrata renunciar a toda reclamación por este concepto.

Art.6.14.-Liquidación de obras hechas por administración.

Para la liquidación de las obras ejecutadas por la administración, la contrata deberá presentar a la propiedad, juntamente con la certificación, los partes diarios correspondientes a dichos trabajos, firmados por el encargado de la obra. Si los trabajos correspondieran a ayudas prestadas a las distintas instalaciones los partes deberán ir firmados además por el instalador que solicitó la ayuda.

Art.6.15.-Abono de las partidas alzadas.

El abono de los trabajos recogidos en el presupuesto como partidas alzadas (P.A.) se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda, de entre los que a continuación se expresan:

Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, el abono será mediante la medición de la obra ejecutada y la aplicación del precio establecido.

Si existen precios contratados para unidades de obras similares, se establecerán precios contradictorios deducidos de los similares contratados, que se aplicará a la medición que se efectúe de la obra ejecutada.

Si no existieran precios contratados, para unidades de obras iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente a la contrata salvo en los casos en que en el presupuesto de la obra se exprese en dicha partida, lo que equivaldría a una obra ejecutada por la administración y como tal se abonará según lo especificado para las mismas en el artículo anterior.

Art.6.16.-Liquidación de las modificaciones de obra.

Las modificaciones llevadas a cabo en la obra, previo acuerdo entre propiedad y contrata podrán serlo como consecuencia de la sustitución de un material o método de ejecución por otro, por la ejecución de algún tipo de obra no previsto en el contrato, o simplemente por el aumento o disminución del volumen de obra contratada.

En los dos primeros casos, y como ya se dijo, es necesario que, previamente a su ejecución y por escrito, se haya acordado entre las partes el precio de la unidad de obra modificada o nueva, por lo que el abono de dichas obras se hará mediante la aplicación de los precios acordados a la obra realmente ejecutada, dejando de tener efecto el valor originario para la partida modificada. Si no se llegara a un acuerdo en el precio de estas partidas, la contrata podrá negarse a realizarlas y cualquiera de las partes podrá pedir la rescisión del contrato.

En el caso de que la modificación solo afecte a la cantidad de obra a ejecutar, el precio unitario no tiene porque modificarse, por lo que la liquidación se hará mediante la aplicación del precio contratado a la obra que realmente se ejecute, lo que supondrá un aumento o disminución del presupuesto total de la obra. Como excepción a lo anteriormente dicho, cuando la diferencia resultante, en más o menos, represente más del 25% del volumen contratado, podrá solicitarse por cualquiera de las partes, la modificación del precio contratado, y, en caso de no llegarse a un acuerdo, cualquiera de ellos podrá rescindir el contrato.

Art.6.17.-Demora de pagos

Como quedó recogido en el artículo 6.12 de este pliego de condiciones, en el contrato se establecerá el plazo con el que cuenta la propiedad para hacer efectivas las certificaciones que se vayan produciendo. Si transcurrido dicho plazo, la propiedad no hubiera satisfecho dicho importe de la certificación de que se trate, la contrata tendrá derecho a cobrar un interés por la demora, este se calculará en base al 105 anual, o al que, para estos casos se haya establecido en el contrato, aplicado al importe de la certificación y por los días de demora en el pago.

Si la demora llegara a ser de dos meses la contrata tendrá derecho a la rescisión del contrato, procediéndose a la liquidación de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que estos últimos reúnan las condiciones establecidas y su cantidad no exceda de la necesaria para ejecutar el resto de las obras contratadas.

No obstante toda solicitud de rescisión de contrato, basada en la demora de pagos, será rechazada si la contrata no justifica que, en la fecha de dicha solicitud, en la obra y en los materiales acopiados admisibles no se ha utilizado más parte del presupuesto que la correspondiente al plazo de ejecución que se tenga señalado en el contrato.

Art.6.18.- Suspensión de las obras.

Si la propiedad decidiera suspender las obras, por causa no imputables a la contrata, ésta se obliga de todas formas a mantener la vigilancia y conservación de la obra, durante el tiempo que dure la suspensión. Cuando la interrupción fuera la primera que se produjese y por un plazo inferior a un mes, los gastos de la vigilancia y conservación correrán a cargo de la contrata, pero si no fuera la primera, o lo fuese por más tiempo, los gastos serán por cuenta de la propiedad.

Si la suspensión se alargara por un tiempo superior a dos meses, pero inferior a seis, la contrata procederá a la liquidación de la obra ejecutada y solicitar su pago, lo que hará en la forma y en las condiciones que se especifican en el artículo siguiente.

Si la interrupción llegara a sobrepasar los seis meses, cualquiera de las partes contratantes podrá proceder a la rescisión del contrato de obra, según queda regulada en el artículo 6.20 del presente pliego de condiciones.

En el caso de que la suspensión, cualquiera que sea su duración, fuese imputable a la contrata, bien por huelga de sus trabajadores u otra causa, o decidida por la propiedad en base al incumplimiento de contrato, los gastos de vigilancia y de conservación serán exclusivamente por cuenta de la contrata.

Art.6.19.-Abono en caso de suspensión de obra.

Si por decisión de la propiedad, las obras se interrumpen por un plazo superior a dos meses, y la contrata solicitara la liquidación y pago de la obra ejecutada, según se recoge en el artículo anterior la propiedad tendrá que abonar a la contrata lo siguiente;

a) El importe de la obra realmente ejecutada, que no hubiera sido liquidada y abonada en anteriores certificaciones. Para su valoración se aplicarán, a las partidas de obra correspondientes, los precios unitarios establecidos en el contrato y los precios contradictorios que hasta entonces hubieran sido aprobados.

b) El valor que, por acuerdo entre las partes, se fije para los materiales acopiados a pie de obra, siempre que estos sean de la clase y la calidad de los especificados en el contrato, se encuentren en perfecto estado para ser utilizados y no

excedan de la cantidad necesaria para la terminación de las obras.

- c) El valor que se fije para los materiales y productos que, aún hallándose fuera de la obra en el momento de la suspensión de la misma, puedan demostrarse que están destinados a ella, si reúnen las condiciones de calidad y cantidad establecidas, y se encuentran en perfecto estado para ser utilizados, siempre que queden depositados, por la contrata y a su cargo, a pie de obra dentro de los quince días naturales siguientes a aquel en que se comunique la suspensión de las obras.
- d) El valor que acuerden las partes para aquellos medios auxiliares que por razones de seguridad o simplemente porque la propiedad los acepte, deban quedar en la obra.

Si cesaran las circunstancias que aconsejaron o hicieron necesaria la suspensión de las obras, y se reanudaran las obras por la misma contrata y en el mismo punto en que se interrumpieron, se considerará que todos los pagos satisfechos por la propiedad por los conceptos antes indicados, tendrán el carácter de cantidades a cuenta del importe total de las obras, pudiendo la contrata, previo acuerdo, y mediante el pago del mismo, rescatar los medios auxiliares que quedaron en poder de la propiedad.

Art.6.20.-Rescisión del contrato por suspensión de obra.

Si las obras se suspendieran con carácter definitivo, o por un plazo superior a seis meses, y de acuerdo con el artículo 6.18 del presente pliego de condiciones, se acordará la rescisión del contrato de obra, la propiedad devolverá a la contrata en el plazo de 90 días naturales contados a partir de la fecha de rescisión del contrato el importe de las retenciones efectuadas de acuerdo con el artículo 6.13 de este documento, previo descuento de todas las penalizaciones en que pudiera haber incurrido.

Estos 90 días se entenderán como plazo de garantía de la obra ejecutada, y como tal, la contrata deberá responder de los defectos que durante el mismo se presenten en la obra.

Art.6.21.-Otros casos de rescisión del contrato de obra.

Serán motivos de rescisión del contrato de obra, achacables a la contrata, la muerte, desaparición o quiebra del contratista; el incumplimiento por su parte de las condiciones establecidas en el contrato; la imposibilidad de comenzar las obras en el plazo establecido; o suspenderlas sin causa justificada, después de comenzadas. En estos casos se aplicará en la medida de lo posible las indicaciones recogidas en los artículos anteriores quedando abierta la vía de los tribunales de justicia para las discrepancias que no lleguen a solventarse por acuerdo mutuo entre las partes implicadas.

Art.6.22.-Ejecución de trabajos con cargos a la fianza

Si en la obra ejecutada se apreciase vicios o defectos, y la contrata se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para subsanarlos y ultimar las obras en las condiciones contratadas, el Arquitecto director, en nombre y representación de la propiedad los ordenará ejecutar a un tercero o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada reservándose la propiedad la potestad de adoptar las acciones legales que considere oportunas en el caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar los gastos producidos por la ejecución de estas obras.

Art.6.23.-Recepción de las obras.

Una vez finalizados los trabajos, y comprobado que se han cumplido en su ejecución las condiciones establecidas en el contrato, la propiedad recibirá provisionalmente la obra.

Transcurrido el plazo de garantía fijado en el contrato, se hará la recepción definitiva, si la obra sigue reuniendo las condiciones estipuladas y se devolverá la fianza a la contrata.

Si durante el plazo de garantía se apreciase en la obra algún vicio o defecto de construcción, la contrata deberá repararlo a su cargo. En estos casos, la recepción definitiva se retrasará hasta que, a juicio del Arquitecto Director y dentro del plazo que determine, queden las obras en las condiciones establecidas en el contrato. Si la contrata no cumpliera esta obligación perderá la fianza, salvo que la propiedad la conceda un nuevo plazo para subsanar los defectos apreciados.

CAPITULO VII.-PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL HORMIGÓN.

Art.7.01.-Tipo, clase y categoría del cemento

El cemento que se emplee en la obra será del tipo Pórtland, categoría 350, es decir, el denominado P-350, o en su defecto el Pórtland con adiciones activas de la misma categoría del anterior, PA-350, teniendo en cuenta si fuera este el caso las condiciones especiales de utilización que lleva consigo.

Art.7.02.-Tipo de acero

El acero a emplear en el armado del hormigón, tanto si se trata de armaduras principales como secundarias deberá estar constituido por barras corrugadas de alta adherencia de los tipos AEH-400 N o AEH-400 F, es decir, acero de dureza natural o estirado en frío pero con un límite elástico no inferior a 4100 Kp/cm².

Art.7.03.-resistencias específicas para el hormigón.

Hormigón en masa, 125 Kp/m

Hormigón de solera, 175 Kp/m

Hormigón para armar, 175 Kp/m

Sevilla, Mayo de 2004