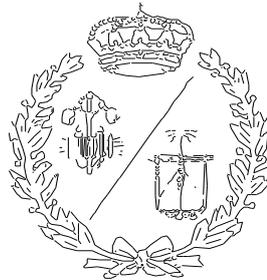


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto / Trabajo Fin de Carrera

**ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN
(Professional Recording Studio)**

Para acceder al Título de

**INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD MECÁNICA**

Autor: Miguel Menocal Montero

Septiembre - 2013

1.- DOCUMENTO MEMORIA

INDICE GENERAL

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

- 1.2.1. Antecedentes
- 1.2.2. Justificación socio-cultural
- 1.2.3. Justificación técnica

1.3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

1.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

1.5. REGLAMENTO Y NORMATIVA DE APLICACIÓN

1.6. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

- 1.6.1. Albañilería
 - 1.6.1.1. Cerramientos
 - 1.6.1.2. Tabiquería
 - 1.6.1.3. Acabados y carpintería
- 1.6.2. Aislamiento y acondicionamiento acústico
 - 1.6.2.1. Aislamiento acústico
 - 1.6.2.2. Acondicionamiento acústico
 - 1.6.2.3. Equipamiento estudio de grabación
- 1.6.3. Instalaciones de fontanería y saneamiento
 - 1.6.3.1. Instalaciones
 - 1.6.3.2. Suministro de agua
 - 1.6.3.3. Evacuación de aguas residuales
- 1.6.4. Instalación eléctrica y de iluminación
 - 1.6.4.1. Suministro de energía eléctrica
 - 1.6.4.2. Demanda de potencia prevista
 - 1.6.4.3. Características de los conductores
 - 1.6.4.4. Puesta a tierra
 - 1.6.4.5. Iluminación principal
 - 1.6.4.6. Iluminación de emergencia
- 1.6.5. Instalaciones de climatización
 - 1.6.5.1. Calidad del aire
 - 1.6.5.2. Cargas térmicas
 - 1.6.5.3. Instalación
- 1.6.6. Instalaciones de protección contra incendios
 - 1.6.6.1. Propagación interior
 - 1.6.6.2. Propagación exterior
 - 1.6.6.3. Evacuación de ocupantes
 - 1.6.6.4. Instalaciones de protección contra incendios

1.7. ANEXO 1: CÁLCULOS

- 1.7.1. Cálculos Albañilería
- 1.7.2. Calculo del aislamiento y acondicionamiento acústico
 - 1.7.2.1. Percepción humana del sonido
 - 1.7.2.2. Nociones sobre acústica arquitectónica
 - 1.7.2.3. Normativa y bases de cálculo
 - 1.7.2.4. Aislamiento acústico
 - 1.7.2.5. Acondicionamiento acústico
- 1.7.3. Cálculo de instalación de fontanería saneamiento
 - 1.7.3.1. Materiales empleados en tubería
 - 1.7.3.2. Estimación de consumo
 - 1.7.3.3. Diseño de la instalación de fontanería
 - 1.7.3.4. Diseño de la instalación de saneamiento

- 1.7.4. Cálculo de instalación de iluminación
 - 1.7.4.1. Introducción
 - 1.7.4.2. Normativa y bases de cálculo
 - 1.7.4.3. Cálculos
 - 1.7.4.4. Valor de eficiencia energética de la instalación
 - 1.7.4.5. Cálculo de la iluminación principal
 - 1.7.4.6. Cálculo de la iluminación de emergencia
- 1.7.5. Cálculo de instalación de climatización
 - 1.7.5.1. Generalidades
 - 1.7.5.2. Condiciones interiores de diseño: temperatura y humedad
 - 1.7.5.3. Categorías de calidad del aire
 - 1.7.5.4. Caudal mínimo de aire exterior de ventilación
 - 1.7.5.5. Filtrado de aire exterior de ventilación
 - 1.7.5.6. Aire de extracción
 - 1.7.5.7. Velocidad del aire
 - 1.7.5.8. Cálculo de la carga térmica
 - 1.7.5.9. Cálculo de climatización
 - 1.7.5.10. Cálculo de conductos
- 1.7.6. Cálculo de instalaciones eléctricas
 - 1.7.6.1. Introducción
 - 1.7.6.2. Normativa y bases de cálculo
 - 1.7.6.3. Precálculo de la instalación
- 1.7.7. Cálculo de protección frente a incendios
 - 1.7.1.1. Normativa y bases de cálculo
 - 1.7.7.2. Propagación interior
 - 1.7.7.3. Propagación exterior
 - 1.7.7.4. Evacuación de ocupantes
 - 1.7.7.5. Instalación de protección contra incendios

1.8. PLANIFICACIÓN DE LA OBRA

2.- DOCUMENTO PLANOS

- 2.1. SITUACIÓN**
- 2.2. ESTADO ACTUAL**
- 2.3. PLANTAS, USOS Y SUPERFICIES**
- 2.4. PLANTA BAJA: COTAS**
- 2.5. PLANTA SOTANO: COTAS**
- 2.6. SECCIÓN**
- 2.7. ACÚSTICA PLANTA BAJA**
- 2.8. ACÚSTICA SOTANO**
- 2.9. ACÚSTICA II PLANTA BAJA**
- 2.10. ACÚSTICA II SOTANO**
- 2.11. ACÚSTICA III**
- 2.12. ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN PLANTA BAJA**
- 2.13. ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN PLANTA SOTANO**
- 2.14. ELACTRICIDAD II**
- 2.15. FONTANERÍA Y SANEAMINETO**
- 2.16. INCENDIOS PLANTA BAJA**
- 2.17. INCENDIOS SOTANO**
- 2.18. CLIMATIZACIÓN PLANTA BAJA**

2.19. CLIMATIZACIÓN SOTANO

3.- DOCUMENTO PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICO

3.1.1. Materiales

3.1.2. Ejecución y medición

3.2. CONDICIONES FACULTATIVAS

3.2.1. Delimitación general de condiciones técnicas

3.2.2. Obligaciones y derechos generales de constructor o contratista

3.2.3. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares

3.2.4. De las recepciones de edificios y obras anejas

3.3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICO

3.3.1. De los precios

3.3.2. Obras por administración

3.3.3. De la valoración y abono de los trabajos

3.3.4. De las indemnizaciones mutuas

3.3.5. Varios

3.4. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL

3.4.1. Condiciones generales

4.- DOCUMENTO PRESUPUESTO

4.1. INSTALACIÓN INTERIOR

4.2. ACÚSTICA

4.3. FONTANERÍA Y SANEAMIENTO

4.4. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

4.5. CLIMATIZACIÓN

4.6. ILUMINACIÓN E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

4.7. VARIOS

4.8. SEGURIDAD E HIGIENE

4.9. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL

4.10. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

4.11. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

5.- DOCUMENTO ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE

5.1.- INTRODUCCIÓN

5.1.1. Objeto

5.1.2. Datos de la obra

5.1.3. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

5.2.- NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA

5.3.- MEMORIA DESCRIPTIVA

5.3.1. Previos

5.3.2. Instalaciones provisionales

5.3.3. Instalaciones de bienestar e higiene

5.3.4. Fases de la ejecución de la obra

5.4.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

5.5.- COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

5.6.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

5.7.- OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTAS

- 5.8.- OBLIGACIONES DE TRABAJADORES AUTÓNOMOS**
- 5.9.- LIBRO DE INCIDENCIAS**
- 5.10.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**
- 5.11.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**
- 5.12.- DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS**

6.- BIBLIOGRAFÍA

1.- DOCUMENTO MEMORIA

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del presente proyecto es el cálculo y diseño de un espacio dedicado a la grabación profesional del mundo audiovisual, que albergara un estudio de grabación en la ciudad de Torrelavega.

Mediante este proyecto se aborda la construcción de un espacio que sea capaz de cumplir con las expectativas y las necesidades técnicas que surgen en un ámbito tan exigente como es el de la creación y grabación musical. Por ello, para poder hacer frente de una manera seria y profesional a todas las necesidades que se puedan presentar, se llevara a cabo, además de la construcción del estudio de grabación propiamente dicho, la construcción de salas de ensayo, salas habilitadas para la escucha y valoración del material audiovisual, así como otros espacios obvios como oficina, servicios, etc.

Por ello, el presente proyecto pretende estudiar de forma minuciosa todos los puntos necesarios para que a partir del mismo se pueda llevar a cabo la construcción y creación de dicho estudio de grabación, haciendo referencia y aportando una visión completa de los siguientes aspectos:

- Normativa vigente aplicada.
- Obra civil (cálculos, planos, etc)
- Instalaciones necesarias (electricidad, ventilación, etc)
- Pliego de condiciones
- Presupuesto de ejecución del proyecto
- Estudio de seguridad e higiene

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.2.1. Antecedentes

Ya en las primeras representaciones artísticas estaba presente la Acústica. Las primeras y mas evidentes expresiones de los conocimientos y dedicación a la acústica quedan de manifiesto en el teatro de la Grecia Clásica y Roma.

Desde entonces, y hasta nuestros días, la acústica ha ido evolucionando de la mano de la Física, aun así continua siendo una ciencia bastante joven (comparada con otras disciplinas), que se encuentra en fase de crecimiento y en la que día a día se van realizando nuevos estudios, avances, materiales....

En los últimos anos, la evolución de la electrónica aplicada al sonido, ha avanzado considerablemente, desde sistemas de almacenamiento y lectura hasta los altavoces, pasando por una gran diversidad de equipos intermedios (fuentes de señal, DSPs, estabilizadores,...).

No obstante, en la gran mayoría de los casos no se le da la suficiente importancia a los elementos para el tratamiento acústico de salas, empleándose materiales muy primitivos, o peor aun, no realizándose ningún tratamiento de la sala. Debemos pensar en la sala como un elemento mas del sistema; puesto que esta es el canal por

el que transcurre el sonido desde que sale del altavoz hasta que alcanza nuestros oídos. Una sala mal acondicionada o sin acondicionar puede distorsionar el sonido así como introducir coloraciones que provoquen la pérdida de calidad en la escucha de un sistema de Alta Fidelidad.

1.2.1.1. Antecedentes territoriales

Tanto la ciudad de Torrelavega como la comarca del Besaya y sus alrededores son un importante núcleo en lo que se refiere a la cultura musical de la región. Desde siempre, el panorama musical de la comarca era un importante caldo de cultivo para que surgiesen infinidad de grupos musicales de los más variados estilos, abarcando desde la canción tradicional, pasando por el jazz o el blues, hasta el rock más duro. En todo esto ayudaba la existencia de un circuito de locales en los que se podían llevar a cabo conciertos de dichos grupos, lo que a su vez fomentaba la aparición de nuevas bandas, teniendo lugar una retroalimentación permanente del panorama musical de la comarca.

En la comarca del Besaya, históricamente ha habido una gran inquietud musical, tanto de practicantes como de público, lo que ha provocado que desde siempre, tanto los conciertos mas pequeños, como los festivales y conciertos multitudinarios hayan tenido una gran acogida y una masiva asistencia de publico, lo que demuestra la importancia de la música para los habitantes de la zona.

Pero además de la importancia en lo referente a la asistencia y representación musical, no podemos dejar de lado la parte que engloba tanto el estudio, como la creación y composición. Sin olvidar que para muchas bandas o agrupaciones, la posibilidad de poder plasmar su trabajo en un medio físico o un soporte digital, es una parte muy importante y un objetivo a realizar para dejar constancia de sus inquietudes y composiciones.

1.2.2. Justificación socio-cultural

Tras haber hecho referencia tanto a los antecedentes históricos, como a la actividad musical que tiene lugar en la comarca del besaya, nos vamos a centrar en las razones que nos llevan a plantearnos la realización de dicho proyecto.

Como hemos descrito anteriormente, tanto en Torrelavega como en sus alrededores hay una gran densidad de agrupaciones, bandas y grupos musicales, para muchos de los cuales la posibilidad de poder plasmar su trabajo en un medio físico o un soporte digital, es una parte muy importante y un objetivo a realizar para dejar constancia de sus inquietudes y composiciones. Por decirlo de alguna manera, es una forma de que su legado musical no se pierda.

Pero por desgracia, históricamente y hasta la actualidad, en nuestra región han sido pocos o ninguno, los espacios dedicados de una forma profesional a la realización integral de un proyecto audiovisual, aportando soluciones técnicas verdaderamente creadas para superar las dificultades que puedan surgir en el proceso de grabación, producción y post-producción de dichos proyectos.

Es verdad que para hacer frente a la demanda de estudios de grabación han ido surgiendo estudios caseros que intentan llenar un vacío existente, y dar solución a una demanda creada por una parte de la sociedad musical, pero lo que es más cierto es la inexistencia de un espacio cuyo fin sea brindar a todos aquellos que exigen la excelencia, la posibilidad de obtener un trabajo profesional, disponiendo para ello de los mejores medios e instalaciones.

1.2.3. Justificación técnica

La finalidad del presente proyecto es la de documentar todos los cálculos necesarios para llevar a cabo la realización y construcción del referido estudio profesional de grabación cumpliendo en todo momento la normativa vigente en cada aspecto buscando las soluciones que mejor se adapten a nuestras necesidades constructivas técnicas.

Una instalación de dichas características debe cumplir unas condiciones muy particulares en lo referente a la acústica, por un lado consiguiendo que el sonido interior no salga fuera de él más allá de lo permitido, y por otro lado aislarlo totalmente del exterior para evitar que una filtración acústica ajena pueda influir de forma negativa en el proceso de grabación.

Otro punto de vital importancia en este tipo de espacio es la instalación eléctrica, ya que si bien es un aspecto importantísimo en cualquier ámbito, en el musical lo es aún más su cableado, debido a la gran cantidad de aparataje cableado eléctrico existente y que cuando el cableado o la masa son deficientes, eso se refleja en la aparición de interferencias y en la mala calidad del sonido. La necesidad de una instalación con muchos puntos eléctricos en los distintos habitáculos del edificio, pues se requieren conexiones para muchos aparatos, como amplificadores, sintetizadores, etapas de potencia, multiefectos... así como los propios de la sala de control de grabación, como la mesa de grabación, ordenadores, compresores... nos genera la necesidad de que estén aislados entre sí, para evitar que el suministro falle en toda la instalación cuando solo hay un fallo individual.

Además, en el presente proyecto debemos también ocuparnos de las instalaciones de ventilación, saneamientos, seguridad e higiene y todos los aspectos generados por la construcción del mismo.

1.3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El lugar donde tendrá lugar la construcción del proyecto referido es uno de los locales comerciales situado en los bajos comerciales del portal nº43, en la calle José María Pereda de Torrelavega.

Se elige este emplazamiento por estar en un punto estratégico de la ciudad, en una de sus arterias principales, lugar muy céntrico, junto a la plaza mayor y muy cerca de la estación de autobuses y trenes FEVE.



El local referido para el proyecto, situado en dicha localización tiene como referencia catastral 5005211VP1050E0004DF.

CONSULTA DE DATOS CATASTRALES

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LA DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO DEL MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS
 ¿Cómo se pueden obtener datos protegidos (distorsión y valor catastral) de los inmuebles y certificados telemáticos de los mismos?

Cartografía

VER IMAGEN

Cartografía Catastro
 Cartografía Internet
 Consulta Descriptiva y Gráfica (PDF)
 Ayuda Descarga

INMUEBLE SUJETO A PROCEDIMIENTO DE VALORACIÓN COLECTIVA CON EFECTOS 2014

Datos del Bien Inmueble	
Referencia catastral	5005211VP1050E0004DF Copiar referencia al portapapeles
Localización	CL JOSÉ MARIA PEREDA 43 Es E Pt.00 Pt.12 39300 TORRELAVEGA (CANTABRIA)
Clase	Urbano
Superficie (m ²)	264 m ²
Uso	Comercial
Año construcción local principal	1971
Datos de la finca en la que se sitúa el bien inmueble	
Localización	CL JOSÉ MARIA PEREDA 43 TORRELAVEGA (CANTABRIA)
Superficie construida	2.416 m ²

1.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Nuestro estudio de grabación es un espacio de 268.53m², distribuido en planta baja, con una superficie de 144.26m², y planta sótano, con una superficie de 124.27m².

La planta baja cuenta con un pequeño hall de entrada que da acceso a las instalaciones propiamente dichas. En la misma planta están situados la oficina y los aseos, así como el cuarto de instalaciones y dos locales de ensayo de 13.30m² y 43.50m². Mediante una escalera o un ascensor montacargas tenemos acceso a la planta sótano.

En esta planta se encuentra el corazón del estudio, como son la sala de grabación, con una superficie de 43.50m² y la sala de control de grabación, con una superficie de 12.70m², además de una sala de audición de 22.95m² y un almacén para material.

Para poder contar con la profesionalidad requerida en este campo, dotaremos a este proyecto de las correctas instalaciones en cuanto a aislamiento acústico, acondicionamiento acústico, iluminación, protección contra incendios.

1.5. REGLAMENTO Y NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para la correcta realización del presente proyecto hemos basado nuestros cálculos en las leyes y normativa vigentes que afectan a cada tema en concreto, con lo que nos aseguraremos un correcto procedimiento ya que de esta manera cumplimos con los últimos requisitos en todas las materias.

En todo momento, para el cálculo de cada una de las instalaciones, se citan las leyes concretas que hacen referencia a ese apartado. No obstante, a continuación enumeramos algunos de los documentos más importantes a seguir:

- Código técnico de la edificación y sus documentos básicos
 - DB-SE: Seguridad estructural
 - DB-SI: Seguridad en caso de incendio
 - DB-SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad
 - DB-HS: Salubridad
 - DB-HR: Protección frente al ruido
 - DB-HE: Ahorro de energía
- Plan general de ordenación urbana de Torrelavega
- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT-2002)
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)
- Norma UNE 12464.1: Norma europea sobre iluminación para interiores

1.6. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

1.6.1.- Albañilería

1.6.1.1.- Cerramientos:

Debido a las condiciones especiales de uso de nuestro espacio, para separar nuestro recinto del exterior utilizaremos unos cerramientos que disponen de unas características tales que puedan aislarlo acústicamente de manera muy eficiente. En nuestro caso, para llevar a cabo dicho fin, en función del nivel acústico a que vayan a trabajar, hemos elegido diversos entramados, para las divisorias, medianerías, suelos y techos.

Para todos ellos, hemos elegido sistemas que trabajan como masa-muelle-masa, variando los mismos en función de que la divisoria esté formada por dos o tres hojas, cada una de las cuales está a su vez separadas por cámaras de aire de distintas dimensiones para asegurar el correcto funcionamiento del sistema y un óptimo nivel de aislamiento acústico.

Dada la especial naturaleza de nuestro proyecto, hemos centrado sobre todo nuestra atención en el centro neurálgico del mismo, como es el estudio de grabación y la sala de control de grabación, así como los locales de ensayo, debido a que estos necesitan un tratamiento muy especial en cuanto a la acústica, tanto por su aislamiento, como por su diseño y acondicionamiento.

En el resto de zonas comunes, oficinas, cuartos de instalaciones y aseos, utilizaremos un cerramiento más ligero, con el fin de obtener un aislamiento adecuado y a su vez conseguir un ahorro de material y un presupuesto más reducido.

A tener en cuenta como caso especial en este apartado es el cerramiento acristalado de la fachada principal, con el doble objetivo, por un lado de obtener un ahorro energético al aprovechar parte de la luz natural que entra directamente por la misma, y por otro conseguir una estética moderna y profesional.

Para su construcción se remite a los planos del edificio, donde se indican las medidas del hueco a cubrir.

1.6.1.2. Tabiquería:

Al igual que con los cerramientos, con las divisorias del estudio, sala de control y locales de ensayo, debemos tener una especial atención por su naturaleza.

En el resto de recintos, como aseos, cuartos de instalaciones, etc, utilizaremos un tabique más ligero acorde a las necesidades requeridas, optando para ello por una pared simple.

1.6.1.3.- Acabados y carpintería:

Suelos:

En lo referido a suelos, hemos decidido homogeneizar el mismo lo máximo posible, instalando en todo el recinto, salvo los aseos y el cuarto de instalaciones, un suelo de tarima flotante de madera natural Winchester Nogal, con un acabado en barniz acrílico UV, de la casa comercial Ekowood, con unas medidas de lama de 136x2130mm y un espesor de 14mm.

Lo referente a aislamiento acústico y ruido de impacto, lo trataremos en el siguiente capítulo.

Para los servicios y aseos usaremos un acabado gres porcelánico de dimensiones 30x40cm de la casa comercial Porcelanosa.

Por último, el cuarto de instalaciones, debido a que no requiere un suelo de ninguna de estas características, se le dotará únicamente con una capa de mortero de cemento de 6cm sobre el forjado, a modo de regularización de la superficie.

Techos:

Como anteriormente indicábamos, en este caso los paramentos también variarán en función del recinto sobre el que se instalen, debido a las distintas necesidades de aislamiento acústico de cada uno de ellos.

Por ello, los trataremos en el siguiente apartado de aislamiento y acondicionamiento acústico.

Puertas:

En nuestro caso, las puertas utilizadas en los recintos con grandes necesidades acústicas, son de tipo metálico, modelo Noise Lock STC-64 de la casa comercial Stopson, con un aislamiento global $R_a=64\text{db(A)}$, cuyas dimensiones nominales son 208cm x 96cm. En el correspondiente apartado indicaremos sus características acústicas.

La puerta principal que da acceso al acceso al vestíbulo será de vidrio, cuyas dimensiones se indican en el plano de la fachada.

Por último, las puertas de acceso al resto de recintos, como oficina, pasillos, aseos serán de madera y dimensiones estandarizadas de 203cm x 82.5cm.

1.6.2.- Aislamiento y acondicionamiento acústico.

Consideraremos este capítulo como un anexo del apartado anterior, en el cual nos extenderemos para justificar las soluciones constructivas utilizadas en cada uno de los elementos referidos a tabiquería, cerramientos, albañilería y carpintería de manera concreta para cumplir con los requisitos acústicos necesarios.

1.6.2.1.- Aislamiento acústico:

En este proyecto, la acústica del recinto es un tema muy especial y la columna vertebral del mismo. Por un lado debemos cumplir con la normativa, tanto del Código Técnico CTE, y en especial de su documento CTE DB-HR, como con la normativa de ruidos y el Plan de ordenación urbana de Torrelavega, por lo que habrá que evitar hasta cierto punto la emisión de ruidos para cumplir con las mismas. Pero si importante es evitar un cierto nivel de ruido hacia el exterior, más importante es aún evitar que el ruido exterior entre en nuestro estudio, donde quedaría grabado en el material musical echando a perder nuestro trabajo.

Además de todo esto, para asegurar el bienestar de los clientes que estén haciendo uso de las instalaciones, debemos acotar el nivel máximo de ruido dentro del recinto tomando como base las curvas NR, así como el tiempo de reverberación del mismo.

Tablas

Tabla 1.- Valores recomendados del índice NR para diferentes locales

Tipos de recintos	Rango de NR
<i>Talleres.</i>	60-70
<i>Oficinas mecanizadas.</i>	50-55
<i>Gimnasios, salas de deporte piscinas.</i>	40-50
<i>Restaurantes, bares, cafeterías.</i>	35-45
<i>Despachos, bibliotecas, salas de Justicia.</i>	30-40
<i>Cines, hospitales, iglesias, pequeñas salas de conferencias.</i>	25-35
<i>Aulas, estudios de televisión, grandes salas de conferencias.</i>	20-30
<i>Salas de conciertos, teatros.</i>	20-25
<i>Clínicas, recintos para audiometrías.</i>	10-20

En nuestros casos, debido a la naturaleza del mismo, hemos elegido para los locales de ensayo, el estudio de grabación y la sala de control de grabación un índice de ruido NR-15, muy restrictivo, pero que nos asegurará la ausencia casi total del mismo. Para el interior del resto de estancias será un índice NR-25.

NR	Niveles de presión sonora en bandas de octava (dB)								
	Frecuencias centrales (Hz)								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0	55.4	35.5	22.0	12.0	4.8	0	-3.5	-6.1	-8.0
5	58.8	39.4	26.3	16.6	9.7	5	1.6	-1.0	-2.8
10	62.2	43.4	30.7	21.3	14.5	10	6.6	4.2	2.3
15	65.6	47.3	35.0	25.9	19.4	15	11.7	9.3	7.4
20	69.0	51.3	39.4	30.6	24.3	20	16.8	14.4	12.6
25	72.4	55.2	43.7	35.2	29.2	25	21.9	19.5	17.7
30	75.8	59.2	48.1	39.9	34.0	30	26.9	24.7	22.9
35	79.2	63.1	52.4	44.5	38.9	35	32.0	29.8	28.0
40	82.6	67.1	56.8	49.2	43.8	40	37.1	34.9	33.2
45	86.0	71.0	61.1	53.6	48.6	45	42.2	40.0	38.3
50	89.4	75.0	65.5	58.5	53.5	50	47.2	45.2	43.5
55	89.4	78.9	69.8	63.1	58.4	55	52.3	50.3	48.6
60	96.6	82.9	74.2	67.8	63.2	60	57.4	55.4	53.8
65	99.7	86.8	78.5	72.4	68.1	65	62.5	60.5	58.9
70	103.1	90.8	82.9	77.1	73.0	70	67.5	65.7	64.1
75	106.5	94.7	87.2	81.7	77.9	75	72.6	70.8	69.2
80	109.9	98.7	91.6	86.4	82.7	80	77.7	75.9	74.4
85	113.3	102.6	95.9	91.0	87.6	85	82.8	81.0	79.5
90	116.7	106.6	100.3	95.7	92.5	90	87.8	86.2	84.7
95	120.1	110.5	104.6	100.3	97.3	95	92.9	91.3	89.8
100	123.5	114.5	109.0	105.0	102.2	100	98.0	96.4	95.0
105	126.9	118.4	113.3	109.6	107.1	105	103.1	101.5	100.1
110	130.3	122.4	117.7	114.3	111.9	110	108.1	106.7	105.3
115	133.7	126.3	122.0	118.9	116.8	115	113.2	111.8	110.4
120	137.1	130.3	126.4	123.6	121.7	120	118.3	116.9	115.6
125	140.5	134.2	130.7	128.2	126.6	125	123.4	122.0	120.7
130	143.9	138.2	135.1	132.9	131.4	130	128.4	127.2	125.9

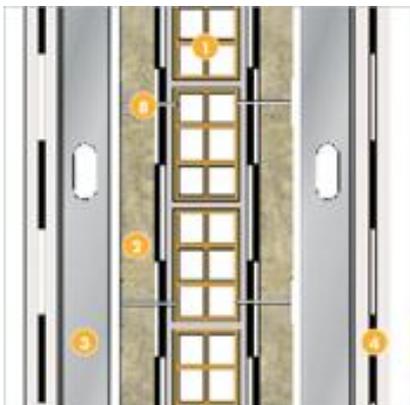
Como decíamos antes, son varias las soluciones que hemos adoptado, tanto en paramentos verticales como en horizontales, para poder cumplir con nuestras exigencias en materia de acústica. Hay que considerar además que en el cerramiento contamos con otro tabique de ladrillo perteneciente a los edificios colindantes, separado por una cámara de aire y con un aislamiento mínimo de 55dB, tal como pone en el punto 2.1.1.c del DB-HR del CTE al ser locales destinados como locales de actividad..

A continuación se muestra la distribución de las distintas soluciones, tanto de paramentos verticales como de horizontales.

1) Paramentos verticales: tabiques y cerramientos

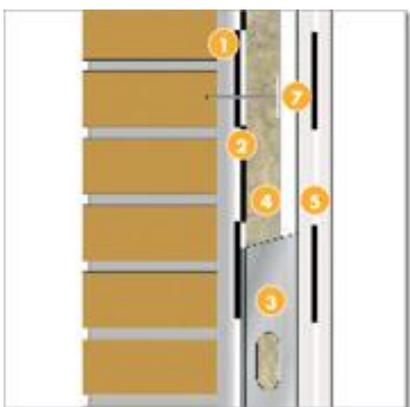
Tabique tipo (A): Divisoria vertical mixta con multicapa y sándwich acústico.

Pared divisoria mixta formada por ladrillo hueco doble enlucido por ambas caras de



yeso negro de 1.5cm de espesor, trasdosado a ambos lados por tabique de yeso laminado, aislado acústicamente a bajas, medias y altas frecuencias, constituido por: panel multicapa de 40mm de espesor, Sonodan Plus, pegado y fijado mecánicamente al soporte, perfilería de acero para tabiques de yeso laminado, a base de canal perimetral de 48mm, y montantes de 46mm, sándwich compuesto por doble placa de yeso laminado N13 con membrana acústica Danosa M.A.D. 4 en su interior, fijado mecánicamente sobre la perfilería en U.

Tabique tipo (B): Trasdosado sándwich acústico con Sonodan Plus



Aislamiento acústico en paramentos verticales formado por: panel multicapa de 40mm de espesor Sonodan Plus pegado y fijado mecánicamente al soporte, perfilería de acero para tabiques de yeso laminar, a base de canal perimetral de 70mm y montantes de 70mm, sándwich compuesto por doble placa de yeso laminar N13, con membrana acústica Danosa M.A.D. 4 en su interior, fijado mecánicamente sobre la perfilería en U.

Tabique tipo (C): Divisoria vertical de doble hoja con sándwich acústico

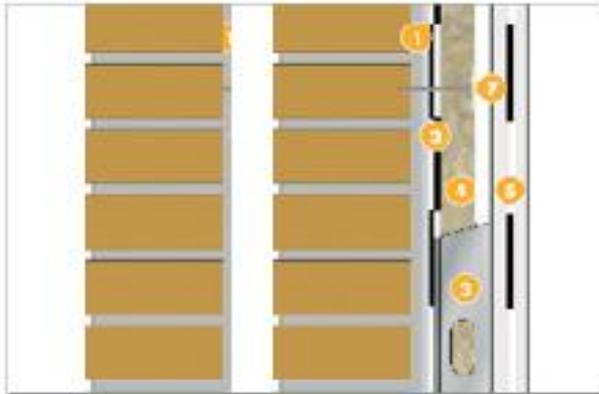


Aislamiento acústico de divisoria autoportante para baja frecuencia y gran altura M.A.D. 4 ERF. Pared divisoria de yeso laminado, aislada acústicamente, constituida por: doble perfilería de acero para tabiques de yeso laminado, a base de canal perimetral de 90mm y montantes de 90mm. Desolidarizador para tabiques de yeso laminado SEP-15 fijado a la perfilería mediante tornillos rosca-chapa, doble panel de lana de roca Rocdan 231/40 por cada canal, de densidad 70kg/m^3 y 4cm de espesor. Sandwich compuesto por doble placa de yeso laminar N13, con membrana acústica

Danosa M.A.D. 4 en su interior, fijado mecánicamente sobre la perfilería en U por ambos lados.

Tabique tipo (D): Pared triple con trasdosado sándwich acústico con Sonodan Plus

Aislamiento acústico en paramentos verticales dobles separados por una cámara de

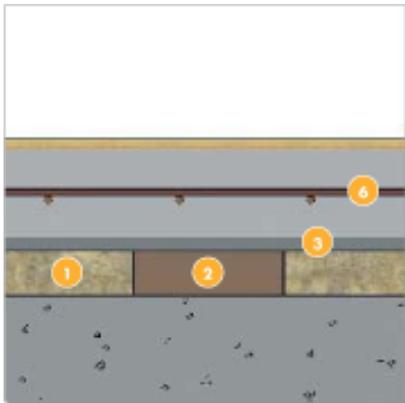


aire, formado por: panel multicapa de 40mm de espesor Sonodan Plus pegado y fijado mecánicamente al soporte, perfilaría de acero para tabiques de yeso laminar, a base de canal perimetral de 70mm y montantes de 70mm, sándwich compuesto por doble placa de yeso laminar N13, con membrana acústica Danosa M.A.D. 4 en su interior, fijado mecánicamente sobre la perfilaría en U.

Además de estos, para la separación de aseos, oficina, almacén contamos con tabique autoportantes de yeso laminado N15 con perfilaría de 70mm y aislante a base de lana de roca mineral, con un aislamiento global $R_a=43.5\text{dB}$, que además de no soportar condiciones especiales de trabajo, cumplen sobradamente con las exigencias del CTE DB-HR.

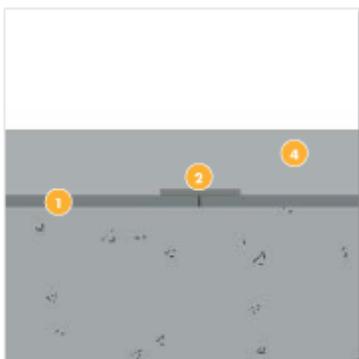
2) Paramentos horizontales: suelos y techos

Suelo tipo (E): Suelo flotante para bajas frecuencias y sobrecarga de uso.



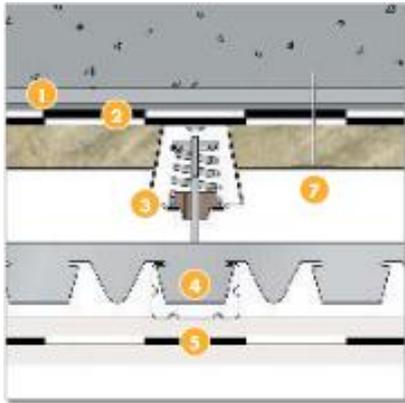
Aislamiento acústico sobre forjado, formado por: panel de lana de roca de densidad 100kg/m^3 y 3cm de espesor, Rocdan 233/30, amortiguador de caucho AS-200 para carga de trabajo de 200kg, lámina acústica de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10mm de espesor, Impactodan 10, instalada con cinta de solape y desolidarizador perimetral. Capa de mortero armado de protección con mallazo electrosoldado de 6mm de diámetro formando una cuadrícula de 30x30cm, nivelada y fratasada, con una dosificación recomendada de la masa de 1:6 (200kg de cemento por m^3).

Suelo tipo (F): Suelo aislamiento a ruido de impacto sistema Impactodan.



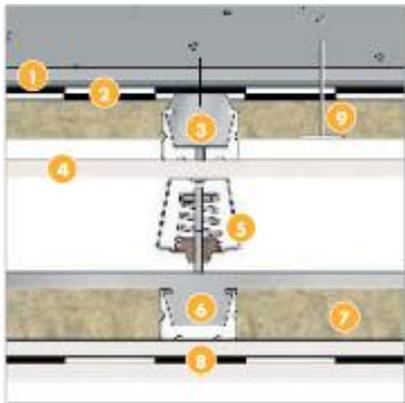
Suelo para aislamiento a ruido de impacto con sistema Impactodan. Aislamiento acústico sobre forjado, formado por: lámina acústica de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10mm de espesor, Impactodan 10, instalada con cinta de solape y desolidarizador perimetral. Capa de mortero nivelada y fratasada, con una dosificación recomendada de la masa de 1:5 (300kg de cemento por m^3), o armar el mortero con malla de gallinero.

Techo tipo (G): Techo masa flotante Sonodan Plus



Falso techo flotante de yeso laminado aislante acústicamente a bajas, medias y altas frecuencias, constituido por: panel multicapa de 40mm de espesor, Sonodan Plus, pegado y fijado mecánicamente al soporte, amortiguador de acero ATM-30 para fijación de falso techo a forjado, perfilería de acero galvanizado oculta, compuesta por perfiles en distinto nivel, sándwich compuesto por doble placa de yeso laminar N13, con membrana acústica Danosa M.A.D. 4 en su interior, fijado mecánicamente sobre la perfilería en U.

Techo tipo (H): Techo masa flotante Rocdan/Sonodan Plus



Falso techo flotante de yeso laminado aislante acústicamente a bajas, medias y altas frecuencias, constituido por: panel multicapa de 40mm de espesor, Sonodan Plus, pegado y fijado mecánicamente al soporte, perfilería para falso techo auxiliar, placa de yeso laminado de 15mm fijada mecánicamente sobre la perfilería auxiliar, amortiguador de acero ATM-30 para fijación de falso techo a forjado, perfilería de acero galvanizado oculta, compuesta por perfiles en distinto nivel, panel de lana de roca de densidad 70kg/m^3 y 4cm de espesor, Rocdan 231/40,

sándwich compuesto por doble placa de yeso laminar N13, con membrana acústica Danosa M.A.D. 4 en su interior, fijado mecánicamente sobre la perfilería en U.

Aislamiento Total de cada tipo de tabique en dB(A)							
	F Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Def	Tipo						
Estudio Sur	A	87.7	105.7	112.8	116.5	117.5	117.9
Sala control	B	61.1	73.9	80.2	90.1	91.2	91.2
Audición sur	C	51.4	63.2	69	85.8	87	86.8
Estudio este	D	71.4	85.2	95.6	102.6	104.1	104.5
Techo local 2	E	70	82.8	89	98.5	99.6	100.7
Suelo/techo	E+H	124.9	142.9	150	153.7	154.7	155.1
Techo Audición	G	70.5	83.1	89.5	106.5	107.6	107.7
Suelo estudio	H	78.8	91.5	97.8	127.2	128.3	128.3

Con lo que nos aseguramos de cumplir la normativa, ya que ésta nos exige un aislamiento R_a que no sea menor de 55dB(A) en los paramentos comunes con otras unidades de uso.

RECINTO EMISOR	RECINTOS RECEPTORES	
	Protegido Ruido aéreo, $D_{nT,A}$ (dBA)	Habitable Ruido aéreo, $D_{nT,A}$ (dBA)
De instalaciones o de actividad si ambos recintos no comparten puertas o ventanas	55 ^(III)	45
si comparten puertas:	Condiciones del cerramiento opaco y de la puerta R_A (dBA)	
	Puerta en recinto habitable	Cerramiento opaco
	30	50
^(III) Un recinto de instalaciones o de actividad no puede tener puertas que den acceso directamente a los recintos protegidos del edificio.		
Tabiquería interior en edificios de viviendas:	$R_A \geq 33$ dBA	

Una vez que hemos cumplido la normativa en cuanto a emisión de ruidos, vamos a centrarnos en el nivel de confortabilidad acústica que deseamos para cada estancia.

Para nuestro proyecto, llevamos a cabo el análisis del rango dinámico de varios instrumentos musicales, mediante la grabación de los mismos en un estudio y el análisis de frecuencias por medio del software digital de grabación Logic Pro. Para ello analizamos batería, guitarra, piano, bajo y saxo, cogiendo el abanico de instrumentos que formaría la mayoría de los grupos, siendo los niveles de presión sonora del conjunto: (ver anexo de cálculos)

F(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	L_{pG}
L_p (dBA)	74.11	88.71	93.02	89.13	88.31	85.05	96.62

Comparando los niveles de presión sonora con que trabajaremos y el nivel que deseamos tener, podemos tener una referencia del aislamiento que necesitaríamos para conseguir este objetivo.

NR-15:

F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Aislamiento	55.21	71.41	76.82	72.93	75.41	74.75

NR-25:

F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Aislamiento	46.51	62.11	67.02	64.13	65.21	64.55

Y el margen de aislamientos que conseguimos con los distintos tipos de soluciones acústicas, teniendo en cuenta los casos más desfavorables, cumpliendo con el nivel de confortabilidad que nos hemos marcado son:

		Frecuencia en Hz					
		125	250	500	1000	2000	4000
Def	NR	Margen de aislamiento dB(A)					
Estudio Sur	NR 25	0.4	1.8	2.2	8.9	7	7.7
Sala control	NR 15	5.89	2.49	3.38	17.2	15.8	16.4
Audición sur	NR 25	4.89	2.1	2	21.7	21.8	22.3
Estudio este	NR 15	16.2	13.8	18.8	29.7	28.7	19.8
Techo local 2	NR 45	40.9	39.4	41.4	54.4	54.7	56.7
Suelo/techo	NR 15	69.7	71.5	73.2	80.8	79.3	80.4
Techo Audición	NR 25	24	21	22.5	42.4	42.4	43.2
Suelo estudio	NR 15	23.6	20.1	21	54.3	52.9	53.5

Como vemos, en todos los casos cumple con el aislamiento requerido. Además hay que contar con el margen de aislamiento añadido que tendremos al instalar los falsos techos decorativos para iluminación e instalaciones, así como los distintos paneles de materiales absorbentes para el acondicionamiento acústico, con lo que el aislamiento total se incrementará.

1.6.2.2.- Acondicionamiento acústico:

Atendiendo a las cualidades acústicas, el CTE, en el punto 2.2. de su DB-HR nos limita el tiempo de reverberación de los locales en función de su volumen, que para nuestro caso, no debe ser superior a 0.7seg. Por ello, para mejorar y acondicionar nuestros espacios usaremos distintos tipos de materiales absorbentes, en función del uso que se realice en cada uno de los espacios.

Paramentos verticales:

En paramentos verticales de los locales de ensayo, la sala de control y el estudio de grabación, usaremos diversos paneles absorbentes de banda ancha de espuma de poliuretano flexible de celda abierta de la casa comercial Skum Acoustics, como son los paneles Havsvag, Saha, y Krossen, que nos aportarán un coeficiente de absorción medio $\alpha_m=0.75$, con lo que reduciremos notablemente el tiempo de reverberación.



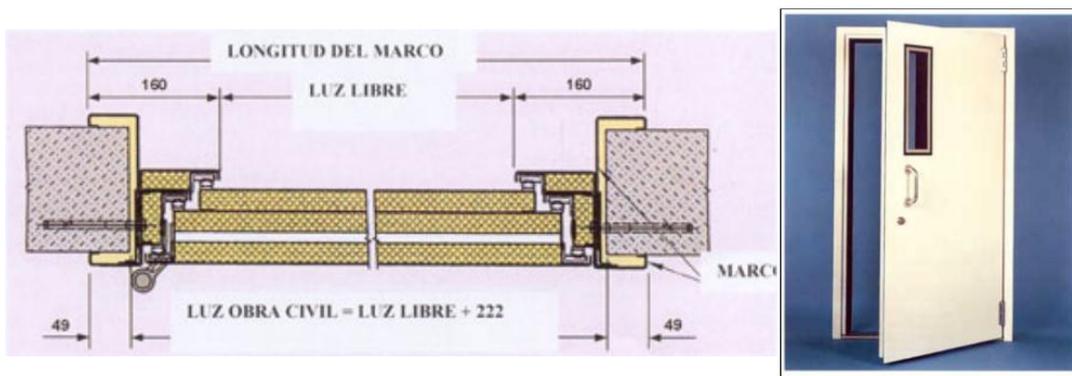
Así mismo, usaremos también el panel absorbente decorativo de madera perforado en lagrima L-32 de la casa comercial Acustica Integral. El formato elegido es de paneles de dimensiones 600x1200mm, con un acabado en melanina color arce. Y con un coeficiente de absorción media $\alpha_m=0.6$. Este revestimiento será usado tanto en la oficina, como en las zonas comunes y pasillos.



Además, tanto en el estudio de grabación como en la sala de control, el recubrimiento de la pared común, por ambos lados será un entablado de madera maciza de 2.5cm de espesor, con un coeficiente de absorción medio $\alpha_m=0.31$

Puertas:

En aquellos espacios en los que prima el control del ruido (salas de ensayo, sala de control, estudio de grabación, y sala de audición) irán instaladas unas puertas Noise Lock STC-64 de la casa comercial Stopson, con un coeficiente de absorción $\alpha_m=0.02$, y un aislamiento global $R_a=64\text{db(A)}$.



Para el resto de estancias, como oficina, aseos, almacén, se utilizarán puertas convencionales de melamina contrachapada.

Paramentos horizontales:

En los techos tanto del estudio de grabación, como de la sala de control usaremos paneles absorbentes de banda ancha de espuma de poliuretano flexible de celda abierta de la casa comercial Skum Acoustics, como son los ya mencionados anteriormente, paneles Havsvag, Saha, y Krossen.

Para el resto de techos se usaran placas absorbentes Cleaneo Circular Aleatoria Plus, de la casa comercial Knauf, cuyo coeficiente de absorción medio es $\alpha_m=0.5$. Se trata de paneles autoportantes que se instalarán mediante perfilería vista, y sobre los que a su vez se instalarán las luminarias, rejillas de ventilación etc...



Otra parte importante en el acondicionamiento acústico ha sido la utilización de varios criterios de diseño de geometría acústica para el estudio de grabación y la sala de control, como son el criterio N.E.C.R. (Non Environment Control Room), el criterio L.E.D.E. (Live End, Dead End), así como otros conceptos como la difusividad o el efecto Hass. Como podemos ver en el anexo de calculo de acondicionamiento acústico.

Los suelos estarán todos, salvo los aseos y el cuarto de instalaciones, que no tienen necesidades acústicas y por lo tanto quedaron definidos en el apartado anterior,

formados por una tarima de parquet flotante de madera natural Winchester Nogal, con un acabado en barniz acrílico UV, de la casa comercial Ekowood, de densidad 660kg/m^3 y un coeficiente de absorción media $\alpha_m=0.05$

1.6.2.3.- Equipamiento estudio de grabación

Aunque no es nuestro trabajo definir el equipamiento del estudio de grabación, si que al menos deberemos poder dar una idea sobre los componentes de grabación, mastering e instrumentos mínimos que debería tener un estudio de estas características. Aunque este equipamiento solo es a título orientativo, si que se hace necesario para dimensionar las instalaciones, sobre todo líneas de fuerza de electricidad y para dar un presupuesto que sirva de guía.

Para ello, el equipamiento que hemos elegido está dentro de la gama profesional intermedia, ya que los productos de una gama más alta disparan su precio de forma exponencial, y debido a la localización del estudio y a la clientela potencial, no tendría sentido, debido a que requeriría un tiempo de amortización demasiado largo.

En cuanto al equipamiento podemos dividirlo en equipamiento de grabación y mezcla y equipamiento musical (instrumentos) que deberíamos tener para ofrecer la posibilidad de grabar con instrumentos de calidad.

Equipamiento técnico:

- 1.- Mesa de mezcla SSL Matriz
- 2.- Ordenador MAC PRO 8 núcleos Xenon
- 3.- Grabadora digital Tascam DV-RA 1000 HD
- 4.- Previos:
 - 2x Millenia SST-1
 - 2x Avalon VT-737SP
 - 2x Avalon M5
 - Manley Slam
 - Manley Voxbox
- 5.- Compresores:
 - 2x AMS Neve 8801
 - 2x Avalon VT-747 Sp
 - API Audio 2500
 - Rupert NEve Portico II
- 6.- Multiefectos:
 - Lexicom PCM-92
 - Bricasti Desing M7
 - TC Electronics Reverb 4000
 - Vermona RetubeVerb
- 7.- Ecuallizadores:
 - AMS Neve 8803
 - Manley Massive passive
 - Chandler Ltd Tone control
 - Bettermaker EQ-232 SP
- 8.- Monitores/Escuchas:
 - Neumann KH310A

- Genelec 8260 APM
- 2x Auriculares Fostex TH 900
- 2x Auriculares Ultrason Signature Pro
- 10x Auriculares AKG K-712 Pro

9.- Microfonía:

- 2x Neumann TLM 67
- AKG c414
- 4x EV R20 RE
- 2x AKG Drum Set

10.- Varios:

- Cables de audio
- Cables MIDI
- Afinadores
- Metrónomos...

Equipamiento musical:

A) Guitarras electricas:

- PRS Custom 24 Rw
- Gibson ES-175 Jazz
- Fender Stratocaster
- Ibanez SG Vai

B) Bajos eléctricos:

- PRS Gary Grainer
- Cort Artisian A6
- Yamaha Sg Pattitucci

C) Batería DW Lacquer Custom

D) Amplificadores de guitarra:

- Mesa Boggie RoadKing II
- Mesa Boggie Triple Rectifier
- EVH 5150
- Marshall JTM 45
- PRS Custom Head

E) Amplificadores de Bajo:

- Bugera Probass
- Amper Heritage SVT
- Fender bassman

1.6.3.- Instalación de Fontanería y saneamiento

1.6.3.1.- Instalaciones

En el espacio que hemos diseñado, debido a sus características, vamos a contar solo con una pequeña red de agua fría que dará servicio a los aparatos que componen los dos aseos que hay instalados. En nuestro caso no contamos con ACS. En dichos aseos contamos con:

- 2 inodoros con fluxómetro
- 2 lavabos

1.6.3.2.- Suministro de agua:

Para la obtención de los caudales mínimos requeridos en nuestra instalación trabajamos con el CTE y su documento DB-HS.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaros con grifo temporizado	0,15	-
Urinaros con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

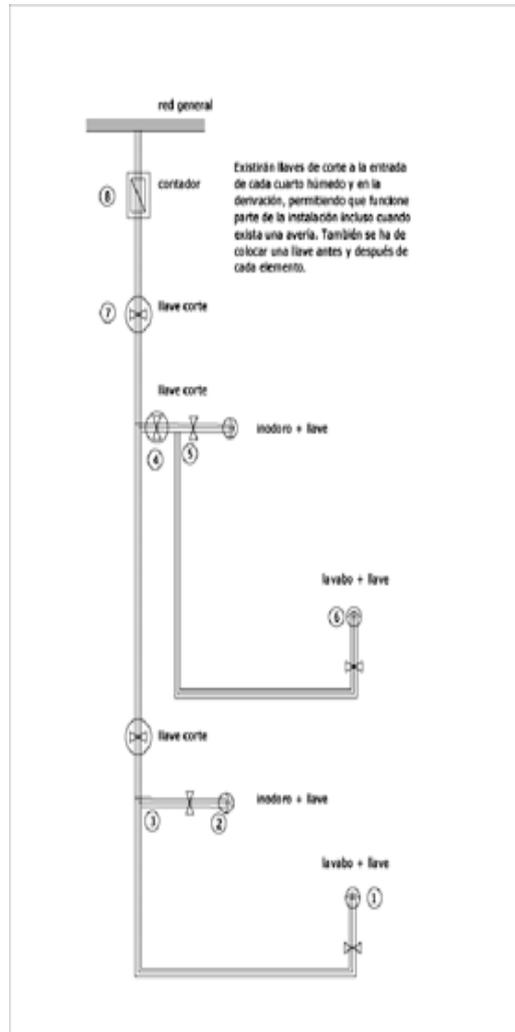
Así mismo, trabajaremos con el CTE para obtener las dimensiones mínimas de los diámetros de las derivaciones hacia los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

De esta manera, tras calcular las pérdidas de carga, los diámetros y caudales, (ver anexo cálculo fontanería) la instalación será la siguiente:

Dimensionado de Instalación de fontanería			
Tramo	Tipo	L (m)	D _{com} (mm)
1-3	Ramal lavabo	2.52	12
2-3	Ramal inodoro fluxómetro	0.10	25
3-4	Derivación aseol	2.01	25
4-5	Ramal inodoro fluxómetro	0.10	25
5-6	Ramal lavabo	3.12	12
4-7	Alimentación aseos	0.30	40

7-8	Alimentación instalación	0.37	40
-----	--------------------------	------	----



La acometida del edificio nace del suministro general público y termina en la llave de corte general de nuestro inmueble. A partir de aquí nace el tubo de alimentación, construido en polietileno reticulado (PE-X), PN=10atm, según UNE-EN ISO 15875-2 que termina en la preinstalación del contador, situada dentro del cuarto técnico del edificio. En este punto, ubicaremos una llave de abono y a continuación la instalación particular de nuestro estudio. De la misma manera, para la instalación particular se selecciona tubo de polietileno reticulado (PE-X), PN=10atm, según UNE-EN ISO 15875-2.

1.6.3.2.- Evacuación de aguas residuales:

De la misma manera que para el suministro de agua, partimos de las unidades de desagüe mínimas para la evacuación en función el tipo de elemento según el CTE. Todas las tuberías dedicadas a la evacuación de aguas residuales están construidas a base de PVC serie B. De esta forma, el dimensionado de la instalación de evacuación de aguas será:

Tramo	Tipo	UDs	L (m)	D _{com} (mm)	Pend. (%)
AB	Lavabo	2	3.2	40	1
BC	Inodoro Flux.	10	0.7	100	1
BD	Común1	12	2	100	1
DE	Inodoro Flux.	10	0.7	100	1
FG	Lavabo	2	3.2	40	1
DH	Común2	24	1	100	1

1.6.4.- Instalación eléctrica y de iluminación

1.6.4.1.- Suministro de energía eléctrica:

El suministro de energía eléctrica lo realizará la compañía eléctrica mediante tensión alterna trifásica de tensión nominal 230/400v y frecuencia de 50Hz. La instalación interior partirá de una caja general de protección y medida común del edificio, que alimentará al cuadro de distribución para los circuitos de alumbrado y fuerza del local.

1.6.4.2.- Demanda de potencia prevista:

La demanda de potencias previstas se detalla en la siguiente tabla. Como puede observarse, la instalación está dividida en dos tipos de líneas: las líneas específicas para el alumbrado, marcadas con el prefijo “A” y las específicas de fuerza, marcadas como “F”.

Línea	Descripción	Potencia (W)
F1	Aseos/vestíbulo/oficina	7200
F2	Sala de ensayo 1	7200
F3	Sala de ensayo 2	12000
F4	Ascensor	1500
F5	Climatización	29000
F6	Almacén/Vestíbulo sótano	4000
F7	Sala de audición	4800
F8	Sala de control	20800
F9	Estudio de grabación	12000
A1	Alumbrado de emergencia P. baja	38
A2	Alumbrado de oficina	88
A3	Alumbrado aseos/instalaciones	72
A4	Alumbrado vestíbulo	611
A5	Alumbrado local 1	183
A6	Alumbrado local 2	549
A7	Alumbrado de emergencia sótano	36
A8	Almacén/Vestíbulo sótano	176
A9	Sala de audición	220
A10	Sala de control	244
A11	Estudio de grabación	549

En resumen:

Tipo de Potencia	Valor
Potencia Instalada Alumbrado (W)	2766
Potencia Instalada Fuerza (W)	98500
Potencia a Instalar (W)	101266

1.6.4.3.- Características de los conductores:

Los conductores y cables que se empleen en la instalación serán de cobre y siempre aislados. La sección de los conductores a utilizar se calculará de tal manera que la caída de tensión máxima entre el origen y cualquier punto de utilización, sea inferior al 3% para alumbrado y al 5% para las líneas de fuerza. Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humo reducida y dispondrán de dos capas de aislamiento. (Ver planos y anexo cálculo)

1.6.4.4.- Puesta a tierra:

La puesta a tierra será la general del edificio.

1.6.4.5.- Iluminación Principal:

Para determinar el índice de iluminación requerido acudimos a la norma UNE 12464.1: Norma Europea sobre Iluminación de Interiores. En ella encontramos los valores mínimos exigidos en función del tipo de recinto y su uso.

Recinto	E_m (lx)	UGR_L	R_a
Vestíbulos	200	22	80
Aseos	100	25	80
Pasillos	100	25	80
Salas de ensayo	300	19	80
Cuarto técnico	200	25	60
Sala Audición	300	19	80
Est. grabación	300	19	80
Sala de control	300	19	80
Oficina	300	19	80

En nuestro caso, empleamos varios tipos de luminarias en función de la necesidad de cada recinto. La disposición y características de las mismas se encuentran en el anexo de cálculo y en los planos.

1.6.4.5.- Iluminación de Emergencia:

En nuestro local va a ser necesaria la utilización de 11 luminarias de emergencia con tubo lineal fluorescente, 6w-G5, flujo luminoso de 210 lúmenes, y 1 luminaria de emergencia estanca, con tubo de 8w-G5 en el cuarto de instalaciones, cumpliendo las exigencias del documento DB-SUA. Dicha iluminación facilitará la visibilidad necesaria en caso de fallo del alumbrado principal, permitiendo la visión de las señales de salida y de los equipos y medios de protección contra incendio.

1.6.5.- Instalación de Climatización

En nuestro caso, hemos elegido un sistema tipo bomba de calor, que nos dará servicio tanto para la calefacción, como para la refrigeración. Se trata de un aparato autónomo que irá instalado en el exterior del edificio, en su parte trasera, debido a que ese patio pertenece al mismo.

1.6.5.1.- Calidad del aire:

Tanto la calidad del aire interior que deseamos, como la calidad del aire de entrada nos influirán a la hora de dimensionar nuestra instalación. En nuestro caso hemos elegido una calidad interior IDA2, con lo que los caudales mínimos de circulación que deberemos tener son:

Dependencias	Superficie útil (m ²)	Ocupación (personas)	Caudal mínimo necesario (l/s)
Oficina	13.60	6	75
Local ensayo 1	13.29	3	37.5
Local ensayo 2	43.57	6	75
Aseos	13.14	2	25
Vestíbulo	36.69	18	225
Sala audición	22.94	11	137.5
Sala Control	12.70	4	50
Estudio grabación	43.57	6	75
Vestíbulo sótano	25.42	12	150

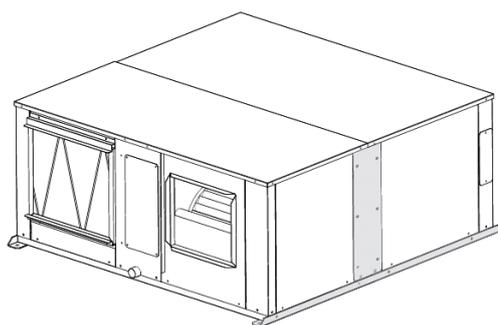
Además, en nuestro local mantendremos una temperatura de 21°C en invierno y de 24°C en verano, salvo en el estudio de grabación que será de 21°C constantes para todo el año, y una humedad relativa del 50%.

1.6.5.2.- Cargas Térmicas:

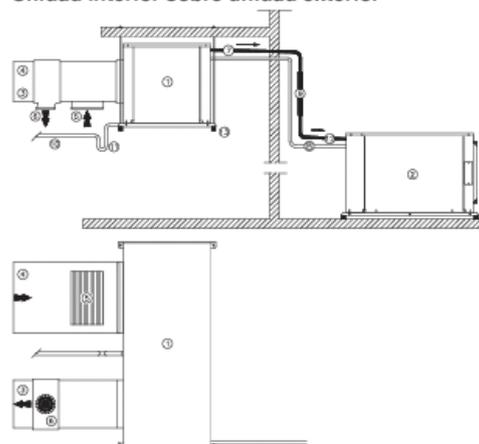
	Carga calefacción (W)	Carga Refrigeración (W)	Caudal mínimo necesario (m ³ /h)
TOTAL	22557.74	28404.43	1995

1.6.5.3.- Instalación:

El equipo que se instalará es un equipo autónomo modelo 27/R Bomba de calor de la casa comercial Ferrolí, con una capacidad frigorífica de 29000kcal/h. Dicho equipo se divide en dos ramales para distribuir aire a las dos zonas, zona superior y zona inferior, para economizar tubería. Los ramales serán fabricados en climaver plus neto, con secciones de impulsión de salida de 500x300mm, que se irá diseccionando a lo largo del recorrido en medidas inferiores según necesidades calculadas.



Unidad interior sobre unidad exterior



La difusión del aire se hará por medio de rejillas, fabricadas en aluminio anodizado con compuerta de regulación y medidas 300x200mm, instaladas con cajón de fibra y derivaciones del conducto principal en espiroflex de doble capa anticondensación. Rejillas de intemperie fabricadas en aluminio anodizado de sección 4mm, antirrobo con antipájaros.

Toda la maquinaria irá instalada con vacíos atmosféricos, sobre una bancada especial con sistema de amortiguación, y los paramentos necesarios para su correcto funcionamiento.

1.6.6.- Instalación de Protección Contra Incendios

1.6.6.1.- Propagación Interior:

Para el cálculo de protección frente a incendios, consideraremos siempre la situación más desfavorable, aunque en muchos casos solo sea una situación teórica que no se dará nunca. Para ello, tomaremos como base el CTE y su documento DB-SI.

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio ⁽¹⁾⁽²⁾

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽²⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽¹⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial/Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽¹⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽¹⁾	EI 120 ⁽¹⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	E _t t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

En nuestro caso, todo el estudio es un sector de incendios independiente del resto del edificio, cuyo nivel de resistencia al fuego dadas sus características será EI90, tanto

en la planta baja, como en la planta sótano, ya que ésta última no es en realidad una planta bajo rasante.

Sectores de incendio							
Sector	Sup. Construida (m ²)		Uso previsto (1)	Resistencia al fuego del elemento compartimentador (2)			
				Paredes y techos (3)		Puertas	
	Norma	Proyecto		Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Planta baja	2500	144.26	Pública concurrencia	EI90	EI90	EI2 30-C5	EI2 60-c5
Planta sótano	2500	124.27	Pública concurrencia	EI90	EI90	EI2 30-C5	EI2 60-c5
Cuarto instalac	2500	6.52	Especial	EI90	EI90	EI2 30-C5	EI2 60-c5

1.6.6.2.- Propagación Exterior:

Tanto la propagación exterior vertical, como la horizontal del presente proyecto cumple con lo requerido por el CTE y su documento DB-SI.

1.6.6.3.- Evacuación de Ocupantes:

Según el CTE, el número de ocupantes teórica de nuestro local será:

Dependencias	Superficie útil (m2)	Ocupación teórica (m2/pers)	Ocupación real (personas)
Planta Baja			
Oficina	13.60	2	6
Aseos	13.14	-	2
Local ensayo 1	13.29	-	3
Local ensayo 2	43.57	-	6
Cuarto instalación	6.52	-	-
Sala audición	22.94	2	11
Sala Control	12.70	-	4
Estudio grabación	43.57	-	6
Ocupación total		38 personas	

Evaluando ahora las vías de evacuación, vemos que en todos los casos su longitud hasta un punto seguro es menor de 25m, salvo en la vía desde el local de ensayo 2 hasta el exterior que alcanza casi los 30m. Esto se ha solucionado instalando una puerta de emergencia en la planta sótano, con lo que debido a la nueva ocupación de evacuación de la planta baja, el recorrido de las vías de evacuación puede aumentar hasta los 50m.

La anchura de las vías de evacuación es superior en todos los puntos a las dimensiones mínimas que nos marca el CTE DB-SI para nuestro local.

Se utilizarán señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a lo establecido en el apartado 7 del DB-SI. Las señales serán visibles incluso en caso de fallo del sistema de alumbrado normal, según las normas UNE 23035-1:2003, 23035-2:2003, 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

1.6.6.4.- Instalaciones de protección contra incendios:

Atendiendo a la tabla 1.1 de la sección 4 del DB-SI, en nuestro caso solo se precisa la instalación de extintores portátiles con una eficacia 21A-113B a 15m de recorrido en cada planta como máximo en todos los recorridos de evacuación. Su ubicación queda reflejada en los planos del presente proyecto. En total se utilizarán 4 extintores portátiles de polvo químico ABC polivalente antigrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B y con 6kg de agente extintor, manómetro y manguera con boquilla difusora.

1.7.- ANEXO I: CÁLCULOS

1.7.1.- Albañilería

Debido a las características de la instalación, el apartado de albañilería (tabiques, cerramientos, paramentos horizontales...) quedará definido en los puntos 1.7.2. Cálculo de aislamiento y acondicionamiento acústico, en el Documento Planos, y en el Documento Presupuesto.

1.7.2.- Cálculo del Aislamiento y Acondicionamiento Acústico

1.7.2.1.- Percepción humana del sonido.

Podemos estudiar el sonido en sí mismo, como fenómeno físico puro; pero, dentro del campo de la Acústica Arquitectónica, lo que de verdad nos interesa es *el efecto del sonido en la actividad humana*.

1.7.2.1.1- El sonido.

El **sonido** es una serie de *oscilaciones de la presión del aire*. El **ruido** es *sonido no deseado*.

La *energía* que transportan las ondas sonoras (**energía sonora**) es minúscula, pero nuestros oídos son detectores muy sensibles capaces de reaccionar incluso a movimientos del aire del orden de dimensiones de una molécula. Para “eliminar” el ruido, tenemos que transformar la energía sonora en otras formas de energía, generalmente en *calor*. La energía que transporta un sonido varía con el cuadrado de las oscilaciones de presión.

La **frecuencia** de un sonido representa *cuántas veces vibra una onda sonora en una unidad de tiempo*. Se acepta normalmente que el rango de frecuencias audibles por las personas va de 20 a 20.000 Hz. (ciclos por segundo), aunque en la práctica este rango varía tanto de persona a persona como con la edad. Percibimos las *bajas frecuencias* como *sonidos graves*, y las *altas frecuencias* como *sonidos agudos*.

	20.000 Hz	Límite superior audible (variable).
	10.000 Hz	
Nota más aguda del piano:	4.186 Hz.	
	1.000 Hz	Señales horarias de la radio.
Tono del teléfono:	440 Hz	(nota La).
	100 Hz	
	20 Hz	Límite inferior audible.

Escala de frecuencias sonoras.

1.7.2.1.2.- El oído.

Un sonido de una frecuencia dada es percibido como más o menos fuerte en función de la *amplitud* de las variaciones de presión atmosférica que lo constituyen. La sensibilidad del oído no es la misma a todas las frecuencias, por lo que dos ondas de igual amplitud pero frecuencias distintas pueden ser percibidas como una más fuerte que la otra.

A pesar de la extrema sensibilidad del oído humano, hay variaciones de la presión atmosférica demasiado pequeñas para que podamos detectarlas. El límite inferior se denomina **umbral de audición**. Por otra parte, si las variaciones son demasiado grandes, el sonido sobrepasa el **umbral del dolor**, a partir del cual “sufrimos” el sonido más que oírlo.

La *respuesta del oído* a la energía sonora (y, por lo tanto, al cuadrado de las oscilaciones de la presión atmosférica) *no es lineal*. Doblar la energía de un sonido no hace que lo percibamos como el doble de fuerte; en realidad es un cambio apenas perceptible. Para lograr que un sonido sea percibido como el doble de fuerte, tenemos que multiplicar su energía por diez.

Desde el punto de vista de la lucha contra el ruido esto significa que, para lograr que un sonido suene la mitad de fuerte, tenemos que dividir su energía sonora entre diez. Y para conseguir que parezca cuatro veces más débil, debemos dividir su energía sonora entre cien.

1.7.2.1.3.- El decibelio

a) *La escala de niveles sonoro:*

Hemos visto que la respuesta del oído a la energía sonora no es lineal. Por ello, parece lógico utilizar una escala no lineal para medir *niveles sonoros*. En realidad, la respuesta del oído humano es logarítmica, y por lo tanto se utilizan *escalas logarítmicas* para medir los niveles sonoros. La escala más comúnmente utilizada en Acústica Arquitectónica es la *de decibelios de presión*. En esta escala, se define el **nivel sonoro L_p o nivel de presión sonora** como:

$$L_p = 10 \log_{10} (p/p_0)^2, \text{ donde } p_0 \text{ es la presión de referencia.}$$

La presión de referencia es tal que, a una frecuencia de 1.000 Hz, el umbral de audición esté a 0 dB. La figura ilustra con algunos ejemplos la escala de niveles sonoros:



L_p también es conocido como **SPL, Sound Pressure Level**. Esta magnitud indica la cantidad de ruido sin ponderar en todo el rango de frecuencias audibles (desde 20Hz a 20KHz). Este índice no proporciona información concreta sobre la variabilidad del ruido, ni sobre su composición espectral, debido a que para ser un dato a tener en cuenta, debe ir referido a una frecuencia determinada. Para no tener que estudiar todo el espectro acústico acudimos a las bandas de frecuencias por octavas, siendo las frecuencias:

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
-----------------	-----	-----	-----	------	------	------

b) *Los decibelios ponderados A, dB(A).*

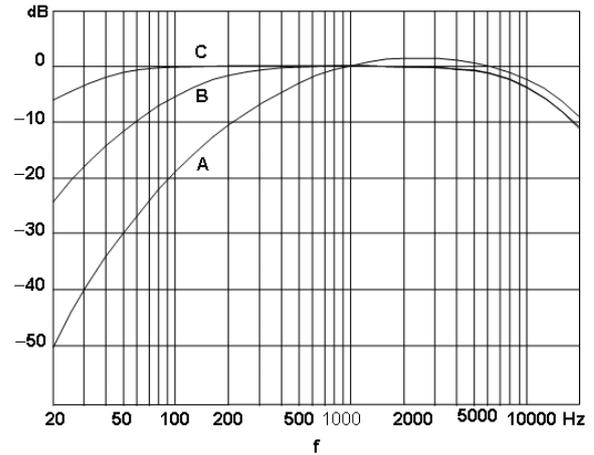
A menudo queremos *un solo número* que nos dé una idea de lo fuerte que es un sonido. Para ello hay que recoger en una sola cifra las distintas energías sonoras que lleva el sonido en las distintas frecuencias. Ahora bien, sabemos que la respuesta del oído no es la misma en todas las frecuencias, sino que es más sensible a unas que a otras.

La forma más sencilla de tenerlo en cuenta es **ponderar** los distintos contenidos energéticos del sonido en sus distintas frecuencias; esto es, dar más importancia a las frecuencias en las que el oído es más sensible, y menos a las frecuencias en las que el oído lo es menos.

Hay varias ponderaciones distintas. La más habitual de todas es la **ponderación A**. Los niveles obtenidos mediante esta ponderación se conocen como **dB(A)**. Esta “(A)” es una indicación muy importante que nos dice cómo fue calculado un nivel sonoro.

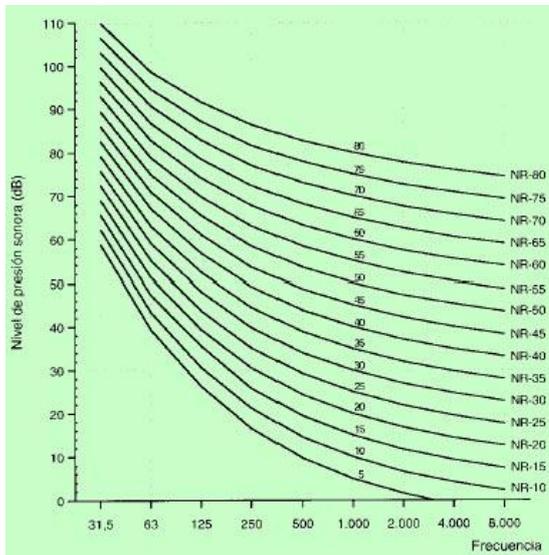
Valores para compensar a escala "A"

f [Hz]	A _f [dB]
63	-26,2
125	-16,1
250	-8,6
500	-3,2
1000	0
2000	+1,2
4000	+1,0
8000	-1,1



c) *Curvas de valoración NR (Noise Rating)*

Son una familia de métodos basados en curvas que se han obtenido mediante pruebas subjetivas realizadas a personas ocupadas en diferentes actividades, eligiendo así, en función de la actividad que realicen, las curvas que delimitan las condiciones de confortabilidad acústica.



Uno de los criterios más utilizado son las curvas NR, desarrolladas en la norma UNE 74022-81. Para aplicar este método se debe obtener el análisis de frecuencias del ruido objeto de estudio.

NR	Niveles de presión sonora en bandas de octava (dB)								
	Frecuencias centrales (Hz)								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0	55.4	35.5	22.0	12.0	4.8	0	-3.5	-6.1	-8.0
5	58.8	39.4	26.3	16.6	9.7	5	1.6	-1.0	-2.8
10	62.2	43.4	30.7	21.3	14.5	10	6.6	4.2	2.3
15	65.6	47.3	35.0	25.9	19.4	15	11.7	9.3	7.4
20	69.0	51.3	39.4	30.6	24.3	20	16.8	14.4	12.6
25	72.4	55.2	43.7	35.2	29.2	25	21.9	19.5	17.7
30	75.8	59.2	48.1	39.9	34.0	30	26.9	24.7	22.9
35	79.2	63.1	52.4	44.5	38.9	35	32.0	29.8	28.0
40	82.6	67.1	56.8	49.2	43.8	40	37.1	34.9	33.2
45	86.0	71.0	61.1	53.6	48.6	45	42.2	40.0	38.3
50	92.9	75.0	65.5	58.5	53.5	50	47.2	45.2	43.5
55	89.4	78.9	69.8	63.1	58.4	55	52.3	50.3	48.6
60	96.6	82.9	74.2	67.8	63.2	60	57.4	55.4	53.8
65	99.7	86.8	78.5	72.4	68.1	65	62.5	60.5	58.9
70	103.1	90.8	82.9	77.1	73.0	70	67.5	65.7	64.1
75	106.5	94.7	87.2	81.7	77.9	75	72.6	70.8	69.2
80	109.9	98.7	91.6	86.4	82.7	80	77.7	75.9	74.4
85	113.3	102.6	95.9	91.0	87.6	85	82.8	81.0	79.5
90	116.7	106.6	100.3	95.7	92.5	90	87.8	86.2	84.7
95	120.1	110.5	104.6	100.3	97.3	95	92.9	91.3	89.8
100	123.5	114.5	109.0	105.0	102.2	100	98.0	96.4	95.0
105	126.9	118.4	113.3	109.6	107.1	105	103.1	101.5	100.1
110	130.3	122.4	117.7	114.3	111.9	110	108.1	106.7	105.3
115	133.7	126.3	122.0	118.9	116.8	115	113.2	111.8	110.4
120	137.1	130.3	126.4	123.6	121.7	120	118.3	116.9	115.6
125	140.5	134.2	130.7	128.2	126.6	125	123.4	122.0	120.7
130	143.9	138.2	135.1	132.9	131.4	130	128.4	127.2	125.9

1.7.2.2.- Nociones sobre acústica arquitectónica.

1.7.2.2.1.- Presentación del problema.

El ruido es uno de los motivos de queja más frecuentes en los edificios en los que trabajamos y vivimos. El ruido puede provenir tanto del interior como del exterior del edificio en el que nos encontramos. La primera solución que podríamos dar al problema del ruido sería sin duda suprimir las fuentes, o rebajar su emisión hasta niveles tolerables. Pero esto no es siempre posible, y en la mayoría de los casos los elementos constituyentes del edificio (forjados, particiones...) deben ser capaces de reducir la inmisión sonora que soportan sus usuarios.

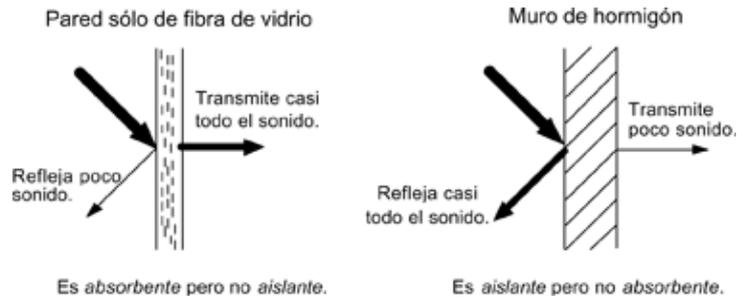
1.7.2.2.2.- Aislamiento y absorción.

Uno de los errores más frecuentes al tratar sobre acústica arquitectónica es el de confundir **aislamiento** y **absorción**. Hay varios efectos posibles cuando un sonido incide sobre una partición: el sonido puede ser *transmitido* a la habitación contigua, *reflejado* y devuelto a la habitación, o *absorbido* por la propia partición, desapareciendo en forma de calor. Estas posibilidades se muestran en la figura:



Cuando el sonido incide sobre una partición, puede ser reflejado, absorbido o transmitido.

En la práctica, al hablar de absorción en una habitación no nos referimos sólo al sonido que desaparece en forma de calor, sino a todo el que no es reflejado (o sea, el absorbido más el transmitido). Por ejemplo, materiales como la fibra de vidrio son buenos *absorbentes* en altas frecuencias, pero si construyéramos un tabique sólo con fibra de vidrio la mayor parte del sonido pasaría de una habitación a la otra, porque la fibra de vidrio es *absorbente pero no aislante*. Un muro pesado de hormigón, por el contrario, es un buen *aislante* sonoro y no permite que mucho sonido pase de un lado a otro; pero refleja la práctica totalidad del sonido que le llega de una habitación hacia el interior la misma, porque es *aislante pero no absorbente*.

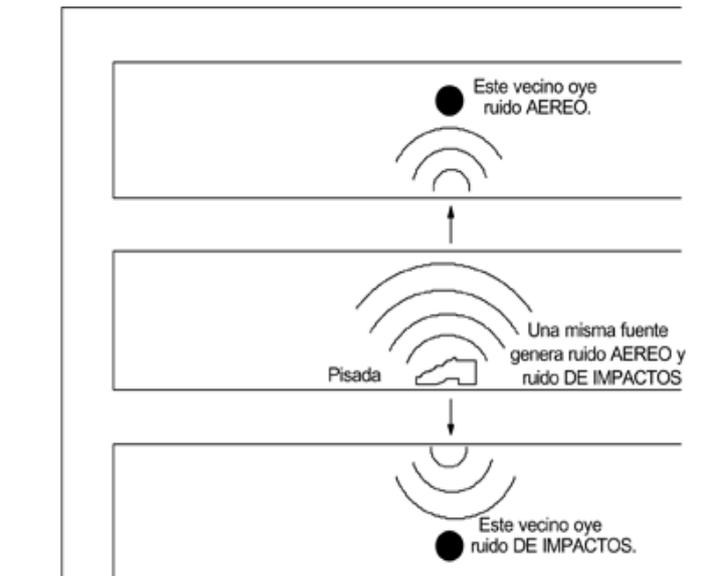


*Particiones absorbentes y aislantes.
Es importante no confundir **aislamiento** y **absorción**.*

De esta forma, el **aislamiento** es el principal método de control de la transmisión del sonido en edificios, mientras que de la **absorción** dependen las características acústicas de una habitación.

1.7.2.2.3.- Ruido aéreo y ruido de impactos.

Se pueden diferenciar dos tipos de ruido según el mecanismo por el que son transmitidos. Los **ruidos aéreos**, como las voces, aportan una energía sonora al aire, desde el cual ésta pasa a los elementos de los que se compone el edificio. Los **ruidos de impactos**, como las pisadas, aportan la energía directamente a la estructura del edificio. Obsérvese que un mismo ruido puede ser transmitido a unos sujetos por vía aérea y a otros por vía estructural. Como ilustra la figura, las pisadas del inquilino del segundo piso son percibidas por las del primero como ruido de impactos, y por las del tercero como ruido aéreo.



*Ruido aéreo y ruido de impactos.
El ruido se clasifica como aéreo o de impactos en función del canal de propagación hasta el receptor. El mismo ruido puede ser aéreo para unas personas y de impactos para otras.*

1.7.2.2.4.- Aislamiento.

El aislamiento es, como hemos visto, el principal método de controlar la transmisión del sonido en un edificio. Para conseguir un buen aislamiento no siempre basta con mejorar el aislamiento de una partición, porque parte del sonido puede llegarnos por caminos indirectos. Es necesario combatir todos los caminos de transmisión (directos e indirectos) tanto del ruido aéreo como del ruido de impactos. La forma de lograr un buen aislamiento depende del tipo de ruido del que se trate. Por ejemplo, un forjado macizo de hormigón presenta un buen aislamiento frente a ruido aéreo, pero no nos protege del ruido de impactos. Para ello hará falta revestirlo con un recubrimiento blando, como una moqueta. De todos modos, podemos decir que los principios del aislamiento son básicamente tres:

1. La **masa**. El sonido procedente de otra habitación llega hasta nuestros oídos a través de el aire, excitado por la vibración de las particiones que nos rodean. Cuanto más pesadas son estas particiones, más difícil le resulta al ruido hacerlas vibrar.
2. La **impermeabilidad**. A la gente le cuesta creer que pequeñas fisuras puedan tener un gran efecto en el aislamiento global, pero es así. Los marcos de puertas y ventanas deben ser estancos, y se deben cuidar asimismo los conductos para tubos y cables, los enchufes.
3. El **aislamiento estructural**. El mínimo contacto posible entre dos superficies o dos habitaciones proporciona el mayor aislamiento al ruido. Esta separación física se pierde fácilmente por uniones rígidas, como por ejemplo un clavo. Las cámaras de aire en particiones dobles deberían ser tan anchas como fuera posible, y es recomendable colocar en ella una capa de material esponjoso (tipo lana mineral) para evitar que el aire haga de puente entre las dos hojas.

1.7.2.3.- Normativa y bases de cálculo.

En este proyecto, para llevar a cabo el cálculo del aislamiento acústico tenemos como referencia el cumplimiento del Código Técnico CTE, y en especial su documento DB-HR, así como la normativa de ruidos del ayuntamiento de Torrelavega. Debido a la naturaleza especial del local y su especialización, en lugar de trabajar en los cálculos con ponderaciones globales L_w , lo haremos dividiendo el espectro de frecuencias en octavas, con lo que obtendremos un cálculo mucho más preciso.

1.7.2.3.1 Valores límite de aislamiento en el CTE DB-HR

1) Aislamiento acústico a ruido aéreo

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las *fachadas*, las *cubiertas*, las *medianerías* y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada *recinto* de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

a) En los *recintos protegidos*:

i) Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma *unidad de uso* en edificios de uso residencial privado:

– El índice global de reducción acústica, ponderado A, RA , de la *tabiquería* no será menor que 33 dBA.

ii) Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma *unidad de uso*:

– El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{nT,A}$, entre un *recinto protegido* y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio no perteneciente a la misma *unidad de uso* y que no sea *recinto de instalaciones* o de *actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 50 dBA, siempre que no compartan puertas o ventanas.

Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA , de éstas no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA , del cerramiento no será menor que 50 dBA.

iii) Protección frente al ruido generado en *recintos de instalaciones* y en *recintos de actividad*:

– El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{nT,A}$, entre un *recinto protegido* y un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.

iv) Protección frente al ruido procedente del exterior:

– El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{2m,nT,Atr}$, entre un *recinto protegido* y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, L_d , definido en el Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de la zona donde se ubica el edificio.

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁷⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

⁽¹⁷⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

- El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido. En el caso de que un recinto pueda estar expuesto a varios valores de L_d , como por ejemplo un recinto en esquina, se adoptará el mayor valor.
- Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, L_d , se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial. Para el resto de áreas acústicas, se aplicará lo dispuesto en las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Cuando se prevea que algunas *fachadas*, tales como *fachadas* de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como *fachadas* exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día, L_d , 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.
- Cuando en la zona donde se ubique el edificio el *ruido exterior dominante* sea el de aeronaves según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{2m,nT,Atr}$, obtenido en la tabla 2.1 se incrementará en 4 dBA.

b) En los *recintos habitables*:

i) Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma *unidad de uso*, en edificios de uso residencial privado:

- El índice global de reducción acústica, ponderado A, RA , de la *tabiquería* no será menor que 33 dBA.

ii) Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma *unidad de uso*:

- El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{nT,A}$, entre un *recinto habitable* y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio no perteneciente a la misma *unidad de uso* y que no sea *recinto de instalaciones* o de *actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 45 dBA, siempre que no compartan puertas o ventanas.

Cuando sí las compartan y sean edificios de uso residencial (público o privado) u hospitalario, el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA , de éstas no será menor que 20 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA , del cerramiento no será menor que 50 dBA.

iii) Protección frente al ruido generado en *recintos de instalaciones* y en *recintos de actividad*:

- El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{nT,A}$, entre un *recinto habitable* y un *recinto de instalaciones*, o un *recinto de actividad*, colindantes vertical u horizontalmente con él, siempre que no compartan puertas, no será menor que 45 dBA. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, de éstas, no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, del cerramiento no será menor que 50 dBA.

c) En los *recintos habitables* y *recintos protegidos* colindantes con otros edificios:

El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{2m,nT,Atr}$) de cada uno de los *cerramientos* de una *medianería* entre dos edificios no será menor que 40 dBA o alternativamente el *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que 50 dBA.

2) Aislamiento acústico a ruido de impactos

Los elementos constructivos de separación horizontales deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

a) En los *recintos protegidos*:

i) Protección frente al ruido procedente generado en recintos no pertenecientes a la misma *unidad de uso*:

- El *nivel global de presión de ruido de impactos*, $L'_{nT,w}$, en un *recinto protegido* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio, no perteneciente a la misma *unidad de uso* y que no sea *recinto de instalaciones* o *de actividad*, no será mayor que 65 dB. Esta exigencia no es de aplicación en el caso de *recintos protegidos* colindantes horizontalmente con una escalera.

ii) Protección frente al ruido generado en *recintos de instalaciones* o en *recintos de actividad*:

- El *nivel global de presión de ruido de impactos*, $L'_{nT,w}$, en un *recinto protegido* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un *recinto de actividad* o con un *recinto de instalaciones* no será mayor que 60 dB.

b) En los *recintos habitables*:

i) Protección frente al ruido generado de *recintos de instalaciones* o en *recintos de actividad*:

- El *nivel global de presión de ruido de impactos*, $L'_{nT,w}$, en un *recinto habitable* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un *recinto de actividad* o con un *recinto de instalaciones* no será mayor que 60 dB.

1.7.2.3.2- Mediciones de niveles de ruido

El primer paso para comenzar a dimensionar la instalación, es conocer el nivel de ruido y la presión sonora con que vamos a trabajar habitualmente. Para obtener unos valores realistas, el método más práctico y preciso es la realización in situ del nivel de presión sonora de distintos instrumentos musicales en un espacio similar al de trabajo.

Para ello, hemos contado con la inestimable ayuda del músico cantabro, Jesús Gancedo, por lo que hemos podido grabar diversos instrumentos en su estudio de grabación, pasando a continuación a analizar los valores obtenidos mediante un software especializado como es LOGIC PRO. De esta manera, hemos podido grabar y analizar los niveles de batería, guitarra, bajo, teclado, y saxo, siendo los resultados obtenidos los que a continuación se detallan:



Para la realización de dichas mediciones hemos contado con el siguiente equipamiento musical:

- Batería DW Lacquer Custom
- Guitarra Ibanez RG700 con amplificador Peavey 6505 120w
- Bajo Cort Artisian A6 y amplificador Amper SVT-7 Pro Bass 600w
- Teclado Korg TR-Le76 y amplificador Roland KC-880 320w
- Saxofón Yamaha YAS 280 y equipo de voces Yamaha EMX 5014C

Con estos instrumentos queda cubierto la mayoría de formaciones musicales de los estilos que podrían grabar como banda en directo. Señalar que salvo excepciones en estilos como blues o jazz, normalmente se grabará sobre una pista base de forma individual, con lo que de esta forma el nivel de ruido sería menor.

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Batería (dB)	86.7	88.9	86.3	83.1	72.9	62.7
Guitarra (dB)	62.1	67.6	72.3	78.1	82.3	80.8

Piano (dB)	83.9	90.1	92.8	83.9	80.7	74.6
Bajo (dB)	82.6	80.9	73.4	70.2	68.9	61.3
Saxo (dB)	81.9	89.7	92.6	84.7	83.1	80.1

Y ponderado a la escala de dB(A) tenemos:

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
dB(A)	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1
Batería dB(A)	70.6	80.3	83.1	83.1	74.1	63.7
Guitarra dB(A)	46	59.2	69.1	78.1	83.5	81.8
Piano dB(A)	67.8	86.9	89.6	83.9	81.9	75.6
Bajo dB(A)	66.5	72.3	70.2	70.2	70.1	62.3
Saxo dB(A)	65.8	81.1	89.4	84.7	84.2	81.1

Como hemos dicho anteriormente, uno de los casos más desfavorables sería que todo el grupo tocara de manera conjunta en la grabación, lo que produciría el máximo nivel de presión sonora. Por ello para sumar distintos niveles de presión sonora L_1 y L_2 , siendo el primero de ellos mayor, utilizaremos la expresión:

$$L_T = L_1 + 10 \log [1 + 1 / (10^{*(L_1 - L_2) / 10})]$$

Con lo que el nivel de presión sonora total del conjunto de instrumentos ponderado a dB(A) en frecuencias de octava será:

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	GLOBAL
TOTAL dB(A)	74.11	88.71	93.02	89.13	88.31	85.05	96.62

Para cumplir con la ordenanza municipal de Torrelavega y con el CTE DB-HR, debido a que nuestro local está considerado como recinto de actividad, debemos asegurar que el aislamiento mínimo a ruido aéreo de los tabiques que separan otra unidad de uso no será inferior a 55dB(A).

RECINTO EMISOR	RECINTOS RECEPTORES	
	Protegido Ruido aéreo, $D_{nT,A}$ (dBA)	Habitable Ruido aéreo, $D_{nT,A}$ (dBA)
De instalaciones o de actividad si ambos recintos no comparten puertas o ventanas	55^(III)	45
si comparten puertas:	Condiciones del cerramiento opaco y de la puerta R_A (dBA)	
	Puerta en recinto habitable 30	Cerramiento opaco 50
^(III) Un recinto de instalaciones o de actividad no puede tener puertas que den acceso directamente a los recintos protegidos del edificio.		

Tabiquería interior en edificios de viviendas:	$R_A \geq 33$ dBA
---	-------------------

Además, para asegurar una buena confortabilidad acústica entre los ocupantes, trabajaremos con un NR-25 entre las estancias interiores. Pero sobre todo, la mayor restricción vendrá dada, no por el ruido emitido, sino por el ruido recibido dentro del estudio de grabación/sala de control, que no podrá ser mayor que un NR-15. Siendo:

NR-15:

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
NR-15 (dB)	35	35.9	19.4	15	11.7	9.3
dB(A)	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1
NR-15 dB(A)	18.9	17.3	16.2	15	12.9	10.3
Total Instrument	74.11	88.71	93.02	89.13	88.31	85.05
AISLAMIENTO	55.21	71.41	76.82	72.93	75.41	74.75

NR-25:

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
NR-25 (dB)	43.7	35.2	29.2	25	21.9	19.5
dB(A)	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1
NR-25 dB(A)	27.6	26.6	26	25	23.1	20.5
Total Instrument	74.11	88.71	93.02	89.13	88.31	85.05
AISLAMIENTO	46.51	62.11	67.02	64.13	65.21	64.55

1.7.2.4.- Aislamiento Acústico.

A continuación se muestran las características de las soluciones usadas en los distintos paramentos, así como su situación en el local. Las definiciones podemos verlas en el capítulo descripción general de elementos constructivos.

Tabique tipo (A): Divisoria vertical mixta con multicapa y sándwich acústico.

Tabique tipo (B): Trasdosado sándwich acústico con Sonodan Plus

Tabique tipo (C): Divisoria vertical de doble hoja con sándwich acústico

Tabique tipo (D): Pared triple con trasdosado sándwich acústico con Sonodan Plus

Suelo tipo (E): Suelo flotante para bajas frecuencias y sobrecarga de uso.

Suelo tipo (F): Suelo aislamiento a ruido de impacto sistema Impactodan.

Techo tipo (G): Techo masa flotante Sonodan Plus

Techo tipo (H): Techo masa flotante Rocdan/Sonodan Plus

En función de las necesidades de aislamiento acústico que necesitemos en cada uno de los cerramientos, adoptaremos una solución, pero trabajaran todas como pared doble o pared triple, separadas estas por una cámara de aire que será dimensionada después y un material aislante, lo que hará que el sistema trabaje como un sistema de masa-muelle-masa. Este método se usa cuando necesitamos un gran aislamiento acústico, pero no queremos aumentar de manera desorbitada la masa del elemento. La pared se divide en un número de capas delgadas, de manera que el ruido se va reduciendo por etapas. Para conseguir un aislamiento tan alto como el que necesitamos, tenemos que conseguir que la segunda pared no ejerza ningún tipo de acción sobre la primera. El campo acústico entre ambas debe de ser difuso, para lo que la distancia entre ambas tiene que ser grande en comparación con la longitud de onda del sonido en el aire. Esto se traduce en una cámara de aire interpuesta entre ambos elementos que logre evitar al máximo la repercusión de las distintas capas entre sí.

Este tipo de pared, formado por dos o tres hojas rígidas e indeformables, con una cámara de aire entre ellas que hace a la vez de nexo y separación, forman el mencionado sistema de *masa-muelle-masa*, en el que el muelle es la separación entre las paredes. El sistema posee una frecuencia de resonancia, función de las masas y del espesor de la cámara de aire. Para calcular dicha frecuencia de resonancia usaremos la expresión:

$$f_r = \sqrt{\frac{1}{d} \left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2} \right)}$$

$$f_{r1} = 60 \sqrt{\frac{1}{d_3 + d_5} \left(\frac{M_2 + M_6}{M_2 \cdot M_6} \right)}$$

Conviene que nuestra frecuencia de resonancia sea lo más baja posible, ya que para ella la transmisión del sonido puede ser incluso mayor que si las masas estuviesen unidas directamente. Debemos cuidar por tanto la elección de las masas, así como la separación entre las mismas. En nuestro caso están todas en torno a los 30Hz, que es una frecuencia realmente baja, muy lejos de los 125Hz a partir de los cuales empezamos a estudiar en nuestro proyecto. Podemos considerar que a esas frecuencias el sonido casi no es audible para el ser humano, por estar cerca del límite establecido de 20Hz.

Es vital la colocación del elemento aislante (material poroso, no rígido) en la cámara de aire, pues con el se consigue evitar el acoplamiento que puede darse entre las capas contiguas si la distancia “d” entre las capas toma valores iguales a $\lambda/2$, $3\lambda/2$... con λ la longitud de onda del sonido en el aire.

1.7.2.4.1.- Aislamiento en paredes múltiples

A partir de la ley de la masa, se puede deducir que para aumentar el aislamiento acústico de una pared simple en 10 dB se tiene que aumentar la masa 10 veces, lo cual es antieconómico, de ahí que se recurra a dividir la pared en un número de capas más delgadas, de tal manera que el sonido se reduce por etapas.

En este caso, en una primera aproximación, se puede decir que cada capa trabaja independientemente, y si una capa de masa M, se divide en dos de masas M1 y M2, entonces el aislamiento total de esta capa doble está dado por :

$$R_t = 20 \log M1_w + 20 \log M2_w = 20 \log (M1 * M2)_w (dB)$$

Esto nos lleve a que la ganancia en el aislamiento acústico vendrá dada por:

$$R_d = R_t - R = 20 \log (M1 * M2)_w - 20 \log (M1 + M2) (dB)$$

Todo lo que hay que tener en cuenta en la pared de varia capas estará relacionado con evitar o disminuir la repercusión de las distintas capas entre sí. De acuerdo con

esto, hay que distinguir distintos tipos de acoplamiento perjudicial algunos de los cuales se exponen a continuación.

1) El primero de ellos lo podemos definir como una pared doble formada por dos hojas rígidas e indeformables, unidas entre sí por el aire de la cámara que forman, o por un dispositivo elástico, comportándose como un conjunto de dos masas M_1 y M_2 unidas por un resorte de constante elástica K , como se puede observar en la figura, presentando el conjunto una frecuencia de resonancia dada por :

$$f_r^2 = \frac{K}{4\pi^2} \frac{M_1 + M_2}{M_1 \cdot M_2}$$

que representa a bajas frecuencias un sistema masa-muelle-masa, que se puede comparar con un tambor, en el que las masas son las dos membranas del mismo, siendo el muelle el aire encerrado en su interior.

Un sistema de estas características es capaz de vibrar, como en un tambor, con una frecuencia propia exactamente definida, llamada frecuencia de resonancia f_r la cual se define como

$$f_r = \sqrt{\frac{1}{d} \left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2} \right)}$$

Se debe tener especial cuidado pues para esta frecuencia, la transmisión del sonido, puede ser incluso mayor que si las dos paredes estuviesen rígidamente unidas.

Por lo tanto, teniendo en cuenta a partir de que frecuencias se desea aislar, debe cuidarse la elección de las dos masas M_1 y M_2 , así como la separación d entre las mismas, con el fin de que la frecuencia de resonancia del conjunto esté por debajo del margen inferior de frecuencias que se desea aislar.

Como no se puede evitar este efecto, se debe exigir a la pared doble que esta resonancia se presente a una frecuencia tan baja, que quede fuera de la zona de frecuencias de aislamiento que se desee.

Un conjunto del tipo descrito, para las diferentes frecuencias se comporta de la siguiente forma:

A) para frecuencias inferiores a la frecuencia de resonancia, aun existiendo dos tabiques, se comporta como uno solo de masa $M = M_1 + M_2$, pudiendo transmitirse mayor sonido que si las dos capas están rígidamente unidas. El valor del aislamiento vendrá dado por:

$$a = 20 \log[(M_1 + M_2) \cdot f] - 42$$

B) para frecuencias comprendidas entre la de resonancia y una frecuencia $f_{r1} = 343/2d$, el aislamiento total tendrá en cuenta no sólo los aislamientos de las dos

capas, sino también las dimensiones de la capa a aislar, la separación entre las mismas y el coeficiente de absorción del material que se coloca entre las dos capas.

$$f_{r1} = \lambda/2d$$

$$a = a_1 + a_2 + 10 \cdot \log D + 10 \cdot \log \alpha' + 10 \cdot \log [(b+h)/(b \cdot h)] + 3$$

C) para frecuencias superiores a la de resonancia, cuya longitud de onda sea doble de la separación entre las capas, el aislamiento acústico será la suma de los aislamientos de las dos capas

$$a = a_1 + a_2 - 10 \cdot \log [(1/\alpha) + (1/4)]$$

Por otra parte, el empleo de material absorbente instalado entre las dos capas, bien porque el material tenga un valor reducido del coeficiente de absorción, o bien por una mala instalación del mismo, puede originar una reducción importante del aislamiento de la pared, por lo que deben tomarse precauciones para que esto no suceda.

2) Un segundo tipo de acoplamiento entre capas contiguas de una pared múltiple, a través de la cámara de aire, se presenta por ondas estacionarias.

Cuando las ondas inciden perpendicularmente aparece un acoplamiento entre ambas capas, cuando la distancia d toma los valores $\lambda/2$, $\lambda/3$, $3\lambda/2$... $\lambda =$ longitud de onda. Una forma de disminuir estas resonancias es introducir materiales absorbentes dentro de la cámara de aire.

Las capas de una pared múltiple no deben tener ninguna unión rígida, llamando puentes acústicos a cada una de las uniones, lo que produce un acoplamiento directo, disminuyendo el aislamiento. En el caso de que estos puentes sean inevitables, los mismos serán relativamente blandos y ligeros para las paredes pesadas, y pesados para las paredes ligeras.

Respecto a las capas adicionales, es importante saber a que lado de la pared se situará la capa adicional con la que se desea aumentar el aislamiento. Desde el punto de vista del fenómeno físico el proceso es reversible, o sea la intensidad acústica en el local receptor no se altera si se intercambian las posiciones de la fuente acústica y del micrófono receptor, por lo que desde este punto de vista es indiferente donde se sitúe la capa adicional.

Aunque sí se distingue, por la influencia de un tercer local que no limita directamente con la pared aislante. Para conseguir un mejor aislamiento, como es lógico, la capa adicional debe colocarse del lado en el que se encuentra el foco acústico.

En la pared triple tenemos que:

Para una partición triple (un sistema masa-resorte-masa-resorte-masa) existen dos resonancias fundamentales.

La menor frecuencia de resonancia viene dada por la ecuación:

$$f_{r1} = 60 \sqrt{\frac{1}{d_3 + d_5} \left(\frac{M_2 + M_6}{M_2 \cdot M_6} \right)}$$

Donde:

- M_2 = masa de la primera pared
- M_6 = masa de la pared opuesta
- M_4 = masa de la pared intermedia
- d_3 = separación entre las masas M_2 y M_4
- d_5 = separación entre las masas M_4 y M_6

La segunda resonancia no será de interés puesto que no tiene influencia en las pérdidas por transmisión.

Para este caso, suponiendo un campo acústico al azar en la cavidad, el aislamiento se puede calcular a partir de la siguiente expresión:

$$R_T = R_{M_2} + R_{M_4} + R_{M_6} + \left[10 \log(d_3 \cdot d_5) + 10 \log(\alpha_3 \cdot \alpha_5) + 10 \log \left(\frac{h + b}{h \cdot b} \right) \right] + 6$$

De acuerdo con todo esto, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

Las paredes de varias capas, que no tienen conexiones rígidas entre ellas, se comportan como un sistema vibratorio complejo, alcanzando un valor significativamente mayor de aislamiento que con una pared simple de la misma masa.

La cavidad de aire entre las dos hojas, en la pared doble aumenta el aislamiento acústico de la construcción y juegan el papel de amortiguadores, cuya acción se hace más efectiva a medida que la anchura de la cavidad aumenta, y se llena con material absorbente que no toca la pared básica.

Las disminuciones en el aislamiento acústico debidas a la resonancia se pueden suprimir parcialmente, aumentando la masa de la pared doble, o el espacio entre ellas, o cambiando el espesor, la densidad.....

Con todo esto, en el que será nuestro estudio de grabación, para una pared determinada del tipo B (Trasdosado sándwich acústico con Sonodan Plus), en el caso más desfavorable, que será la pared trasera de la sala de control, tenemos.



Capa 1:

- Panel multicapa sonodan plus + ladrillo tabicon guarnecido
- $M_1 = 115 \text{Kg/m}^2$
- $R_{a1} = 52.6$

Capa 2:

- Sándwich acústico (2 placas de yeso laminado N13 + membrana danosa MAD4)
- $M_2 = 25 \text{ Kg/m}^2$
- $R_{a2} = 38.3$

Dimensionamos la separación de la cámara de aire con un valor de 30cm. Dimensiones de la pared $2.97 \times 3.80 \text{m}^2$, con lo cual::

$$f_r = 23.92 \text{Hz}$$

Luego:

a) Para $f \leq f_r$

$$R_a = 20 \log[(M_1 + M_2) * f] - 42 = 29.4 \text{dB}$$

b) Para $f_r \leq f \leq f_{r1}$

$$f_{r1} = \lambda / 2d = 571 \text{Hz}$$

$$a = a_1 + a_2 + 10 * \log D + 10 * \log \alpha' + 10 * \log [(b+h)/(b*h)] + 3$$

f(Hz)	125	250	500
R _a (dB)	77.2	82.5	83.4

c) Para $f \geq f_{r1}$

$$a = a_1 + a_2 - 10 * \log [(1/\alpha) + (1/4)]$$

f(Hz)	1000	2000	4000
R _a (dB)	90.1	90	90.2

Para el caso de una pared triple de tipo D (Pared triple con trasdosado sándwich acústico con Sonodan Plus) en el caso más desfavorable, que será la pared derecha del estudio de grabación, tenemos.



Capa 1:

Ladrillo tabicón guarnecido
 $M_2 = 115 \text{Kg/m}^2$
 $R_{a2} = 31.4$

Capa 2:

Panel multicapa sonodan plus + ladrillo tabicón guarnecido
 $M_4 = 130 \text{Kg/m}^2$
 $R_{a4} = 52.6$

Capa 3:

- Sándwich acústico (2 placas de yeso laminado N13 + membrana danosa MAD4)
- $M_6 = 25 \text{ Kg/m}^2$
- $R_{a6} = 38.3$

Dimensionamos la separación de las cámaras de aire con un valor de $d_5=5\text{cm}$ y $d_5=15\text{cm}$. Dimensiones de la pared $7.42 \times 3.50\text{m}^2$, con lo cual::

$$f_r = 29.60\text{Hz}$$

Luego:

$$R_T = R_{M_2} + R_{M_4} + R_{M_6} + \left[10\log(d_3 \cdot d_5) + 10\log(\alpha_3 \cdot \alpha_5) + 10\log\left(\frac{h+b}{h \cdot b}\right) \right] + 6$$

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
R _T (dB)	87.5	93.8	98.8	102.6	102.9	103.5

De la misma forma, realizando los cálculos de cada tipo de paramento, en el lugar más desfavorable que vaya ha ser usado, obtenemos los siguientes resultados

				Valores de las distintas capas						
				M ₁	R _{a1}	M ₂	R _{a2}	M ₃	R _{a3}	
Def	Tipo	Dim(m)	Situa							
Estudio Sur	A	5.38x3.50	(1)	25	38.3	145	52.6	25	38.3	
Sala control	B	2.97x3.80	(2)	115	52.6	25	38.3	-	-	
Audición sur	C	6.05x3.5	(3)	28	43.2	28	43.2	-	-	
Estudio este	D	7.42x3.50	(4)	115	31.4	130	52.6	25	38.3	
Techo local 2	E	7.30x6.55	(5)	370	71	28.5	38.3	-	-	
Suelo/techo	E+H	7.30x6.55	(6)	93.5	65	370	71	28.5	38.3	
Techo Audición	G	6.05x3.60	(7)	28.5	38.3	365	69	-	-	
Suelo estudio	H	7.30x6.55	(8)	93.5	65	350	63	-	-	
				Aislamiento Obtenido (dB)						
				F(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Def	Tipo	Dim(m)	f _r (Hz)							
Estudio Sur	A	5.38x3.50	30.98	103.8	114.3	116	116.5	116.3	116.9	
Sala control	B	2.97x3.80	23.92	77.2	82.5	83.4	90.1	90	90.2	

Audición sur	C	6.05x3.5	35.86	67.5	71.8	72.2	85.8	85.8	85.8
Estudio este	D	7.42x3.50	29.60	87.5	93.8	98.8	102.6	102.9	103.5
Techo local 2	E	7.30x6.55	26.08	86.1	91.4	92.2	98.5	98.4	99.7
Suelo/techo	E+H	7.30x6.55	26.48	141	151.5	153.2	153.7	153.5	154.1
Techo Audición	G	6.05x3.60	26.09	86.6	91.7	92.7	106.5	106.4	106.7
Suelo estudio	H	7.30x6.55	37.31	94.9	100.1	101	127.2	127.1	127.3

Y ponderando los valores a dB(A), el aislamiento final que nos aporta cada solución es:

Aislamiento Total de cada tipo de tabique en dB(A)							
	F Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Def	Tipo						
Estudio Sur	A	87.7	105.7	112.8	116.5	117.5	117.9
Sala control	B	61.1	73.9	80.2	90.1	91.2	91.2
Audición sur	C	51.4	63.2	69	85.8	87	86.8
Estudio este	D	71.4	85.2	95.6	102.6	104.1	104.5
Techo local 2	E	70	82.8	89	98.5	99.6	100.7
Suelo/techo	E+H	124.9	142.9	150	153.7	154.7	155.1
Techo Audición	G	70.5	83.1	89.5	106.5	107.6	107.7
Suelo estudio	H	78.8	91.5	97.8	127.2	128.3	128.3

Como podemos ver, los tabiques que pueden delimitar con otra unidad de uso tanto lateral como verticalmente, cumplen sobradamente la normativa que nos exige un aislamiento mínimo de 55dB(A). Una vez cumplida la normativa vigente, vamos a intentar dar unos niveles de calidad acústica guiándonos por las curvas NR, Ponderando a dB(A) y comparando con el aislamiento necesario en cada lugar, en función de la curva NR que influya en dicho paramento, tenemos que el margen de aislamiento total en dB(A) de cada paramento es:

		Frecuencia en Hz					
		125	250	500	1000	2000	4000
Def	NR	Margen de aislamiento dB(A)					
Estudio Sur	NR 25	0.4	1.8	2.2	8.9	7	7.7

Sala control	NR 15	5.89	2.49	3.38	17.2	15.8	16.4
Audición sur	NR 25	4.89	2.1	2	21.7	21.8	22.3
Estudio este	NR 15	16.2	13.8	18.8	29.7	28.7	19.8
Techo local 2	NR 45	40.9	39.4	41.4	54.4	54.7	56.7
Suelo/techo	NR 15	69.7	71.5	73.2	80.8	79.3	80.4
Techo Audición	NR 25	24	21	22.5	42.4	42.4	43.2
Suelo estudio	NR 15	23.6	20.1	21	54.3	52.9	53.5

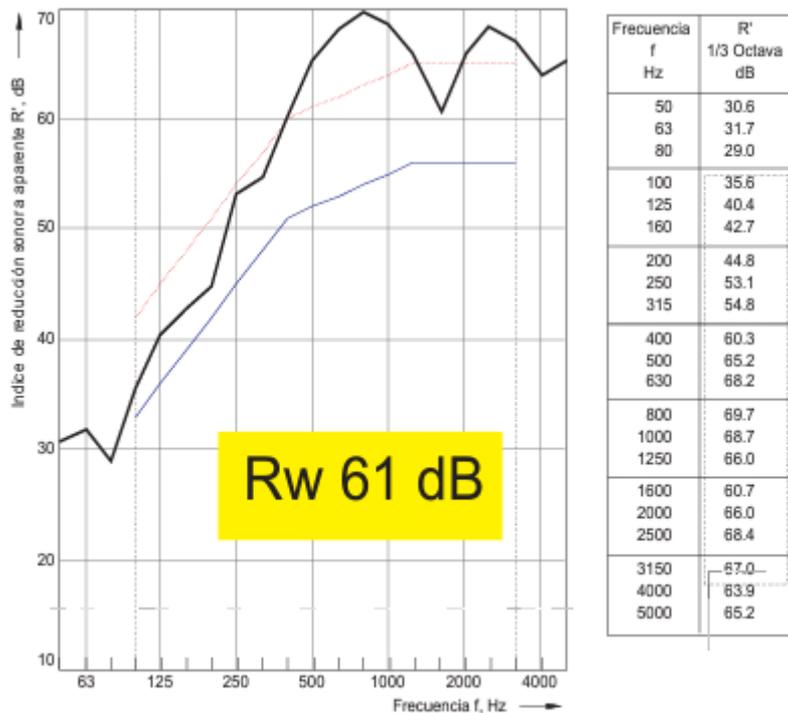
Para calcular el aislamiento global de la pared divisoria entre estudio de grabación y sala de control, teniendo en cuenta la instalación de un visor acústico modelo VAB 30/50 de dimensiones 2x1m de la casa comercial Barnatecno y una puerta NoiseLock STC64 de la casa comercial Stopson, así como la pared anteriormente calculada, tenemos:

$$R_g = 10 \log \frac{\sum S_i}{\sum S_i / 10^{0,1R_i}} \quad (\text{dB})$$

Puerta Noise Lock STC64

Clase	Espesor	Frecuencia central de la banda de octava (Hz)								Informe de prueba	Peso
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
STC	mm	Atenuación por transmisión en decibelios (dB)									Kg/m ²
43	45	15	21	40	41	43	44	51	56	815-29-95	34
47	64		23	41	43	47	52	56		TL-70-188	36
49	64	19	28	40	46	50	53	55	60	618-2-87	36
51	64	20	27	46	50	52	52	58	63	19c-94815	44
53	64	22	30	47	52	53	52	58	65	815-17-94	54
54	89	23	32	51	53	52	51	61	66	815-23h-94	78
61	89	23	35	53	58	60	62	68	73	815-23i-94	80
64	127	26	37	56	61	65	66	70	75	815-24-94	88

Visor acústico VAB 30/50



Con lo que para es espectro de frecuencias en octavas, el aislamiento será

f(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
R _g (dB)	46.9	63.9	69.2	73	72.2	72.2

1.7.2.5.- Acondicionamiento Acústico.

1.7.2.5.1. Propagación del sonido en un recinto cerrado

Según se acaba de indicar, la energía emitida por una fuente sonora en un recinto cerrado alcanza al oyente de dos formas:

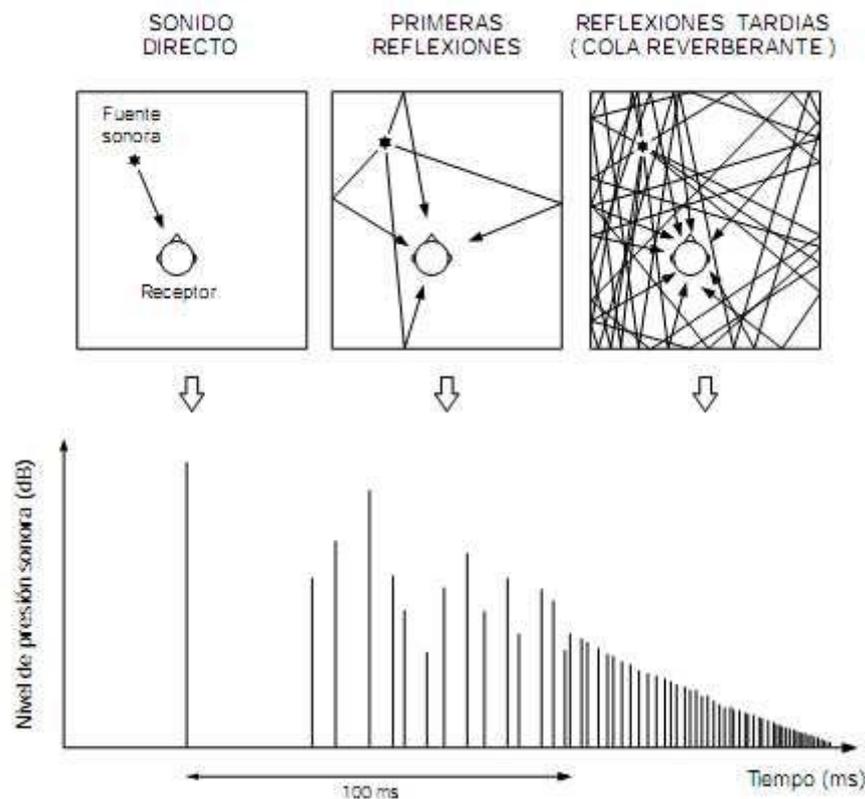
- _ Sonido directo: aquel que recorre la trayectoria en línea recta existente entre la fuente sonora y el oyente
- _ Sonido reflejado: aquel que alcanza al oyente, después de realizar una o mas reflexiones sobre las superficies de la sala.

Si tomamos como referencia el punto de escucha, el nivel sonoro recibido del sonido directo depende de la distancia a la fuente, mientras que el nivel sonoro obtenido del sonido reflejado, depende tanto de los diferentes caminos recorridos por los rayos sonoros como del coeficiente de absorción de los materiales de las superficies que definen la sala.

Sonido reflejado

Al analizar la evolución temporal del sonido reflejado en un punto cualquiera de la sala, se identificaran básicamente dos zonas: una primera zona que engloba todas aquellas reflexiones que llegan inmediatamente después del sonido directo, y que

reciben el nombre de primeras reflexiones o reflexiones tempranas (los primeros “rebotes” en paredes, suelo y techo), y una segunda formada por las siguientes reflexiones que constituyen la denominada cola reverberante. Si bien la llegada de reflexiones al punto de escucha se produce de forma continua, y por tanto sin cambios bruscos, también es cierto que las primeras reflexiones llegan de forma más discretizada que las tardías, debido a que se trata de reflexiones de orden bajo (habitualmente, orden ≤ 3). Se dice que una reflexión es de orden “n” cuando el rayo sonoro asociado ha incidido “n” veces sobre las diferentes superficies del recinto antes de llegar al receptor.



1.7.2. 5.1.- Materiales absorbentes.

a) Coeficiente de absorción

El sonido es reflejado en una superficie igual que la luz en un espejo. Estas reflexiones tienen efectos importantes en las cualidades acústicas de una habitación, porque son responsables de la *reverberación*, de los *ecos* e incluso de la propagación del sonido a lo largo de túneles y pasillos. El control de estas reflexiones es determinante para la calidad acústica de un recinto, porque condiciona cualidades como la claridad, unicidad o plenitud de un sonido. Para controlar la reflexión del sonido debemos hacer un uso adecuado de los materiales **reflectantes** (esto es, que reflejan gran parte del sonido incidente) y **absorbentes** (que reflejan una pequeña parte del sonido, y absorben el resto).

Se define el **coeficiente de absorción acústica** α de un material (o de un elemento) como la *proporción de energía sonora que es absorbida* al incidir en él un sonido. La absorción acústica de un material depende de la frecuencia del sonido. Podemos

representar por lo tanto el coeficiente α como una función de la frecuencia o dar un índice global. En el laboratorio medimos α en bandas de tercio de octava. En la tabla siguiente recogemos valores típicos (en bandas de octava) del coeficiente de absorción de algunos materiales usuales:

Materiales	Coeficientes					
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Ladrillo, sin enlucir	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
Ladrillo, sin enlucir, pintado	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Revoque de cal y arena	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06
Placa de yeso	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Moqueta sobre hormigón	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65
Bloque de hormigón ligero poroso	0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25
Bloque de hormigón pintado	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08
Suelo de hormigón o terrazo	0.01	0.01	0.015	0.02	0.02	0.02
Mármol o azulejos	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Madera	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
Panel de madera contrachapada de 1 cm de espesor	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
Panel de madera aglomerada	0.47	0.52	0.50	0.55	0.58	0.63
Parquet	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Parquet de madera sobre hormigón	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Parquet de madera sobre listones	0.20	0.15	0.12	0.10	0.10	0.07
Alfombra de goma de 0.5 cm de espesor	0.04	0.04	0.08	0.12	0.03	0.10
Cortina 475 g/m ²	0.07	0.31	0.49	0.75	0.70	0.60
Espuma de poliuretano de 35 mm (Fonac)	0.11	0.14	0.36	0.82	0.90	0.97

Espuma de poliuretano de 35 mm (Fonac)	0.11	0.14	0.36	0.82	0.90	0.97
Espuma de poliuretano de 50 mm (Fonac)	0.15	0.25	0.50	0.94	0.92	0.99
Espuma de poliuretano de 75 mm (Fonac)	0.17	0.44	0.99	1.00	1.00	1.00
Espuma de poliuretano de 35 mm (Sonex)	0.06	0.20	0.45	0.71	0.95	0.89
Espuma de poliuretano de 50 mm (Sonex)	0.07	0.32	0.72	0.88	0.97	1.00
Espuma de poliuretano de 75 mm (Sonex)	0.13	0.53	0.90	1.00	1.00	1.00
Lana de vidrio de 14 kg/m ³ y 25 mm de espesor	0.15	0.25	0.40	0.50	0.65	0.70
Lana de vidrio de 14 kg/m ³ y 50 mm de espesor	0.25	0.45	0.70	0.80	0.85	0.85
Lana de vidrio de 35 kg/m ³ y 25 mm de espesor	0.20	0.40	0.80	0.90	1.00	1.00
Lana de vidrio de 35 kg/m ³ y 50 mm de espesor	0.30	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00
Ventana de vidrio ordinaria	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Pared de ladrillo enlucida con yeso	0.013	0.015	0.02	0.03	0.04	0.05
Superficie de piscina llena de agua	0.008	0.008	0.013	0.15	0.020	0.25
Puertas y ventanas abiertas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1.7.2.5.2.- Tiempo de reverberación.

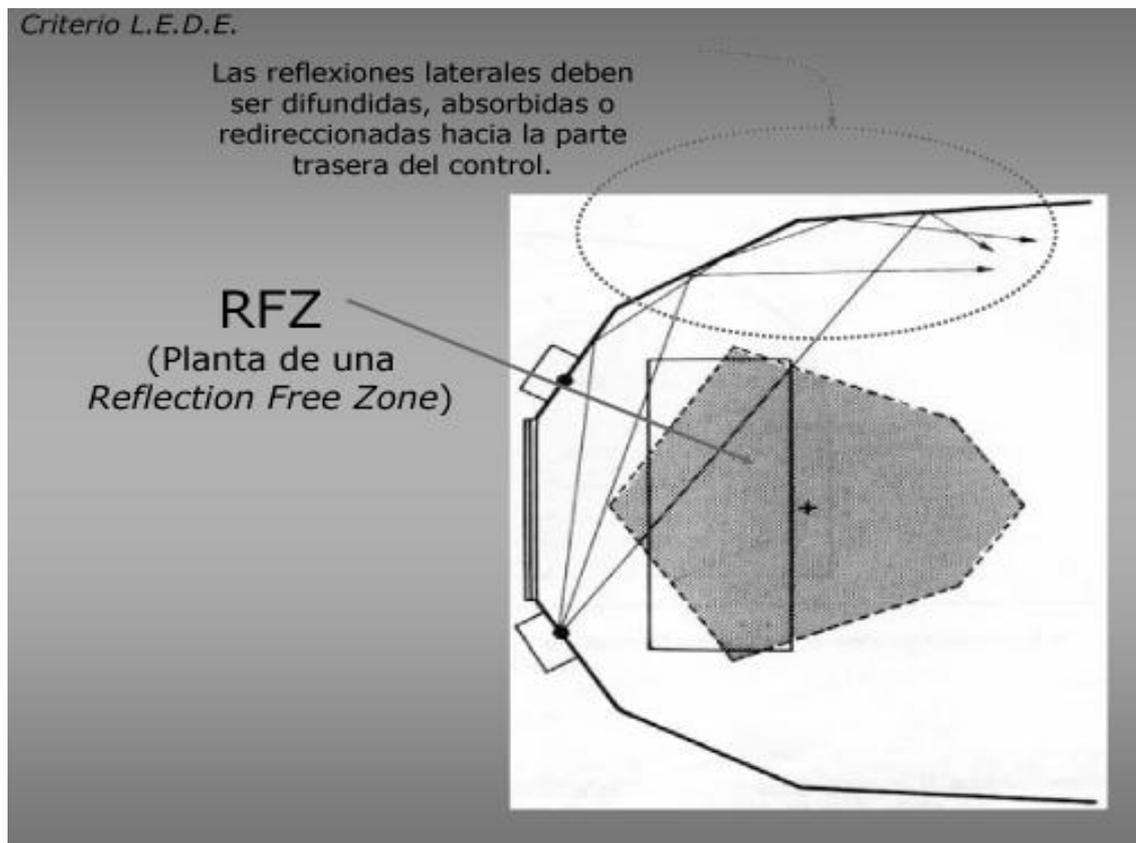
Cuando se genera un sonido en el interior de un recinto, éste se propaga por el aire y se refleja en las paredes, de forma que no desaparece inmediatamente aunque la fuente cese de emitir sonido. Simplificando un poco, el tiempo que tarda en desaparecer el sonido es el **tiempo de reverberación** del recinto. *Es función de la frecuencia.* De una manera más precisa, se define el tiempo de reverberación como el tiempo necesario para que el nivel sonoro en el recinto disminuya en **60 dB**. Este tiempo depende de varios factores, entre los cuales los principales son el *tamaño* del local y la cantidad de *materiales absorbentes* presente en él. Cuanto mayor sea el local, más tiempo tardarán en general en apagarse los sonidos: de aquí la peculiar acústica reverberante de las grandes catedrales.

Por su parte, cuanto más poder de absorción acústica haya concentrado en el recinto más deprisa se "eliminarán" los sonidos que viajan en su interior. Esta propiedad nos permite controlar el tiempo de reverberación de una estancia mediante el uso de distintos materiales absorbentes.

1.7.2.5.3.- Acústica geométrica

A) Criterio L.E.D.E.

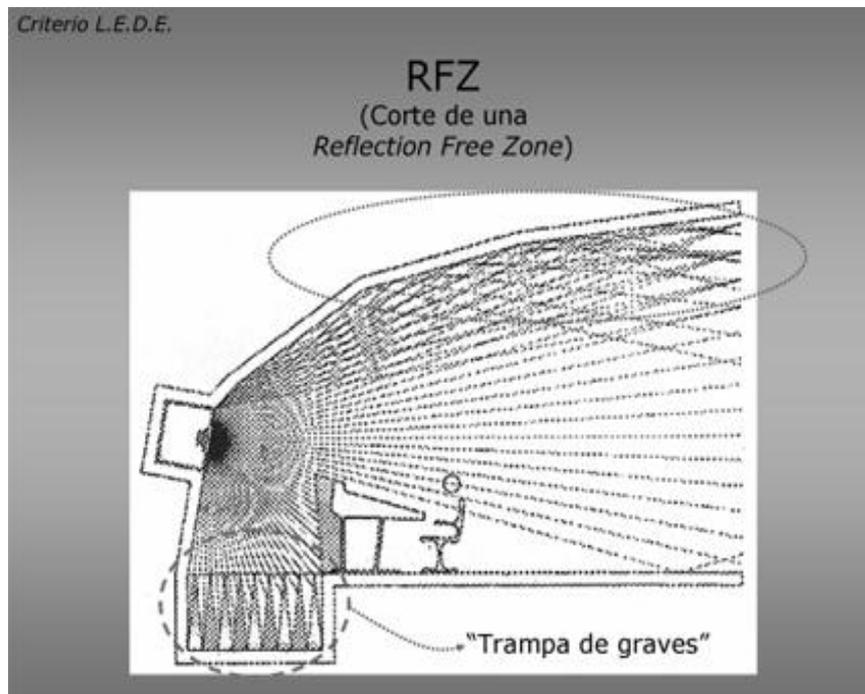
El criterio LEDE (Live end, dead end) fue introducido por Don Davis en 1978. A mediados de los 80 Peter D' Antonio y John H. Konnet, mejoran el concepto LEDE al aplicar los avances realizados por M.R. Schroder en materia de difusión y prescindir del frontal absorbente gracias a su concepto de zona sin reflexiones (RFZ). La anulación de primeras reflexiones se consigue ahora dando al frontal de la sala de control una forma geométrica tal que las posibles primeras reflexiones son enviadas directamente hacia la pared trasera, donde son "troceadas" por los difusores acústicos de alta eficiencia ideados por Schroder.



Este diseño crea la sensación auditiva de que los monitores son la única fuente de sonido existente. Debido a que a las reflexiones superiores se les reduce considerablemente el retardo en la parte frontal obteniendo un sonido muy limpio. Davis sugería que la posición de escucha sea de 2,5 a 3 metros desde los monitores, y estos, separados uno del otro entre 3 y 3,5 metros. Las salas LEDE están diseñadas según algunos aspectos psicoacústicos como es el efecto preferencia o Hass.

En el diseño de estas salas la geometría se construye para que se produzca una zona libre de primeras reflexiones en la zona de escucha. La idea principal es tener un sonido directo de los altavoces y permitir un intervalo de tiempo entre las reflexiones de la sala. La pared posterior se construye de tipo reverberante, permitiendo una escucha "viva", evitando la posible coloración. Este tipo de diseños evita las fuertes reflexiones y proporciona una respuesta general de la sala plana y libre de

irregularidades. El sonido difuso que llega al oyente desde la parte trasera de la sala no suena como eco, porque se recibe dentro de la zona de fusión de Haas y el oyente tiene entonces la impresión de estar en un recinto mayor.

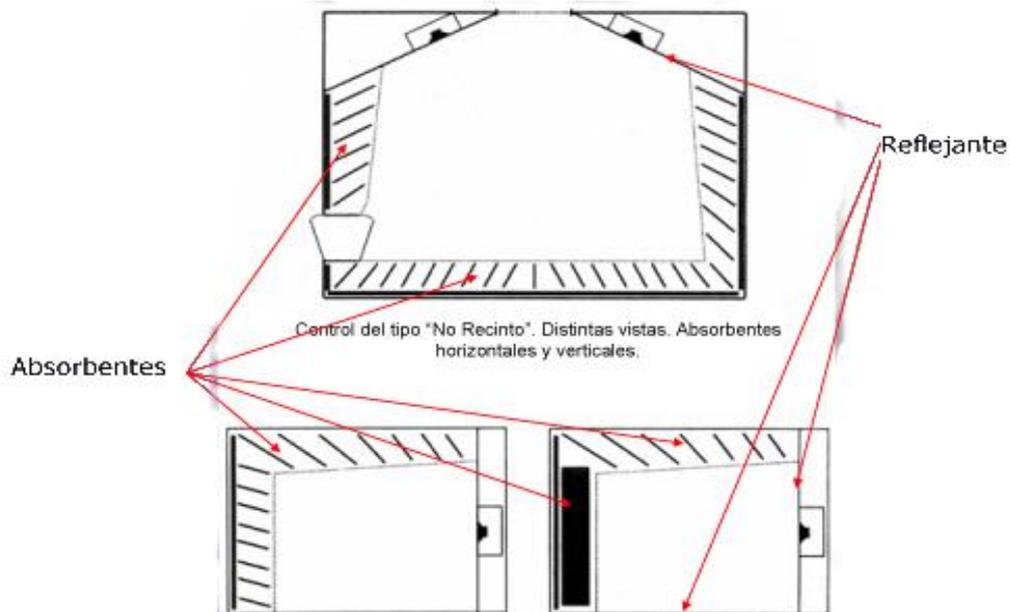


Se comprobó experimentalmente que las reflexiones con gran intensidad encontradas en algunas salas de audición no permiten una precisa percepción de la imagen sonora. La imagen sonora puede crecer hasta en 3.8 veces si corregimos las reflexiones de alta amplitud y es especialmente significativo para voces.

B) Criterio Non-Environment Control Room

El concepto Non-Environment fue desarrollado por Tom Hidley a mediados de los 80. Su proyecto consistía en una sala semianecoica con una pared reflectante para que soporte los altavoces (a modo de pantalla infinita), con ello se ha conseguido que, el factor Q de los modos en baja frecuencia sea tan ancho que desaparece y que la respuesta tonal de la sala sea mas uniforme. La pared rígida que soporta los altavoces es necesaria para una correcta radiación hemisférica de los altavoces. Para evitar la excesiva utilización de absorbentes acústicos, se usa un sistema de guía de ondas, consistente en colocar los paneles alineados en la dirección de propagación. La principal ventaja es que en las salas diferentes pero con estas características una misma grabación suena exactamente igual.

Criterio Non Environment Control Room



Estos criterios quedan reflejados en el diseño de nuestro estudio, tal y como podemos ver en el anexo de planos.

1.7.2.5.4.- Normativa y bases de cálculo

En el documento DB-HR del Código Técnico de la edificación, en el punto 2.2 nos muestra los requisitos que debemos cumplir en lo referente a este apartado, citando:

En conjunto, los elementos constructivos, acabados superficiales y revestimientos que delimitan un aula, una sala de conferencias, un comedor y un restaurante tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que:

- El tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario) cuyo volumen sea menor de 350m^3 , no será mayor de 0.7s
- El tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor de 350m^3 , no será mayor de 0.5s
- El tiempo de reverberación en restaurantes y comedores vacíos no será mayor de 0.9s

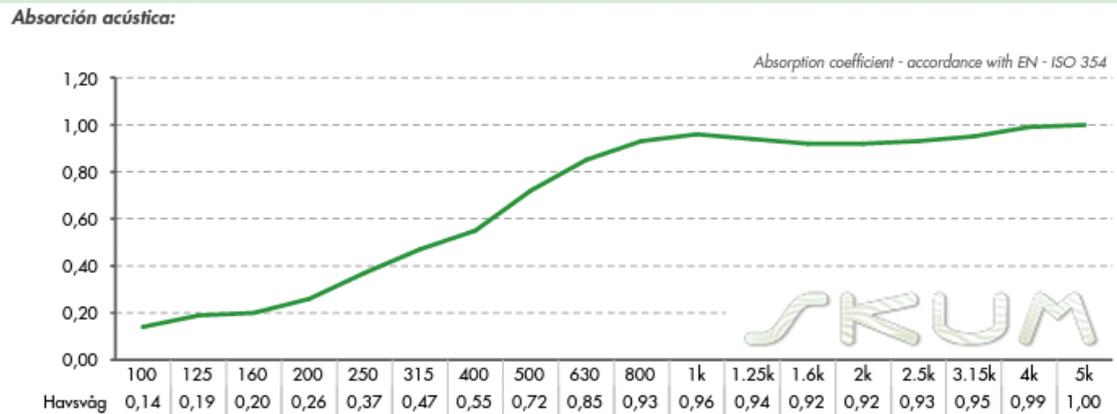
Donde el tiempo de reverberación viene dado por la expresión:

$$T = 0.16V/A_t \quad \text{donde: } V = \text{volumen del recinto (m}^3\text{)}$$
$$A_t = \sum A_i * S_i \quad A_t = \text{absorción total del recinto}$$

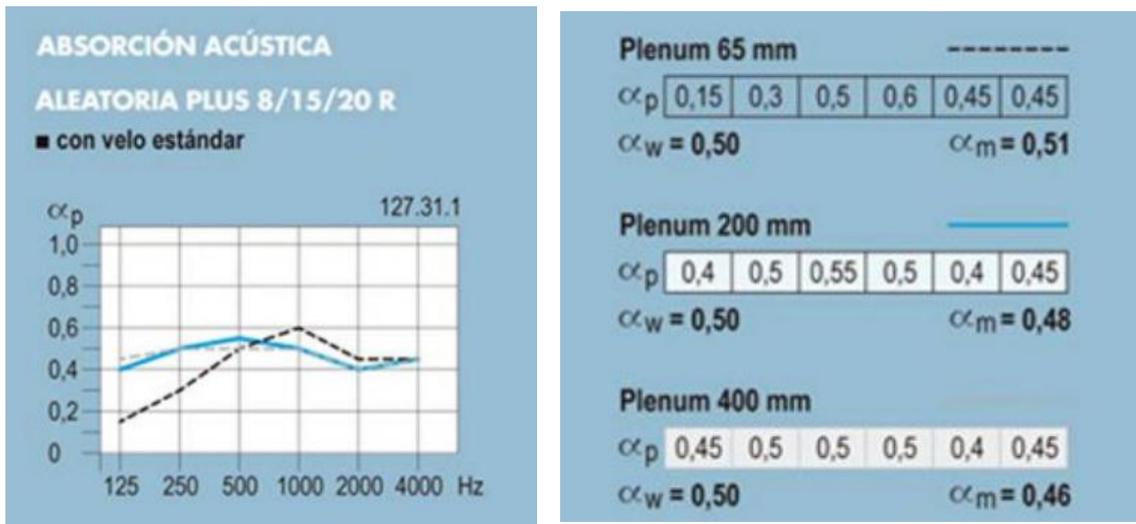
Los materiales absorbentes que usaremos principalmente en nuestro estudio son, techo acústico Cleaneo Circular Aleatoria Plus, de la casa comercial Knauf, cuyo

coeficiente de absorción medio es $\alpha_m=0.5$. Paneles absorbentes de banda ancha de espuma de poliuretano flexible de celda abierta de la casa comercial Skum Acoustics, como son los paneles Havsvag, Saha, y Krossen, que nos aportarán un coeficiente de absorción medio $\alpha_m=0.75$. Paneles absorbentes de madera perforada Acustiforo, de la casa comercial Acústica Integral con un coeficiente de absorción $\alpha_m=0.6$.

Coefficientes de absorción paneles Havsvag



Coefficientes de absorción techo Cleaneo Circular Aleatoria Plus



Dado las características constructivas de nuestros recintos, vemos que ninguno de ellos supera los 350m³, por lo que al considerar que se encuentran vacíos y libres de mobiliario, debemos asegurar que el tiempo de reverberación será menor o igual de 0.7seg.

Los valores obtenidos en los distintos recintos son:

- A) Estudio de grabación:
- Suelo de parquet: $S = 43.57m^2$, $\alpha_m = 0.05$
 - Pared frontal entablado de madera 2.5cm: $S = 14.73m^2$, $\alpha_m = 0.31$
 - Puerta metálica: $S = 2.1m^2$, $\alpha_m = 0.02$

- Visor acústico cristal: $S = 2\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.04$
- Paredes absorbentes Krossen: $S = 74.44\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.70$
- Techo absorbente Havsvag: $S = 43.57\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.75$

$$T = 0.16 * 39.42/91.65 = 0.24\text{seg}$$

B) Local de ensayo 2:

- Suelo de parquet: $S = 43.57\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.05$
- Puerta metálica: $S = 2.1\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.02$
- Paredes absorbentes Krossen: $S = 91.10\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.70$
- Techo acustico Knauf: $S = 43.57\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.5$

$$T = 0.16 * 152.49/87.78 = 0.28\text{seg}$$

C) Local de ensayo 1:

- Suelo de parquet: $S = 13.29\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.05$
- Puerta metálica: $S = 2.1\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.02$
- Paredes absorbentes krossen: $S = 49.21\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.70$
- Techo acustico Knauf: $S = 13.29\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.5$

$$T = 0.16 * 44.45/41.47 = 0.17\text{seg}$$

D) Sala de audición:

- Suelo de parquet: $S = 22.94\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.05$
- Puerta metálica: $S = 2.1\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.02$
- Pared sur absorbentes krossen: $S = 19.36\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.70$
- Techo acustico Knauf: $S = 22.94\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.5$
- Pared pladur: $S = 21.05\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.06$
- Pared ladrillo lucido: $S = 23.42\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.04$

$$T = 0.16 * 73.40/28.41 = 0.41\text{seg}$$

E) Oficina:

- Suelo de parquet: $S = 13.60\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.05$
- Puerta metálica: $S = 2.1\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.02$
- Techo acustico Knauf: $S = 13.60\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.5$
- Zocalo madera: $S = 17.71\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.6$
- Pared lucido: $S = 33.95\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.06$

$$T = 0.16 * 47.6/20.18 = 0.37\text{seg}$$

F) Sala de control:

- Suelo de parquet: $S = 12.70\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.05$
- Puerta metálica: $S = 2.1\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.02$
- Visor acústico: $S = 2\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.04$
- Techo acústico Saha: $S = 12.70\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.75$
- Paredes absorbentes krossen: $S = 31.33\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.70$
- Pared frontal entablado de madera 2.5cm: $S = 10.67\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.31$

$$T = 0.16 * 40.64/35.52 = 0.18\text{seg}$$

G) Zona común planta baja:

- Suelo de parquet: $S = 53.31\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.05$
- Puerta metálica: $S = 12.6\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.02$
- Techo acústico Knauf: $S = 53.31\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.5$
- Zocalo madera: $S = 37.69\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.6$
- Pared lucido: $S = 103.65\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.06$
- Ascensor de cristal: $S = 38.4\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.04$

$$T = 0.16 * 239.89/59.94 = 0.64\text{seg}$$

H) Zona común planta sótano:

- Suelo de parquet: $S = 29.91\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.05$
- Puerta metálica: $S = 6.3\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.02$
- Techo acústico Knauf: $S = 29.91\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.5$
- Zocalo madera: $S = 34.40\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.6$
- Pared lucido: $S = 65.94\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.06$
- Ascensor de cristal: $S = 29.86\text{m}^2$, $\alpha_m = 0.04$

$$T = 0.16 * 104.68/42.67 = 0.39\text{seg}$$

Como vemos, en todas y cada una de las estancias se cumple la normativa del CTE DB-HR en cuanto a tiempo de reverberación. Hemos sido un poco más restrictivos debido a la naturaleza musical del proyecto, por lo que en el estudio de grabación, y sala de mástering y grabación hemos buscado tiempos aún más pequeños.

1.7.3. Cálculo Instalaciones de Fontanería

1.7.3.1- Materiales empleados en tuberías

En general, los materiales que se empleen en tuberías y accesorios de las instalaciones interiores de edificios deberán ser capaces de soportar como mínimo una presión de trabajo de 15 Kg/cm² o superior si se indica explícitamente, en previsión para soportar una presión normal de servicio y los golpes de ariete provocados por el cierre de válvulas y grifos.

Asimismo, los materiales que se vayan a utilizar para las tuberías y accesorios no generarán concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, ni modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada. Deberán ser resistentes a la corrosión interior y no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí. Por último, deberán ser compatibles con el agua suministrada y no deberán favorecer la migración de sustancias y de materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.

Para cumplir con las condiciones anteriores, las conducciones y tuberías podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua, a fin de garantizar un suministro de agua que tenga las características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm).

En este sentido, y dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

1.7.3.2.- Estimaciones de consumo

1.7.3.2.1.- Caudales de consumo en aparatos y equipos de higiene

En el caso de aparatos domésticos y de higiene, cada equipo debe recibir un caudal mínimo, con independencia del estado de funcionamiento de los demás, para que su utilización sea adecuada. Los caudales instantáneos mínimos en los aparatos domésticos y de higiene serán los que se muestran en la tabla siguiente:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla. Caudales instantáneos mínimos para aparatos doméstico y de higiene

Por otro lado, en todo punto de consumo la presión mínima con la que llegue el agua deberá ser:

- a) 100 kPa para grifos comunes;
- b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

Siendo la presión máxima del agua en cualquier punto de consumo no superior, como regla general, a 500 kPa.

1.7.3.3- Diseño de la instalación

A- Cálculo de las pérdidas de carga

Cuando se realiza el diseño de cualquier sistema de distribución y abastecimiento de agua, es necesario calcular las pérdidas de carga o de presión originadas desde el origen de la instalación hasta cada uno de los puntos finales de consumo, identificándose el recorrido donde se produzca la mayor pérdida de carga, dado que

este valor va a condicionar las prestaciones que debe ofrecer el grupo de bombeo o la altura del depósito, si el suministro se realiza desde un depósito en altura.

El cálculo de la pérdida de carga o de presión (Δp) originado en los tramos rectos de tuberías es inmediato y fácil de realizar. En efecto, en un tramo recto de tubería de una longitud considerada " L ", el cálculo de las pérdidas de cargas originadas se puede obtener aplicando la ecuación de Darcy-Weisbach, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta p = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

donde,

Δp es el valor de la pérdida de carga o de presión medida según la altura manométrica y expresada en metros de columna de agua (*m.c.a.*)

L es la longitud del tramo considerado de tubería (*m*)

D es el diámetro interior de la tubería (*m*)

v es la velocidad del agua en el interior de la tubería (*m/s*)

g es la aceleración de la gravedad (*9,81 m/s²*)

f es el factor de fricción de Darcy-Weisbach.

De la anterior expresión todos los parámetros son conocidos salvo el factor de fricción (f).

En efecto, la velocidad del agua por el interior de la tubería (v) está relacionada con el caudal o flujo de agua (Q), que es un dato conocido proveniente del consumo necesario de cada punto de suministro, mediante la siguiente expresión:

$$Q = v \cdot A$$

Donde:

Q es el caudal volumétrico o flujo de agua que circula por la tubería (*m³/s*)

v es la velocidad del agua en el interior de la tubería (*m/s*)

A es el área de la sección interna de la tubería ($\pi \cdot D^2 / 4$) (*m²*), siendo D el diámetro interior de la tubería.

Por lo tanto, sustituyendo y despejando v de la expresión anterior, el valor de la velocidad (v) del agua que discurre por el interior de una tubería también puede ser expresada en función del caudal (Q) y del diámetro interior (D) de la tubería, como:

$$V = \frac{Q}{A}$$

o bien,

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Como norma general, el diámetro (D) de cualquier tubería de conducción de agua se elegirá tal que la velocidad (v) del agua se mantenga dentro de un rango de

velocidades, siendo ésta mayor que un determinado valor que evite fenómenos de sedimentación y estancamientos, y menor que un valor máximo, porque velocidades mayores originarían problemas de arrastres y ruidos, así como grandes pérdidas de carga. Este rango de velocidades depende del material de la tubería en la forma siguiente:

- para tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s

- para tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s

Por lo tanto, conocido el diámetro (D) para que se cumpla la condición anterior, y el caudal (Q) que circula por un tramo considerado de tubería, la expresión de Darcy-Weisbach queda de la siguiente forma:

$$\Delta p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

Ahora sólo falta conocer el factor de fricción (f) para poder aplicar la expresión anterior.

El factor de fricción (f), es un parámetro adimensional que depende del número de Reynolds (R_e) del fluido (en este caso, del agua) y de la rugosidad relativa de la tubería (ε_r)

$$f = f(R_e, \varepsilon_r)$$

donde el número de Reynolds (R_e) viene expresado por la siguiente formulación:

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

siendo,

- ρ la densidad del fluido, en este caso del agua (kg/m^3)
- v es la velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)
- D es el diámetro interior de la tubería (m)
- μ es viscosidad dinámica del agua ($kg/m \cdot s$)

No obstante, el número de Reynolds (R_e) también puede ser expresado en función de la viscosidad cinemática del fluido ($\vartheta = \mu / \rho$) como,

$$R_e = \frac{v \cdot D}{\vartheta}$$

siendo,

- v la velocidad del agua en el interior de la tubería (m/s)
- D el diámetro interior de la tubería (m)
- ϑ es la viscosidad cinemática del agua (m^2/s)

En la siguiente tabla, se muestran los valores de la densidad, viscosidad absoluta y viscosidad cinemática para el agua a distintas temperaturas.

	Densidad	Viscosidad absoluta	Viscosidad cinemática
Temperatura	ρ	μ	ϑ
°C	kg/m^3	$kg/m \cdot s$	m^2/s
0	999,9	$1,792 \cdot 10^{-3}$	$1,792 \cdot 10^{-6}$
5	1000,0	$1,519 \cdot 10^{-3}$	$1,519 \cdot 10^{-6}$
10	999,7	$1,308 \cdot 10^{-3}$	$1,308 \cdot 10^{-6}$
20	998,2	$1,005 \cdot 10^{-3}$	$1,007 \cdot 10^{-6}$
40	992,2	$0,656 \cdot 10^{-3}$	$0,661 \cdot 10^{-6}$
60	983,2	$0,469 \cdot 10^{-3}$	$0,477 \cdot 10^{-6}$
80	971,8	$0,357 \cdot 10^{-3}$	$0,367 \cdot 10^{-6}$
100	958,4	$0,284 \cdot 10^{-3}$	$0,296 \cdot 10^{-6}$

Por otro lado, la rugosidad relativa de la tubería (ε_r) viene dada en función de la rugosidad absoluta (ε) del material del que está fabricada la tubería y de su diámetro interior (D) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{D}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores de rugosidad absoluta para distintos materiales:

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES				
Material	ε (mm)		Material	ε (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015		Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01		Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024		Acero comercial y soldado	0,03-0,09

Tubos de latón o cobre	0,0015		Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024		Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024		Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003		Hormigón	0,3-3,0

El número de Reynolds (R_e) representa la relación entre las fuerzas de inercia y las viscosas en la tubería. Cuando las fuerzas predominantes son las viscosas (ocurre para R_e con valores bajos), el fluido discurre de forma laminar por la tubería y la importancia de la rugosidad en la pérdida de carga es menor que la debida al propio comportamiento viscoso del fluido. Por otro lado, en régimen turbulento (R_e grande), las fuerzas de inercia predominan sobre las viscosas y la influencia de la rugosidad se hace más patente.

Para el caso del agua, los valores de transición entre régimen laminar y turbulento se encuentra con el número de Reynolds en la franja de 2000 a 4000. Es decir, en función del valor del número de Reynolds se tiene que:

- $R_e < 2000$: Régimen laminar.
- $2000 < R_e < 4000$: Zona crítica o de transición.
- $R_e > 4000$: Régimen turbulento.

Conocer si el flujo que circula por una tubería se encuentra en el régimen laminar o turbulento es importante porque marca la manera de calcular el factor de fricción (f). En efecto, el factor de fricción (f) para valores del número de Reynolds por debajo del límite turbulento, es decir, en régimen laminar, se puede calcular aplicando la fórmula de Poiseuille:

$$f = \frac{64}{R_e}$$

Expresión que resulta sencilla de aplicar para calcular el factor de fricción (f) conocido el Reynolds (R_e).

Para la otra situación, es decir, que nos encontremos en régimen turbulento, el cálculo para conocer el factor de fricción (f) ya nos es tan inmediato, y depende tanto del número de Reynolds como de la rugosidad relativa de la tubería. En este caso existen diversas formulaciones que pueden ser utilizadas para el cálculo del factor de fricción. No obstante, afortunadamente además de estas expresiones existen representaciones gráficas y ábacos empíricos que nos permiten calcular cómodamente el factor de fricción (f). Uno de ellos es el **Diagrama de Moody** que es la representación gráfica en escala doblemente logarítmica del factor de fricción (f) en función del número de Reynolds (R_e) y de la rugosidad relativa de la tubería (ε/D), según se representa en la siguiente figura:

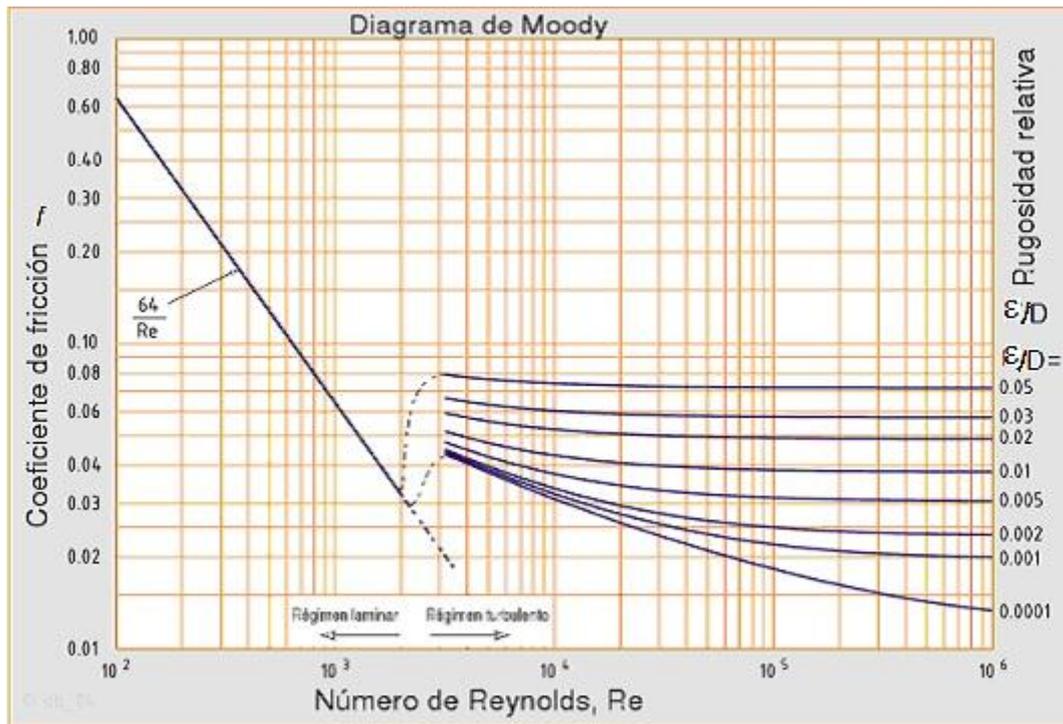


Figura 1. Diagrama de Moody

Hasta aquí, es el proceso para calcular la pérdida de carga producida en tramos rectos de tuberías, pero en una instalación hay otros elementos, como válvulas, derivaciones, codos, etc.

Para evaluar las pérdidas locales que se originan en válvulas u otros elementos intercalados en la instalación (codos, derivaciones en T, bifurcaciones, reducciones...) se pueden calcular a partir de formulaciones empíricas, como la mostrada en la expresión siguiente:

$$\Delta p = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

o bien,

$$\Delta p = K \cdot \frac{8 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^4}$$

Donde el coeficiente adimensional K , que mide la caída de presión se mide experimentalmente y depende del diseño del fabricante. En la siguiente tabla se dan algunos valores orientativos:

Válvulas (abiertas)	Coef. de pérdida, K
De bola	$K = 0,1$
Compuerta	$K = 0,1 - 0,3$

Anti-retorno	$K = 1,0$
De asiento estándar. Asiento de fundición	$K = 4,0 - 10,0$
De asiento estándar. Asiento de forja (pequeña)	$K = 5,0 - 13,0$
De asiento a 45°. Asiento de fundición	$K = 1,0 - 3,0$
De asiento en ángulo. Asiento de fundición	$K = 2,0 - 5,0$
De asiento en ángulo. Asiento de forja (pequeña)	$K = 1,5 - 3,0$
Mariposa	$K = 0,2 - 1,5$
Diafragma	$K = 2,0 - 3,5$
De macho o tapón. Rectangular	$K = 0,3 - 0,5$
De macho o tapón. Circular	$K = 0,2 - 0,3$
Otros elementos	Coef. de pérdida, K
Codos a 90°	$K = 0,2$
Derivación	$K = 0,3$

Coefficientes de pérdida de carga, K

Para el cálculo de los coeficientes de pérdidas de carga en válvulas parcialmente abiertas respecto al valor del coeficiente en apertura total, se pueden tomar los valores de esta otra tabla:

Cociente $K(\text{parcial})/K(\text{abierta})$			
Situación	Compuerta	Esfera	Mariposa
Abierta	1,0	1,0	1,0
Cerrada 25%	3,0 - 5,0	1,5 - 2,0	2,0 - 15,0
50%	12 - 22	2,0 - 3,0	8 - 60
75%	70 - 120	6,0 - 8,0	45 - 340

Coefficientes de pérdida de carga en válvulas parcialmente abiertas

Una vez calculada las pérdidas de cargas localizadas en cada elemento, codo o válvula del mismo ramal, se suman todas ellas y se agrega a la pérdida de carga calculada en el tramo recto del tubo, obteniéndose así la pérdida de carga total por rozamiento en ese ramal.

B- Dimensionado de tuberías y derivaciones

Para realizar el dimensionado de una instalación de abastecimiento y distribución de agua, éste comienza a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable, que será aquel que presente la mayor pérdida de carga, debida tanto al rozamiento (por la mayor longitud del circuito, o la presencia de mayor número de elementos y válvulas, bifurcaciones, etc...) como a su altura geométrica que debe salvar.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

a) El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo tramo, de acuerdo a lo indicado anteriormente.

b) Posteriormente se establecen unos coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.

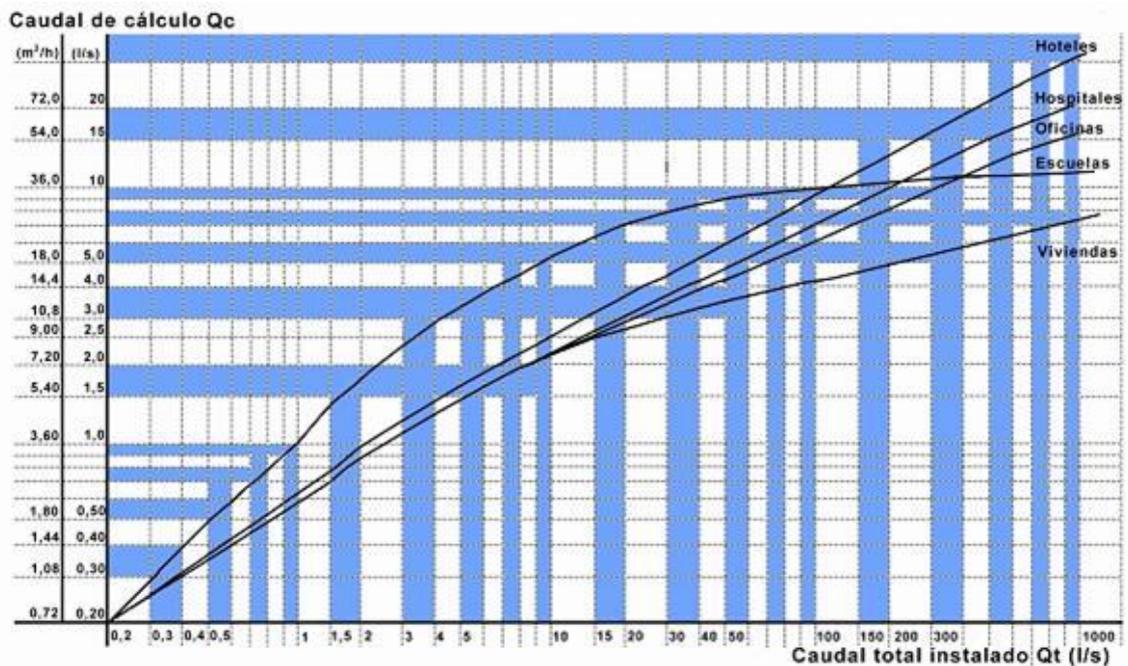


Figura 7. Curvas de caudal de cálculo para diversos tipos de edificios según Norma UNE 149201

c) La determinación del caudal de cálculo en cada tramo será el producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

OBTENCIÓN DEL CAUDAL DE CÁLCULO SEGÚN UNE 149201					
Se efectua mediante función potencial: $Q_c = a \cdot (Q_t)^b + c$					
COEFICIENTES		a	b	c	
Ed. viviendas					
$Q_t > 20$ l/s		1,7	0,21	-0,7	
$Q_t \leq 20$ l/s	$Q_{min} < 0,5$ l/s	0,682	0,45	-0,14	
	$Q_{min} \geq 0,5$ l/s	$Q_t \leq 1$ l/s	1	1	0
		$Q_t > 1$ l/s	1,7	0,21	-0,7
Ed. de oficinas					
$Q_t > 20$ l/s		0,4	0,54	0,48	
$Q_t \leq 20$ l/s	$Q_{min} < 0,5$ l/s	0,682	0,45	-0,14	
	$Q_{min} \geq 0,5$ l/s	$Q_t \leq 1$ l/s	1	1	0
		$Q_t > 1$ l/s	1,7	0,21	-0,7
Ed. de hoteles					
$Q_t > 20$ l/s		1,08	0,5	-1,83	
$Q_t \leq 20$ l/s	$Q_{min} < 0,5$ l/s	0,698	0,5	-0,12	
	$Q_{min} \geq 0,5$ l/s	$Q_t \leq 1$ l/s	1	1	0
		$Q_t > 1$ l/s	1	0,366	0
Ed. de C. comerciales					
$Q_t > 20$ l/s		4,3	0,27	-6,65	
$Q_t \leq 20$ l/s	$Q_{min} < 0,5$ l/s	0,698	0,5	-0,12	
	$Q_{min} \geq 0,5$ l/s	$Q_t \leq 1$ l/s	1	1	0
		$Q_t > 1$ l/s	1	0,366	0
Edificios de hospitales					
$Q_t > 20$ l/s		0,25	0,65	1,25	
$Q_t \leq 20$ l/s	$Q_{min} < 0,5$ l/s	0,698	0,5	-0,12	
	$Q_{min} \geq 0,5$ l/s	$Q_t \leq 1$ l/s	1	1	0
		$Q_t > 1$ l/s	1	0,366	0
Escuelas, polideportivos					
$Q_t > 20$ l/s		-22,5	-0,5	11,5	
$Q_t \leq 20$ l/s	$Q_t \leq 1$ l/s	1	1	0	
	$Q_t > 1$ l/s	4,4	0,27	-3,41	

d) A continuación se pasa a la elección de una velocidad de cálculo para la circulación del agua por el interior de la tubería que esté comprendida dentro de los intervalos siguientes, según el tipo de tubería:

- para tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s;
- para tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s.

e) Finalmente se obtiene el diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad, a partir de la expresión siguiente:

$$v = \frac{Q}{A}$$

o bien,

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

De donde se despeja la variable (D) correspondiente al diámetro interior.

Una vez conocidos los diámetros de cada tramo, se calcula la pérdida de presión por rozamiento correspondiente al punto de consumo más desfavorable, según lo indicado en el apartado anterior, sumando las pérdidas de carga total de cada tramo que forma dicho circuito.

Por último, habrá que hacer una última comprobación por presión. En efecto, a la presión inicial disponible en el origen de la instalación (generalmente, garantizada por la compañía suministradora) habrá que descontarle la pérdida de presión por rozamiento y la debida a la altura geométrica (H_g) a la que está situada el punto de consumo correspondiente al circuito más desfavorable.

El resultado es la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable, que debe ser como mínimo igual a:

- a) 100 kPa para grifos comunes;
- b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

En el caso que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida, entonces sería necesaria la instalación de un grupo de presión, teniendo en cuenta que la presión máxima del agua en cualquier punto de consumo no sea superior, como regla general, a 500 kPa.

A continuación, en la siguiente tabla se establecen los diámetros nominales de los ramales de enlace a los aparatos domésticos y puntos de consumo. Para otros casos, se tendrán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia como se ha establecido en los apartados anteriores.

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

Por otro lado, los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán siguiéndose las pautas descritas anteriormente, adoptándose como mínimo los valores de la siguiente tabla:

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	20
Columna (montante o descendente)	¾	20
Distribuidor principal	1	25
< 50 kW	½	12
Alimentación equipos de climatización 50 - 250 kW	¾	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	1 ¼	32

Diámetros nominales del tubo de alimentación

A continuación pasamos a dimensionar nuestra instalación en si:

En nuestro caso, la instalación no cuenta con ACS, luego para la red de agua fría, tenemos que el caudal mínimo instantáneo y la presión mínima serán:

Caudal instantáneo mínimo				
Tipo de aparato	Q _{min} (l/s)	nº elementos	P _{min} (Kg/cm ²)	Σ Q _{min} (l/s)
Inodoro con fluxómetro	1.25	2	15	2.5
Lavabo grifo temporizado	0.1	2	15	0.2
Q _T (l/s)				2.7

Para obtener el caudal de cálculo o de simultaneidad según la norma UNE 149201, tenemos que:

$$Q_c = A \times (Q_T)^B + C$$

Donde A, B, C son coeficientes de simultaneidad en función del tipo de local y del caudal total bruto, que en nuestro caso será:

$$Q_c = 0.682 \times (2.7)^{0.45} - 0.14 = 0.926 \text{ (l/s)}$$

Los datos de partida de la instalación son:

- .- Presión de suministro en acometida = 20 m.c.a.
- .- Velocidad mínima = 0.5 m/s
- .- Velocidad máxima = 2 m/s
- .- Velocidad optima = 1.5 m/s
- .- Coeficiente de perdida de carga = 1.2
- .- Presión mínima en puntos de consumo = 10 m.c.a. (100 Kpa para grifos y 150 Kpa para fluxores)

- Presión máxima en puntos de consumo = 50 m.c.a. (500 Kpa).
- Viscosidad del agua fría = $1.01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

CAUDAL MAXIMO = $Q_{\text{max.}} = K_v \times Q_t = 1.40 \text{ l/s}$

Siendo,

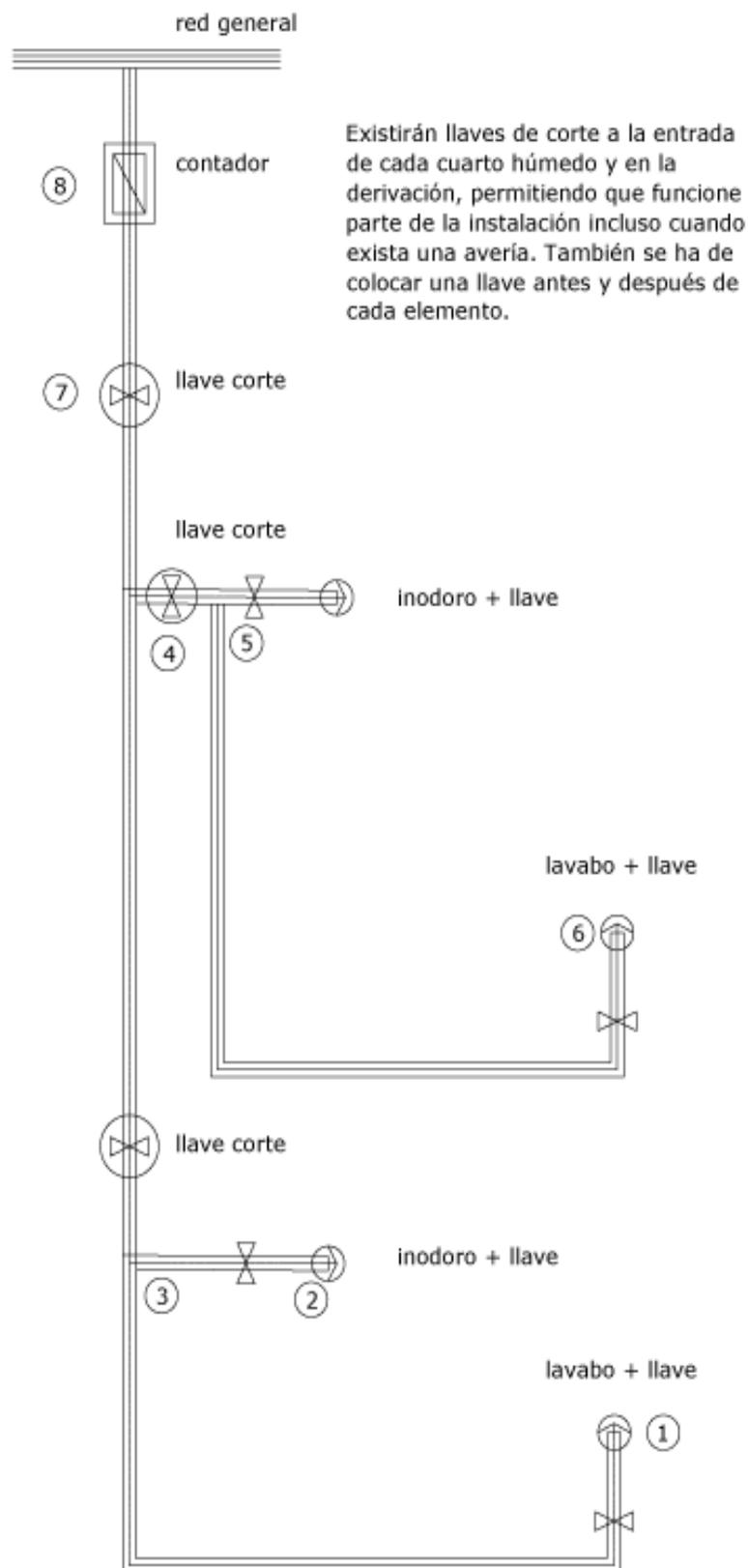
$K_v = \text{COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD} = 1/[\sqrt{(n-1)}]$

VELOCIDAD = $V = 4Q/(\pi D^2) = 1.72 \text{ m/s}$

DIAMETROS DE LOS TRAMOS DE LA INSTALACIÓN:

Dimensionado de Instalación de fontanería			
Tramo	Tipo	L (m)	D _{com} (mm)
1-3	Ramal lavabo	2.52	12
2-3	Ramal inodoro fluxómetro	0.10	25
3-4	Derivación aseo1	2.01	25
4-5	Ramal inodoro fluxómetro	0.10	25
5-6	Ramal lavabo	3.12	12
4-7	Alimentación aseos	0.30	40
7-8	Alimentación instalación	0.37	40

El esquema técnico de nuestra instalación será:



1.7.4.1.- Diseño de la instalación de saneamiento:

De la misma manera que para la instalación de fontanería, dimensionaremos los diámetros necesarios a partir de las Ud's de desagüe de cada tramo, utilizando para ello el CTE DB HS5.

Tabla 1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios¹

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	50
	Suspendido	-	2	40
	En batería	-	3,5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	40
Lavadero	-	-	40	-
Vertedero	-	-	8	100
Fuente para beber	-	0,5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

Además, en función del diámetro y las Ud's de desagüe, la pendiente mínima necesaria para cada tramo será:

Tabla 3 Diámetros de derivaciones entre aparatos sanitarios y bajante¹

Máximo número de UD Pendiente			Diámetro (mm)
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Con todo ello, nuestra instalación será:

Tramo	Tipo	UDs	L (m)	D _{com} (mm)	Pend. (%)
AB	Lavabo	2	3.2	40	1
BC	Inodoro Flux.	10	0.7	100	1
BD	Común1	12	2	100	1
DE	Inodoro Flux.	10	0.7	100	1
FG	Lavabo	2	3.2	40	1
DH	Común2	24	1	100	1

1.7.4.- Cálculo de la Iluminación:

1.7.4.1.- Introducción:

En esta capítulo vamos a estudiar la iluminación necesaria para nuestro estudio de grabación, tanto la iluminación principal, como la de emergencia. Para ello estudiaremos las condiciones necesarias que tenemos que satisfacer en cada tipo de recinto para conseguir una óptima iluminación.

Una vez visto como hay que realizar los cálculos, nos ayudaremos del software especializado en iluminación DIALux 4.11 para obtener los resultados necesarios.

1.7.4.2.- Normativa y bases de cálculo:

Para el cálculo de este apartado nos basamos en el Código Técnico de la Edificación, en concreto en el documento DB-HE 3: eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, así como en el DB SU 4: seguridad frente al riesgo causado por iluminación no adecuada. No obstante, para la iluminación de emergencia nos basaremos en el DB SUA, que es el referido a materia de incendios.

1.7.4.2.1.- Geometría del local

El primer dato de entrada que es necesario conocer son las dimensiones geométricas del local, tanto en superficie (*largo x ancho*) como en altura, *h*.

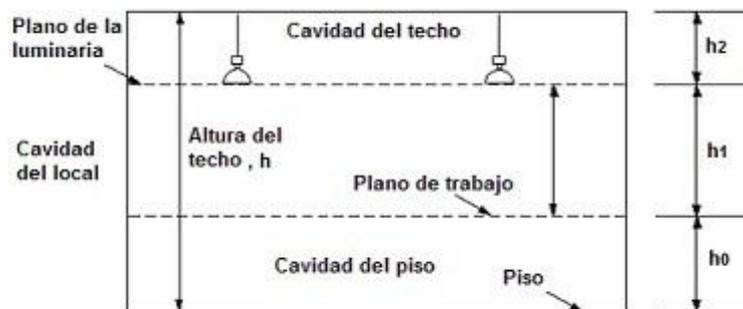


Figura 1. Geometría del local

Por otro lado, también habrá que decidir cuál va a ser la altura del plano de trabajo, según la actividad principal que se vaya a realizar en el local. Aunque, una buena aproximación es tomar el valor de 0,85 metros como altura del plano de trabajo medida desde el piso, se adjuntan otros valores más precisos de la altura del plano de trabajo según la actividad principal a realizar en el local:

1.7.4.2.2.- Niveles de iluminación recomendadas

En la siguiente tabla se indican los valores de iluminancia recomendadas según la actividad a realizar y el tipo de local que se trate:

Actividad y Tipo de local	Iluminancia media (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes, archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas generales, mecanografiado, proceso de datos, puestos de datos informatizados, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industrias (en general)			
Trabajos con requisitos visuales escasos	200	300	500
Trabajos con requisitos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requisitos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Aseos y baños	100	150	200
Salas de estar, comedor	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo, de estudio	300	500	750

Tabla 1. Valores de la iluminancia recomendados según la actividad y el tipo de local

La eficiencia aplicada en iluminación sirve para medir qué parte de la potencia total consumida por una lámpara se usa para iluminar. Es decir, es la relación entre el flujo luminoso emitido (en lúmenes) y la potencia consumida (en vatios). La eficiencia representa la parte de potencia útil del total de la potencia consumida por la lámpara.

La elección de lámparas eficientes no debe hacerse nunca a expensas de obtener un menor confort visual, sino que una vez elegido el tipo de lámpara más idóneo para la clase de actividad y local, entonces sí se debe elegir aquellas de entre el mismo tipo que ofrezcan menores pérdidas y presenten una mejor eficiencia.

En la siguiente tabla se muestra la serie de rendimientos típicos de algunos tipos de lámparas. El rendimiento o eficiencia representa la parte útil de la potencia total consumida por la lámpara que se convierte en potencia radiante sensible al ojo humano.

Eficiencia de tipos de lámparas	
Lámpara incandescencia de filamento de 100 W	14 lúmenes/watio
Lámpara halógena de tungsteno de baja tensión	20 lúmenes/watio
Lámpara LED de 42 W	88 lúmenes/watio
Tubo fluorescente de 58 W	89 lúmenes/watio
Lámpara de sodio de alta presión de 400 W	125 lúmenes/watio
Lámpara de sodio de baja presión de 131 W	198 lúmenes/watio

En otros casos, conviene no apurar del todo la vida de trabajo de la lámpara. Así, mientras que una bombilla incandescente mantiene su eficiencia hasta prácticamente los momentos previos al fallo, no ocurre lo mismo con las lámparas o tubos fluorescentes, cuyo rendimiento puede sufrir una reducción de hasta 75% después de las primeras mil horas de uso.

1.7.4.2.4.- Sistema de alumbrado

A) Altura de suspensión

Generalmente, para locales como viviendas, oficinas, aulas... con alturas normales (en torno a los 3 metros de altura libre entre el piso y el techo) se tratará de colocar las luminarias lo más alta posible.

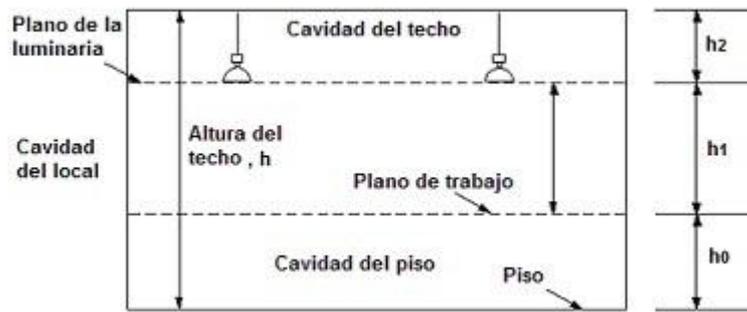


Figura 15. Geometría del local

Para otras situaciones, con alturas mayores, la altura de suspensión donde colocar las luminarias eficientemente dependerá del sistema de iluminación elegido. A continuación se proporcionan algunos valores recomendados para la altura de suspensión (h_1) de las luminarias de acuerdo a la figura anterior:

- Locales con iluminación de tipo directa, semidirecta y difusa:

- Altura mínima: $h_1 = \frac{2}{3} \cdot (h - h_0)$

- Altura óptima: $h_1 = \frac{4}{5} \cdot (h - h_0)$

- Locales con iluminación de tipo indirecta:

- Altura mínima: $h_2 = \frac{1}{4} \cdot (h - h_0)$

- Altura óptima: $h_1 = \frac{3}{4} \cdot (h - h_0)$

B) Índice del local

El índice del local (K) se determina a partir de las dimensiones del local a iluminar.

En efecto, si a , b son los valores para el ancho y largo del local respectivamente, mientras que h_1 es la altura de suspensión de las luminarias medida desde el plano de trabajo, entonces la expresión que determina el índice del local (K) es la siguiente, dependiendo del sistema de iluminación elegido:

- Locales con iluminación de tipo directa, semi-directa y difusa:

$$K = \frac{a \cdot b}{h_l \cdot (a + b)}$$

- Locales con iluminación de tipo indirecta y semi-indirecta:

$$K = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h_l + h_0) \cdot (a + b)}$$

Siendo h_0 la altura del plano de trabajo, según la anterior Figura 15. El valor del índice del local (K) deberá estar comprendido entre 1 y 10. En caso de resultar un valor >10 , entonces se tomará como valor de $K=10$.

C) Coeficientes de reflexión del local

La elección del color de las paredes o techos afecta a la eficacia de los sistemas de iluminación, debido a la influencia que tienen en la fracción de luz que se refleja al incidir sobre estos elementos.

Para tener en cuenta este aspecto, habrá que determinar el coeficiente de reflexión (ρ) de cada uno de los elementos que conforman la envolvente del local (paredes, suelo y techo). Según el color, material o grado de acabado de su superficie el coeficiente de reflexión tomará un valor determinado.

A falta de datos más precisos se podrá tomar los valores indicados en la siguiente tabla:

	Color	Factor de reflexión, ρ
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelos	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Tabla 11. Valores del coeficiente de reflexión, ρ

D) Factor de utilización

El factor o coeficiente de utilización (η , CU) representa la relación entre el flujo luminoso que cae en el plano de trabajo y el flujo luminoso suministrado por la luminaria.

Este coeficiente representa la cantidad de flujo luminoso efectivamente aprovechado en el plano de trabajo después de interactuar con las luminarias y las superficies dentro de un local.

El CU se determina por una interpolación de datos a partir de tablas suministradas por el fabricante de las luminarias, distinta para cada tipo de luminaria en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local.

Aunque se recomienda consultar este dato en los catálogos de los propios fabricantes, se adjunta un ejemplo de tabla para obtener el valor del coeficiente de utilización.

Índice del local, K	Factor de utilización, η								
	Factor de reflexión del techo								
	0,7			0,5			0,3		
	Factor de reflexión de las paredes								
	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1
1	0,28	0,22	0,16	0,25	0,22	0,16	0,26	0,22	0,16
1,2	0,31	0,27	0,20	0,30	0,27	0,20	0,30	0,27	0,20
1,5	0,39	0,33	0,26	0,36	0,33	0,26	0,36	0,33	0,26
2	0,45	0,40	0,35	0,44	0,40	0,35	0,44	0,40	0,35
2,5	0,52	0,46	0,41	0,49	0,46	0,41	0,49	0,46	0,41
3	0,54	0,50	0,45	0,53	0,50	0,45	0,53	0,50	0,45
4	0,61	0,56	0,52	0,59	0,56	0,52	0,58	0,56	0,52
5	0,63	0,60	0,56	0,63	0,60	0,56	0,62	0,60	0,56
6	0,68	0,63	0,60	0,66	0,63	0,60	0,65	0,63	0,60
8	0,71	0,67	0,64	0,69	0,67	0,64	0,68	0,67	0,64
10	0,72	0,70	0,67	0,71	0,70	0,67	0,71	0,70	0,67

Tabla 12. Valores del factor de utilización, η

E) Factor de mantenimiento

Si se quiere proyectar una instalación de iluminación para que al final de la vida útil de las lámparas se siga cumpliendo con los requisitos de proyecto se deberá seleccionar un factor de mantenimiento acorde a las características de la instalación.

Este factor de mantenimiento (f_m) tendrá en cuenta la reducción del flujo luminoso de las luminarias como consecuencia del ensuciamiento y envejecimiento de las lámparas y luminarias, así como otros factores como la depreciación de la instalación con el paso del tiempo, su reducción de rendimiento y eficiencia, la reducción de la vida útil de los balastos, la influencia de la temperatura, o incluso el propio mantenimiento de la instalación durante su vida útil (frecuencia de limpieza de las luminarias, etc.).

En la siguiente tabla se incluyen los valores del factor de mantenimiento (f_m) según las características de la instalación:

PROYECTOS DE ALUMBRADO INTERIOR		
Características de las luminarias	Grado de polución del ambiente	Factor de mantenimiento, (f_m)
Cerrada	Reducida	0,9
	Moderada	0,8
	Importante	0,7
Abierta	Reducida	0,8
	Moderada	0,7
	Importante	0,6
PROYECTOS DE ALUMBRADO EXTERIOR		
Características de las luminarias	Grado de polución de la atmósfera	Factor de mantenimiento, (f_m)
Hermética	Reducida	0,8
	Moderada	0,7
	Importante	0,6
No hermética	Reducida	0,7
	Moderada	0,6
	Importante	0,5

Tabla 13. Valores del factor de mantenimiento, f_m

1.7.4.3.- Cálculos

1.7.4.3.1- Determinación del flujo luminoso

El proceso de cálculo comienza determinando el valor del flujo luminoso total (Φ_T) requerido a nivel del plano de trabajo, con objeto de poder producir la iluminancia media exigible según la actividad a realizar en el local. Por tanto, en primer lugar habrá que definir cuál va a ser la actividad principal a desarrollar en el local, para así establecer las necesidades de su iluminación. Una vez que se tiene la iluminancia media (E_m), el valor del flujo luminoso total (Φ_T) requerido se obtiene de la siguiente expresión:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

donde,

Φ_T , es el valor del flujo luminoso total requerido a nivel del plano de trabajo, en *lumen (lm)*;

E_m , es la iluminancia media requerida según la actividad, en *lux (lx)*;

S , es la superficie del plano de trabajo o área del local, en m^2 ;

η , es el factor de utilización

f_m , es el factor de mantenimiento

1.7.4.3.2- Número y distribución de luminarias

Una vez determinado el flujo luminoso total requerido para producir la iluminancia media requerida en el plano de trabajo, según se ha visto en el apartado anterior, se seleccionará el tipo de lámpara. En las características técnicas se extrae el valor de flujo luminoso que proporciona la lámpara seleccionada (Φ_L), y mediante la siguiente expresión se calculará el número de luminarias necesarias:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

donde,

N , es el número de luminarias requeridas en el local;

Φ_T , es el flujo luminoso total requerido en el local, en *lumen (lm)*;

Φ_L , es el flujo luminoso que proporciona cada lámpara, en *lumen (lm)*;

n , es el número de lámparas por luminaria.

La expresión anterior proporcionará un número que, en general, no será un número entero, por lo que habrá que redondear por encima para obtener un número entero que se corresponderá con el número de luminarias (N) necesarias. Una vez calculado el número total de luminarias (N), hay que distribuir las a lo largo y ancho del local.

Para un local con forma rectangular, las luminarias se repartirán de forma uniforme siguiendo filas paralelas a los ejes de simetría del local.

Si a , b representan las medidas del ancho y largo del local, se puede emplear las siguientes expresiones para determinar el número de luminarias, según las direcciones perpendiculares de largo y ancho del local:

$$N_{ancho} = \sqrt{N} \cdot \left(\frac{a}{b}\right)$$

$$N_{largo} = N_{ancho} \cdot \left(\frac{b}{a}\right)$$

Siendo N_{ancho} , N_{largo} el número de luminarias distribuidas según cada dirección perpendicular del local.

Por último, y una vez distribuidas sobre la superficie del local el total de las luminarias, habrá que comprobar que la separación (e) entre luminarias no supere unos límites máximos. En efecto, la distancia máxima de separación entre luminarias dependerá de aspectos como el ángulo de apertura del haz de luz que proporcione la luminaria y de la altura de la luminaria sobre el plano de trabajo.

En la siguiente tabla se proporcionan los valores de separación máxima que se recomienda no se sobrepasen cuando se realice la distribución final de luminarias:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
Intensiva	> 10 metros	$e \leq 1,2 \cdot h_l$
Extensiva	6 - 10 metros	$e \leq 1,5 \cdot h_l$
Semi-extensiva	4 - 6 metros	$e \leq 1,5 \cdot h_l$
Extensiva	≤ 4 metros	$e \leq 1,6 \cdot h_l$
Distancia pared-luminaria: $e/2$		

Siendo h_l la altura a la que está la luminaria respecto al plano de trabajo.

Como se ve en la tabla anterior, las luminarias próximas a la pared se separarán de la misma un valor igual a la mitad de la distancia establecida entre luminarias.

1.7.4.3.3- Comprobación de resultados de iluminancia

Una vez seleccionado el número y tipo de lámpara queda por comprobar que la iluminancia real promedio obtenida por éstas es al menos igual o superior al valor de iluminancia recomendado ($E_{recomendado}$), según lo indicado en la Tabla 1. La

iluminancia real promedio (E_{real}) que proporciona las lámparas seleccionadas se obtiene a partir de la expresión siguiente:

$$E_{real} = \frac{N \cdot n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S}$$

donde,

- E_{real} , es la iluminancia real promedio obtenida, en lux (lx);
- N , es el número de luminarias instaladas en el local;
- n , es el número de lámparas que tiene cada luminaria instalada;
- Φ_L , es el flujo luminoso que proporciona cada lámpara, en lumen (lm);
- η , es el factor de utilización
- f_m , es el factor de mantenimiento (ver Tabla 13 del apartado 3.5);
- S , es la superficie del plano de trabajo o área del local, en m^2 ;

El diseño se considera válido si se cumple que:

$$E_{real} \geq E_{recomendado}$$

1.7.4.4 Valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI)

1.7.4.4.1.- Cálculo del VEEI

La eficiencia energética de la instalación proyectada se evaluará mediante un indicador, llamado *valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)*, que se expresa en W/m^2 por cada $100 lux$, mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100 (lux)}{S \cdot E_{real}}$$

donde,

- P , es la potencia activa consumida del total de luminarias empleadas, en W ;
- S , es la superficie del plano de trabajo o área del local, en m^2 ;
- E_{real} , es la iluminancia real promedio obtenida, en lux (lx);

1.7.4.4.2- Valores límites de eficiencia energética

Con objeto de establecer los correspondientes valores límites del valor de eficiencia energética de la instalación ($VEEI_{límite}$), las instalaciones de iluminación quedarán clasificadas en dos grandes grupos, según el uso principal del local que iluminen:

- **Grupo 1:** Incluye aquellas zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;

- **Grupo 2:** Incluye zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico ⁽⁴⁾	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios ⁽²⁾	4,0
	habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,5
	zonas comunes ⁽¹⁾	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos ⁽⁵⁾	5
recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5	
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte ⁽⁶⁾	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁹⁾	8
	hostelería y restauración ⁽⁸⁾	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁷⁾	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes ⁽¹⁾	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

1.7.4.4.3- Comprobación de resultados

La condición de eficiencia energética de la instalación se cumplirá si el valor del VEEI calculado anteriormente, no supera el límite máximo indicado en las tablas del apartado anterior para el tipo de local considerado. Es decir,

$$VEEI < VEEI_{límite}$$

En nuestro caso el local es una zona de no representación, que tendrá un VEEI de 4.5 para zonas comunes y de 5 para salas técnicas (estudio, sala de control, salas de ensayo) y almacén.

1.7.4.5.- Cálculo de iluminación principal

Para determinar el índice de iluminación requerido acudimos a la norma UNE 12464.1: Norma europea sobre Iluminación para interiores. En ella encontramos los siguientes valores necesarios en función del tipo de recinto. Para nuestro estudio, tenemos que:

Recinto	E_m (lx)	UGR _L	R _a
Vestíbulos	200	22	80

Aseos	100	25	80
Pasillos	100	25	80
Salas de ensayo	300	19	80
Cuarto técnico	200	25	60
Sala Audición	300	19	80
Est. grabación	300	19	80
Sala de control	300	19	80
Oficina	300	19	80

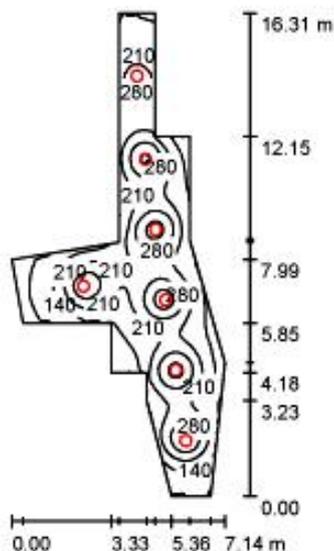
CALCULO DE ILUMINACIÓN PRINCIPAL

Para el cálculo de la iluminación principal nos ayudaremos del software DIALux, donde usaremos los siguientes valores de referencia.

- Altura de plano de trabajo = 0.85m
- Coefficiente de reflectancia en suelos = 0.2
- Coefficiente de reflectancia en paredes = 0.5
- Coefficiente de reflectancia en techos = 0.7
- Coefficiente de mantenimiento = 0.8

Denominación del local: Vestíbulo planta baja
 Superficie: 36.69m²

Vestibulo P Baja / Output en hoja simple



Altura del local: 4.400 m, Altura de montaje: 4.250 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:210

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	203	49	388	0.244
Suelo	20	180	55	290	0.307
Techo	70	23	10	39	0.445
Paredes (16)	50	53	14	393	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

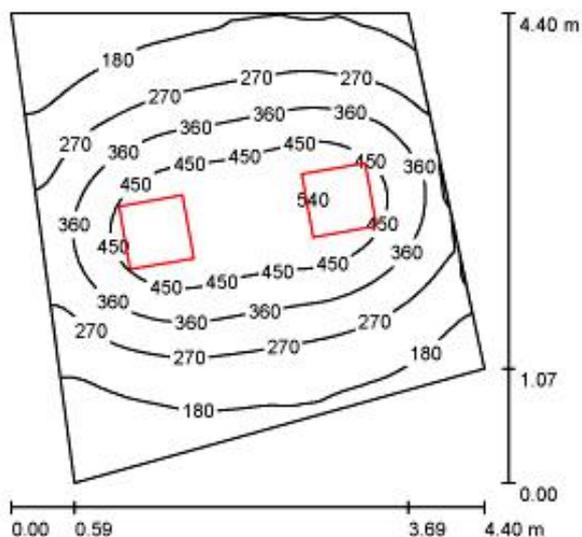
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	SIMON 80540033-883 Proyector suspendido 805 WW GENERAL AL (1.000)	2099	2100	1.0
Total:			14694	Total: 14700	7.0

Valor de eficiencia energética: 0.16 W/m² = 0.08 W/m²/100 lx (Base: 43.89 m²)

Denominación del local: **Oficina**
 Superficie: 13.60m²

Oficina / Output en hoja simple



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.599 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:57

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	309	104	546	0.338
Suelo	20	238	121	335	0.510
Techo	70	64	38	84	0.596
Paredes (4)	50	145	48	382	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

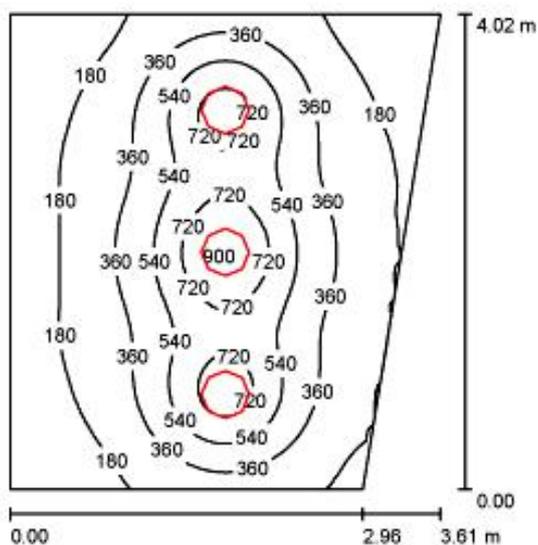
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 72660030-886 Luminaria Modular 726 60x60 CW (1.000)	3700	3700	44.0
			Total: 7400	Total: 7400	88.0

Valor de eficiencia energética: $4.93 \text{ W/m}^2 = 1.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.84 m^2)

Denominación del local: **Sala ensayo 1**
 Superficie: 13.29m²

Sala ensayo 1 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.200 m, Altura de montaje: 3.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	359	52	914	0.145
Suelo	20	308	111	565	0.360
Techo	70	37	27	43	0.738
Paredes (4)	50	70	24	237	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

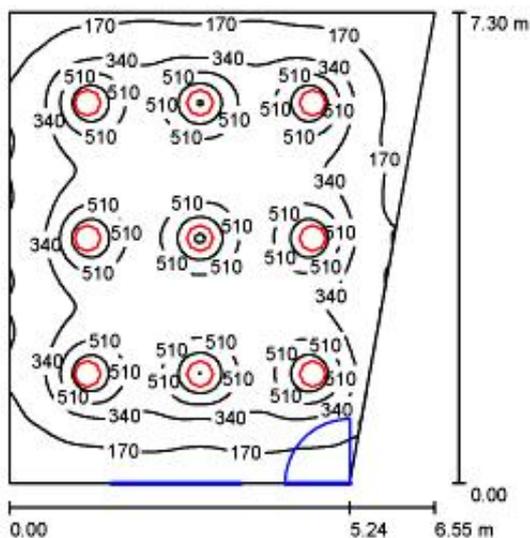
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	SIMON 80540033-883 Proyector suspendido 805 WW GENERAL AL (1.000)	2099	2100	1.0
			Total: 6297	Total: 6300	3.0

Valor de eficiencia energética: 0.23 W/m² = 0.06 W/m²/100 lx (Base: 13.21 m²)

Denominación del local: Sala de ensayo 2
 Superficie: 43.57m²

Sala ensayo 2 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.200 m, Altura de montaje: 3.050 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:94

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	364	32	871	0.087
Suelo	20	339	73	615	0.216
Techo	70	47	31	59	0.659
Paredes (4)	50	66	28	219	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

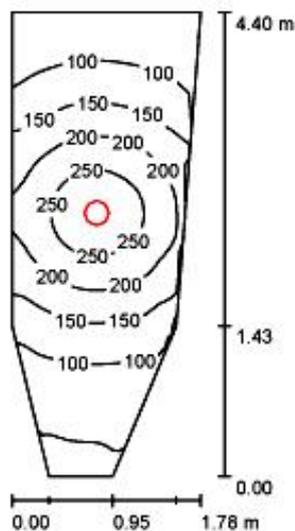
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	SIMON 80540033-883 Proyector suspendido 805 WW GENERAL AL (1.000)	2099	2100	1.0
			Total: 18892	Total: 18900	9.0

Valor de eficiencia energética: 0.21 W/m² = 0.06 W/m²/100 lx (Base: 43.03 m²)

Denominación del local: **Cuarto instalaciones**
 Superficie: 6.52m²

C Instalac / Output en hoja simple



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.556 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:57

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	149	41	282	0.274
Suelo	20	101	49	142	0.482
Techo	70	37	18	64	0.495
Paredes (6)	50	76	21	302	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

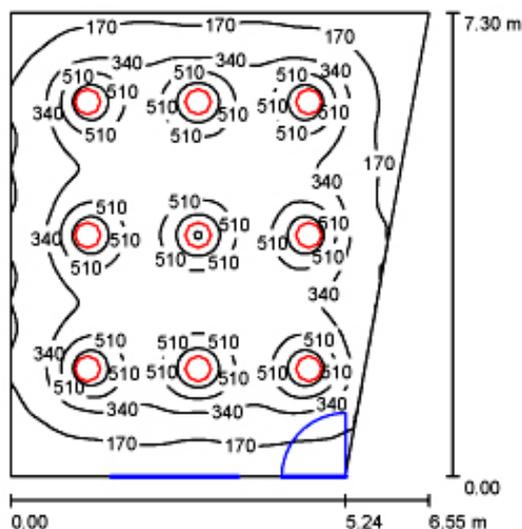
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	SIMON 72522030-983 Downlight 725.22 empotrado WW Advance GENERAL Blanco (1.000)	2100	2100	24.0
Total:			2100	Total: 2100	24.0

Valor de eficiencia energética: 3.70 W/m² = 2.48 W/m²/100 lx (Base: 6.48 m²)

Denominación del local: Estudio de grabación
 Superficie: 43.57m²

Estudio de grabacion / Output en hoja simple



Altura del local: 3.200 m, Altura de montaje: 3.050 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:94

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	361	30	867	0.082
Suelo	20	336	70	611	0.209
Techo	70	43	29	54	0.677
Paredes (4)	50	63	26	215	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

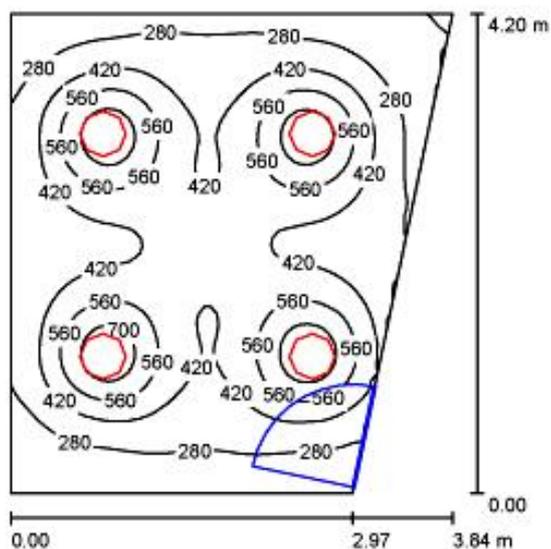
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	SIMON 80540033-883 Proyector suspendido 805 WW GENERAL AL (1.000)	2099	2100	1.0
			Total: 18892	Total: 18900	9.0

Valor de eficiencia energética: $0.21 \text{ W/m}^2 = 0.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 43.03 m²)

Denominación del local: **Sala de control**
 Superficie: 12.70m²

Sala de control / Output en hoja simple



Altura del local: 3.200 m, Altura de montaje: 3.100 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	419	126	814	0.301
Suelo	20	363	132	533	0.364
Techo	70	49	37	58	0.757
Paredes (4)	50	96	31	404	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

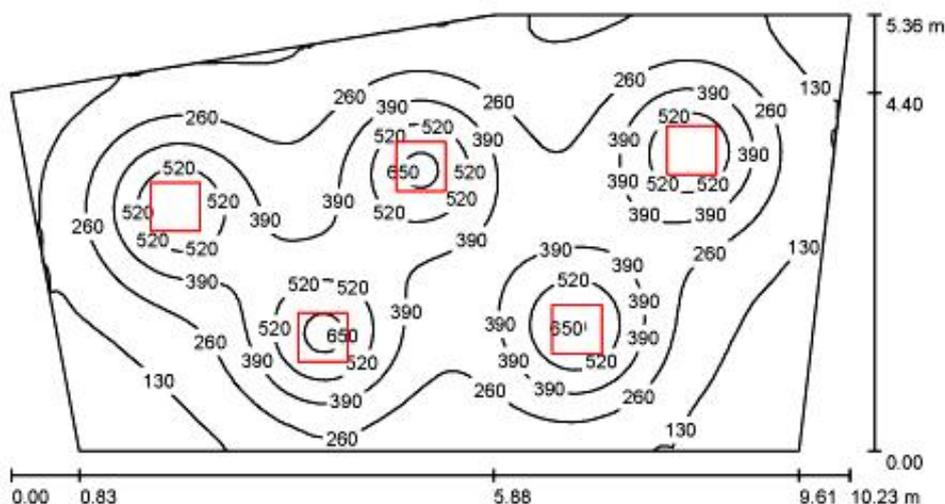
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 80540033-883 Proyector suspendido 805 WW GENERAL AL (1.000)	2099	2100	1.0
Total:			8397	8400	4.0

Valor de eficiencia energética: 0.28 W/m² = 0.07 W/m²/100 lx (Base: 14.30 m²)

Denominación del local: **Sala de Audición**
 Superficie: 22.94m²

Sala audicion / Output en hoja simple



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.299 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:74

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	300	43	684	0.142
Suelo	20	260	90	397	0.346
Techo	70	57	37	76	0.658
Paredes (5)	50	123	43	235	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

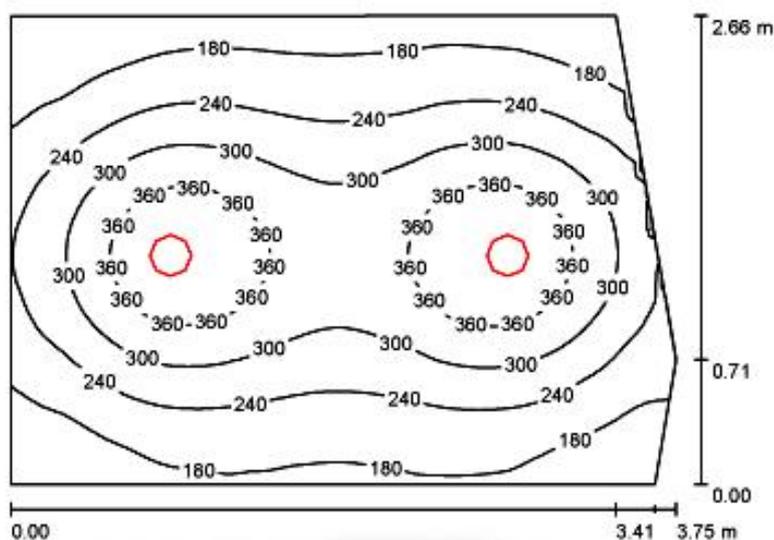
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	SIMON 72660030-886 Luminaria Modular 726 60x60 CW (1.000)	3700	3700	44.0
			Total: 18500	Total: 18500	220.0

Valor de eficiencia energética: $4.53 \text{ W/m}^2 = 1.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 48.52 m^2)

Denominación del local: **Almacén**
 Superficie: 9.15m²

Almacen / Output en hoja simple



Valores en Lux, Escala 1:35

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	262	123	414	0.471
Suelo	20	187	121	233	0.646
Techo	70	56	38	78	0.666
Paredes (5)	50	129	48	298	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SIMON 72522030-983 Downlight 725.22 empotrado WW Advance GENERAL Blanco (1.000)	2100	2100	24.0
			Total: 4200	Total: 4200	48.0

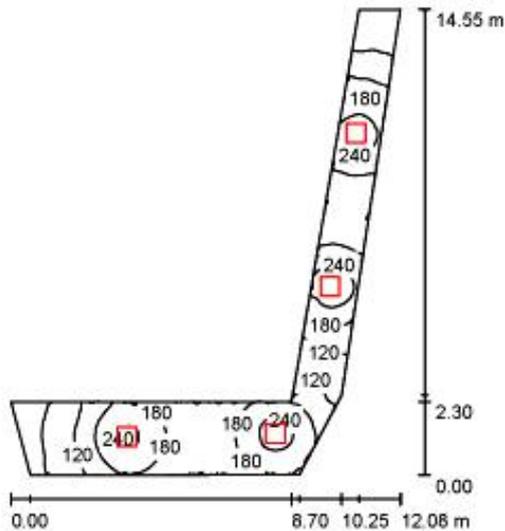
Valor de eficiencia energética: 5.00 W/m² = 1.91 W/m²/100 lx (Base: 9.60 m²)

Denominación del local: **Vestíbulo planta sótano**

Superficie: 25.42m²

e-Mail

Vestibulo sotano / Output en hoja simple



Altura del local: 3.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:187

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	159	23	275	0.145
Suelo	20	124	38	170	0.304
Techo	70	49	15	178	0.301
Paredes (7)	50	99	16	1089	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	SIMON 72660030-886 Luminaria Modular 726 60x60 CW (1.000)	3700	3700	44.0
Total:			14800	Total: 14800	176.0

Valor de eficiencia energética: 4.59 W/m² = 2.88 W/m²/100 lx (Base: 38.35 m²)

1.7.4.6.- Cálculo de iluminación de emergencia

Posición y características de las luminarias

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;
- b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
 - en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
 - en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
 - en cualquier otro cambio de nivel;

- en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la *iluminancia* horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.

b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la *iluminancia* horizontal será de 5 lux, como mínimo.

c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la *iluminancia* máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático R_a de las lámparas será 40.

1.7.5. Cálculo Instalaciones Climatización:

1.7.5.1- Generalidades

La renovación del aire interior de las dependencias de un edificio es necesaria e imprescindible. Mediante la renovación del aire interior en los edificios se consigue mantener en niveles admisibles, la concentración de contaminantes presentes en el aire, que se genera por el desarrollo de cualquier actividad humana o de otra índole.

1.7.5.2- Condiciones interiores de diseño de temperatura y humedad

En general, las condiciones interiores de diseño que se tomarán para la temperatura y humedad relativa en el interior de los edificios, que se consideran condiciones de confort, dependerá de factores tales como la actividad metabólica que desarrollen las personas ocupantes del edificio, de su grado de vestimenta y del porcentaje estimado de personas insatisfechas que se admita que pueda haber.

En este sentido, para un caso genérico donde las personas ocupantes del edificio desarrollen una actividad metabólica sedentaria de $1,2 \text{ met}^*$, con grado de vestimenta de $0,5 \text{ clo}^{**}$ en verano y de 1 clo en invierno y que el porcentaje de insatisfechos se sitúe entre el 10 y el 15%, se pueden tomar, como condiciones interiores de diseño para la temperatura y humedad relativa del aire interior, las que se muestran en la siguiente tabla:

Estación del año	Temperatura °C	Humedad relativa %
Verano	23 ... 25	45 ... 60

Invierno	21 ... 23	40 ... 50
----------	-----------	-----------

Condiciones interiores de diseño

(*) *El met se emplea como una unidad de medida de la tasa de actividad metabólica.* En concreto *1 met* se define como el metabolismo de una persona sentada y sin una actividad física especial. Su equivalencia con otras unidades es:
 $1 \text{ met} = 58,15 \text{ W/m}^2 = 50 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2$

En nuestro caso particular, la temperatura de diseño para invierno será de 21°C, y para verano será de 24°C, salvo en el estudio de grabación que tendrá una temperatura constante durante todo el año de 21°C. La humedad relativa será del 50% para todas las estancias.

1.7.5.3.- Categorías de calidad de aire interior

En España el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.I.T.E.) establece distintas categorías en la calidad de aire interior (**IDA**) exigibles a los edificios en función del uso que se haga de ellos, a saber:

- **IDA 1:** es la categoría de calidad óptima del aire. Se exige en edificios de uso muy sensibles, tales como, hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- **IDA 2:** significa una calidad de aire buena. Se suele exigir esta calidad de aire para oficinas, salas comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y estudiantes, salas de lectura, bibliotecas, museos, salas de tribunales, colegios y aulas de enseñanzas, piscinas cubiertas.
- **IDA 3:** o calidad de aire media. Tipo de aire válido para el grueso de edificios, tales como, edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos y representaciones, habitaciones de hoteles, hostales y pensiones, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, establecimientos deportivos (salvo piscinas), salas para uso de ordenadores.
- **IDA 4:** corresponde a un tipo de aire de calidad baja. Para el resto de edificios no mencionados anteriormente.

Para nuestro local, impondremos una categoría IDA2, que satisface las necesidades exigidas en este tipo de usos.

1.7.5.4- Caudal mínimo de aire exterior de ventilación

Una vez establecido la calidad de aire interior, hay que establecer el caudal mínimo de aire exterior de ventilación que garantice que se va a alcanzar dicha calidad. Este aporte de aire limpio del exterior es lo que se conoce también por renovación o ventilación del aire contenido en el interior del edificio.

Para saber el número de renovaciones necesarias o caudales de aporte de aire exterior, hay que partir del uso a que se va a destinar el edificio. En función de este uso, existen multitud de tablas y recomendaciones de bibliografía especializada que indican el número de renovaciones horarias, o bien

proporcionan directamente los caudales de aire por persona o metro cuadrado de superficie del edificio o de salas a acondicionar.

Por ejemplo, en la siguiente tabla se indica el número de renovaciones a la hora, para cada tipo de establecimiento o local, según la norma DIN 1946.

Tipo de Local		Nº. Renovaciones de aire por hora
WC, inodoros	Privados	4-5
	Públicos	8-15
Aseos y baños		5-7
Bibliotecas		4-5
Oficinas		4-8
Auditorios		6-8
Salas de cines y de teatros		5-8
Aulas		5-7
Salas de conferencias		6-8
Laboratorios		8-15
Cuartos de máquinas		10-40
Despachos de reuniones		6-8
Gimnasios		4-6
Tiendas y comercios		4-8
Salas de reuniones		5-10
Salas de espera		4-6

Renovaciones de aire en locales

El cálculo del caudal mínimo requerido de ventilación de aire exterior es inmediato a partir de los datos de renovaciones horas de la tabla anterior.

En efecto, si V es el volumen que ocupa el local o establecimiento en m^3 ($V = A \cdot B \cdot C$, siendo A , B , C las dimensiones de largo, ancho y altura del local) y N es el número de renovaciones por hora extraído de la tabla anterior en función del uso dado al local o edificio. El caudal Q mínimo de aire exterior se calcula como:

$$Q = V \cdot N \text{ (} m^3/h \text{)}$$

Otros procedimientos que pueden ser utilizados para el cálculo de los caudales mínimos necesarios de aire exterior de ventilación son los expuestos en el R.I.T.E,

según el cual, para nuestro tipo de local IDA 2, el caudal mínimo necesario será $Q = 12.5l/s$ por persona, con lo que para nuestro estudio tenemos:

Dependencias Planta Baja	Superficie útil (m ²)	Ocupación real (personas)	Caudal mínimo necesario (l/s)
Oficina	13.60	6	75
Local ensayo 1	13.29	3	37.5
Local ensayo 2	43.57	6	75
Aseos	13.14	2	25
Vestíbulo	36.69	18	225

Dependencias Planta sótano	Superficie útil (m ²)	Ocupación real (personas)	Caudal mínimo necesario (l/s)
Sala audición	22.94	11	137.5
Sala Control	12.70	4	50
Estudio grabación	43.57	6	75
Vestíbulo sótano	25.42	12	150

1.7.5.5- Filtrado del aire exterior de ventilación

Es evidente que se hace necesario introducir el aire exterior en el edificio debidamente filtrado, para limitar en lo posible la entrada de partículas y de contaminantes gaseosos que proceden del ambiente exterior.

Precisamente, la calidad del aire procedente del exterior (**ODA**) puede ser clasificada en niveles, según el siguiente criterio:

- **ODA 1:** se considera la mejor calidad de aire exterior. Es aire puro que puede contener partículas sólidas (polen por ejemplo) de forma temporal.
- **ODA 2:** es un aire que posee altas concentraciones de partículas sólidas.
- **ODA 3:** aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.
- **ODA 4:** tipo de aire exterior que tiene altas concentraciones de contaminantes gaseosos y de partículas.
- **ODA 5:** aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y de partículas.

En la siguiente tabla se indican las clases de filtración mínimas exigibles al aire de ventilación exterior, en función de la categoría de aire exterior (ODA) y de la calidad de aire interior (IDA) exigible:

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7 / F9	F8	F7	F6
ODA 3	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 4	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6

ODA 5	F6 / GF / F9 (*)	F6 / GF / F9 (*)	F6 / F7	G4 / F6
--------------	------------------	------------------	---------	---------

Clases de filtración

(*) Se deberá prever la instalación de un filtro de gas o un filtro químico (GF) situado entre las dos etapas de filtración.

Considerando que requerimos un IDA 2 y que por las características y situación tenemos en el exterior un ODA 3, deberemos equipar nuestro equipo con un juego de filtros F6/F8.

1.7.5.6- Aire de extracción

Igualmente, el aire de extracción procedente del interior del edificio se clasifica en función del uso de los locales o dependencias del edificio del cual provienen. De esta forma se tienen las siguientes categorías para el aire de extracción:

- **AE 1:** se corresponde con un aire extraído que tiene un bajo nivel de contaminación. Suelen proceder de locales y dependencias donde las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los mismos materiales de construcción y de decoración que constituyen la sala, además de las personas. Evidentemente, son locales donde está prohibido fumar. Ejemplo: oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos.
- **AE 2:** aire extraído con un moderado nivel de contaminación. Proceden de locales ocupados con más contaminantes que la categoría anterior, y además no está prohibido fumar. Ejemplo: restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, bares, almacenes.
- **AE 3:** aire de extracción con alto nivel de contaminación. Procede de locales donde se almacenan o producen productos químicos, donde existe humedad, etc. Ejemplos: Aseos, saunas, cocinas, laboratorios químicos, imprentas.
- **AE 4:** aire de extracción con muy alto nivel de contaminación. Es aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud a partir de determinadas concentraciones. Ejemplos: extracción de campanas de humos, aparcamientos, locales para el manejo de pinturas, locales donde se guarda lencería y ropa sucia, locales de almacenamiento de residuos de comida, locales de fumadores de uso continuo, laboratorios químicos.

En general, el caudal de aire de extracción de los locales y dependencias será como mínimo de $2 \text{ dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ de superficie en planta del local.

Sólo el aire de extracción con categoría AE 1 y exento de humo de tabaco puede ser retornado a los locales.

El aire con categoría AE 2 puede ser empleado solamente como aire de transferencia hacia locales de servicios, aseos y garajes o parkings.

El aire de las categorías AE 3 y AE 4 no puede ser empleado como aire de recirculación o transferencia. Además, su expulsión al exterior del aire de estas

categorías no puede ser común a la expulsión del aire de las categorías AE 1 y AE 2 para evitar la posibilidad de una contaminación cruzada.

En nuestro caso contamos con una calidad de aire de extracción AE 1.

1.7.5.7- Velocidad media del aire permitida en el interior

Para mantener unas condiciones mínimas de confort en los lugares ocupados, la velocidad del aire interior debe mantenerse por debajo de unos niveles, que dependerán de factores como la actividad que desarrollen las personas presentes en el local, su vestimenta, e incluso la temperatura del aire interior.

Para unos valores de la temperatura seca del aire comprendido entre 20 °C y 27 °C, se puede emplear la siguiente expresión que proporciona la velocidad media del aire máxima permitida que asegura unas condiciones de confort:

$$v = \frac{T}{100} - 0,07 \quad (m/s)$$

Siendo T la temperatura seca del aire del interior del local.

Se considera que para este tipo de local, estudios de grabación, de mastering, de radio, etc, la velocidad máxima del aire en el interior no será superior a 2m/s.

1.7.5.8.- Cálculo de la carga térmica

1.7.5.8.1.- Generalidades

Cuando se habla de carga térmica sobre un edificio, se entiende que se habla de un fenómeno que tiende a modificar la temperatura interior del aire o su contenido en humedad.

En este sentido se puede establecer una primera clasificación de las cargas térmicas, según su incidencia:

- Cargas térmicas sensibles: aquellas que van a originar una variación en la temperatura del aire.
- Cargas térmicas latentes: las que van a originar una variación en la humedad absoluta del ambiente (contenido de agua en el aire).

Por otro lado, el conocimiento de las cargas térmicas es imprescindible, como paso previo para acometer la tarea de diseñar el sistema de acondicionamiento del aire interior de un edificio, dependencia o local.

Precisamente en el diseño de un sistema de aire acondicionado habrá que calcular las cargas térmicas para las situaciones de diseño de verano y de invierno, dimensionando la instalación para la situación más desfavorable.

1.7.5.8.2.- Componentes de la carga térmica

Según la procedencia se pueden distinguir dos grandes grupos de cargas térmicas:

- Cargas térmicas procedentes del ambiente exterior del edificio:

A su vez, las cargas térmicas externas pueden ser de diversos tipos:

- Cargas a través de cerramientos;
 - Cargas a través de superficies acristaladas, ventanas y claraboyas;
 - Cargas introducidas a través de la ventilación;
 - Cargas debidas a infiltración.
- Cargas térmicas generadas en el interior del edificio:

A su vez, las cargas térmicas internas pueden ser de diversos tipos:

- Cargas generadas por las personas;
- Cargas de iluminación;
- Cargas generadas por equipos eléctricos, informáticos...
- Otras cargas generadas en el interior.

1.7.5.8.3.- Cálculo de la carga térmica para refrigeración

Este tutorial se va a centrar en el cálculo de las cargas térmicas para satisfacer las necesidades de refrigeración de un edificio, dependencia o local.

El cálculo de la carga térmica de refrigeración (Q_r) es necesario para saber la capacidad de refrigeración de los aparatos de aire acondicionado que se deben utilizar, y en última instancia de su potencia eléctrica de consumo.

La carga térmica total de refrigeración (Q_r) de un local se obtiene de la siguiente expresión:

$$Q_r = Q_s + Q_l$$

donde,

- Q_s es la carga térmica sensible (W);
- Q_l es la carga térmica latente (W).

En los siguientes apartados se expone cómo calcular las cargas térmicas sensible y latente que se transmiten al local, con objeto de sumarlas y obtener de esta forma la carga térmica total.

1.7.5.8.4.- Cálculo de la carga térmica sensible

A) Expresión general

Para el cálculo de la carga térmica sensible (Q_s) se emplea la siguiente expresión:

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sai}$$

donde,

Q_{sr} es el valor de la carga sensible debida a la radiación solar a través de las superficies acristaladas (W);

Q_{str} es la carga sensible por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores (W);

Q_{st} es la carga sensible por transmisión a través de paredes, techos, suelos y puertas interiores (W);

Q_{si} es la carga sensible transmitida por infiltraciones de aire exterior (W);

Q_{sai} es la carga sensible debida a aportaciones internas (W).

Por lo tanto, el cálculo de la carga sensible se basa en calcular cada una de las diferentes cargas anteriores y sumarlas, obteniéndose así el valor de la carga sensible total. Y esto es precisamente lo que se va a realizar en los próximos apartados.

B) Carga por radiación solar a través de cristal " Q_{sr} "

La radiación solar atraviesa las superficies translúcidas y transparentes e incide sobre las superficies interiores del local, calentándolas, lo que a su vez incrementa la temperatura del ambiente interior.

La carga térmica por radiación a través de cristales y superficies translúcidas (Q_{sr}) se calcula como sigue:

$$Q_{sr} = S \cdot R \cdot F$$

donde,

Q_{sr} es la carga térmica por radiación solar a través de cristal, en W .

S es la superficie translúcida o acristalada expuesta a la radiación, en m^2 .

R es la radiación solar que atraviesa la superficie, en W/m^2 , correspondiente a la orientación, mes y latitud del lugar considerado.

F es el factor de corrección de la radiación en función del tipo de vidrio empleado en la ventana, efectos de sombras que pueda existir, etc. Este valor se puede obtener de las tablas incluidas en el documento *CTE-DB HE Ahorro de energía*.

Utilizando los datos de radiación global diaria medidos por el Instituto Nacional de Meteorología, se han calculado los valores medios mensuales de exposición global diaria de la radiación solar, a partir de las series anuales disponibles.

Mes	EN	FB	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NO	DI
Radiación solar	1.3	1.9	2.9	3.9	4.5	5.5	5.2	4.4	3.8	2.4	1.6	1.1

C) Carga por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores " Q_{str} "

La carga por transmisión y radiación que se transmite a través de las paredes y techos opacos que limitan con el exterior (Q_{str}) se calcula como sigue:

$$Q_{str} = K \cdot S \cdot (T_{ec} - T_i)$$

donde,

Q_{str} es la carga por transmisión a través de paredes y techos exteriores, en W .

K es el coeficiente global de transmisión térmica del cerramiento, también llamado transmitancia térmica, expresado en $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

S es la superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas, en m^2 .

T_i es la temperatura interior de diseño del local ($^\circ C$)

T_{ec} es la temperatura exterior de cálculo al otro lado del local ($^\circ C$)

Por último, para obtener el valor de la temperatura exterior de cálculo (T_{ec}) se parte a su vez de la llamada temperatura exterior de diseño (T_e). La temperatura exterior de diseño (T_e) se calcula teniendo en cuenta la temperatura media del mes más cálido (T_{me}) y la temperatura máxima del mes más cálido ($T_{máx}$) del lugar, a partir de la siguiente expresión:

$$T_e = 0,4 \cdot T_{me} + 0,6 \cdot T_{máx}$$

Provincia	Estación	Indicativo
Cantabria	Santander (CMT)	1111

UBICACIÓN: AEROPUERTO

Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
52	43°29'30"	03°47'59"W	87.600 (1998-2007)	(3) 29.200 (1998-2007)	13.140 (1998-2006)	58.400 (1998-2007)

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-0,3	3,6	4,7	6,0	81	22,0

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
34,5	25,6	20,1	24,2	20,1	23,2	20,0	9,2

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)
22,1	24,9	21,4	24,1	20,6	23,3

VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	10,6	11,3	141	291	0	1,4	9,2
Febrero	10,3	11,0	138	275	0	2,1	10,0
Marzo	11,9	12,7	110	253	1	3,4	11,8
Abril	12,4	13,2	86	227	1	4,4	13,5
Mayo	14,7	15,5	34	166	2	5,2	17,0
Junio	17,6	18,3	4	79	6	5,7	20,1
Julio	19,3	20,0	1	40	18	5,6	22,0
Agosto	20,3	21,1	0	22	30	4,9	22,6
Septiembre	18,8	19,9	2	49	15	4,1	20,2
Octubre	16,9	17,9	15	108	12	2,6	16,6
Noviembre	12,9	13,8	76	213	1	1,6	12,4
Diciembre	11,1	11,9	126	275	0	1,2	10,1

La temperatura exterior de cálculo (T_{ec}) se calculará finalmente a partir de la temperatura exterior de diseño (T_e) y de la orientación que tenga el cerramiento que se está considerando, a partir de la siguiente tabla:

Orientación	Temperatura exterior de cálculo (T_{ec}) en °C
Norte	$0,6 \cdot T_e$
Sur	T_e
Este	$0,8 \cdot T_e$
Oeste	$0,9 \cdot T_e$

Cubierta	T_e+12
Suelo	$(T_e+15)/2$
Paredes interiores	$T_e-0,75$

Temperatura exterior de cálculo (T_{ec})

D) Carga por transmisión a través de paredes, techos, suelos y puertas interiores " Q_{st} "

La carga por transmisión a través de los cerramientos interiores del local que lo limitan con otras estancias del edificio (Q_{st}) se calcula aplicando la expresión siguiente:

$$Q_{st} = K \cdot S \cdot (T_e - T_i)$$

donde,

Q_{st} es la carga por transmisión a través de los cerramientos interiores, en W.

K es el coeficiente global de transmisión térmica del cerramiento, también llamado transmitancia térmica, expresado en $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

S es la superficie del cerramiento interior, en m^2 .

T_e es la temperatura de diseño al otro lado del cerramiento ($^\circ C$)

T_i es la temperatura interior de diseño del local ($^\circ C$)

E) Carga transmitida por infiltraciones de aire exterior " Q_{si} "

La carga transmitida por infiltraciones y ventilación de aire exterior (Q_{si}) se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_{si} = V \cdot \rho \cdot C_{e,aire} \cdot \Delta T$$

donde,

Q_{si} es la carga térmica por infiltración y ventilación de aire exterior (W);

V es el caudal de aire infiltrado y de ventilación (m^3/s);

ρ es la densidad del aire, de valor $1,18 \text{ kg}/m^3$;

$C_{e,aire}$ es el calor específico del aire, de valor $1012 \text{ J}/\text{kg} \cdot ^\circ C$;

ΔT es la diferencia de temperaturas entre el ambiente exterior e interior.

De esta manera, una vez obtenido el caudal de ventilación de aire del exterior que entra en el local y aplicando la formulación anterior se puede obtener la carga térmica debida a ventilación e infiltración.

F) Carga sensible por aportaciones internas " Q_{sai} "

La ganancia de carga sensible debida a las aportaciones internas del local (Q_{sai}) se determina a su vez como suma de las siguientes tipos de cargas que se generan dentro del mismo:

$$Q_{sai} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{se}$$

Donde:

Q_{sil} es el valor de la ganancia interna de carga sensible debida a la iluminación interior del local (W);

Q_{sp} es la ganancia interna de carga sensible debida a los ocupantes del local (W);

Q_{se} es la ganancia interna de carga sensible debida a los diversos aparatos existentes en el local, como aparatos eléctricos, ordenadores, etc. (W).

• Carga sensible por iluminación (Q_{sil}):

Para el cálculo de la carga térmica sensible aportada por la iluminación interior del establecimiento se considerará que la potencia íntegra de las lámparas de iluminación se transformará en calor sensible.

En el caso de las lámparas de tipo fluorescente o de descarga se multiplicará la potencia total de todas las lámparas por 1,25 para considerar el consumo complementario de las reactancias.

- Lámparas incandescentes:

$$Q_{sil,incandescente} = n \cdot Pot_{Lámp. incandescente}$$

Siendo n el número de lámparas de tipo incandescentes colocadas.

- Lámparas de descarga o fluorescentes:

$$Q_{sil,descarga} = 1,25 \cdot n \cdot Pot_{Lámp. descarga}$$

Siendo n el número de lámparas fluorescentes colocadas.

La ganancia de carga sensible por iluminación se obtendrá como la suma de las anteriores:

$$Q_{sil} = Q_{sil,incandescente} + Q_{sil,descarga}$$

• Carga sensible por ocupantes (Q_{sp}):

Para calcular la carga sensible que aporta cada persona (Q_{sp}), es necesario conocer previamente las distintas cargas térmicas que origina:

- Radiación: debido a que la temperatura media del cuerpo es superior a la de los objetos que le rodean.

- Convección: ya que la superficie de la piel se encuentra a mayor temperatura que el aire que la rodea, creándose pequeñas corrientes de convección que aportan calor al aire.

- Conducción: originada a partir del contacto del cuerpo con otros elementos que le rodeen.

- Respiración: lo que origina un aporte de calor por el aire exhalado, que se encuentra a mayor temperatura. Aquí se produce también un aporte de vapor de agua que aumentará la humedad relativa del aire.

- Evaporación cutánea: este aporte de calor puede ser importante en verano.

La carga por ocupación tiene, por tanto, una componente sensible y otra latente, debido ésta última tanto a la respiración como a la transpiración. En ambos casos habrá que tener en cuenta el número de ocupantes de la estancia.

En la tabla siguiente se indican los valores de calor latente y sensible, en *kcal/h*, desprendido por una persona según la actividad y la temperatura existente en el local:

ACTIVIDAD REALIZADA	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo. Escuela.	45	45	50	40	55	35	60	30
Sentado trabajo ligero. Instituto.	45	55	50	50	55	45	60	40
Oficinista, actividad ligera.	45	70	50	65	55	60	60	50
Persona de pie. Tienda.	45	70	50	75	55	70	65	60
Persona que pasea. Banco.	45	80	50	75	55	70	65	60
Trabajo sedentario.	50	90	55	85	60	80	70	70
Trabajo ligero taller.	50	140	55	135	60	130	75	115
Persona que camina.	55	160	60	155	70	145	85	130
Persona que baila.	70	185	75	175	85	170	95	155
Persona en trabajo penoso.	115	250	120	250	125	245	130	230

Calor latente y sensible desprendido por persona

La expresión para obtener el calor sensible de aporte por la ocupación del local sería la siguiente:

$$Q_{sp} = n \cdot C_{sensible, persona}$$

siendo,

n es el número de personas que se espera que ocupen el local;

$C_{sensible, persona}$ es el calor sensible por persona y actividad que realice, según la tabla 3.

• Carga sensible por aparatos eléctricos (Q_{se}):

Para el cálculo de la carga térmica aportada por la maquinaria, equipos y demás electrodomésticos presentes en el espacio climatizado del local se considerará que la potencia integrada de funcionamiento de las máquinas y equipos presente en ese recinto se transformará en calor sensible.

Por otro lado, todos los equipos y electrodomésticos se considera que no funcionarán todos a la vez, por lo que se le afectará de un coeficiente de simultaneidad del 0,75 a la suma obtenida de todas las potencias.

G) Carga sensible total " Q_s "

La carga sensible total (Q_s) aportada al local es la suma de todas las anteriores:

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{se}$$

1.7.5.8.5.- Cálculo de la carga térmica latente

A) Expresión general

Para el cálculo de la carga térmica latente (Q_l) se emplea la siguiente expresión:

$$Q_l = Q_{li} + Q_{lp}$$

donde,

Q_{li} es la carga latente transmitida por infiltraciones de aire exterior (W);
 Q_{lp} es la carga latente debida a la ocupación del local (W).

Por lo tanto, el cálculo de la carga latente se basa en calcular cada una de las diferentes cargas anteriores y sumarlas, obteniéndose así el valor de la carga latente total. Y esto es precisamente lo que se va a realizar en los próximos apartados.

B) Carga latente transmitida por infiltraciones de aire exterior " Q_{li} "

La carga latente transmitida por infiltraciones y ventilación de aire exterior (Q_{li}) se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_{li} = V \cdot \rho \cdot C_{l,agua} \cdot \Delta w$$

Donde:

Q_{li} es la carga térmica latente por ventilación de aire exterior (W)
 V es el caudal de aire infiltrado y ventilación (m^3/s);
 ρ es la densidad del aire, de valor $1,18 \text{ kg}/m^3$;
 $C_{l,agua}$ es el calor específico del agua, de valor $2257 \text{ kJ}/\text{kg}$;
 Δw es la diferencia de humedad absoluta entre el ambiente exterior e interior.

De esta manera, una vez obtenido el caudal de ventilación de aire del exterior que entra en el local y aplicando la formulación anterior se puede obtener la carga térmica latente debida a ventilación e infiltración en el local.

C) Carga latente por ocupación " Q_{lp} "

La carga latente por ocupación del local (Q_{lp}) se determina multiplicando la valoración del calor latente emitido por la persona-tipo y por el número de ocupantes previstos para el local.

La expresión para obtener el calor latente de aporte por la ocupación del local sería la siguiente:

$$Q_{lp} = n \cdot C_{latente, persona}$$

Siendo:

n es el número de personas que se espera que ocupen el local;

$C_{latente, persona}$ es el calor latente por persona y actividad que realice, según la tabla 3.

D) Carga latente total " Q_l "

La carga latente total (Q_l) aportada al local es la suma de todas las anteriores:

$$Q_l = Q_{li} + Q_{lp}$$

1.7.5.9.- Cálculo de climatización estudio

Denominación del local: Estudio de grabación

Carga térmica de calefacción (mes más frío: Febrero)

$$T_s = 3.6^\circ\text{C}$$

$$T_{\min} = -0.3^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{med}} = 10.3^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{diseño}} (T_i) = 21^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{terreno}} = 10^\circ\text{C}$$

Situación: Planta sótano

Ocupación = 6 personas

$$T_e = 3.94^\circ\text{C}$$

$$T_{ec} (\text{pared noroeste}) = 2.95^\circ\text{C}$$

Perdida de calor sensible a través de cerramientos: (Q_{st})

Cerramiento	K (W/m ² °C)	S (m ²)	Ti – Te (°C)	Qsti (W)
Pared interior	2.49	23.36	17.06	992.31
Pared interior	2.49	20.96	17.06	890.36
Pared exterior	2.49	23.74	18.05	1066.98
Suelo	0.51	43.57	11	22.22
Techo	1.51	43.57	3	197.37
Total				3169.24

Perdida de calor por renovación de aire (Q_{si}):

Renovación (m ³ /h)	Ti – Te (°C)	Qsi (W)
270	21.3	1897.83

Aportaciones internas de calor: (Q_{sai})

Iluminación (Qsil)	Personas (Qsp)	Aparatos (Qsv)	Qsai (W)
549	360	0	909

La carga total de calefacción será:

$$Q_c = Q_{st} + Q_{si} - Q_{sai} = 4158.07\text{w}$$

Carga térmica de refrigeración (mes más calido: Agosto)

$$T_s = 24.2^\circ\text{C}$$

$$T_{\max} = 34.5^\circ\text{C}$$

$T_{med} = 20.3^{\circ}\text{C}$
 $T_{diseño} (T_i) = 21^{\circ}\text{C}$
 $T_{terreno} = 22.6^{\circ}\text{C}$
 Ocupación = 6 personas
 $T_e = 28.82^{\circ}\text{C}$
 $T_{ec} (\text{pared noroeste}) = 21.61^{\circ}\text{C}$

Calor sensible a través de cerramientos: (Q_{st})

Cerramiento	K (W/m ² °C)	S (m ²)	Ti – Te (°C)	Qsti (W)
Pared interior	2.49	17.21	3	128.60
Pared interior	2.49	23.36	7.82	454.86
Pared interior	2.49	20.96	7.82	408.13
Pared exterior	2.49	23.74	0.615	36.35
Suelo	0.51	43.57	1.6	35.55
Techo	1.51	43.57	3	197.37
Total				1260.86

Calor sensible por infiltraciones de aire exterior: (Q_{si})

Renovación (m ³ /h)	Ti – Te (°C)	Qsi (W)
270	13.5	1202.85

Aportaciones internas de calor sensible: (Q_{sai})

Iluminación (Q_{sil})	Personas (Q_{sp})	Aparatos (Q_{sv})	Q_{sai} (W)
549	390	1600	2539

Aportaciones internas de calor latente: (Q_{lai})

Personas (Q_{sp})	Q_{lai} (W)
360	360

La carga total de refrigeración será:

$$Q_r = Q_{st} + Q_{si} + Q_{sai} + Q_{lai} = 5362.71\text{w}$$

Denominación del local: Local de ensayo 1

Carga térmica de calefacción (mes más frío: Febrero)

$T_s = 3.6^{\circ}\text{C}$
 $T_{min} = -0.3^{\circ}\text{C}$
 $T_{med} = 10.3^{\circ}\text{C}$
 $T_{diseño} (T_i) = 21^{\circ}\text{C}$
 Situación: Planta baja
 Ocupación = 3 personas
 $T_e = 3.94^{\circ}\text{C}$

Perdida de calor sensible a través de cerramientos: (Q_{st})

Cerramiento	K (W/m ² °C)	S (m ²)	Ti – Te (°C)	Qsti (W)
Pared interior	2.49	14.87	17.06	631.66
Techo	2.02	13.29	17.06	457.98
Total				1089.64

Perdida de calor por renovación de aire (Qsi):

Renovacion (m ³ /h)	Ti – Te (°C)	Qsi (W)
135	21.3	948.91

Aportaciones internas de calor: (Qsai)

Iluminación (Qsil)	Personas (Qsp)	Aparatos (Qsv)	Qsai (W)
183	180	0	363

La carga total de calefacción será:

$$Q_c = Q_{st} + Q_{si} - Q_{sai} = 1675.55w$$

Carga térmica de refrigeración (mes más calido: Agosto)

$$T_s = 24.2^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{max}} = 34.5^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{med}} = 20.3^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{diseño}} (T_i) = 24^\circ\text{C}$$

$$\text{Ocupación} = 3 \text{ personas}$$

$$T_e = 28.82^\circ\text{C}$$

Calor sensible a través de cerramientos: (Qst)

Cerramiento	K (W/m ² °C)	S (m ²)	Ti – Te (°C)	Qsti (W)
Pared interior	2.49	14.87	4.82	178.46
Techo	2.02	13.29	4.82	129.39
Total				307.85

Calor sensible por infiltraciones de aire exterior: (Qsi)

Renovacion (m ³ /h)	Ti – Te (°C)	Qsi (W)
135	10.5	467.75

Aportaciones internas de calor sensible: (Qsai)

Iluminación (Qsil)	Personas (Qsp)	Aparatos (Qsv)	Qsai (W)
183	195	1000	1378

Aportaciones internas de calor latente: (Qlai)

Personas (Qsp)	Qlai (W)
180	180

La carga total de refrigeración será:

$$Q_r = Q_{st} + Q_{si} + Q_{lai} = 2333.6w$$

A continuación se muestra el resumen de la carga máxima simultánea para cada uno de los recintos

Recinto	Carga calefacción (W)	Carga Refrigeración (W)	Caudal mínimo necesario (m ³ /h)
Oficina	1893.12	2432.63	270
Local ensayo 1	1675.55	2333.6	135
Local ensayo 2	4158.07	5362.71	270
Vestíbulo	2367.56	2989.89	225
Sala audición	4267.50	5424.24	495
Sala Control	1111.98	2162.94	180
Estudio grabación	4158.07	5362.71	270
Vestíbulo sótano	1925.89	2335.71	150
TOTAL	22557.74	28404.43	1995

EQUIPO AUTÓNOMO BOMBA DE CALOR

El equipo que se instalará es un equipo autónomo modelo 27/R Bomba de calor de la casa comercial Ferroli, con una capacidad frigorífica de 29000kcal/h. Dicho equipo se divide en dos ramales para distribuir aire a las dos zonas, zona superior y zona inferior, para economizar tubería. Los ramales serán fabricados en climaver plus neto, con secciones de impulsión de salida de 500x300mm, que se irá diseccionando a lo largo del recorrido en medidas inferiores según necesidades calculadas. Las características del aparato son:

MODELO	Uds.	BOMBA DE CALOR									
		07/R	09-2/R	09-3/R	11/R	14/R	18/R	20/R	24/R	27/R	35/R
Potencia frigorífica (1)	W	7500	8900	8900	11760	13760	17570	20200	24000	27850	35100
Potencia absorbida (UE+UI)(1)(4)	W	3000	3630	3630	5130	5620	7620	8700	10080	11850	14930
Potencia absorbida (UI) (1)	W	370	390	390	800	850	850	975	1300	1400	1700
Potencia calorífica (2)	W	7650	9350	9350	12840	13490	19139	22100	25200	28830	36330
Potencia absorbida (UE+UI)(2)	W	2860	3320	3320	4840	4730	7690	8030	8870	10440	13020
Potencia absorbida (UI) (2)	W	370	390	390	800	850	850	975	1300	1400	1700
Nº compresores	Ud.	1									
Tipo de compresor		Scroll									
Refrigerante	R	R 410A									
Alimentación	V/f/Hz	230/1/50					400/3/50				
Conexiones frigoríficas	"	1/2-3/4	1/2-3/4	1/2-3/4	1/2-7/8	1/2-7/8	5/8-7/8	5/8-1 1/8	5/8-1 1/8	5/8-1 1/8	3/4-1 1/8
Manguera conexión UE - UI	Ud.	3 x 1.5	3 x 1.5	3 x 1.5	3 x 1.5	3 x 1.5	4 x 1.5	4 x 1.5	4 x 1.5	4 x 1.5	4 x 1.5
Cable conexión del mando	Ud.	2 x 1									
Caudal aire nominal vent. ext.	m ³ /h	2340	2340	2340	3110	3290	4270	4270	6600	6600	8610
Presión estática disponible nominal vent. ext.	mmca	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Caudal aire nominal vent. int.	m ³ /h	1560	1560	1560	2330	2560	3340	3510	5230	5230	6430
Presión estática disponible nominal vent. int.	mmca	7	7	7	8	7	8	7	8	8	8
Presión estática disponible máx. vent. int.	mmca	12	12	12	16	15	22	20	18	18	20
Presión sonora UE (3)	dB(A)	45	45	45	47.9	47	49	56	57	57	58
Presión sonora UI (3)	dB(A)	43	43	43	44	45	50	50	52	52	54
Presión sonora compacto (3)	dB(A)	47.4	47.1	47.1	49.4	49.1	52.5	57	58.2	58.2	59.4

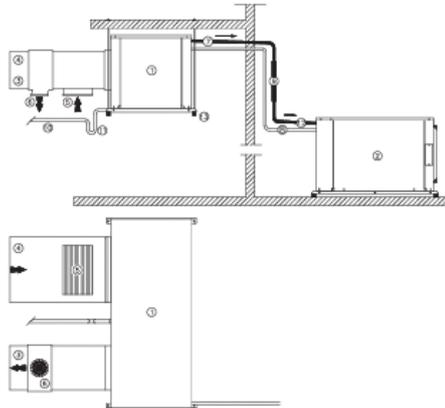
Condiciones: (1) Temperatura aire exterior: 35°C bulbo seco. Temperatura ambiente: 27/19°C
(2) Temperatura aire exterior: 7°C bulbo seco / 6°C bulbo húmedo. Temperatura ambiente 20°C
(3) Datos referidos con descarga libre a 10m de distancia y 1m de altura en campo libre
(4) Para dimensionamiento de la acometida eléctrica, consultar apartado correspondiente

La difusión del aire se hará por medio de rejillas, fabricadas en aluminio anodizado con compuerta de regulación y medidas 300x200mm, instaladas con cajón de fibra y derivaciones del conducto principal en espiroflex de doble capa anticondensación.

Rejillas de intemperie fabricadas en aluminio anodizado de sección 4mm, antirrobo con antipájaros.

Toda la maquinaria irá instalada con vacíos atmosféricos, sobre una bancada especial con sistema de amortiguación, y los paramentos necesarios para su correcto funcionamiento.

Unidad interior sobre unidad exterior



1. Unidad interior
 2. Unidad exterior
 3. Conducto de impulsión
 4. Conducto de retorno
 5. Rejilla de retorno
 6. Difusor
 7. Tubería de aspiración dar pendiente 2% hacia el tramo vertical de tubería (**)
 8. Tubería de líquido (**)
 9. Aislante tubería de aspiración
 10. Tubería evacuación de condensados
 11. Sifón tubería de condensados (*)
 12. En tramos horizontales de línea de aspiración dar pendiente del 2% hacia el compresor
 13. Antivibrador
- (*) **IMPORTANTE:** Colocar un sifón en la tubería de evacuación de condensados.
(**) Radio mínimo de los codos en la tubería 2 veces el diámetro exterior del tubo de cobre.
- NOTA:** Aislar solamente la tubería de gas, en los modelos sólo frío y modelos bomba de calor.

En cuanto a las características de la instalación eléctrica del aparato:

Modelo		09-3	11	14	18	20	24	27	35
		230V							
Sección de los cables de alimentación	mm ²	4x6	4x6	4x10	4x16	4x16	4x16	4x25	4x35
Sección de los cables de interconexión eléctrica entre la U.Ext. y U.Int.	mm ²	3x1.5	3x1.5	3x1.5	4x1.5	4x1.5	4x1.5	4x1.5	4x1.5
Sección de los cables de conexión del mando a distancia para modelos sólo frío	mm ²	2x1							
Sección de los cables de conexión del mando para modelos bomba de calor	mm ²	2x1							
Fusibles del compresor	A	16	20	32	40	40	40	50	63
Fusibles del motor ventilador interior	A	6	6	6	10	6	10	6	10
Fusibles del motor ventilador exterior	A	6	6	6	10	10	10	10	16
Fusibles del transformador del circuito de maniobra	A	-	-	-	-	-	-	-	-
Fusibles del circuito de maniobra	A	4	4	4	4	4	4	4	4
Fusible de la resistencia del cárter (sólo en modelos bomba de calor)	A	4	4	4	4	4	4	4	4
Carga total de gas en modelos sólo frío (U.Ext. + U.Int.)	gr	2510	3010	4160	4030	4830	6080	7080	8530
Carga total de gas en modelos bomba de calor (U.Ext. + U.Int.)	gr	2510	3260	4210	4480	5180	6580	7480	8930
Peso de la U.Ext. modelos sólo frío	Kg	113	162	164	226	265	317	335	399
Peso de U.Ext. modelos bomba de calor	Kg	117	169	171	235	275	330	347	418
Peso de la U.Int. modelos sólo frío	Kg	68	93	94	134	143	154	167	205
Peso de la U.Int. modelos bomba de calor	Kg	68	93	94	134	143	154	167	205
Peso de la unidad compacta modelos sólo frío	Kg	171	259	260	365	409	480	503	605
Peso de la unidad compacta modelos bomba de calor	Kg	175	266	267	374	419	493	516	624

Nota: - Los valores de las secciones de los cables y de los fusibles son válidos tanto para los modelos sólo frío como para los de bomba de calor.

El número de rejillas de difusión necesarias para lograr una velocidad del aire menor de 2m/s en los locales especiales será:

Dependencias	Superficie útil (m2)	Ocupación (personas)	Caudal mínimo necesario (m3/h)	Nº de rejillas	Velocidad del aire (m/s)
Oficina	13.60	6	270	1	1.25
Local ensayo 1	13.29	3	135	1	0.625
Local ensayo 2	43.57	6	270	2	0.625
Aseos	13.14	2	-	2	-
Vestíbulo	36.69	18	225	2	0.52
Sala audición	22.94	11	495	1	2.29
Sala Control	12.70	4	180	1	0.83
Estudio grabación	43.57	6	270	2	0.625
Vestíbulo sótano	25.42	12	150	1	0.69

Las dimensiones de tuberías, diámetros y longitudes, consultar capítulo planos: climatización

1.7.6.- Cálculo de Instalación Eléctrica

1.7.6.1.- Introducción

El objeto del presente apartado es el de establecer las características técnicas, así como las condiciones de diseño, constructivas, etc... correspondientes a la instalación eléctrica necesaria para cubrir las demandas del estudio de grabación

El criterio de diseño seguido en la instalación eléctrica e baja tensión persigue:

- 1- Preservar la seguridad de las personas y los bienes
- 2- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios
- 3- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones

1.7.6.2.- Normativa y bases de cálculo:

Para la elaboración de este apartado, acudimos a la REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y a sus Instrucciones Técnicas. También nos basamos en el CTE y su documento DB-HE: Eficiencia energética.

Las secciones de los conductores están calculadas teniendo en cuenta las instrucciones MI BT 07, MI BT 19, y en especial las tablas donde nos delimitan las secciones de los conductores de cobre según la intensidad que por él circula, y según el tipo de aislamiento. Además encontramos las indicaciones oportunas referentes a los conductores de protección. Se tendrá especialmente presente lo indicado en la norma UNE 20.460-5-523.

Para el tipo de aislamiento tendremos en cuenta la MI BT 029, y para la máxima caída de tensión permitida, seguiremos la MI BT 019

1.7.6.3.- Precálculo de la instalación:

Para comenzar a precalcular nuestra instalación, lo primero que necesitamos es conocer la demanda de todos los aparatos que se alimentan de ella. Por lo que:

Demanda de la línea de fuerza:

Denominación	Unidades	Potencia (W)
Toma eléctrica 2P+T (800W) en vestíbulo planta baja	3	2400
Toma eléctrica 2P+T (800W) en oficina	3	2400
Toma eléctrica 2P+T (800W) en aseos	2	1600
Toma eléctrica 2P+T (800W) en cuarto técnico	1	800
Toma eléctrica 2P+T (800W) en sala de ensayo 1	9	7200
Toma eléctrica 2P+T (800W) en sala de ensayo 2	15	12000
Toma eléctrica 2P+T (800W) en vestíbulo planta sótano	3	2400
Toma eléctrica 2P+T (800W) en almacén	2	1600
Toma eléctrica 2P+T (800W) en sala audición	6	4800
Toma eléctrica 2P+T (800W) en sala de control	26	20800
Toma eléctrica 2P+T (800W) estudio de grabación	15	12000
Máquina climatizadora	1	29000
Ascensor montacargas	1	1500
TOTAL LÍNEA DE FUERZA = 98500w		

Demanda de la línea de iluminación:

Denominación	Unidades	Potencia (W)
Luminaria modular 72660030 simón 44w	13	572
Proyector suspendido simón 80540033 ww 61w	32	1952
Downlight Simón 72522030 24w empotrado	9	216
Luminaria de emergencia con tubo lineal fluorescente, 6W-G5	11	66
Luminaria de emergencia con tubo lineal fluorescente, 8W-G5 estancia	1	8
TOTAL LÍNEA DE ILUMINACIÓN = 2814w		

POTENCIA DE CÁLCULO

Para este tipo de edificios, el REBT determina un factor de simultaneidad igual a 1, por lo que la potencia total de cálculo y la que debe ser contratada serán iguales.

INTENSIDAD

Basándonos en lo expuesto anteriormente, Se determinará mediante el empleo de las fórmulas siguientes, las intensidades en origen de cada uno de los circuitos y las caídas de tensión producidas en los mismos, en función de sus longitudes y de las secciones de los conductores. En el cálculo de las secciones, se ha tenido en cuenta el empleo de la instrucción ITC-BT 19, del actual Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

$$I = P / (U_0 * \cos \varphi) \quad (1)$$

$$I = P / (\sqrt{3} * U * \cos \varphi) \quad (2)$$

Expresiones válidas para los circuitos monofásicos (1) y trifásicos (2).

Siendo:

I = Intensidad de fase, en (A).

U₀ = Tensión entre fase y Neutro, en (V).

U = Tensión entre fases, en (V).

cos φ = Factor de potencia en el circuito.

P = Potencia en (W).

L = Longitud del conductor (m)

CAIDA DE TENSIÓN

Las caídas de tensión, en cada caso, serán las que correspondan a la aplicación de la siguiente expresión:

$$u = (2 * \rho * I * L * \cos \varphi) / S \quad (3)$$

$$u = \sqrt{3} * (2 * \rho * I * L * \cos \varphi) / S \quad (4)$$

Expresiones válidas para los circuitos monofásicos (3) y trifásicos (4).

Siendo:

ρ = Coeficiente de resistividad del Cu a 20o C = 0,018 ohmxmm²/m.

S = Sección de la fase activa, en mm².

u = Caída de Tensión.

CALCULO DE LA CAIDA MAXIMA DE TENSION.

La caída máxima de tensión viene dada respectivamente, en fuerza y alumbrado, por las expresiones:

$$U_f = U_d + U_{c.f.}$$

$$U_a = U_d + U_{c.a.}$$

En las que:

U_f _ Máxima caída de tensión en fuerza.

U_a _ Máxima caída de tensión en alumbrado.

U_d _ Caída de tensión en la derivación individual.

U_{c.f.} _ Caída de tensión en el circuito más desfavorable de fuerza.

U_{c.a.} _ Caída de tensión en el circuito más desfavorable de alumbrado.

Los valores obtenidos en las caídas de tensión, deberán ser inferiores a los máximos admisibles, según el REBT: 5 % en los circuitos de fuerza y 3 % en los circuitos de alumbrado.

PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITO

Consideramos el origen del cortocircuito en el cuadro de mando y protección de la instalación interior y tomamos el defecto fase-tierra como el más desfavorable hasta el cuadro general de mando y protección, suponiendo despreciable la inductancia de los cables. Según lo dispuesto en la ITC-BT 17 y la ITC-BT 22 los interruptores generales automáticos han de ser de corte omnipolar y tener un adecuado poder de corte de la intensidad de cortocircuito.

$$I_{cc} = (0,8 * U) / R$$

Donde:

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.

U = Tensión de alimentación fase-neutro (230 V).

R = Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

$$R = \rho * L / S$$

ρ = Resistividad del conductor. Para el cobre es 0,018. Ohm x mm² / m.

L = Longitud entre el punto considerado y la alimentación.

S = Sección de los cables del circuito correspondiente.

El calibre o intensidad nominal de trabajo será la correspondiente a la sección del circuito que protege.

Cálculo de corrientes de cortocircuito.

$$R = r * 2 * L / S$$

Siendo:

R = Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

r = Resistividad del cobre a 20 °C = 0,018 Ohm * mm² / m.

L = Longitud de la línea.

S = Sección de la línea.

Intensidad de cortocircuito máxima será:

$$I_{CC} = (0,8 * U) / R$$

Siendo:

I_{CC} = Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.

U = Tensión de alimentación entre fase y neutro

R = Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito.

$$I_{cu} \geq I_{cc} \text{ max}$$

Además, la protección debe ser capaz de disipar en un tiempo menor al que tarden los aislantes del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo.

$$\text{Para } I_{cc} \text{ max: } T_p \text{ CC máx} \leq T_{\text{cable}} \text{ CC max}$$

$$\text{Para } I_{cc} \text{ min: } T_p \text{ CC min} \leq T_{\text{cable}} \text{ CC min}$$

Donde:

I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo

I_{cs} = Intensidad de corte en servicio.

T_p = tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito

T_{cable} = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito

PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022. El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación. Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

En nuestro caso nos conectaremos a la puesta a tierra de que dispone el propio edificio.

Características de la instalación:

Línea	Descripción	Potencia (W)	Intensidad (A)
F1	Aseos/vestíbulo/oficina	7200	34.8
F2	Sala de ensayo 1	7200	34.8
F3	Sala de ensayo 2	12000	58
F4	Ascensor	1500	7.25
F5	Climatización	29000	80
F6	Almacén/Vestíbulo sótano	4000	19.3
F7	Sala de audición	4800	23.2
F8	Sala de control	20800	100.6
F9	Estudio de grabación	12000	58
A1	Alumbrado de emergencia P. baja	38	0.18
A2	Alumbrado de oficina	88	0.42
A3	Alumbrado aseos/instalaciones	72	0.35
A4	Alumbrado vestíbulo	611	2.95
A5	Alumbrado local 1	183	0.88
A6	Alumbrado local 2	549	2.65
A7	Alumbrado de emergencia sótano	36	0.18
A8	Almacén/Vestíbulo sótano	176	1.08
A9	Sala de audición	220	1.06
A10	Sala de control	244	1.18
A11	Estudio de grabación	549	2.65

El esquema unificar con secciones, intensidades y valores de automáticos en documento planos.

1.7.7. Cálculo de Protección Contra Incendios

1.7.7.1.- Normativa y bases de cálculo

Al igual que en los apartados anteriores, en este también basaremos nuestros cálculos en el Código Técnico de la Edificación, especialmente en su documento básico CTE DB-SI, de seguridad frente a incendios.

Además de ello, las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (tubos, cables, regletas, bandejas, conectores, etc...) se regulan en el Reglamento electrónico de baja tensión (REBT 2002).

1.7.7.2.- Propagación interior

En este apartado vamos a estudiar la eficacia de los paramentos, tanto horizontales como verticales, así como otros elementos tales como puertas y ventanas que separan

nuestras estancias a la hora de no permitir avanzar el fuego en caso de incendio. Para ello, el primer paso a realizar es sectorizarlo, guiándonos por las directrices que nos marca la tabla 1.1 del CTE DB-SI.

Teniendo en cuenta esto, El local en sí constituye un sector de incendios respecto del resto del edificio. En la tabla 1.2 del DB-SI, obtendremos los valores de resistencia mínima al fuego exigidos por el CTE. En nuestro caso, y debido a las características del edificio y a la actividad que se desarrollará en él, consideramos un valor de EI90 para la planta baja y EI90 para la planta sótano, ya que aunque la definimos con ese nombre por la forma de acceso desde la entrada principal, no es una planta bajo rasante debido a que desde la parte trasera del edificio queda a nivel de suelo.

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio ⁽¹⁾⁽²⁾

Elemento	Resistencia al fuego			
	Plantas bajo rasante	Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI _t t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

Especial atención nos supone el cuarto técnico de instalaciones, en el que se encuentran los cuadros generales de distribución, pues se consideran locales de riesgo especial (en este caso bajo). Según la tabla 2.2 del DB-SI, estos recintos deben tener una resistencia especial al fuego RI 90, aunque en nuestro caso ya es condición de partida para toda la planta baja.

Las distintas zonas del edificio se agrupan en sectores de incendio, en las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 del CTE DB-SI 1 referente a la propagación interior, que se compartimentan mediante elementos cuya resistencia al fuego satisface las condiciones establecidas en la tabla 1.2 del CTE DB-SI 1 propagación interior.

A efectos del cómputo de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio, o del establecimiento en el que esté integrado, constituirá un sector de incendios diferente cuando supere los límites que establece la tabla 1.1 (CTE DB-SI 1)

Las puertas de paso entre sectores de incendio, cumplen una resistencia al fuego EI_t t-C25, siendo “t” la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la

que se encuentra, o bien la cuarta parte cuando e l paso e realiza a través de un vestíbulo independiente y dos puertas.

Sectores de incendio							
Sector	Sup. Construida (m ²)		Uso previsto (1)	Resistencia al fuego del elemento compartimentador (2)			
				Paredes y techos (3)		Puertas	
	Norma	Proyecto		Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Planta baja	2500	144.26	Pública concurrencia	EI90	EI90	EI2 30-C5	EI2 60-c5
Planta sótano	2500	124.27	Pública concurrencia	EI90	EI90	EI2 30-C5	EI2 60-c5
Cuarto instalac	2500	6.52	Especial	EI90	EI90	EI2 30-C5	EI2 60-c5

Notas:

(1) Según se considera en el Anejo A Terminología (CTE DB-SI). Para los usos no contemplados en este documento básico, se procede por asimilación en función de la densidad de ocupación , movilidad de los usuarios, etc

2) Los valores mínimos están establecidos en la tabla 1.2 CTE DB-SI 1 Propagación interior

3) Los techos tienen una característica “REI”, al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio.

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma *resistencia al fuego*, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para *mantenimiento*.

Se limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3,d2, BL-s3,d2 ó mejor.

La *resistencia al fuego* requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm².

Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:

- a) Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una *resistencia al fuego* al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i↔o) siendo t el tiempo de *resistencia al fuego* requerida al

elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.

b) Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación $EI t (i \leftrightarrow o)$ siendo t el tiempo de *resistencia al fuego* requerida al elemento de compartimentación atravesado.

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de *reacción al fuego* que se establecen en la tabla 4.1. Las condiciones de *reacción al fuego* de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan según REBT.

Reacción al fuego		
Situación del elemento	Revestimiento	
	Techos y paredes (2)(3)	Suelos (2)
Zonas comunes del edificio	C-s2, d0	EFL
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos (4), suelos elevados	B-s3, d0	BFL-s2 (5)

Notas:

(1) Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del *recinto* considerado.

(2) Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

(3) Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

(4) Excepto en falsos techos existentes en el interior de viviendas

(5) Véase el capítulo 2 de esta Sección.

(6) Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto, con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.

1.7.7.3.- Propagación exterior

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos *sectores de incendio*, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una *escalera protegida* o *pasillo protegido* desde otras zonas, se controlará la separación mínima “d” entre las mismas, entendiendo que

dichos huecos suponen áreas de fachada donde no se alcanza una resistencia mínima al fuego EI60.

Cuando se trate de edificios diferentes y colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado que no sean al menos EI 60 cumplirán el 50% de la distancia “d” hasta la bisectriz del ángulo formado por ambas fachadas.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos *sectores de incendio*, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una *escalera protegida* o hacia un *pasillo protegido* desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada. En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente

La clase de *reacción al fuego* de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3,d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque

1.7.7.4.- Evacuación de ocupantes

1.7.7.4.1.-Cálculo de ocupación

Los elementos de evacuación del local no deben cumplir ninguna condición especial de las definidas en el apartado 1 (DB-SI 3), debido a que la superficie total construida no excede de 500m².

Para calcular la ocupación del local, se han aplicado los valores de densidad de ocupación indicados en la tabla 2.1 (DB-SI 3), en función del uso y superficie útil de cada zona.

En el recuento de la superficie útil para la aplicación de las densidades de ocupación, se ha tenido en cuenta el carácter simultáneo o alternativo en las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y uso previsto en el mismo.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, aseos de planta, etc.	Ocupación nula
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
Residencial Público	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
Aparcamiento ⁽²⁾	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2
Docente	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2
Hospitalario	Salas de espera	2
	Zonas de hospitalización	15
	Servicios ambulatorios y de diagnóstico	10
	Zonas destinadas a tratamiento a pacientes internados	20
Comercial	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	Plantas diferentes de las anteriores	5
Pública concurrencia	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios:	
	con aparatos	5
	sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas	
	zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	vestuarios	3
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2
	Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2
	Zonas de público en terminales de transporte	10
	Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10
Archivos, almacenes		40

En nuestro caso concreto tenemos:

Dependencias Planta Baja	Superficie útil (m2)	Ocupación teórica (m2/pers)	Ocupación real (personas)
Oficina	13.60	2	6
Aseos	13.14	-	2
Local ensayo 1	13.29	-	3
Local ensayo 2	43.57	-	6
Cuarto instalacion	6.52	-	-
Sup total construida	144.26		
Ocupación total		17	

Dependencias Planta sotano	Superficie útil (m2)	Ocupación teórica (m2/pers)	Ocupación real (personas)
Sala audición	22.94	2	11
Sala Control	12.70	-	4
Estudio grabación	43.57	-	6
Sup total construida	124.27		
Ocupación total		21	

Como se puede ver, en algunos recintos, tales como el estudio de grabación, la sala de control y los locales de ensayo, no nos hemos ceñido directamente al código técnico, ya que debido a la especial naturaleza del proyecto, este local contará con una ocupación limitada y muy restringida para asegurar la calidad.

Con todo esto, la ocupación total teórica que podría tener el estudio en el momento más desfavorable sería de 38 personas. Aunque como hemos remarcado antes, la ocupación máxima real estará muy por debajo de estos valores.

1.7.7.4.2.- Cálculo de salidas y recorridos de evacuación

En la tabla 3.1 se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los *recorridos de evacuación* hasta ellas.

Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación ⁽¹⁾

Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta	<p>No se admite en <i>uso Hospitalario</i>⁽²⁾ en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m².</p> <p>La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de <i>salida de un edificio</i> de viviendas; - 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una <i>salida de planta</i> deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. <p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta una <i>salida de planta</i> no exceden de 25m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en <i>uso Aparcamiento</i>; - 50 m si se trata de una planta que tiene una salida directa al <i>espacio exterior seguro</i> y la ocupación no excede de 25 personas. <p>La <i>altura de evacuación</i> de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en <i>uso Residencial Público</i>, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de <i>salida de edificio</i>⁽³⁾.</p>
Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta ⁽⁴⁾	<p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna <i>salida de planta</i> no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en <i>uso Residencial Vivienda</i> o <i>Residencial Público</i>; - 30 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i> y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. <p>La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos <i>recorridos alternativos</i> no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i>; - 35 m en <i>uso Aparcamiento</i>.

A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las *escaleras protegidas, de las especialmente protegidas* o de las compartimentadas como los sectores de incendio, existentes.

En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la *salida de planta* que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta.

Estudiando los recorridos desde los puntos más desfavorables de cada una de las estancias vemos que son todos inferiores a 25m, salvo desde el local de ensayo 2, que llega a los 29.8m. En principio este apartado no cumple la normativa, por lo que hemos decidido instalar una salida de emergencia en la planta sótano, con acceso directo al exterior, con lo que al no tener que evacuar éstos por la planta baja, tenemos que en dicha planta baja la ocupación no excede de 25 personas, con lo que el recorrido podría llegar a ser de 50m, condición que cumple sobradamente.

Para el dimensionado de las vías de escape, nos ceñiremos a la tabla 4.1, del DB-SI 3, donde queda reflejado que:

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ ⁽¹⁾ $\geq 0,80$ m ⁽²⁾ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,20 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160$ ⁽⁹⁾
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)$ ⁽⁹⁾
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_S$ ⁽⁹⁾
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600 \geq 1,00$ m ⁽¹⁰⁾
Escaleras	$A \geq P / 480 \geq 1,00$ m ⁽¹⁰⁾

A = Anchura del elemento, [m]

A_S = Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio, [m]

h = Altura de evacuación ascendente, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;

S = Superficie útil del recinto de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas. Incluye la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias).

Siendo:

A = Anchura del elemento, [m]

A_S = Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio, [m]

h = Altura de evacuación ascendente, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable

S = Superficie útil del recinto de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas. Incluye la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias).

En nuestro caso, debido a la pequeña ocupación, y teniendo en cuenta la situación hipotética más desfavorable, tenemos que las dimensiones de los elementos de evacuación serán como mínimo para la anchura de las puertas no debe ser menor de 0.8m, la anchura de los pasillos no será menor de 1m y la anchura de la escalera no será menor de 0.8m.

En cuanto a las puertas situadas en recorridos de evacuación, conforme a lo establecido en el apartado 6 del DB-SI 3, debemos cumplir que:

1) Las puertas previstas como *salida de planta o de edificio* y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener SI3-7 que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trate de puertas automáticas.

2) Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como en caso contrario, cuando se trate de puertas con apertura en el sentido de la evacuación conforme al punto 3 siguiente, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

3) Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida

a) prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de *uso Residencial Vivienda* o de 100 personas en los demás casos, o bien.

b) prevista para más de 50 ocupantes del *recinto* o espacio en el que esté situada

Conforme a lo establecido en el apartado 7 del DB-SI 3, se utilizarán señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, dispuestas según los siguientes criterios.

a) Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda* y, en otros usos, cuando se trate de salidas de *recintos* cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

b) La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los *recorridos de evacuación* en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto-luminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

1.7.7.5.- Instalación de protección contra incendios

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. del DB-SI 4. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el *mantenimiento* de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

En nuestro caso debido al tipo de uso y dimensiones, solo es necesaria la instalación de extintores portátiles con una eficacia 21A-113B a 15m de recorrido en cada planta.

En lo referente a la señalización de dichas instalaciones manuales de protección contra incendios deberemos cumplir:

1) Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

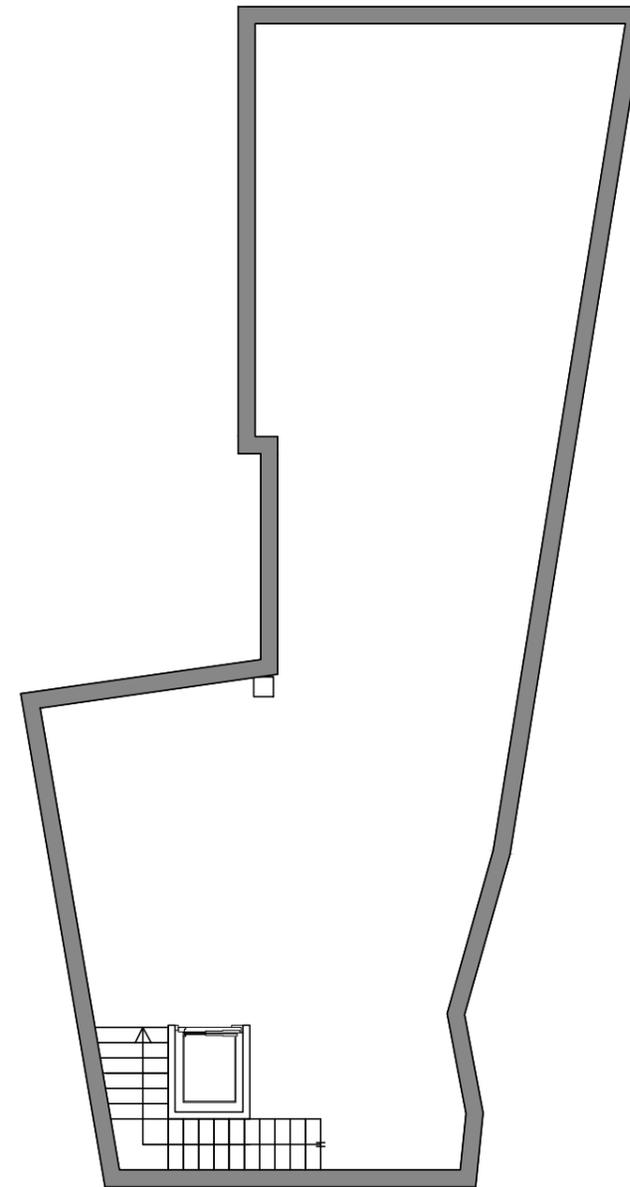
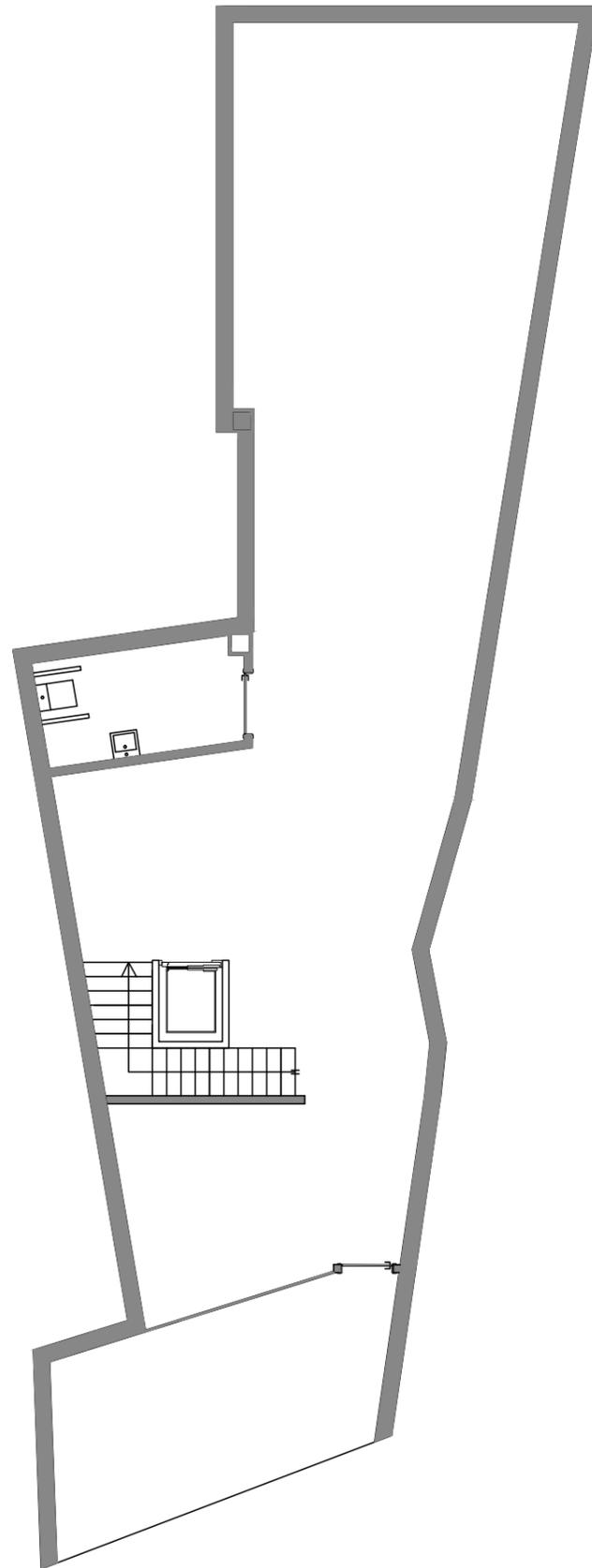
a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;

b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;

c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

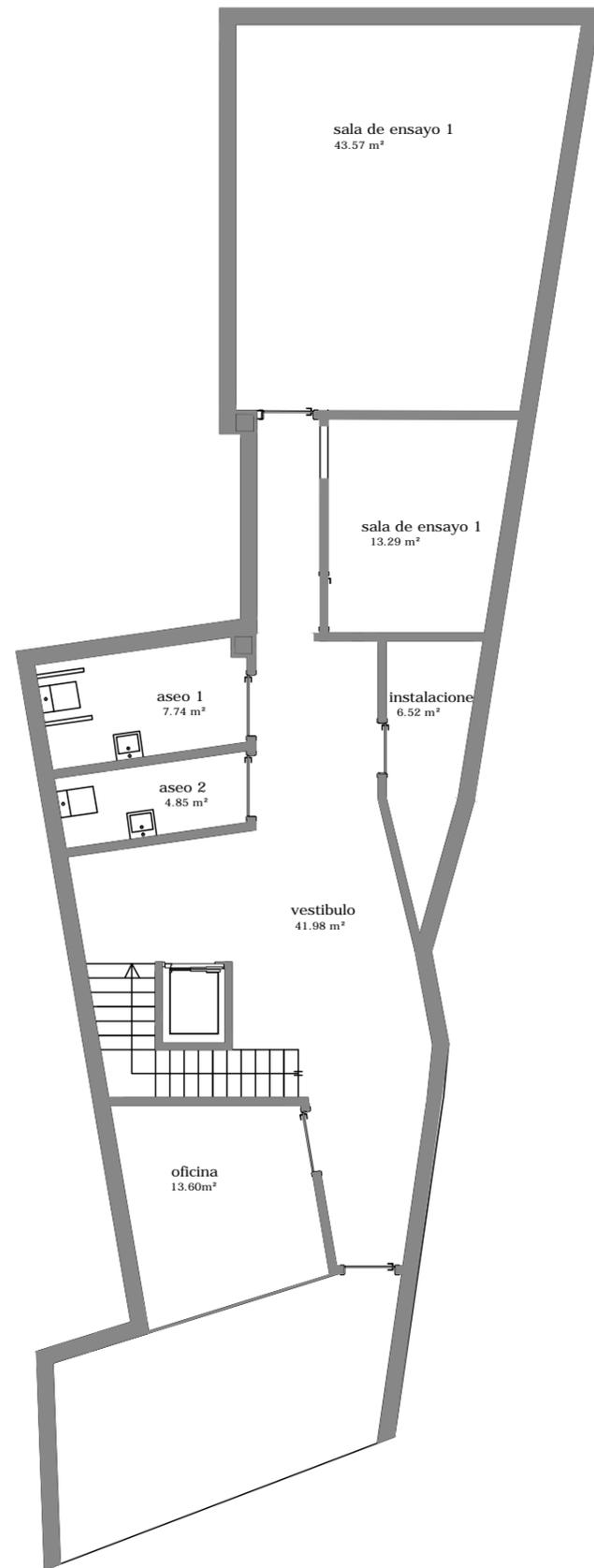
2) Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto-luminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

2- DOCUMENTO PLANOS

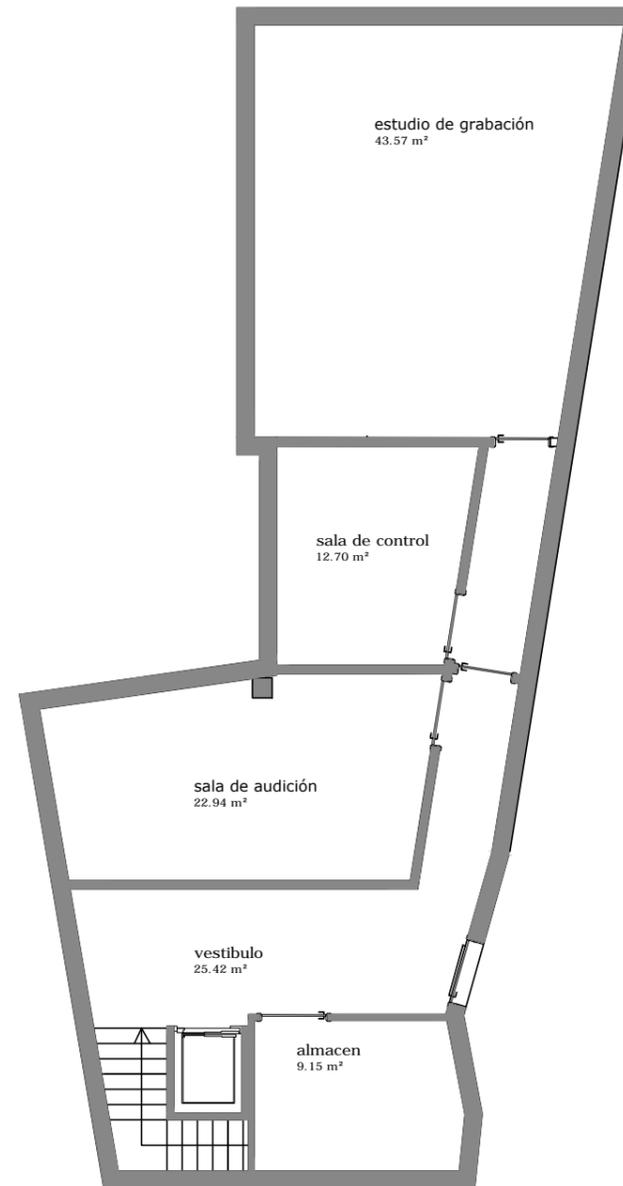


Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica		Referencia técnica: _____	Tipo de documento:		Estado del documento:				
		Creado por: Miguel Menocal Montero		Título: Estado Actual		ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN			
		Aprobado por: _____							
Escala: 1/125		Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013		Idioma: Español		Hoja: 2/19			

Planta Baja

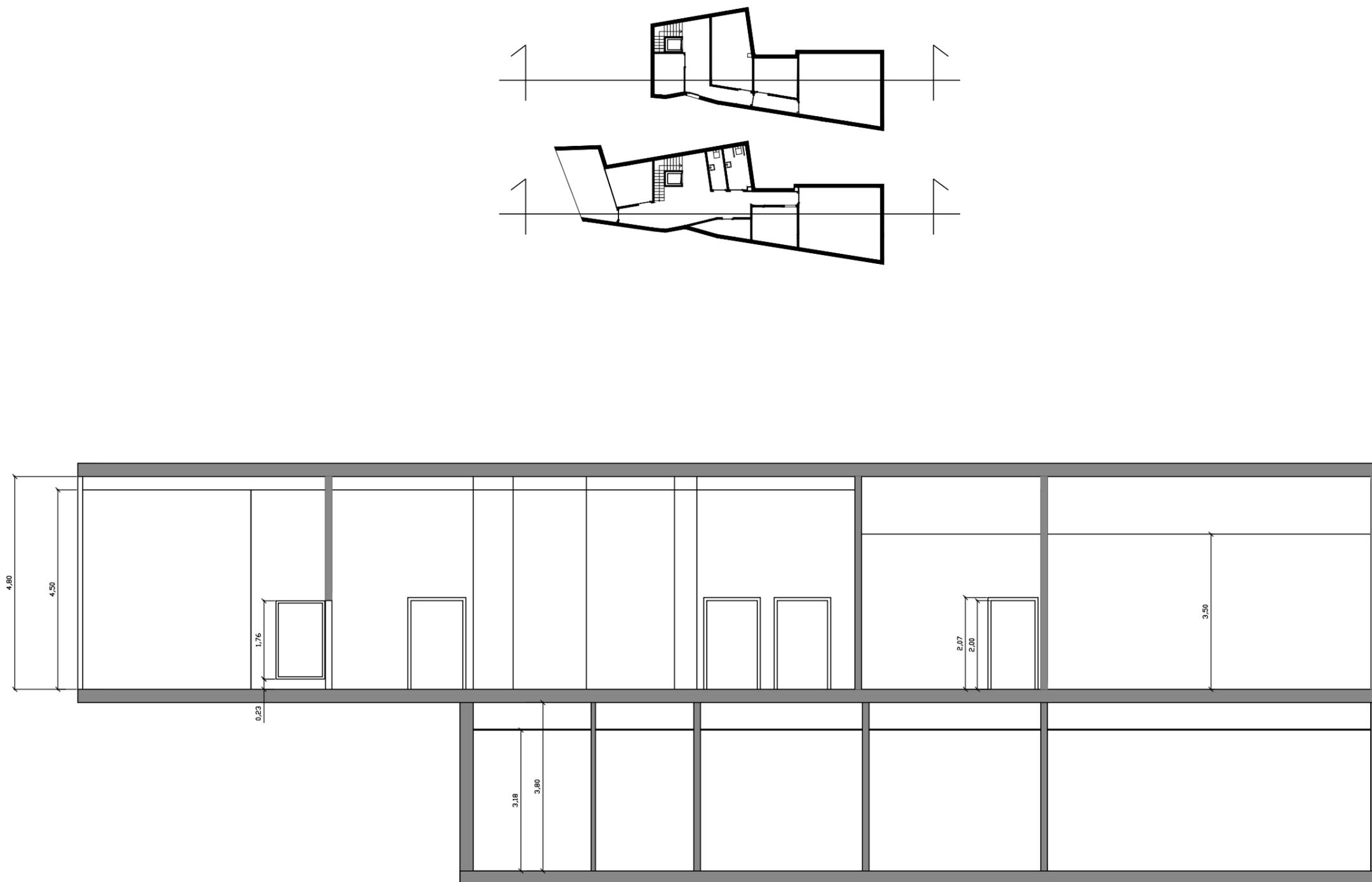


Sotano



SUPERFICIES	UTIL (m ²)
Oficina	13.60
Local ensayo 1	13.29
Local ensayo 2	43.57
Vestibulo	41.98
Aseo 1	7.74
Aseo 2	4.85
Sala audición	22.94
Sala de control	12.70
Estudio grabación	43.57
Almacen	9.15
Vestibulo sotano	25.42
TOTAL	238.81

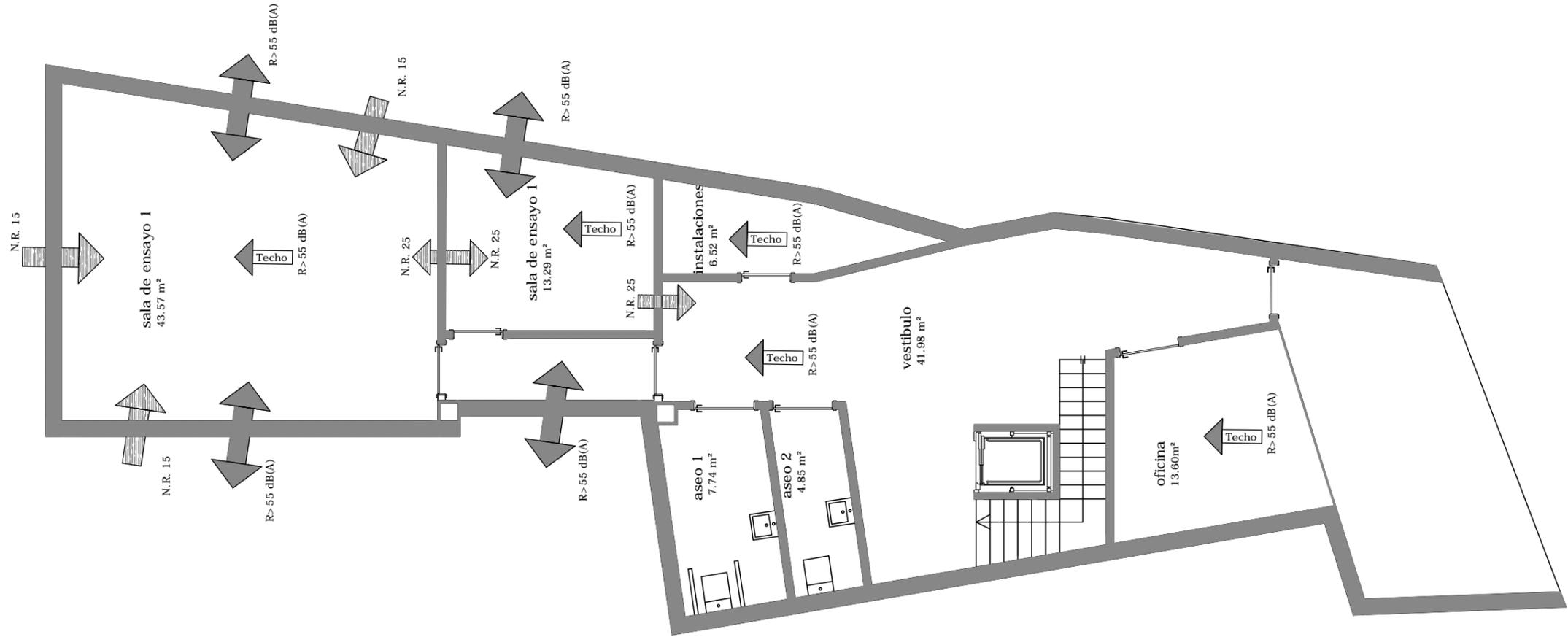
Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica	Referencia técnica: _____	Tipo de documento:	Estado del documento:	
	Creado por: Miguel Menocal Montero	Titulo: <h2 style="text-align: center;">Plantas usos - superficies</h2>	ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN	
	Aprobado por: _____		Escala: 1/125	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013
			Hoja: 3/19	



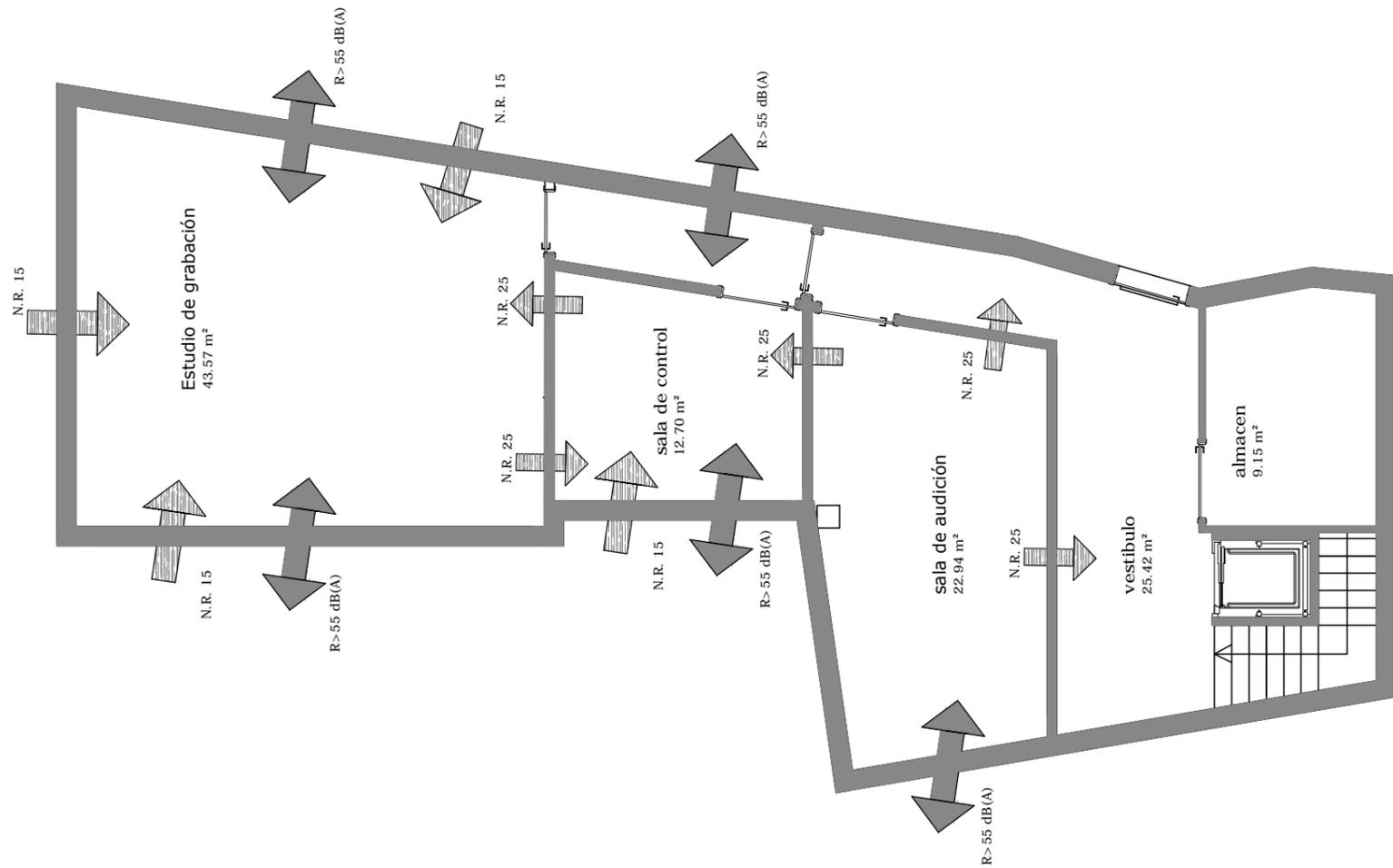
Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica		Referencia técnica: _____	Tipo de documento:		Estado del documento:	
	Creado por: Miguel Menocal Montero	Título: Sección Alturas Libres		ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN		
	Aprobado por: _____			Escala: 1/100	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013	Idioma: Español

RECINTO EMISOR	RECINTOS RECEPTORES	
	PROTEGIDO Ruido aereo, Dnt. A (dBa)	HABITABLE Ruido aereo, Dnt. A (dBa)
De instalaciones o de actividad Si ambos recintos no comparten puertas ni ventanas	(III) 55	45

(III) - Un recinto de instalaciones o de actividad no puede tener puertas que den acceso directamente a los recintos protegidos del edificio.



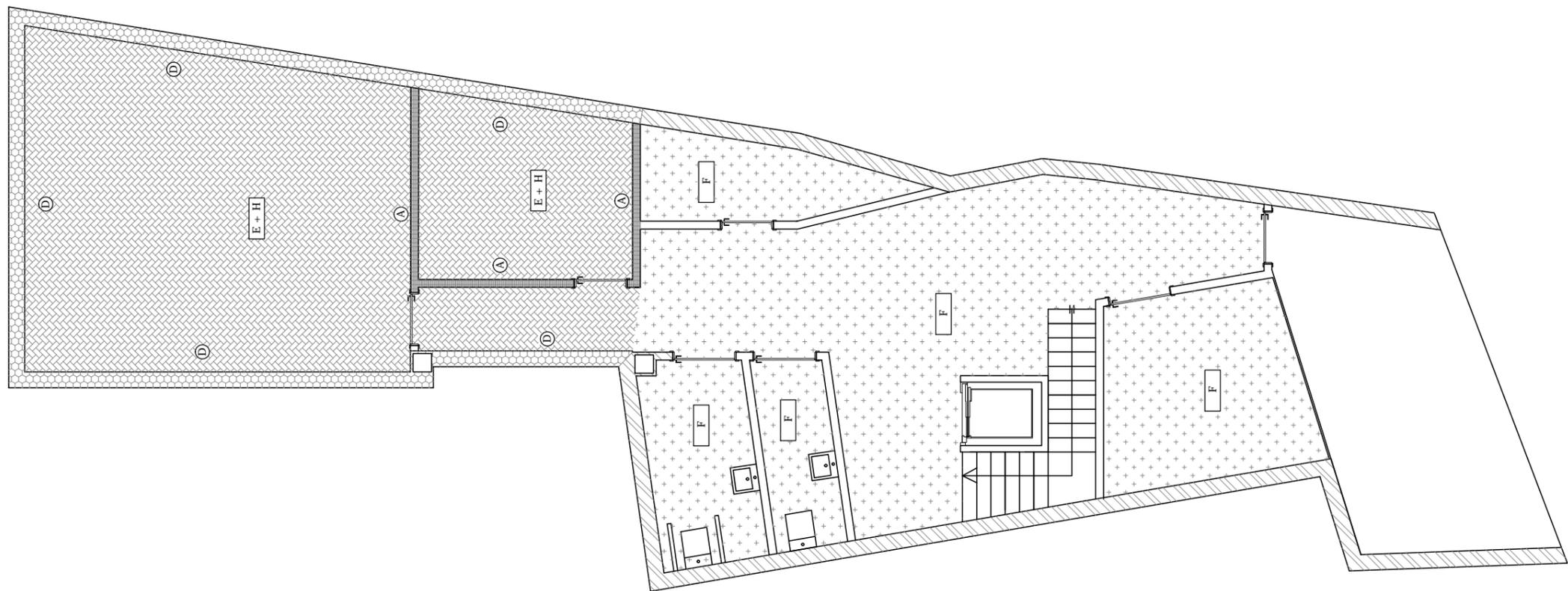
Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica	Referencia técnica:	Tipo de documento:		Estado del documento:	
	Creado por: Miguel Menocal Montero	Acustica Planta baja		ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN	
	Aprobado por:			Escala: 1/100	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013



RECINTOS RECEPTORES	
PROTEGIDO Ruido aereo, Dnt, A (dBa)	HABITABLE Ruido aereo, Dnt, A (dBa)
55 ^(III)	45
RECINTO EMISOR De instalaciones o de actividad Si ambos recintos no comparten puertas ni ventanas	

(III) - Un recinto de instalaciones o de actividad no puede tener puertas que den acceso directamente a los recintos protegidos del edificio.

Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica	Referencia técnica: _____	Tipo de documento:	Estado del documento:			
	Creado por: Miguel Menocal Montero	Titulo: <h2 style="text-align: center;">Acustica Sotano</h2>	ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN			
	Aprobado por: _____		Escala: 1/100	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013	Idioma: Español	Hoja: 8/19



TABIQUES			
	TIPO A	TIPO B	TIPO C

CERRAMIENTO	
	TIPO D

SUELOS		
	TIPO E	TIPO F

TECHOS		
	TIPO G	TIPO H

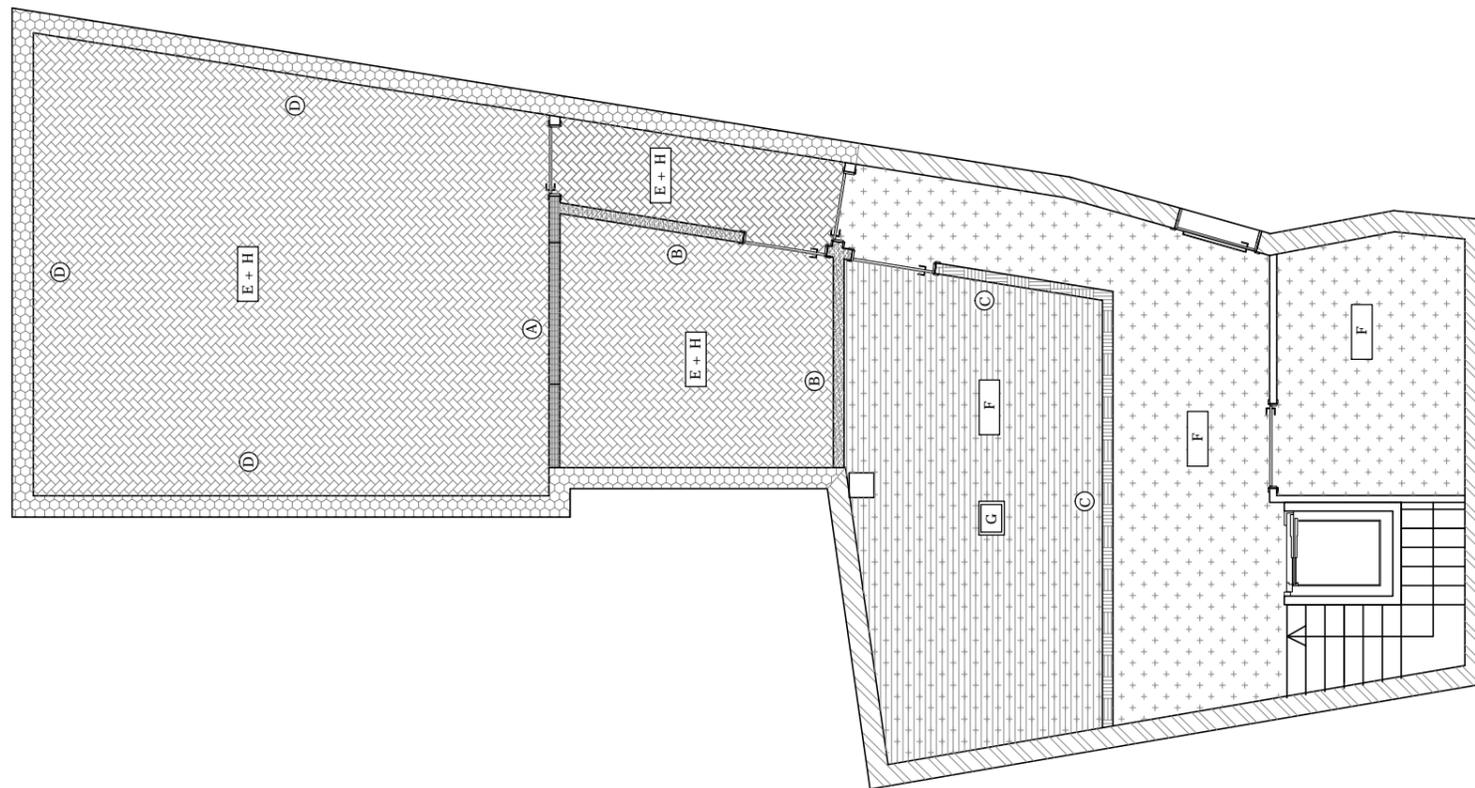
Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica	Referencia técnica: _____	Tipo de documento:	Estado del documento:	
	Creado por: Miguel Menocal Montero	Acustica II Planta Baja	ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN	
	Aprobado por: _____		Escala: 1/100	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013

TABIQUES			
	TIPO A	TIPO B	TIPO C

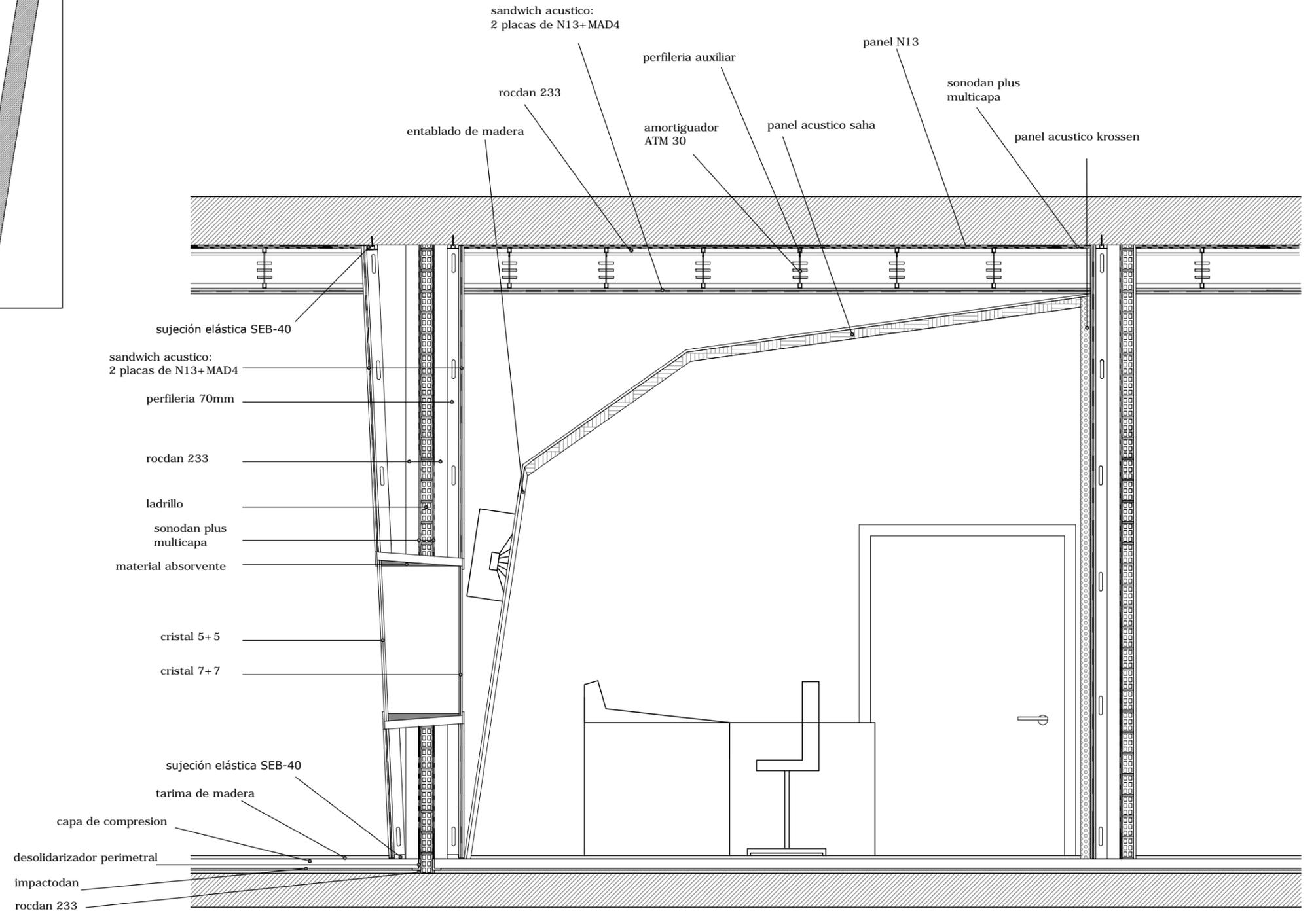
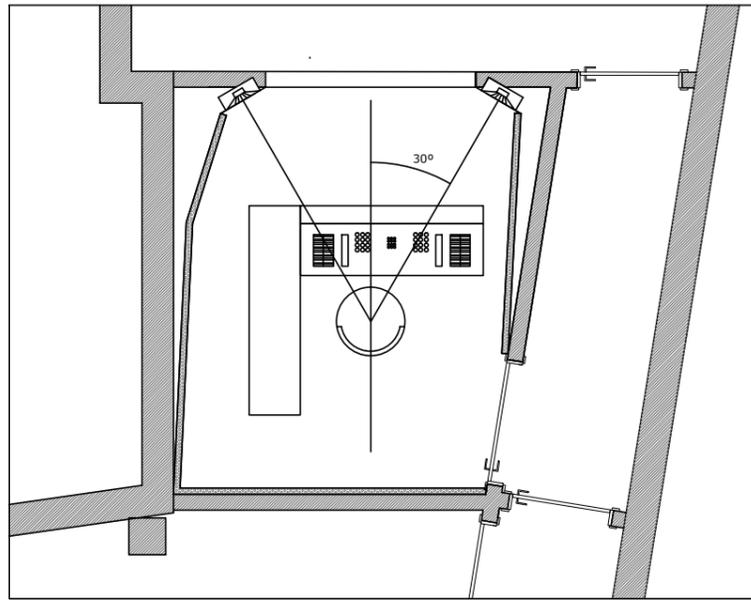
CERRAMIENTO	
	TIPO D

SUELOS		
	TIPO E	TIPO F

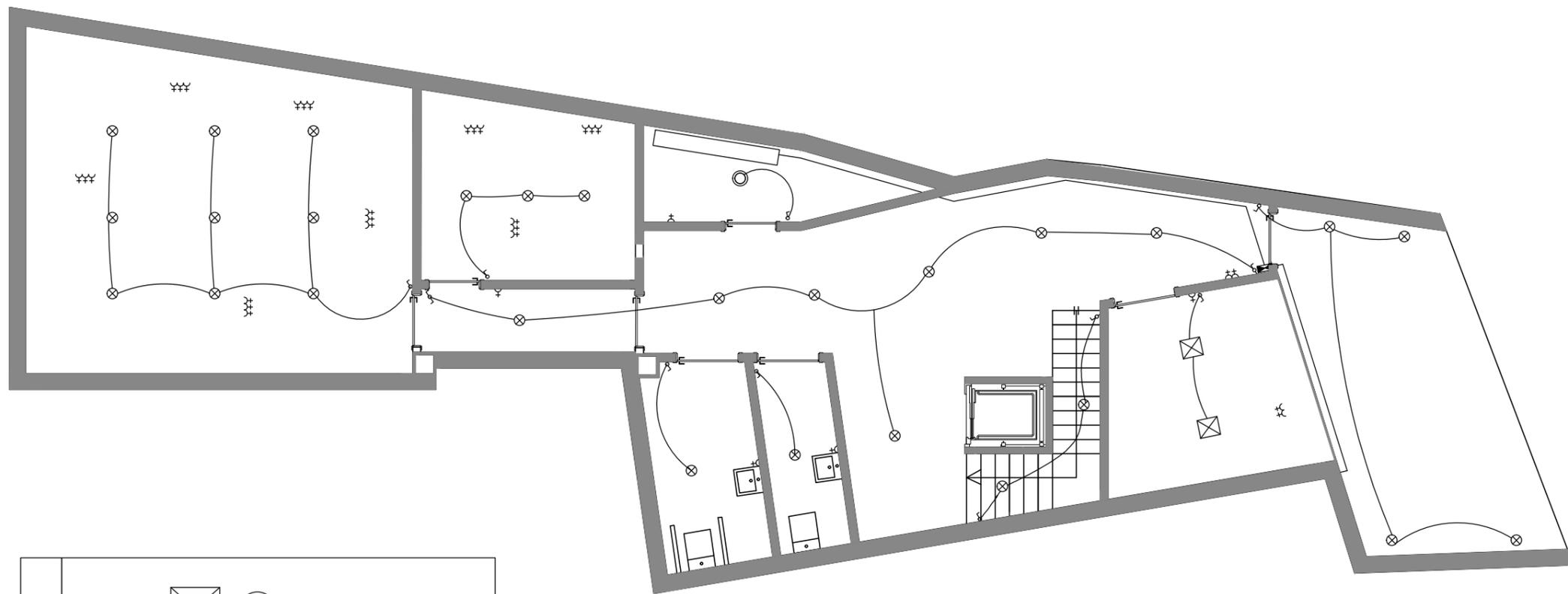
TECHOS		
	TIPO G	TIPO H



Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica	Referencia técnica:	Tipo de documento:	Estado del documento:			
	Creado por: Miguel Menocal Montero	Titulo: Acustica II Sotano	ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN			
	Aprobado por:		Escala: 1/100	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013	Idioma: Español	Hoja: 10/19

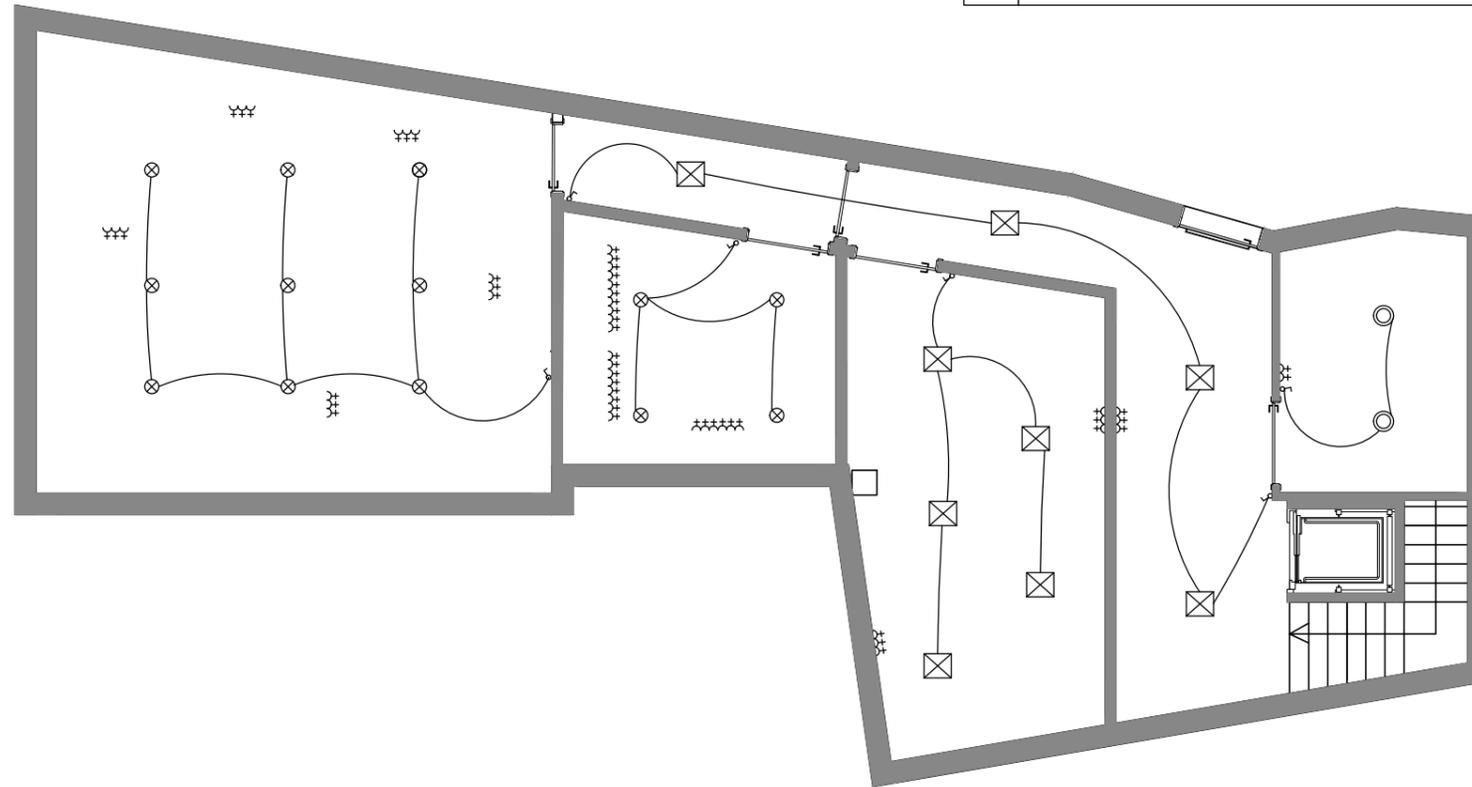


Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica	Referencia técnica:	Tipo de documento:	Estado del documento:			
	Creado por: Miguel Menocal Montero	Título: Acustica III	ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN			
	Aprobado por:		Escala: 1/12,5	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013	Idioma: Español	Hoja: 11/19



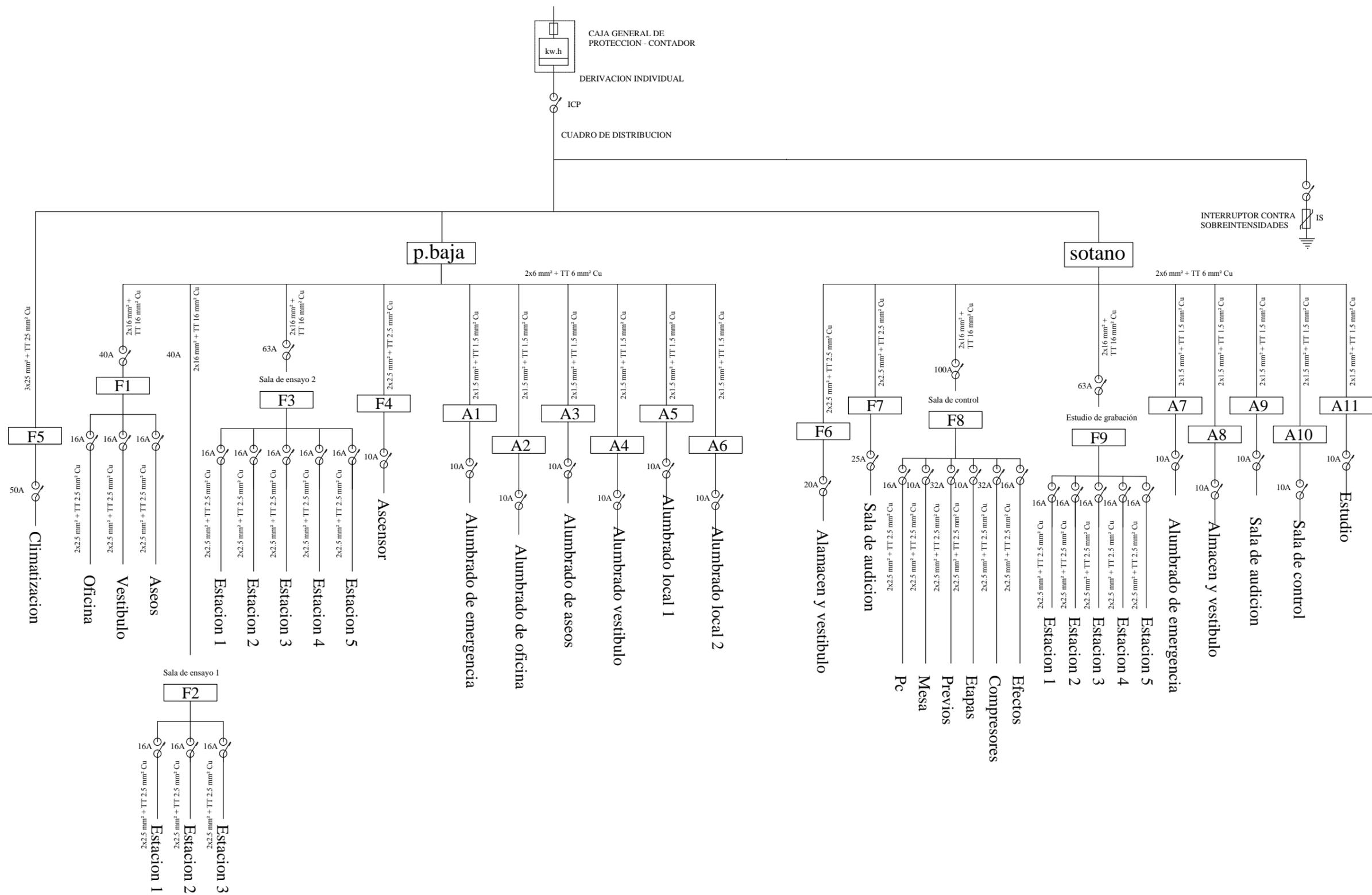
ELECTRICIDAD E ILUMINACION	
	CUADRO GENERAL
	PROYECTOR SUSPENDIDO
	LUMINARIA MODULAR
	DOWNLIGHT EMPOTRADO
	TOMA DE CORRIENTE
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR

Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica		Referencia técnica: _____		Tipo de documento:		Estado del documento:	
		Creado por: Miguel Menocal Montero		Título: Electricidad e Iluminación Planta baja		ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN	
		Aprobado por: _____				Escala: 1/100	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013



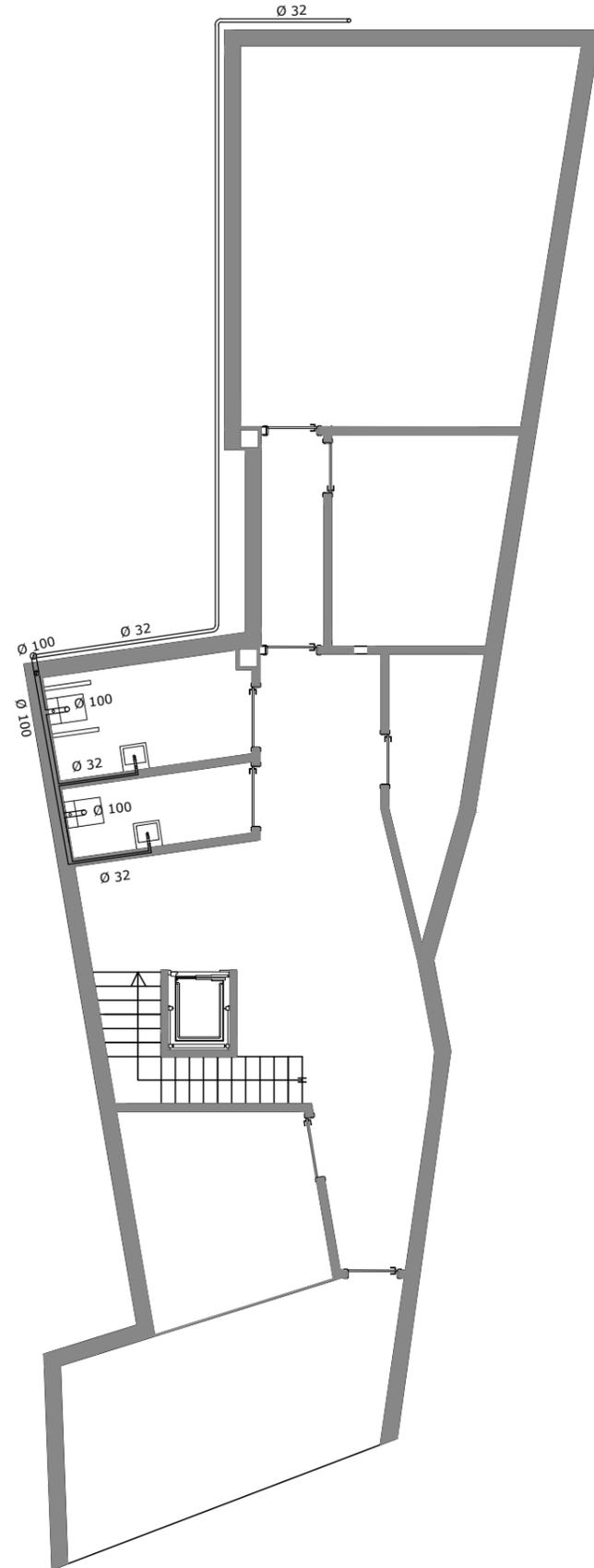
ELECTRICIDAD E ILUMINACION	
CUADRO GENERAL	
PROYECTOR SUSPENDIDO	
LUMINARIA MODULAR	
DOWNLIGHT EMPOTRADO	
TOMA DE CORRIENTE	
INTERRUPTOR	
CONMUTADOR	

Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica		Referencia técnica: _____	Tipo de documento:		Estado del documento:	
	Creado por: Miguel Menocal Montero		Electricidad e Iluminación Planta baja		ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN	
	Aprobado por: _____				Escala: 1/100	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013

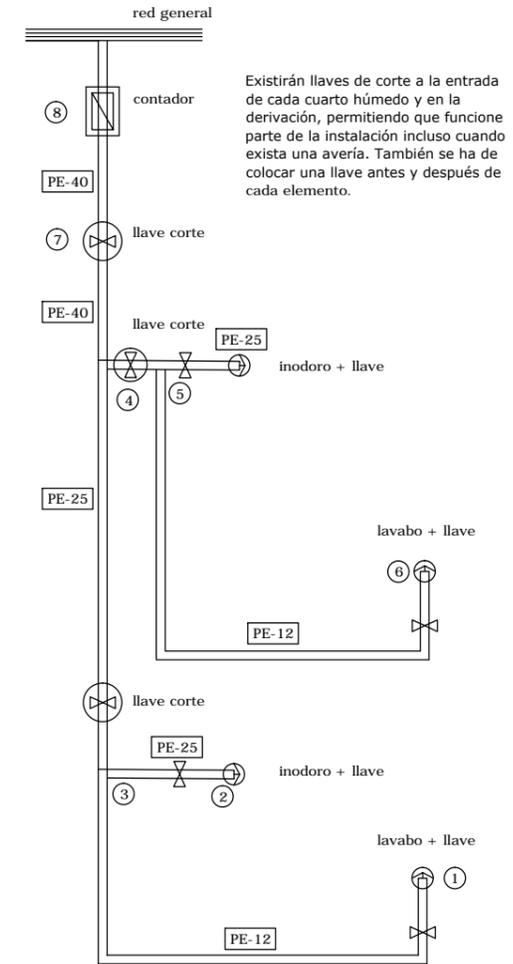
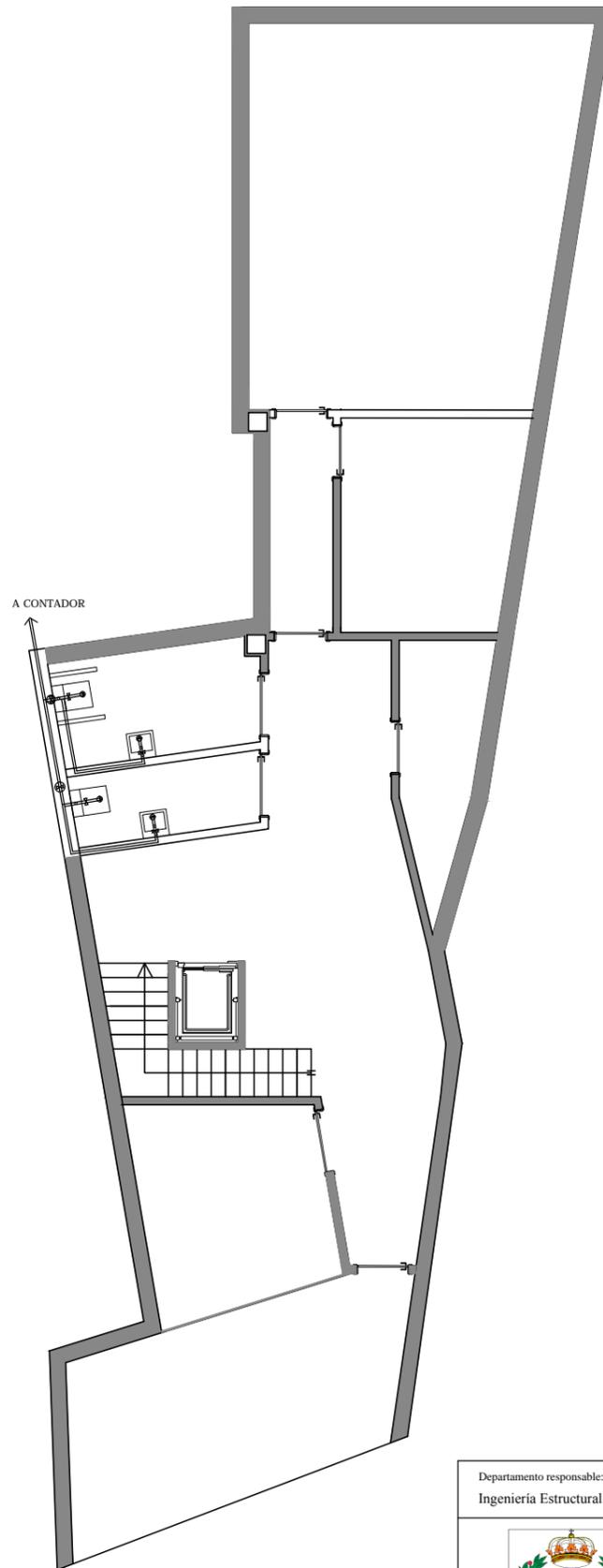


Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica	Referencia técnica: _____	Tipo de documento:	Estado del documento:	
	Creado por: Miguel Menocal Montero	Titulo: Electricidad II	ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN	
	Aprobado por: _____		Escala: ----	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013
				Hoja: 14/19

Planta Baja - SANEAMIENTO



Planta Baja - FONTANERIA

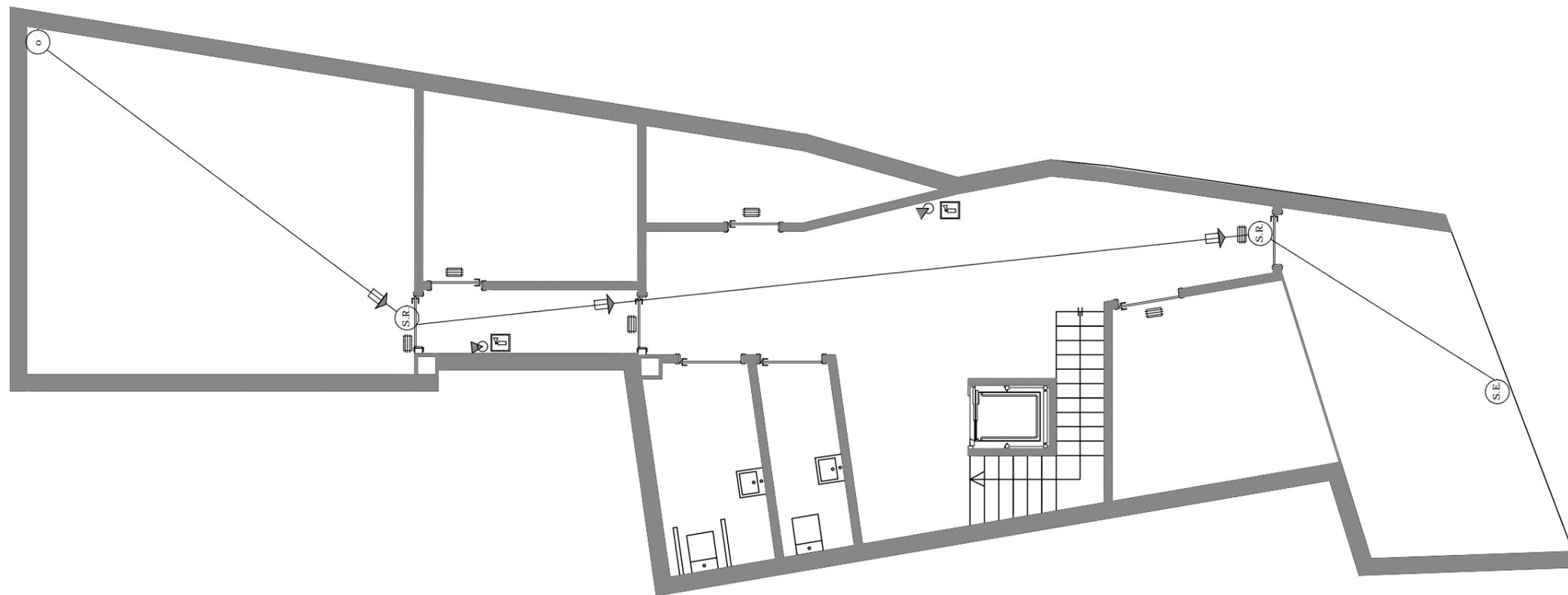


Existirán llaves de corte a la entrada de cada cuarto húmedo y en la derivación, permitiendo que funcione parte de la instalación incluso cuando exista una avería. También se ha de colocar una llave antes y después de cada elemento.

CUADRO DE FONTANERIA	
LINEA A.F.	=====
GRIFO + LLAVE CORTE	===== (X) (C)

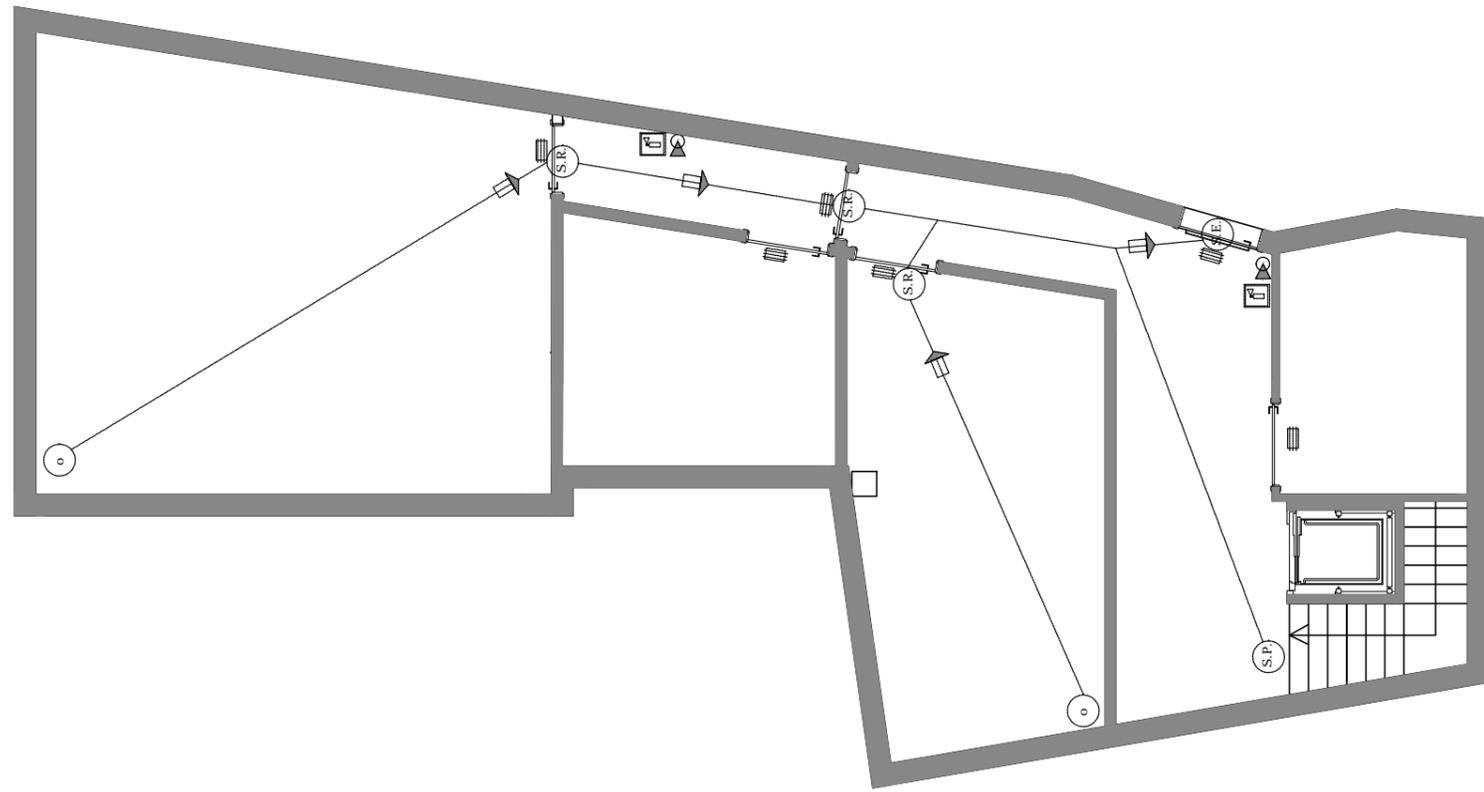
CUADRO DE SANEAMIENTO	
CANALIZACION	=====
BAIANTE	(C)

Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica	Referencia técnica:	Tipo de documento:	Estado del documento:			
	Creado por: Miguel Menocal Montero	Titulo: Fontanería y Saneamiento	ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN			
	Aprobado por:		Escala: 1/125	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013	Idioma: Español	Hoja: 15/19



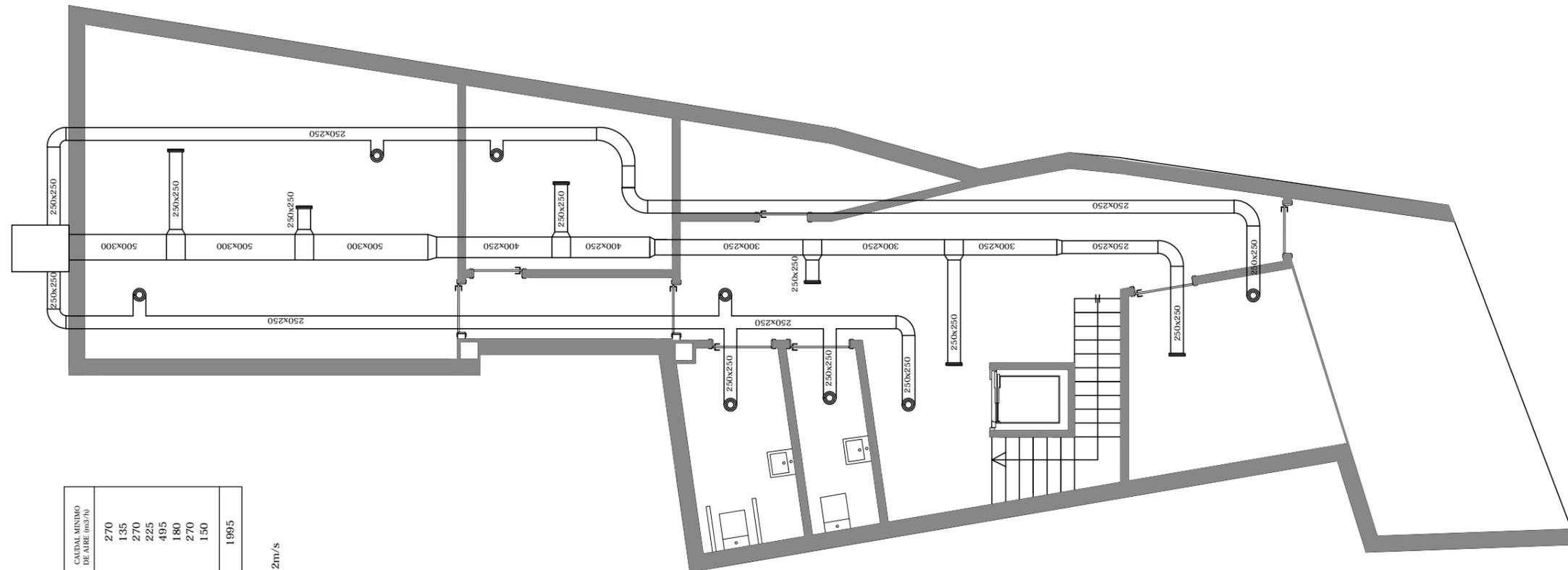
CUADRO DE INST. CONTRA INCENDIOS	
	EXTINTOR 2 IA-113B
	SALIDA RECINTO
	SALIDA PLANTA
	ORIGEN
	SALIDA DE EMERGENCIA
	LAMPARA DE EMERGENCIA
	SEÑAL INDICATIVA EXTINTOR
	SEÑAL SALIDA EMERGENCIA FOTOLUMINISCENTE

Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica		Referencia técnica:		Tipo de documento:		Estado del documento:	
		Creado por: Miguel Menocal Montero		Título: <h2 style="text-align: center;">Incendios Planta Baja</h2>		ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN	
		Aprobado por:				Escala: 1/100	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013



CUADRO DE INST. CONTRA INCENDIOS	
	EXTINTOR 2 I.A.-1.13B
	SALIDA RECINTO
	SALIDA PLANTA
	ORIGEN
	SALIDA DE EMERGENCIA
	LAMPARA DE EMERGENCIA
	SEÑAL INDICATIVA EXTINTOR
	SEÑAL SALIDA EMERGENCIA FOTOLUMINISCENTE

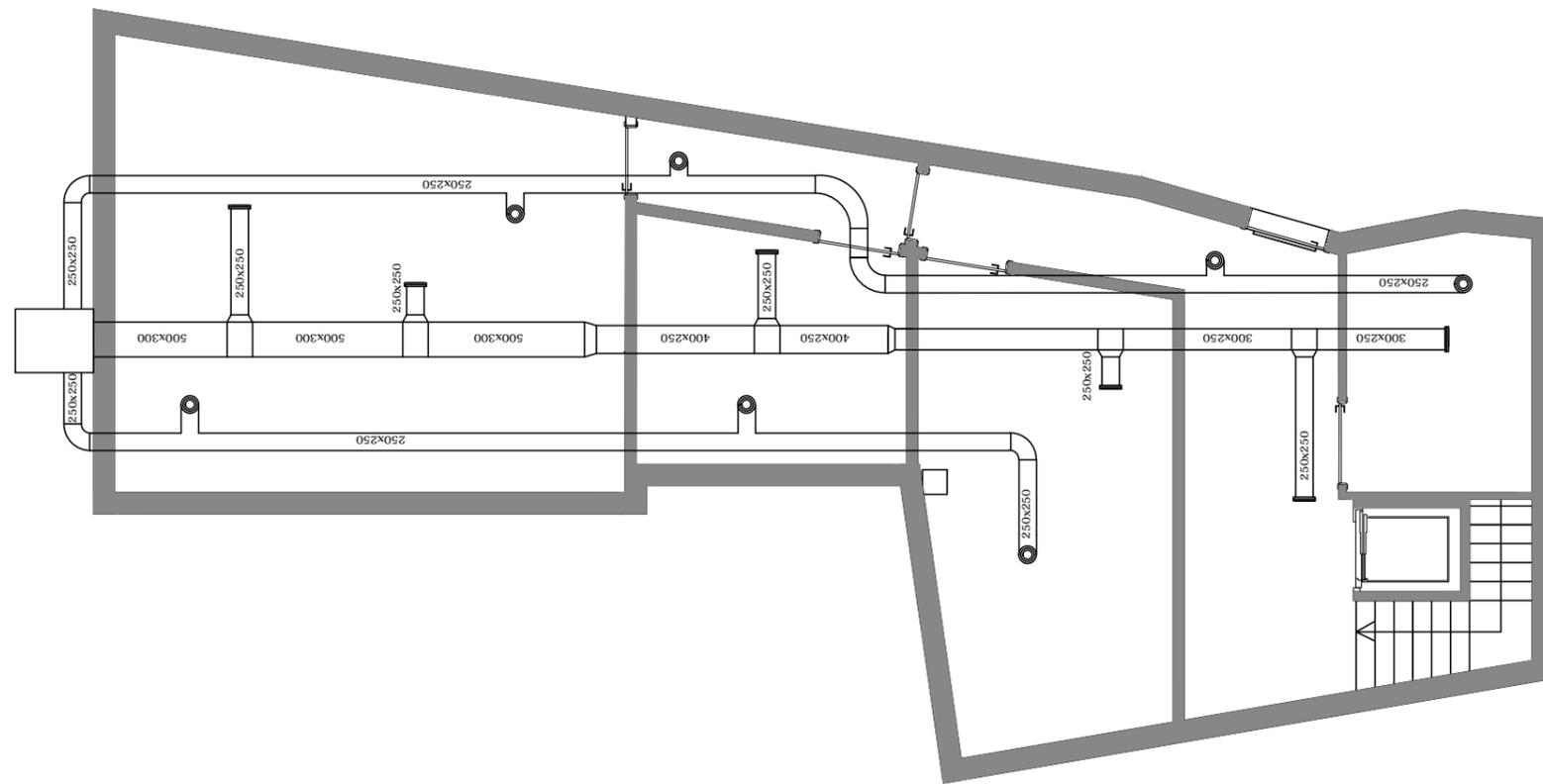
Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica		Referencia técnica: _____		Tipo de documento:		Estado del documento:	
		Creado por: Miguel Menocal Montero		Titulo: <h2 style="text-align: center;">Incendios Sotano</h2>		ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN	
		Aprobado por: _____				Escala: 1/100	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013



RECINTO	CAUDAL MÍNIMO DE AIRE (m³/h)
Oficina	270
Local ensayo 1	135
Local ensayo 2	270
Vestibulo	225
Sala audición	495
Sala de control	180
Estudio grabación	270
Vestibulo sotano	150
TOTAL	1995

VELOCIDAD AIRE < 2m/s

Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica		Referencia técnica:		Tipo de documento:		Estado del documento:	
		Creado por: Miguel Menocal Montero		Título: <h2 style="text-align: center;">Climatización Planta Baja</h2>		ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN	
		Aprobado por:				Escala: 1/100	Fecha de edición: SEPTIEMBRE 2013



RECINTO	CAUDAL MÍNIMO DE AIRE (m³/h)
Oficina	270
Local ensayo 1	135
Local ensayo 2	270
Vestibulo	225
Sala audición	495
Sala de control	180
Estudio grabación	270
Vestibulo sotano	150
TOTAL	1995

VELOCIDAD AIRE < 2m/s

Departamento responsable: Ingeniería Estructural y Mecánica		Referencia técnica:	Tipo de documento:		Estado del documento:	
	Creado por: Miguel Menocal Montero		Titulo: <h2 style="text-align: center;">Climatización Sotano</h2>		ESTUDIO PROFESIONAL DE GRABACIÓN	
	Aprobado por:					

3.- DOCUMENTO PLIEGO DE **CONDICIONES**

DISPOSICIONES GENERALES

Naturaleza y objeto del Pliego General

El presente pliego de condiciones tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados al arquitecto y al aparejador o arquitecto técnico, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra si existiere.
2. El pliego de condiciones particulares.
3. El presente pliego general de condiciones.
4. El resto de la documentación de proyecto (Memoria, planos, mediciones y presupuesto).

Las ordenes e instrucciones de la dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

3.1.- CONDICIONES DE INDOLE TECNICO

Todos los trabajos o materiales empleados cumplirán la resolución General de Instrucciones para la Construcción de 31 de Octubre 1.966.

En todos los trabajos que se realicen en la obra se observarán, y el encargado será el responsable de hacerlas cumplir, las normas que dispone el vigente Reglamento de Seguridad en el Trabajo de la Industria de la Construcción, aprobado el 20 de Mayo de 1.952, y las Ordenes Complementarias de 19 de Diciembre de 1.953 y 23 de Septiembre de 1.966, así como lo dispuesto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden de 9 de Mayo de 1.971. El replanteo será realizado por la Dirección Facultativa de la Obra.

3.1.1.- MATERIALES

Cementos.

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las normas y disposiciones que expone la Instrucción EHE "Instrucción de Hormigón Estructural", aprobada por la Presidencia del Gobierno por Decreto 2661/1998, de 11 de diciembre. En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que de la Instrucción, siendo intérprete el Arquitecto Director de Obras.

Cementos utilizables.- El cemento empleado podrá ser cualquiera de los que se definen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de Cementos, aprobado por Decreto 1.312/1.988 de 28 de Octubre, con tal de que sea de una categoría no inferior a 250 y satisfaga las condiciones que en dicho Pliego se prescriben. Además, el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en el artículo 10 de la citada Instrucción EHE.

Suministro y almacenamiento del cemento.- Se hará de acuerdo con el artículo 5.2. de la Norma EHE, haciendo especial hincapié en lo que se refiere a que el envase será de origen y el almacenamiento en lugares ventilados y defendidos de la humedad.

En los documentos de origen figuraran el tipo, clase y categoría a que pertenece el cemento, así como la garantía del fabricante de que cumple con las condiciones exigidas. El cemento no llegará a la obra excesivamente caliente; si su manipulación es mecánica, su temperatura no sobrepasará los 70 °C., en caso contrario, no sobrepasará los 40 °C. o la temperatura ambiente más 5 °C. Si la temperatura del cemento supera los 70 °C., antes de su utilización, se comprobará que no presenta tendencia al falso fraguado.

Si el periodo de almacenamiento ha sido superior a un mes, antes de su utilización se comprobará que sus características siguen siendo las adecuadas, para lo que se realizarán ensayos de fraguado y resistencia mecánica a tres y siete días, sobre muestras representativas.

Agua.

No contendrá sustancias nocivas al fraguado, o que alteren perjudicialmente las características del hormigón. Se analizará, antes de ser utilizada, si no es potable o si, aún siéndolo, se sospechase de su idoneidad. Cumplirá las especificaciones determinadas en el artículo 6 de la Norma EHE.

Aridos.

Las arenas y gravas que se empleen deberán cumplir las especificaciones determinadas en el artículo 7 de la norma EHE y las generales siguientes:

1. No serán descomponibles por los agentes atmosféricos.
2. No contendrán sustancias que perjudiquen al hormigón o alteren su fraguado, tales como arcillas, limos, carbones, escorias de Altos Hornos, productos que contengan azufre, materias orgánicas, etc.
3. El tamaño máximo del árido no será, en ningún caso, superior a la cuarta parte de la dimensión mínima del elemento que se va a ejecutar, ni superior a la separación entre las barras, pudiendo, en todo caso, admitirse el 10% de elementos más gruesos que esta separación.
4. Tendrá resistencia no inferior a la exigida al hormigón.

Aditivos.

Podrá autorizarse el empleo de todo tipo de aditivos siempre que se justifique, mediante los oportunos ensayos, que la sustancia agregada en las proporciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón y sin representar un peligro para las armaduras.

Todo aditivo presentado bajo nombre comercial, establecerá su modo de empleo y evaluará sus efectos sobre las propiedades del hormigón mediante Documento de

Idoneidad Técnica. No se podrá utilizar ningún tipo de aditivo, sin la expresa autorización de la Dirección Facultativa

Aceros para armar.

No deberán presentar defectos que disminuyan su sección en más del 3%. No se utilizarán armaduras lisas. En la obra se realizará una prueba en frío que consistirá en doblar una barra sobre otra, de diámetro doble que la que se ensaya, hasta girar 180 grados sin que aparezcan grietas ni pelos.

Las armaduras se doblarán en frío, para diámetros inferiores a 25 mm., y en caliente las que pasan de los 25 mm. Se evitarán recalentamientos de las barras, así como enfriamientos bruscos.

Las barras se anclarán por gancho. Los anclajes de las barras de alta adherencia, trabajando a tracción o compresión, se realizarán preferentemente por prolongación recta, pudiendo emplearse también la patilla. En cuanto al anclaje por gancho, solo se permite si las barras trabajan a tracción. El gancho normal para barras de alta adherencia estará formado por una patilla normal formada por un cuarto de circunferencia de radio interior igual a 3,5 diámetros con una prolongación recta igual a 2 diámetros. La patilla normal para barras de alta adherencia estará formada por un cuarto de circunferencia de radio interior igual a 3,5 diámetros con una prolongación recta igual a 2 diámetros. En cualquier caso, las longitudes prácticas de anclaje que deben adoptarse, se ajustarán a lo prescrito en la Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa y armado. Se evitarán los hierros doblados a tracción en las partes cóncavas de la construcción, empleándose, en estos casos, barras rectas ancladas en la zona de compresión.

Se realizará el número mínimo de empalmes y siempre según las normas fijadas por la Instrucción EHE. Cuando se trate de barras de alta adherencia, la longitud de solape será de 30 diámetros si no se justifica otra menor en función de las normas de la Instrucción. En caso de realizar el empalme por soldadura en barras de alta adherencia, se deberán observar atentamente las normas de la Instrucción. Nunca se utilizará este sistema sin la expresa autorización de la Dirección Facultativa.

La separación de las armaduras paralelas entre sí, será superior a su diámetro y mayor de un centímetro. La separación de las armaduras (paralelas) a la superficie del hormigón será, por lo menos, igual al diámetro de la barra o de 2 centímetros en cargaderos, voladizos, etc. y de 5 centímetros en cimentaciones.

Todas las armaduras se limpiarán con cepillo de acero, si su aspecto así lo aconseja, antes del vertido del hormigón.

Control del acero.

Nivel reducido. Coeficiente de minoración del acero $Y_s=1,2$. Dos controles de grietas o fisuras en los ganchos

Nivel normal. Coeficiente de minoración del acero $Y_s=1,15$. Certificado de garantía de características mecánicas de cada partida. Especificaciones del artículo 69.3.2. de la norma EHE.

Nivel intenso. Coeficiente de minoración del acero $Y_s=1,10$. Certificado de garantía de características mecánicas. Especificaciones del artículo 69.3.2. de la norma EHE.

Arena para morteros.

La arena, utilizada como árido fino en la ejecución de morteros, deberá proceder de machaqueo.

El tamaño máximo de los granos no será superior a 5 mm., ni mayor que la tercera parte del tendel en la ejecución de fábricas. Se rechazarán las arenas cuyos granos no sean redondeados o poliédricos. El contenido en materia orgánica se determinará de acuerdo con la norma UNE-7082. El contenido de yeso, mica, feldespato descompuesto y piritas, no será superior al 2%. Se comprobarán estas características en la primera entrega, y en cada entrega en la que se observe grandes cambios en el aspecto de la misma. El almacenaje se efectuará de forma que no pueda mezclarse con la tierra del suelo.

Cales.

Las cales, bien aéreas o hidráulicas, llegarán a la obra apagada y envasada. Cumplirán con las especificaciones de la norma UNE correspondiente. El fabricante hará contar en el envase el tipo y sus características. No se admitirá por parte de la Dirección Facultativa, el empleo de cales que por estar mal conservadas, se hayan pegado espontáneamente.

Yesos.

Todos los yesos empleados en la obra cumplirán las condiciones que se especifican en el Pliego General de Condiciones para la recepción de Yesos y Escayolas en Obras de Construcción, aprobado por Orden de 27 de Enero de 1.972.

Hormigones.

Se podrán seguir los valores de dosificación indicados en la norma EHE de acuerdo con las condiciones específicas de los artículos 14, 15, 62 y 63 de la Norma. Si en los planos de estructura del Proyecto no se especifica otra cosa, las dosificaciones que se emplearán serán, por metro cúbico de hormigón, las que en el cuadro siguiente de características del presente Pliego se especifican. Se tolerarán diferencias, en la dosificación, del 3% para el hormigón y del 5% para el total del árido y para la relación agua-cemento.

Si el hormigón se fabrica en obra, deberá amasarse en hormigonera, vertiendo los materiales en el siguiente orden: la mitad de la cantidad total de agua, el cemento y la arena simultáneamente, el árido grueso y el resto de agua. La duración del amasado será la necesaria para conseguir una mezcla homogénea de los componentes, debiendo resultar el árido bien recubierto de pasta de cemento. En general, se establece un tiempo de amasado de 90 segundos, y como mínimo 60 segundos más tantas veces 15 segundos como fracciones de 400 litros tenga la capacidad de la hormigonera. Se prestará durante el amasado especial atención, al fenómeno del falso fraguado, poniéndolo en conocimiento de la Dirección Facultativa, si ello ocurriese. No se hormigonará ningún elemento hasta que la Dirección Facultativa haya dado el visto bueno a la colocación de las armaduras y a la ejecución de los encofrados.

El hormigón se verterá en los moldes inmediatamente después de su fabricación, rebatiéndolo antes de su empleo, si hubiese pasado algún tiempo desde su preparación, y procurando que no se disgreguen sus elementos en el vertido.

En ningún caso se empleará el hormigón después de iniciado el fraguado. Este puede suponerse que comienza una hora, en verano y dos en invierno, después de su preparación. El hormigón se verterá de modo suave por tongadas, cuya altura dependerá del elemento a

hormigonar. Cada una de las tongadas se removerá con barras. Se preverán las interrupciones de trabajo de modo que las juntas queden situadas en los sitios favorables, desde el punto de vista de la resistencia de esfuerzos.

Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la superficie de la junta, rascándola y regándola después. Para esta última operación deberá emplearse una lechada de cemento.

Se suspenderá el hormigonado, si no se adoptan medidas extraordinarias, siempre que se prevea que, dentro de las 48 horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C, lo que en general se produce si a las 9 Horas es inferior a 4 °C ó, a cualquier hora del día, inferior a 2 °C. Se suspenderá también el hormigonado si la temperatura ambiente supera los 40 °C. Para el adecuado control de las temperaturas, durante la fase de hormigonado de la obra, existirá en ella un termómetro para registrar las temperaturas máxima y mínima. Durante los primeros días de fraguado, se protegerá el hormigón ejecutado de los rayos solares y del viento, que pueden producir desecación, siendo recomendable regar su superficie frecuentemente. Se deberá mantener húmeda su superficie por lo menos durante 15 días. Hormigón preparado.- Sus características (uniformidad, tamaño de árido, consistencia, resistencia característica) materias primas utilizadas, fabricación, amasado, transporte, suministro, entrega y recepción, estarán de acuerdo con lo indicado en la Instrucción para la fabricación y suministro de hormigón preparado, aprobada por orden de 5 de Mayo de 1.972 y de 10 de Mayo de 1.973. La Contrata, durante la descarga del hormigón, tomará las muestras necesarias para realizar los ensayos que indique la Dirección Facultativa de la Obra. Si la Dirección no especificara otra cosa, se tomará, al menos, una muestra de cada envío para realizarse un ensayo de rotura a compresión a los 7 días, así como la determinación de la consistencia de la masa en función del asiento en el cono de Abrams. Los resultados de los ensayos se comunicarán a la Dirección en el plazo de 24 horas.

Control del hormigón.- Será preceptivo el cumplimiento de lo que para cada caso se especifica en los artículos 62 a 71 de la norma EHE, de acuerdo con los niveles definidos en el Cuadro de Características adjunto. Los siguientes datos de interés general no eximen al cumplimiento de toda la norma EHE.

Control de consistencia mediante el cono de Abrams, preceptivo siempre:

Consistencia asiento en cm: Compactación mas adecuada

Seca 0-2 Vibrado enérgico y cuidadoso

Plástica 3-5 Vibrado normal

Blanda 6-9 Apisonado

Fluida 10-15 Picado con barra

Líquida 16

Control de resistencia:

1. **Ensayos previos:** A realizar en laboratorio según artículo 14 de la EHE.
2. **Ensayos característicos:** A realizar antes de empezar a hormigonar. Preceptivos salvo indicación expresa del Arquitecto Director de Obras o empleo de hormigón preparado.
3. **Ensayos de control.** -Preceptivos siempre durante la obra.
 - 3.1. Nivel reducido. Resistencia característica máxima 150 Kg/cm². Cantidad de cemento mayor de 300 Kg/m³. Coeficiente de minoración del hormigón $gc=1,70$.

3.2. Nivel normal. Resistencia característica máxima 250 Kg/cm². Número mínimo de series de probetas por ensayo N=1. Número mínimo de probetas rotas por cada serie N=2. Coeficiente de minoración del hormigón $g_c=1,50$.

3.3. Nivel intenso. Por indicación del Arquitecto Director de Obras.

4. **Ensayos de Información.** Preceptivos en los casos previstos en los artículos 18, 20 y 70 de la Norma EHE.

Maderas.

Deberán estar cortadas en las épocas convenientes. Serán sanas y secas. Se rechazarán las que tengan nudos saltadizos o pasantes, grietas, carcoma o las que presenten una estructura fibrosa muy irregular; así como, todos aquellos que presenten defectos que indiquen enfermedad de la misma, y esta pueda influir en la duración de la misma.

Toda madera colocada que presente alabeos, será rechazada por la Dirección Facultativa, siendo obligación de la contrata su cambio, sin derecho a reclamación alguna.

Las dimensiones de todas las piezas se sujetarán a las disposiciones del conjunto de documentos del proyecto. La labra se ejecutará con la perfección necesaria y adecuada para el objeto a que se destine cada pieza; así mismo, las uniones entre estas se harán con solidez y según las prácticas de la buena construcción.

Hierro laminado.

Los materiales ferrosos laminados serán perfectamente homogéneos, estando exentos de sopladuras, impurezas, lajas y otros defectos de fabricación. Su fractura presentará una textura fina y granuda.

El laminado deberá ser perfecto, presentando superficies planas, perfectamente lisas y exentas de defectos; las aristas serán vivas y rectas, con sus secciones extremas perpendiculares al eje y bien cortadas, no presentando rebabas, ni aún menos falta de metal. Los alambres serán de diámetro uniforme por cualquier sección perpendicular al eje, no admitiendo ninguna variación en sus galgas. Se desecharán aquellos que se desgarren o agrieten al curvarlos, plegarlos, roblarlos o perforarlos.

Materiales cerámicos.

Los materiales cerámicos utilizados en la construcción deberán cumplir las condiciones, que en cuanto a formato, fija la correspondiente norma UNE; así mismo, mantendrán uniformidad en el color, no tendrán ni manchas ni eflorescencias, ni quemaduras, y carecerán de imperfecciones y desconchados aparentes en aristas y caras. El fabricante, deberá aportar documentos acreditativos sobre las condiciones de absorción, succión y heladicidad.

El transporte, descarga y almacenaje de estos elementos se realizará con el cuidado necesario, de modo que no se produzcan desconchados ni roturas.

Aislantes térmicos.

Los materiales aislantes térmicos cumplirán con las condiciones fijadas en el anexo 5 de la norma NBE-CT-79. El fabricante dará los valores de las características higrótérmicas fijadas en el anexo anteriormente citado.

Aislantes acústicos.

Los materiales aislantes acústicos cumplirán con las condiciones fijadas en el anexo 4 de la norma NBE-CA-82. El fabricante dará los valores de las características acústicas fijadas en el anexo anteriormente citado.

Impermeabilizantes.

Todo el material asfáltico, utilizado como impermeabilización en las obras objeto del presente proyecto, se regirá por las especificaciones de la norma MV-301.

Tuberías de hormigón.

La superficie interior será lisa, circular, de generatriz recta y bien calibrada. Estarán bien acabadas, con espesores uniformes y sus extremos estarán encopados. Serán impermeables, inalterables a la acción de las aguas que han de transportar y soportar presión de prueba de dos atmósferas.

Tuberías de pvc.

La superficie interior será lisa, circular, de generatriz recta y bien calibrada. Estarán bien acabadas, con espesores uniformes y sus extremos estarán encopados. Serán impermeables, inalterables a la acción de las aguas que han de transportar y soportarán de forma constante una presión de 2.50 kg/cm².

Tuberías de acero.

La superficie interior será lisa, circular, de generatriz recta y bien calibrada. Estarán bien acabadas y con espesores uniformes. No tendrán soldaduras y estarán galvanizadas con una capa de Cinc de 0.10/0.15 mm. en toda su superficie. Resistirán una presión de prueba de 20 kg/cm².

Tuberías de cobre.

La superficie interior será lisa, circular, de generatriz recta y bien calibrada. Estarán bien acabadas y con espesores uniformes. Se obtendrán por estirado y no tendrán soldaduras. Resistirán una presión de prueba de 3 kg/cm².

Valvulería.

Será de hierro o bronce. Sus espesores y características vendrán condicionadas por la presión de uso de la instalación. Soportarán como mínimo una presión de prueba de 15 kg/cm².

Aparatos sanitarios y grifería.

Será de porcelana, gres o acero inoxidable. Cumplirán con las especificaciones de la norma NTEISS.

Conductos de climatización.

Los conductos para la distribución del aire climatizado, estarán realizados con materiales no propagadores del fuego, ni que desprendan gases tóxicos en caso de incendios. Deberán tener la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su propio peso, al movimiento del aire, a los trabajos de instalación y a las vibraciones consecuencia de su funcionamiento. Las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circule por ellos, soportando sin deformarse los 250 °C. de temperatura. La ejecución de los mismos se ajustará a la norma UNE-100.105.

Conductores eléctricos.

Serán de cobre recocido y contendrán un solo hilo hasta una sección de 6 mm². La cubierta será de policloruro de vinilo (PVC), convenientemente tratada de forma que asegure una mejor resistencia al frío, a la laceración y a la abrasión que el PVC normal. La tensión de servicio será de 450/750 V. y la de prueba de 2000 V.

Tubos, cajas y mecanismos.

Serán de plástico. Cumplirán con las especificaciones de la norma NTE-IEB.

Extintores móviles.

Sus características, criterios de calidad y ensayo, se ajustarán a lo descrito en el artículo 20 de la norma NBE-CPI-91. La eficacia y su identificación, estará consignada en la etiqueta del mismo. Cuando el peso del mismo sea superior a 20 Kg., llevará incorporado un medio de transporte sobre ruedas.

Bocas de incendio.

Las bocas de incendio equipadas serán de 45 mm. y estarán provistas de los elementos establecidos en el artículo 20 de la norma NBE-CPI-91. Los requisitos que deben cumplir y los métodos de ensayo de los mismos, se ajustarán a lo especificado en la norma NBE-CPI-91.

Sistemas de detección.

La composición de las instalaciones de detección automática de incendios, las características de sus componentes, los requisitos que han de cumplir y los métodos de ensayo de los mismos, se ajustarán a lo especificado en la norma NBE-CPI-91.

Carpintería de madera.

La madera a utilizar cumplirá con las condiciones descritas en el punto anterior de este capítulo referido a maderas. La Dirección facultativa podrá ordenar la realización de los ensayos que considere convenientes, con el fin de asegurar el buen comportamiento de estos elementos. El almacenamiento en obra se realizará en posición vertical.

Carpintería de aluminio.

El aluminio a utilizar tendrá como mínimo una capa anódica de 15 micras, y cumplirá con todos los requisitos fijados por las correspondientes normas, sobre su anodizado y sellado. La carpintería será del tipo "A", y cumplirá con todos los requisitos sobre estanqueidad al aire, estanqueidad al agua y deflexión. La Dirección Facultativa podrá ordenar la realización de los ensayos que considere convenientes, con el fin de asegurar el buen comportamiento de estos elementos. El almacenamiento en obra se realizará en posición vertical.

Granitos.

Las piezas de granito serán de grano fino y compacto, con un color uniforme. Se desecharán aquellos granitos que contengan un exceso de mica, los que presenten síntomas de descomposición en sus faldespantos característicos y los que presenten grietas, coqueas u otros defectos. Su carga mínima de rotura será de 400 Kg/cm².

Mármoles.

Los mármoles serán frescos y de buen aspecto. Estarán exentos de grietas, coqueras u otros defectos. Su dureza será proporcionada al destino en la obra, para que conservando sus formas y aristas, presente facilidades para la labra y el pulido. En caso de que la Dirección Facultativa lo estimase conveniente, se realizarán ensayos sobre sus condiciones de heladicidad, absorción de humedad y resistencia al desgaste.

Revestimientos derivados del hormigón.

Dentro de este grupo se encuentran aquellos elementos destinados a revestimientos horizontales o verticales, y cuyo origen son hormigones o morteros con áridos especiales y colorantes, es decir, terrazos, baldosas hidráulicas, piedra artificial, etc.

El color del pedido será uniforme, de acuerdo con el modelo elegido. Las piezas no presentarán grietas, exfoliaciones o poros visibles. Las condiciones sobre tolerancias dimensionales, variaciones angulares de las esquinas, alabeos, absorción de agua, heladicidad, resistencia a la flexión y resistencia al desgaste serán las establecidas en las correspondientes normas UNE.

Revestimientos cerámicos.

El soporte del revestimiento, reunirá todas las condiciones del buen baldosín, debiendo presentar buena porosidad y adherencia, y estando limpios de vidriado los cantos y la cara posterior; deberá ser de fácil rotura, para permitir el escafilado en buenas condiciones.

Las piezas cerámicas de gres tendrán las aristas vivas, su superficie será tersa y de espesor uniforme. Serán completamente impermeables y de buena resistencia, tanto a la flexión como al desgaste. No deberán absorber grasas, ni tampoco serán atacables por los ácidos. El color será estable, siendo la tonalidad uniforme en cada partida.

Pinturas.

Todas las pinturas, colores, barnices y demás aceites han de ponerse a pie de obra en envases originales de fábrica sin abrir. Tanto la realización de las mezclas, como la utilización de los mismos, se realizarán siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante. Todos los materiales a los que se refiere este apartado, podrán ser sometidos a los ensayos y pruebas que la Dirección Facultativa considere oportunas, a fin de garantizar su calidad.

Vidrios.

Un buen vidrio deberá resistir perfectamente y sin irisarse la acción del aire, de la humedad y del calor, bien solos o conjuntamente a la acción del agua y de los agentes químicos, excepto el ácido fluorhídrico. No deberán tampoco amarillear bajo la acción de la luz solar; así mismo, serán homogéneos, sin presentar manchas, burbujas, aguas, vetas, nubes u otros defectos. Serán perfectamente planos y cortados con limpieza, sin presentar asperezas, cortes ni ondulaciones en los bordes; el grueso será uniforme en toda su extensión. Serán perfectamente transparentes o traslúcidos, según los tipos.

3.1.2.- EJECUCION Y MEDICION

Excavación de zanjas y pozos.

Los pozos y zanjas de cimentación tendrán las secciones que marque el Arquitecto Director de Obras. La cota de profundidad será la que marque el Arquitecto en los

planos, o señale posteriormente por escrito. No se rellenará ninguna zanja o pozo de cimentación hasta que el Contratista reciba la orden del Arquitecto Director de Obras.

La medición de estos trabajos se realizará, midiendo el volumen teórico en los planos del proyecto.

Hormigones.

El hormigón en masa se verterá en capas de 20 cm. de espesor a lo sumo, y procediendo a su compactación, aunque sin dar fuertes golpes, a fin de evitar la disgregación de la masa. Cuando se haya cortado un tajo, antes de su reanudación se empezará por el barrido y regado de la superficie de unión, y se preparará la misma empleando un mortero rico.

Para la ejecución de las obras de hormigón armado, se colocarán las barras en el lugar que les corresponda dentro del encofrado, debiendo cumplirse la distancia especificada entre barras y el paramento. Se verterá el hormigón sin dejarlo caer de gran altura, de modo que no se favorezca la disgregación. Se vibrará el hormigón vertido con vibradores de suficiente potencia y de tamaño adecuado, según las dimensiones del elemento a hormigonar y la distancia entre las barras. El hormigón se tendrá constantemente húmedo una vez fraguado, durante el tiempo que indique la Dirección Facultativa. Será necesario recabar la aprobación de la Dirección Facultativa para proceder al desencofrado.

Al objeto de evitar las humedades, por capilaridad, se mezclará a la masa un impermeabilizante en las tongadas próximas al nivel del sótano o piso de la planta baja si no existiese aquel. Las cimentaciones especiales, aún cuando no estén previstas en el proyecto, pueden ser ordenadas por la Dirección Facultativa de la obra si, a la vista de las características del terreno excavado, las considera necesarias.

La medición de estos trabajos se realizará, midiendo el volumen teórico en los planos del proyecto.

Encofrados.

Se harán de madera o de otro material cualquiera suficientemente rígido. Podrán desmontarse fácilmente, sin peligro para la construcción, apoyándose las cimbras, pies derechos, etc. que sirven para mantenerlos en su posición, sobre cuñas, cajas de arena y otros sistemas que facilitan el desencofrado. Deberán ser suficientemente resistentes para soportar el peso y los empujes del hormigón, así como las cargas accidentales producidas durante su ejecución. Si se considera necesario se les dará, a los encofrados, la correspondiente contraflecha.

Los fondos de las vigas quedarán perfectamente horizontales, y las caras laterales completamente verticales, formando ángulos rectos con aquellos. Quedarán, así mismo, bien nivelados los fondos de los forjados de los pisos.

Las superficies internas se limpiarán y humedecerán antes del vertido del hormigón.

El desencofrado no se deberá hacer hasta que el hormigón se haya endurecido lo suficiente para soportar el triple de la carga a que quede sometido una vez desencofrado.

Pueden tomarse como indicación, para hormigón de cemento corriente, los siguientes plazos:

- Encofrado lateral de vigas y columnas 9 días
- Encofrado de suelos 10 días
- Fondos de encofrados de vigas y forjado de suelo 21 días

Estos plazos se entienden con temperaturas mínimas superiores a 5 °C. Para temperaturas menores se prórroga, prudencialmente, el plazo de desencofrado. También se prorrogan estos plazos, hasta el doble, para elementos de grandes luces o dimensiones.

Se dejarán apoyos de reserva, que se corresponderán en los distintos pisos, después de efectuar el resto del desencofrado, durante 14 días con hormigón de cemento de alta resistencia. Se efectuarán antepechos con tablas y barrotes suficientemente rígidos, en los contornos de fachadas y patios, a la altura de cada piso, y permanecerán hasta que se hayan empezado a levantar los cierres. De no hacerlo así, el Contratista será el único responsable de cualquier accidente que se pudiera ocasionar por tal incumplimiento.

Forjados para pisos y cubiertas.

Los forjados, tanto si se trata de forjados de obra como los prefabricados bajo cualquier patente, deberán cumplir las normas y condiciones específicas del Decreto de 20 de Enero de 1.966, así como la Orden de 25 de Febrero de 1.966 y los Reales Decretos 1.630/1.980 de 18 de Julio y 824/1.988 de 15 de Julio (EF-88).

Todo cambio de forjado, en cuanto a tipo de viguetas, bovedillas o sistema de forjado (pretensado, semirresistente, pretensado, autorresistente, armado, etc.), deberá ser consultado con la Dirección Facultativa de la Obra, la cual, una vez examinadas sus características, dará la oportuna autorización de uso. La medición de estos trabajos se realizará midiendo la superficie real en la obra.

Muros y tabiques.

Todos ellos serán completamente verticales y bien alineados horizontalmente. En los paramentos de doble tabicón, cruzando los ladrillos de un tabique a otro, se tendrá sumo cuidado de que la masa de un tabique no tome contacto con la del otro. Esta operación se hará por lo menos con cuatro piezas en cada metro cuadrado, pudiendo sustituirse este sistema por otro que, a juicio de la Dirección Facultativa, ofrezca suficientes garantías (ganchos de hierro, etc.). En la ejecución del tabique, las dos últimas hiladas se tomarán con mortero de yeso.

Los ladrillos se colocarán según los aparejos reseñados en el proyecto. Antes de colocarlos se mojarán en agua; el humedecimiento se realizará inmediatamente antes de su empleo, debiendo estar sumergidos en agua un mínimo de 10 minutos.

Al interrumpir el trabajo, se quedará el muro en adaraja, para su trabado en la reanudación. La medición de estos trabajos se realizará, midiendo la superficie real en la obra. No se descontarán los huecos de superficie inferior a 3 m²., pero en su precio llevan incorporada la formación de huecos y el recibido de los marcos.

Aislantes.

Los aislantes térmicos serán de uso preceptivo en el relleno de las cámaras de los cerramientos de fachada, así como sobre el forjado de cubierta. Queda prohibida la utilización de aislantes del tipo urea-formol, aconsejándose el uso de lanas de vidrio. Sea cual fuere el tipo de aislante empleado, se debe cumplir siempre la normativa vigente al respecto.

Tubería de hormigón.

Las zanjas para tuberías de conducción de aguas sucias, que se ejecutarán con las alineaciones indicadas en los planos, y sus fondos, llevarán una pendiente uniforme. Los tubos tendrán la calidad y las dimensiones indicadas en el presupuesto del presente proyecto e irán colocados sobre un buen lecho de arena. Las juntas se harán con buena masa de cemento y de forma que los tubos de cada tramo comprendido entre arquetas, estén perfectamente alineados en ambas direcciones, tanto en la dirección que marca la zanja como en la dirección de la pendiente. La medición de estos trabajos se realizará midiendo la longitud realmente ejecutada en la obra.

Bajantes y colectores de evacuación.

Las bajantes y colectores, tanto pluviales como fecales, se realizarán de acuerdo con las especificaciones de la norma NTE-ISS. Se prestará especial atención en resolver con juntas elásticas los pasos de forjados y de muros. Las bajantes fecales sobresaldrán por la cubierta, con el fin de asegurar la ventilación primaria de las mismas. La medición de estos trabajos se realizará midiendo la longitud realmente ejecutada en la obra.

Desagüe de aparatos sanitarios.

Todos los desagües se efectuarán con tubería de PVC. y llevarán incorporado un sifón individual. La ejecución de los mismos se realizará de acuerdo a las especificaciones de la norma NTE-ISS.

Fontanería.

Todas las instalaciones cumplirán las "Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua", aprobadas por Orden de 9 de Diciembre de 1.975. Todos los elementos serán de las dimensiones y calidades indicadas en el Proyecto. Si a juicio de la empresa o persona responsable del montaje de las instalaciones, los documentos del proyecto fueran insuficientes o no se ajustasen tanto a las necesidades de la obra, por modificaciones posteriores, como a las exigencias de la legislación vigente, la citada empresa, antes de iniciar los trabajos, presentará al Arquitecto Director de Obras la documentación que exija la definición completa de las instalaciones que pretende realizar, con especificación de las calidades, dimensiones, marcas y modelos de todos los materiales incluidos en la obra, así como de los sistemas de empalme.

Antes de comenzar la colocación de los conductos, tanto de traída como de evacuación de agua y combustibles líquidos, se presentará una muestra al Arquitecto Director de Obras, el cuál, y por cuenta de la Contrata, mandará hacer los análisis que crea oportunos para la verificación de los materiales empleados, especialmente las tuberías de hierro galvanizado, las cuales, aún no realizando dicha verificación, no eximirán de responsabilidad a la Contrata respecto a las calidades y condiciones de colocación.

Si en los documentos del Proyecto no se indica lo contrario, ni el instalador presenta otra alternativa al Arquitecto Director de Obras, toda la instalación se ajustará a lo especificado en las Normas Tecnológicas de la Edificación IC, ID, IF, IG e IS.

Durante el montaje de la instalación se pondrá una atención especial en la limpieza de los materiales y aparatos antes de su colocación, en el taponamiento de los agujeros previstos para la futura instalación de aparatos, en el cuidado de la caída de

casco y otros objetos por las bajantes, en la sujeción a la obra de fábrica con abrazaderas especiales para cada caso y en independizar totalmente la instalación de la estructura del edificio. Para evitar condensaciones se ha de cuidar que la separación entre tuberías de agua caliente y agua fría sea, como mínimo de 4 cm., y si éstas corren horizontalmente, la del agua caliente debe ir siempre encima de la del agua fría.

Se pondrá especial cuidado en evitar el contacto de cualquier tubería de hierro galvanizado con el yeso y con otros morteros, o con terrenos en los que no se tenga la certeza de su inexistencia. Para la unión de distintos materiales se tendrá en cuenta la posibilidad de electrolisis en función de la composición de los mismos materiales, de su orden según la dirección del líquido contenido y de la composición química de éste último.

Se consideran materiales incompatibles con las aguas agresivas los siguientes:

- Acero galvanizado Aguas duras
- Plomo Aguas blandas
- Cobre Aguas amoniacales
- Hormigón Aguas sulfatadas
- Fibrocemento Aguas ácidas

A efectos del cumplimiento del Decreto 1.490/1.975 de 12 de Junio por el que se establecen las medidas a adoptar en las instalaciones de agua caliente y calefacción de las edificaciones, con objeto de reducir el consumo de energía, se adoptarán las que el Decreto establece, si los documentos de Proyecto no definen otras más estrictas.

Montaje de aparatos sanitarios.

Todos los aparatos sanitarios vendrán oportunamente anclados al pavimento, a la pared o encastrados en muebles. La conexión a la red se realizará mediante llaves de superficie y latiguillos flexibles. Se seguirán las especificaciones de la norma NTE-ISS.

Conductos de climatización.

Las especificaciones de estos trabajos, se encuentran recogidas en el correspondiente anexo de la instalación de climatización.

Instalación eléctrica.

Las especificaciones de estos trabajos, se encuentran recogidas en el correspondiente anexo de la instalación eléctrica.

Carpintería de madera.

Las formas y dimensiones de los bastidores y marcos serán las indicadas en el presupuesto y en los planos, y se colocarán con ferretería de buena calidad. La dimensión máxima entre bisagras será inferior a 80 cm. y las dimensiones de las mismas no serán inferiores a 12 cm. para las fallebas y demás dispositivos de cierre, será condición indispensable la presentación de muestras al Arquitecto Director de Obras para su aprobación. En la colocación de los marcos se seguirán los detalles de los planos para su recibo, que se exigirá rigurosamente, sobre todo en los marcos de fachada para evitar toda clase de penetración de humedades. No se admitirá ninguna madera húmeda, con repelos, nudos saledizos u otros desperfectos. La Contrata ser responsable de los desperfectos que sean consecuencia, aunque sea indirecta, de las

diferencias de calidad, grado de humedad o colocación, tanto en la carpintería de los huecos de fachada como de los interiores y tarima o parquet de madera si los hubiere. El grado de permeabilidad de la carpintería de los huecos de fachada se mantendrá dentro de los límites que, para la zona climática en que se ubica el proyecto, define el Decreto 1.940/1.975 de 12 de Junio.

Carpintería metálica.

Para la construcción y montaje de elementos de carpintería metálica se observarán rigurosamente las indicaciones de los planos de proyecto. Todas las piezas vendrán montadas de taller, en caso de montarse en obra, se hará por parte de personal cualificado a cargo del suministrador. Los elementos se colocarán perfectamente nivelados, y de modo que no se produzcan alabeos ni torceduras. No se recibirán elementos metálicos con yeso, ni aún llevando éstos imprimación antioxidante.

Enfoscados de mortero.

Llevarán material hidrófugo en las fachadas exteriores, tal como se indica en el presupuesto. Se tendrá especial cuidado en la preparación del mortero para esta clase de operaciones, utilizando siempre cemento Portland en cantidad suficiente para evitar toda clase de penetración de humedades. Se tendrá cuidado en humedecer previamente el paramento, proyectando el mortero lo más violentamente posible, actuando con rapidez y removiendo la masa cada cinco o seis paladas, y todo ello utilizando un mortero muy fluido. Un cuarto de hora después de haber hecho las operaciones indicadas, se le darán dos lechadas de cemento. Este párrafo se hace extensivo a todos los planos de las fachadas.

En ningún caso se utilizará, para la confección de morteros, arena procedente del machaqueo de piedras areniscas con el pretexto de suavizar la masa o facilitar el trabajo. En todo caso, la Dirección Facultativa podrá admitir la proporción que estime oportuna, previa consulta por parte de la Contrata.

En la ejecución de las demás partidas de albañilería se cumplimentará, estrictamente, lo señalado en el presupuesto, ateniéndose siempre a las advertencias de la Dirección. La medición de estos trabajos se realizará, midiendo en obra la superficie realmente ejecutada. No se descontarán los huecos menores de 3 m²., ni se contarán jambas y mochetas.

Guarnecidos y enlucidos de yeso.

Las masas de yeso habrá que hacerlas en cantidades pequeñas para ser usadas inmediatamente y evitar su aplicación cuando este "muerto". Se prohibirá tajantemente la preparación del yeso en grandes artesas con gran cantidad de agua para que vaya espesando según se vaya empleando.

Si el guarnecido va a recibir un guarnecido posterior, quedará con su superficie rugosa a fin de facilitar la adherencia del enlucido. En todas las esquinas se colocarán guardavivos metálicos de dos metros de altura. Su colocación se hará por medio de un renglón debidamente aplomado que servirá, al mismo tiempo, para hacer la muestra de la esquina. En las esquinas se dispondrán guardavivos.

Para los enlucidos se usarán únicamente yesos blancos de primera calidad. Inmediatamente de amasado se extenderá sobre el guarnecido de yeso hecho previamente, extendiéndolo con la llana y apretando fuertemente hasta que la superficie quede completamente lisa y fina. El espesor del enlucido será de dos a tres milímetros. Es fundamental que la mano de yeso se aplique inmediatamente después

de amasado para evitar que el yeso esté "muerto". Su medición y abono será por metros cuadrados de superficie realmente ejecutada. La medición de estos trabajos se realizará, midiendo en obra la superficie realmente ejecutada. No se descontarán los huecos menores de 3 m²., ni se contarán jambas ni mochetas.

Alicatados.

Los azulejos que se empleen en el chapado de cada paramento o superficie seguida, se entonarán perfectamente dentro de su color para evitar contrastes, salvo que expresamente se ordene lo contrario por la Dirección Facultativa. El chapado estará compuesto por piezas lisas y las correspondientes y necesarias especiales y de canto romo, y se sentará de modo que la superficie quede tersa y unida, sin alabeo ni deformación a junta seguida, formando las juntas línea seguida en todos los sentidos sin quebrantos ni desplomes. Los azulejos sumergidos en agua doce horas antes de su empleo, se colocarán con mortero de cemento, no admitiéndose el yeso como material de agarre. Todas las juntas se rejuntarán con cemento blanco o pigmentado en su color, según los casos, y deberán ser terminadas cuidadosamente. La medición de estos trabajos se realizará, midiendo en obra la superficie realmente ejecutada. No se descontarán los huecos menores de 3 m²., ni se contarán jambas ni mochetas.

Solados.

Las baldosas de terrazo, bien saturadas de agua, a cuyo efecto deberán tenerse sumergidas una hora antes de su colocación, se asentarán sobre una capa de mortero de 400 Kg/m³. confeccionado con arena, vertido sobre otra capa de arena bien igualada y apisonada, cuidando que el material de agarre forme una superficie continua de asiento y recibido del solado, y que las baldosas queden con sus lados a tope. Terminada la colocación de las baldosas se las enlechará de cemento Portland, pigmentada con el color del terrazo, hasta que se llenen perfectamente las juntas repitiéndose esta operación a las cuarenta y ocho horas.

El solado debe formar una superficie totalmente plana y horizontal, con perfecta alineación de sus juntas en todas direcciones. Colocando una regla de dos metros de longitud sobre el solado, en cualquier dirección, no deberán aparecer huecos mayores de 5mm. Se impedirá el tránsito por los solados hasta transcurridos cuatro días como mínimo, y, en caso de ser éste indispensable, se tomarán las medidas precisas para que no se perjudique el solado. La medición de estos trabajos se realizará, calculando en obra la superficie realmente ejecutada.

Pinturas.

Se darán los baños indicados en el Presupuesto y la Memoria. Las pinturas serán de buena calidad y de los colores indicados por el Arquitecto Director de Obras.

La superficie que se va a pintar debe estar seca, desengrasada, sin óxido ni polvo, para lo cual se emplearán cepillos, sopletes de arena, ácidos y alices cuando sean metales. Los poros, grietas, desconchados, etc., se llenarán con másticos o empastes para dejar las superficies lisas y uniformes. Se harán con un pigmento mineral y aceite de linaza o barniz y un cuerpo de relleno para las maderas.

En los paneles se empleará yeso amasado con agua de cola, y sobre los metales se utilizarán empastes compuestos de 60-70% de pigmento (albayalde), ocre, óxido de hierro, litopón, etc. y cuerpos de relleno (creta, caolín, tiza, espato pesado), 30-40% de barniz copal o ámbar y aceites de maderas. Los másticos y empastes se emplearán con espátula en forma de masilla, los líquidos con brocha o pincel o con el aerógrafo

o pistola de aire comprimido. Los empastes, una vez se hayan secado se pasarán con papel de lija en paredes y se alisarán con piedra pómez, agua y fieltro, sobre metales.

Para pintura de paramentos, la medición se realizará calculando en obra la superficie realmente ejecutada. No se descontarán los huecos menores de 3 m²., ni se contarán jambas ni dinteles.

Para pintura de carpintería de madera se medirá la superficie total de las dos caras, contando los tapajuntas.

Para pintura de carpintería metálica y cerrajería, se medirá la superficie de una sola cara.

Antena colectiva de t.v. y frecuencia modulada.

Tanto las instalaciones como los materiales empleados se regirán por el "Reglamento electrotécnico de Baja Tensión", aprobado por Decreto Ley 2.413/1.973 de 20 de Septiembre, y las Normas y Ordenes complementarias dictadas hasta la fecha por el Ministerio de Industria.

Otros trabajos.

Cualquier otro trabajo que pueda realizarse en estas obras, y cuyas condiciones no estén expresamente determinadas en este pliego de condiciones, se regirá por las órdenes de la Dirección Facultativa, las especificaciones del Pliego General de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura-1973, el conjunto de las NTE. y la práctica de la buena construcción, todo ello sin separarse del espíritu fijado por el resto de documentos del proyecto.

3.2.- CONDICIONES FACULTATIVAS:

3.2.1.- DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TECNICAS

El Arquitecto Director

Corresponde al arquitecto director:

- a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurren a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.

f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del aparejador o Arquitecto técnico, el certificado final de la misma.

El Aparejador o Ingeniero técnico

Corresponde al Aparejador o Ingeniero Técnico:

- a) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto con arreglo a lo previsto en el artículo 1.4. de las Tarifas de Honorarios aprobadas por el RD. 314/1979, de 19 de enero.
- b) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- c) Redactar, cuando se requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de seguridad e higiene para la aplicación del mismo.
- d) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Arquitecto y del Constructor.
- e) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- f) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- g) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Arquitecto.
- h) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- i) Suscribir, en unión del Arquitecto, el certificado final de obra.

El Constructor

Corresponde al constructor:

- a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planos de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- c) Suscribir con el Arquitecto y el Aparejador o Arquitecto Técnico, el acta de replanteo de la obra
- d) Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o

Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación
f) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.

g) Facilitar al Aparejador o Arquitecto Técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

i) Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

j) Concertar los seguros de accidente de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

3.2.2.- OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Plan de Seguridad e higiene

El Constructor, a la vista del proyecto de ejecución conteniendo, en su caso, el estudio de seguridad e higiene, presentará el plan de seguridad e higiene de la obra a la aprobación del Aparejador o Arquitecto Técnico de la dirección facultativa.

Oficina en la obra

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la dirección facultativa:

1. -El proyecto de ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Arquitecto.
2. -La licencia de obras.
3. -El libro de órdenes y asistencias.
4. -El plan de seguridad e higiene.
5. -El libro de incidencias.
6. -El reglamento y ordenanza de seguridad e higiene en el trabajo.
7. -La documentación de los seguros mencionados en el apartado referido al constructor en el punto j.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

Representación del contratista

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de la misma, con dedicación plena y facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata. Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el apartado referente al constructor. Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el pliego de "Condiciones Particulares de índole

Facultativa", el delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos. El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Arquitecto para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Presencia del constructor en la obra.

El Jefe de Obra, por sí, o por medio de sus técnicos o encargados, estará presente durante la

jornada legal de trabajo y acompañará al Arquitecto o al Aparejador o Arquitecto Técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución. En defecto de especificación en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos del Proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o

indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba, tanto del Aparejador o Arquitecto Técnico como del Arquitecto. Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibido, si éste lo solicitase.

El Constructor podrá requerir del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la dirección facultativa, solo podrá presentarlas, a través del Arquitecto, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad,

si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Recusación por el contratista del personal nombrado por el Arquitecto

El Constructor no podrá recusar a los Arquitectos, aparejadores, o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Faltas del personal

El Arquitecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros Contratistas e industriales con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego de condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

3.2.3.- PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES

Caminos y accesos

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Aparejador o Arquitecto Técnico podrá exigir su modificación o mejora.

Replanteo

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las

referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales.

Dichos

trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta. El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Aparejador o Arquitecto Técnico y una vez éste haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Arquitecto, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato. Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar

cuenta al Arquitecto y Aparejador o Arquitecto Técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el Contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ellos sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Arquitecto en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado. El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuando la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata previo informe favorable del Arquitecto. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Arquitecto, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se lo hubiesen proporcionado.

Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Arquitecto o el Aparejador o Arquitecto Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el art. 12).

Obras ocultas.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Arquitecto; otro al Aparejador; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Trabajos Defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de Indole Técnica" del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Aparejador o Arquitecto Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta. Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Aparejador o Arquitecto Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Arquitecto de la obra, quien resolverá.

Vicios ocultos.

Si el Aparejador o Ingeniero Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

De los materiales y de los aparatos. Su procedencia.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los

puntos que le parezcan convenientes excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada. Obligatoriamente y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Aparejador o Arquitecto Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Presentación de muestras

A petición del Arquitecto, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

Materiales no utilizables

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Aparejador o Arquitecto Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Materiales y aparatos defectuosos.

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigidas o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Arquitecto a instancias del Aparejador o Arquitecto Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen. Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que se retiren los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la Contrata. Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Arquitecto, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la Contrata. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

Limpieza de las obras.

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

Obras sin prescripciones.

En la ejecución de los trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Constructor se atenderá en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

3.2.4.- DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

De las recepciones provisionales.

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Arquitecto a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción

provisional. Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor, del Arquitecto y del Aparejador o Arquitecto Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas. Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los técnicos de la dirección facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra. Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el Contrato con pérdida de la fianza.

Documentación final de obra.

El Arquitecto Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente y, si se trata de viviendas, con lo que se establece en los párrafos 2, 3, 4 y 5, del apartado 2 del artículo 4 del Real Decreto 515/1.989, de 21 de Abril.

Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de las obras.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Aparejador o Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Arquitecto con su firma, servirá para el abono por la propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

Plazo de garantía.

El plazo de garantía deberá estipularse en el pliego de condiciones particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses.

Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardaría, la limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la Contrata.

De la recepción definitiva.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán solo subsistentes todas responsabilidades que pudieran alcanzarse por vicios de la construcción.

Prórroga del plazo de garantía.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Arquitecto Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán

realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el pliego de condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa. Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el artículo 36. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en los artículos 40 y 41 de este pliego. Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Arquitecto Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

3.3.- CONDICIONES ECONOMICAS

Principio General.

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

Fianzas.

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 por 100 y 10 por 100 del precio total de contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

Fianza provisional.

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un tres por ciento (3 por 100) como mínimo, del total del presupuesto de contrata. El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por ciento (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior. El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la

constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo. La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Arquitecto-Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

De su devolución en general.

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos.

Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.

Si la propiedad, con la conformidad del Arquitecto Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

3.3.1.- DE LOS PRECIOS

Composición de los precios unitarios.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra con sus pluses y cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se consideraran gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece en un 13 por 100 y un 17 por 100).

Beneficio industrial: El beneficio industrial del contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución material: Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata: El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el Beneficio Industrial. El IVA gira sobre esta cifra pero no integra el precio.

Precios de contrata, importe de contrata.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del contratista. El beneficio se estima normalmente en el 6 por ciento salvo que las condiciones particulares establezcan otro distinto.

Precios contradictorios.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del Arquitecto decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Arquitecto y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad. Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas, y en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

De la revisión de los precios contratados.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de contrato. Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100. No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

Acopio de materiales.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la

Propiedad ordene por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.3.2.- OBRAS POR ADMINISTRACION

Administración

Se denominan "Obras por Administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. Las obras por administración se califican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

Obras por administración directa

Se denominan "obras por administración directa" aquellas en las que el propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Arquitecto-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Propietario y Contratista.

Obras por administración delegada o indirecta.

Se entiende por "obra por administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan. Son por tanto, características peculiares de las "obras por administración delegada o indirecta" las siguientes:

- a) Por parte del propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Arquitecto-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse

y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su contenido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello el propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el constructor.

Liquidación de obras por administración

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresa los documentos siguientes todos ellos conformados por el Aparejador o Arquitecto Técnico:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario. A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los gastos generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el beneficio industrial del mismo.

Abono al constructor de las cuentas de Administración delegada.

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Propietario mensualmente según las partes de trabajo realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante. Independientemente, el Aparejador o Arquitecto Técnico redactarán, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Normas para la adquisición de los materiales y los aparatos.

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el

Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al propietario, o en su

representación al Arquitecto-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Responsabilidad del constructor en el bajo rendimiento de los obreros.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Arquitecto-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que este haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Arquitecto-Director. Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados corresponde abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Responsabilidad del constructor

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 64 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo. En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

3.3.3.- DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Formas varias de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1 Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2 Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando el total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3 Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes

del Arquitecto-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4 Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones económicas" determina.

5 Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Relaciones valoradas y certificaciones.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Aparejador. Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc. Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitaran por el Aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Arquitecto-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Arquitecto-Director en la forma prevenida en los "Pliegos de Generales de Condiciones Facultativas y Legales". Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Arquitecto-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido. El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata. Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo al que la valoración se refiere. En el caso de que el Arquitecto-Director lo exigiera las certificaciones se extenderán al origen.

Mejoras de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Arquitecto-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyera una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Arquitecto-Director, no tendrá derecho sin embargo, más que

al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada.

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida de alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida de alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Arquitecto-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados.

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones u otra clase de trabajos de cualquiera índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata. Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Arquitecto- Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- 1) Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Arquitecto-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a

los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2) Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

3) Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencias de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.3.4.- DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS

Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (0/00) del

importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

Demora de los pagos.

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cuatro y medio por ciento (4,5 por 100) anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo de retraso y sobre el importe de la mencionada certificación. Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada. No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.3.5.- VARIOS

Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Arquitecto-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el Arquitecto-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas. En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados a emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades

contratadas. Se seguirá el mismo criterio y procedimiento cuando el Arquitecto-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Unidades de obra defectuosa pero aceptable.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Arquitecto-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

Seguro de las obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro condicionará en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra para que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la pared siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a esos efectos por el Arquitecto-Director. En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que al seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el Contratista, antes de comprarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Conservación de la obra.

Si el Contratista siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario antes de la recepción definitiva, el Arquitecto-Director, en representación del propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardaría, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata. Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Arquitecto-Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardaría y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar. En todo caso, ocupado o no el edificio,

está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

Uso por el propietario de edificio o bienes del propietario.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado. En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a cuenta de aquél y con cargo a la fianza.

3.4.- CONDICIONES GENERALES DE INDOLE LEGAL

Ambas partes se comprometen, en sus diferencias, al arbitrio de amigables compondores, designados uno de ellos por el Propietario, otro por el Contratista y tres Arquitectos por E.O.O. correspondiente, uno de los cuales será forzosamente el Director de la Obra. El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el

contrato y en los documentos que componen el Proyecto, excluida la memoria. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y construcción de todo lo mal ejecutado durante las obras, aunque estas partidas hayan sido abonadas en liquidaciones anteriores.

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y, además, a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales. Será de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidándose de la conservación de sus líneas de lindes contiguas, si las hubiere, durante las obras, así como de los actos que mermen o modifiquen la propiedad. Toda observación referente a este punto, será puesta inmediatamente en conocimiento del Arquitecto-Director de Obras. El Contratista es responsable de toda falta relativa a la Policía Urbana y a las Ordenanzas Municipales vigentes, a estos respectos, en la localidad en que la edificación esté emplazada. En caso de accidentes ocurridos a los operarios con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto, a estos efectos, en la legislación vigente, siendo, en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidad en cualquier aspecto. El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones presentes preceptúen para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o a los viandantes, no solo en los andamios sino en todos los lugares peligrosos de la obra (huecos de escalera, ascensores, etc.). De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar, debidamente, dichas disposiciones generales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúan las obras como en las contiguas. Será por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien

corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras. El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuere requerido, el justificante de tal cumplimiento. El pago de los Impuestos y Arbitrios, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la Contrata siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, al Contratista se le deberá reintegrar el importe de todos aquellos conceptos que el Arquitecto Director de Obras considere justo hacerlo.

El Contratista tiene derecho a sacar copias, a su costa, de los planos, presupuestos, pliego de condiciones y demás documentos del Proyecto. El Arquitecto, si el Contratista lo solicita, autorizará estas copias con su firma, una vez confrontadas.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del Contratista.
2. La quiebra del Contratista. En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento sin que, en éste último caso, tengan aquellos derecho a indemnización alguna.
3. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:
 - 3.1. La modificación del Proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales al mismo a juicio del Arquitecto Director de las Obras y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución como consecuencia de estas modificaciones represente, más o menos, el 40%, como mínimo, de alguna de las unidades del Proyecto modificadas.
 - 3.2. La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o en menos, del 40%, como mínimo, de alguna de las unidades del Proyecto modificadas.
4. La suspensión de obra comenzada y, en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso la devolución de la fianza será automática.
- 5.- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- 6.- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- 7.- El incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- 8.- La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a ésta.
- 9.- El abandono de la obra sin causa justificada.
- 10.- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

3.4.1.- CONDICIONES GENERALES

El Arquitecto no será responsable, ante la entidad propietaria, de la demora de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto ni de la tardanza de su aprobación. La gestión de la tramitación se considera ajena al Arquitecto. La orden del comienzo de la obra será indicada por el Propietario, quien responderá de ello si no dispone de los permisos correspondientes.

En el caso de que la obra, en cualquiera de sus partes, se realice por administración, cada gremio es responsable de su trabajo y del anteriormente realizado. Es decir, que si un gremio requiere para llevar a cabo su trabajo que la obra haya sido ejecutada, hasta el momento de comenzar su tajo, en unas determinadas condiciones, no deberá llevarlo a cabo hasta que considere que lo anteriormente realizado está en las condiciones exigidas. En el momento que comience a realizar su parte, él será el único responsable.

La Contrata, tanto si coincide en ser la misma empresa promotora como sin serlo, realiza su contrato directamente con el Propietario o Promotor sin la intervención del Arquitecto Director de Obras, aunque deberá hacer entrega al mismo de todas y cada una de las liquidaciones que pasase al Propietario, estén o no incluidas en las certificaciones redactadas por la Dirección, así como los precios de las unidades de obra y las modificaciones que se acordaran por ambas partes en el transcurso de la ejecución de la obra.

Torrelavega, 9 de Septiembre de 2013

Miguel Menocal Montero

4.- DOCUMENTO PRESUPUESTO

5.- DOCUMENTO E.B.S.S.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

B.O.E. nº 256, 25 de octubre de 1997

5.1.- INTRODUCCIÓN

5.1.1 Objeto

5.1.2 Datos de la obra

5.1.3 Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

5.2.- NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA

5.3.- MEMORIA DESCRIPTIVA

5.3.1 Previos

5.3.2 Instalaciones provisionales

5.3.3 Instalaciones de bienestar e higiene

5.3.4 Fases de la ejecución de la obra

5.4.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

5.5.- COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

5.6.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

5.7.- OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTAS

5.8.- OBLIGACIONES DE TRABAJADORES AUTÓNOMOS

5.9.- LIBRO DE INCIDENCIAS

5.10.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

5.11.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

5.12.- DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

5.1. INTRODUCCIÓN

Se elabora el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD, dado que en el proyecto de obras redactado y del que este documento forma parte, no se dan ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

5.1.1 Objeto

El estudio básico tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables en la obra, conforme especifica el apartado 2 del artículo 6 del citado Real Decreto.

Igualmente se especifica que a tal efecto debe contemplar:

- ◆ la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias;
- ◆ relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto);
- ◆ previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

5.1.2 Datos de la obra

Tipo de obra: Estudio de Grabación y Mastering

Situación: C\ Jose María Pereda nº43

Población: Torrelavega

Promotor: Miguel Menocal Montero

5.1.3. Justificación del estudio básico de seguridad y salud

El presupuesto de Ejecución Material de la obra asciende a la cantidad de:

$$\text{P.E.M.} = 329.640,31\text{€}$$

El plazo de ejecución de las obras previsto es de 145 días.

El número medio de operarios previsto en las distintas fases de obra es de cinco.

Como se observa no se da ninguna de las circunstancias o supuestos previstos en el apartado 1 del artículo 4 del R.D. 1627/1997, por lo que se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

5.2. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA

(Estas normas pueden ser incluidas en el pliego de condiciones, haciendo en este apartado referencia a las mismas.)

NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

Esta relación de dichos textos legales no es exclusiva ni excluyente respecto de otra Normativa específica que pudiera encontrarse en vigor, y de la que se haría mención en las correspondientes condiciones particulares de un determinado proyecto.

Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

Este R.D. define las obligaciones del Promotor, Proyectista, Contratista, Subcontratista y Trabajadores Autónomos e introduce las figuras del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la elaboración del proyecto y durante la ejecución de las obras.

El R.D. establece mecanismos específicos para la aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y del R.D. 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales que tiene por objeto promover la Seguridad y la Salud de los trabajadores, mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo. El art. 36 de la Ley 50/1998 de acompañamiento a los presupuestos modifica los arts. 45, 47, 48 y 49 de la LPRL.

Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención en su nueva óptica en torno a la planificación de la misma, a partir de la evaluación inicial de los riesgos inherentes al trabajo y la consiguiente adopción de las medidas adecuadas a la naturaleza de los riesgos detectados. La necesidad de que tales aspectos reciban tratamiento específico por la vía normativa adecuada aparece prevista en el Artículo 6 apartado 1, párrafos d y e de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Orden del 27 de Junio de 1997 por el que se desarrolla el R.D. 39/1997 de 17 de enero, en relación con las condiciones de acreditación de las entidades especializadas como Servicios de Prevención ajenos a la Empresa; de autorización de las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas; de autorización de las entidades Públicas o privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de Prevención de Riesgos laborales.

Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma de marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Real Decreto 171/2004, de 30 de Enero, por el que desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

Real Decreto 2177/2004, de 12 de Noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales de altura.

Real Decreto 1311/2005, de 4 de Noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Real Decreto 286/2006, de 10 de Marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 604/2006, de 19 de Mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Ley 32/2006, de 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

Real Decreto 1109/2007, de 24 de Agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006 de 18 de Octubre reguladora de la subcontratación.

En todo lo que no se oponga a la Legislación anteriormente mencionada:

- **Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción** aprobado por la Dirección General de Trabajo, en todo lo referente a Seguridad y Salud en el trabajo.
- **Pliego General de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.**
- **Real Decreto 485/1997 de 14 de abril** sobre disposiciones mínimas en materia de señalización en seguridad y salud en el trabajo.
- **Real Decreto 486/1997 de 14 de abril** sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Anexo 1, Apdo. A, punto 9 sobre escaleras de mano) según Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre Anexo IV.
- **Real Decreto 487/1997 de 14 de abril** sobre manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.

- **Real Decreto 949/1997 de 20 de junio** sobre certificado profesional de prevencionistas de riesgos laborales.
- **Real Decreto 952/1997** sobre residuos tóxicos y peligrosos.
- **Real Decreto 773/1997** sobre utilización de Equipos de Protección Individual.
 - **Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio** sobre la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- **Estatuto de los Trabajadores.** Real Decreto Legislativo 1/1995.
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio,** sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. B.O.E. 21/6/01.
- **Reglamento Electrotécnico de baja tensión. Decreto 842/2002 de 2 de agosto** por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.
- **Resto de disposiciones técnicas ministeriales cuyo contenido o parte del mismo esté relacionado con la seguridad y salud.**

Ordenanzas municipales que sean de aplicación.

5.3. MEMORIA DESCRIPTIVA

5.3.1 Previos

Previo a la iniciación de los trabajos en la obra, debido al paso continuado de personal, se acondicionarán y protegerán los accesos, señalizando conveniente los mismos y protegiendo el contorno de actuación con señalizaciones del tipo:

PROHIBIDO APARCAR EN LA ZONA DE ENTRADA
 USO OBLIGATORIO DEL CASCO DE SEGURIDAD
 PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
 etc.

5.3.2. Instalaciones provisionales

5.3.2.1. Instalación eléctrica provisional.

La instalación eléctrica provisional de obra será realizada por firma instaladora autorizada con la documentación necesaria para solicitar el suministro de energía eléctrica a la Compañía Suministradora.

Tras realizar la acometida a través de armario de protección, a continuación se situará el cuadro general de mando y protección, formado por seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar, puesta a tierra y magnetotérmicos y diferencial.

De este cuadro podrán salir circuitos de alimentación a subcuadros móviles, cumpliendo con las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie.

Toda instalación cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

Riesgos más frecuentes

Heridas punzantes en manos.

Caída de personas en altura o al mismo nivel.

Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.

Trabajos con tensión.

Intentar bajar sin tensión, pero sin cerciorarse de que está interrumpida.

Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.

Usar equipos inadecuados o deteriorados.

Protecciones colectivas

Mantenimiento periódico de la instalación, con revisión del estado de las mangueras, toma de tierras, enchufes, etc.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco homologado de seguridad dieléctrica y guantes aislantes. Comprobador de tensión, herramientas manuales con aislamiento. Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas. Taimas, alfombrillas y pértigas aislantes.

Normas de actuación durante los trabajos

Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.

Los tramos aéreos serán tensados con piezas especiales entre apoyos. Si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 Kg. fijando a estos el conductor con abrazaderas.

Los conductores si van por el suelo, no se pisarán ni se colocarán materiales sobre ellos, protegiéndose adecuadamente al atravesar zonas de paso.

En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de zonas de trabajo, almacenes, etc. Los aparatos portátiles estarán convenientemente aislados y serán estancos al agua.

Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales a presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada. No estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.

Las lámparas de alumbrado estarán a una altura mínima de 2,50 metros del suelo, estando protegidas con cubierta resistente las que se puedan alcanzar con facilidad.

Las mangueras deterioradas se sustituirán de inmediato.

Se señalarán los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos.

Se darán instrucciones sobre medidas a tomar en caso de incendio o accidente eléctrico.

Existirá señalización clara y sencilla, prohibiendo el acceso de personas a los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

5.3.2.2. Instalación contra incendios.

Contrariamente a lo que se podría creer, los riesgos de incendio son numerosos en razón fundamentalmente de la actividad simultánea de varios oficios y de sus correspondientes materiales (madera de andamios, carpintería de huecos, resinas, materiales con disolventes en su composición, pinturas, etc.). Es pues importante su prevención, máxime cuando se trata de trabajos en una obra como la que nos ocupa.

Tiene carácter temporal, utilizándola la contrata para llevar a buen término el compromiso de hacer una determinada construcción, siendo los medios provisionales de prevención los elementos materiales que usará el personal de obra para atacar el fuego.

Según la UNE-230/0, y de acuerdo con la naturaleza combustible, los fuegos se clasifican en las siguientes clases:

Clase A.

Denominados también secos, el material combustible son materias sólidas inflamables como la madera, el papel, la paja, etc. a excepción de los metales.

La extinción de estos fuegos se consigue por el efecto refrescante del agua o de soluciones que contienen un gran porcentaje de agua.

Clase B.

Son fuegos de líquidos inflamables y combustibles, sólidos o licuables.

Los materiales combustibles más frecuentes son: alquitrán, gasolina, asfalto, disolventes, resinas, pinturas, barnices, etc.

La extinción de estos fuegos se consigue por aislamiento del combustible del aire ambiente, o por sofocamiento.

Clase C.

Son fuegos de sustancias que en condiciones normales pasan al estado gaseoso, como metano, butano, acetileno, hidrógeno, propano, gas natural.

Su extinción se consigue suprimiendo la llegada del gas.

Clase D.

Son aquellos en los que se consumen metales ligeros inflamables y compuestos químicos reactivos, como magnesio, aluminio en polvo, limaduras de titanio, potasio, sodio, litio, etc.

Para controlar y extinguir fuegos de esta clase, es preciso emplear agentes extintores especiales, en general no se usarán ningún agente exterior empleado para combatir fuegos de la clase A, B-C, ya que existe el peligro de aumentar la intensidad del fuego a causa de una reacción química entre alguno de los agentes extintores y el metal que se está quemando.

En nuestro caso, la mayor probabilidad de fuego que puede provocarse a la clase A y clase B.

Riesgos más frecuentes.

Acopio de materiales combustibles.

Trabajos de soldadura

Trabajos de llama abierta.

Instalaciones provisionales de energía.

Protecciones colectivas.

Mantener libres de obstáculos las vías de evacuación, especialmente escaleras. Instrucciones precisas al personal de las normas de evacuación en caso de incendio. Existencia de personal entrenado en el manejo de medios de extinción de incendios.

Se dispondrá de los siguientes medios de extinción, basándose en extintores portátiles homologados y convenientemente revisados:

1 de CO₂ de 5 Kg. junto al cuadro general de protección.

1 de CO₂ de 5 Kg. en acoplo de herramientas.

1 de polvo seco ABC de 6 Kg. en los tajes de soldadura o llama abierta.

Normas de actuación durante los trabajos.

Prohibición de fumar en las proximidades de líquidos inflamables y materiales combustibles. No acopiar grandes cantidades de material combustible. No colocar fuentes de ignición próximas al acopio de material. Revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional. Retirar el material combustible de las zonas próximas a los trabajos de soldadura.

5.3.2.3. Instalación de maquinaria.

Se dotará a todas las máquinas de los oportunos elementos de seguridad.

5.3.3. Instalaciones de bienestar e higiene

Debido a que instalaciones de esta índole admiten una flexibilidad a todas luces natural, pues es el Jefe de obra quien ubica y proyecta las mismas en función de

su programación de obra, se hace necesario, ya que no se diseña marcar las pautas y condiciones que deben reunir, indicando el programa de necesidades y su superficie mínimo en función de los operarios calculados.

Las condiciones necesarias para su trazado se resume en los siguientes conceptos:

5.3.3.1. Condiciones de ubicación.

Debe ser el punto más compatible con las circunstancias producidas por los objetos en sus entradas y salidas de obra.

Debe situarse en una zona intermedia entre los dos espacios más característicos de la obra, que son normalmente el volumen sobre rasante y sótanos, reduciendo por tanto los desplazamientos.

En caso de dificultades producidas por las diferencias de cotas con las posibilidades acometidas al saneamiento, se resolverán instalando bajantes provisionales o bien recurriendo a saneamiento colgado con carácter provisional.

5.3.3.2. Ordenanzas y dotaciones de reserva de superficie respecto al número de trabajadores.

Abastecimiento de agua

Las empresas facilitarán a su personal en los lugares de trabajo agua potable.

Vestuarios y aseos

La empresa dispondrá en el centro de trabajo de cuartos de vestuarios y aseos para uso personal. La superficie mínima de los vestuarios será de 2 m² por cada trabajador, y tendrá una altura mínima de 2,30 m.

$$2 \text{ trabajadores} \times 2 \text{ m}^2 / \text{trabajador} = 4 \text{ m}^2 \text{ de superficie útil}$$

Estarán provistos de asientos y de armarios metálicos o de madera individuales para que los trabajadores puedan cambiarse y dejar además sus efectos personales, estarán provistos de llave, una de las cuales se entregará al trabajador y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

$$\text{Número de taquillas: } 1 \text{ ud.} / \text{trabajador} = 2 \text{ taquillas}$$

Lavabos

El número de grifos será, por la menos, de uno por cada diez usuarios. La empresa los dotará de toallas individuales o secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel, con recipientes.

$$\text{Número de grifos: } 1 \text{ ud.} / 10 \text{ trabajadores} = 1 \text{ unidad}$$

Retretes

El número de retretes será de uno por cada 25 usuarios. Estarán equipados completamente y suficientemente ventilados. Las dimensiones mínimas de cabinas serán de 1x 1,20 y 2,30 m de altura.

Número de retretes: 1 ud. / 25 trabajadores = 1 unidad

Duchas

El número de duchas será de una por cada 10 trabajadores y serán de agua fría y caliente.

Número de duchas: 1 ud. / 10 trabajadores = 1 unidad

Los suelos, paredes y techos de estas dependencias serán lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Botiquines

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa.

Comedores

Los comedores estarán dotados con bancos, sillas y mesas, se mantendrá en perfecto estado de limpieza y dispondrá de los medios adecuados para calentar las comidas.

5.3.4. Fases de la ejecución de la obra.

5.3.4.1. Solados.

Riesgos más frecuentes

Afecciones de la piel.
Afecciones de las vías respiratorias.
Heridas en manos.
Afecciones oculares.
Electrocuciones.

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

Los locales cerrados donde se utilicen colas, disolventes o barnices se ventilarán adecuadamente.

Los recipientes que contengan estas colas y disolventes y barnices se mantendrán cerrados y alejados de cualquier foco de calor o chispa.

El izado de piezas de solado se hará en jaulas, bandejas o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles que impidan la caída durante su elevación.

Al almacenar sobre los forjados las piezas de solado se deberá tener en cuenta la resistencia de éste.

Cuando el local no disponga de luz natural suficiente, se le dotará de iluminación eléctrica, cuya instalación irá a más de 2 m. sobre el suelo y proporcionará una intensidad mínimo de 100 lux.

Protecciones personales.

Es obligado el uso del casco y es aconsejable utilizar guantes de goma para todo el personal de esta unidad de obra.

El corte de las piezas de solado debe realizarse por vía húmeda, cuando esto no sea posible, se dotará al operario de mascarilla y gafas antipolvo.

En el caso de que las máquinas produzcan ruidos que sobrepasen los umbrales admisibles, se dotará al operario de tapones amortiguadores.

Protecciones contra los riesgos de las máquinas

El disco y demás órganos móviles de la sierra circular están protegidos para evitar atrapones y cortes.

Las máquinas eléctricas que se utilicen, si no poseen doble aislamiento, lo cual viene indicado en la placa de características por el símbolo, se dotarán de interruptores diferenciales con su puesta a tierra correspondiente, que se revisarán periódicamente conservándolos en buen estado.

Diariamente, antes de poner en uso una cortadora eléctrica se comprobará el cable de alimentación con especial atención a los enlaces con la máquina y con la toma de corriente.

Normas de actuación durante los trabajos

Se evitara fumar o utilizar cualquier aparato que produzca chispas durante la aplicación y el secado de las colas y barnices.

5.3.4.2. Chapados

Riesgos más frecuentes

Caída de personas y de materiales.

Afecciones de la piel.

Protecciones colectivas

Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas. Cuando no se disponga de iluminación artificial cuya intensidad mínima será de 100 lux.

Hasta 3 m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramiento.

por encima de 3 m. y hasta 6 m. máxima altura permitida para este tipo de andamios se emplearán borriquetas arriostradas.

La plataforma de trabajo debe tener una anchura mínima de 0,60 m., los tablones que la forman deben estar sujetos a las borriquetas mediante lías y no deben volar más de 0,20 m. En los trabajos de altura la plataforma estará provista de barandillas de 0,90 m. y de rodapiés de 0,20 m.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco y guantes.

Es aconsejable que el corte de azulejos y mosaicos se haga por vía húmeda cuando ésto no sea posible, se dotará al operario de gafas antipolvo.

Protecciones contra los riesgos de las máquinas.

El disco y demás órganos móviles de la sierra circular estarán protegidos para evitar atrapones y cortes.

Las máquinas eléctricas que se utilicen para corte de piezas, si no poseen doble aislamiento, lo cual viene indicado en la placa de características por el símbolo, se dotarán de interruptores diferenciales con su puesta a tierra correspondiente.

Normas de actuación durante los trabajos.

Se prohíbe apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito que no sea la borriqueta o caballete sólidamente construido.

Antes de iniciar el trabajo en los andamios, el operario revisará su estabilidad así como la sujeción de los tablones de la andamiada y escaleras de mano.

El andamio se mantendrá en todo momento libre de todo material que no sea estrictamente necesario.

El acopio que sea obligado encima del andamio estará debidamente ordenado.

No se amasará el mortero encima del andamio manteniéndose éste en todo momento libre de mortero.

El andamio se dispondrá de tal forma que el operario no trabaje por encima de los hombros.

Se prohíbe lanzar herramientas o materiales desde el suelo al andamio o viceversa.

5.3.4.3. Obras de fábrica en parámetros interiores.

Riesgos más frecuentes

Caída de personas

Caída de materiales

Lesiones oculares

Afecciones de la piel

Golpes con objetos

Heridas en extremidades

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Por encima de los 2 m. todo andamio debe estar provisto de barandilla de 0,90 m. de altura y rodapié de 0,20 m.

El acceso a los andamios de más de 1,50 m. de altura, se hará por medio de escaleras de mano provistas de apoyos *antideslizantes* en el suelo y su longitud deberá sobrepasar por lo menos 0,70 m. de nivel del andamio.

Siempre que sea indispensable montar el andamio inmediato a un hueco de fachada o forjado, será obligatorio para los operarios utilizar el cinturón de seguridad, o alternativamente dotar el andamio de sólidas barandillas. Mientras los elementos de madera o metálicos no están debidamente recibidos en su emplazamiento definitivo, se asegurará su estabilidad mediante cuerdas, cables, puntales o dispositivos equivalentes. A nivel del suelo, se acotarán las áreas de trabajo y se colocará la señal SNS-307: Riesgo de caída de objetos, y en su caso las SNS-308: Peligro, cargas suspendidas.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco, guantes y botas con puntera reforzada.

En todos los trabajos de altura en que no se disponga de protección de barandillas o dispositivos equivalentes, se usará cinturón de seguridad para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Andamios

Debe disponerse de los andamios necesarios para que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.

Hasta 3 m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostamientos.

Por encima de 3 m. y hasta 6 m. máxima altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostados.

Todos los tablones que forman la andamiada, deberán estar sujetos a las borriquetas por lés, y no deben volar más de 0,20 m.

La anchura mínimo de la plataforma de trabajo será de 0,60 m.

Se prohibirá apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea la borriqueta o cabellete sólidamente construido.

Revisiones

Diariamente, antes de iniciar el trabajo en los andamios se revisará su estabilidad la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso, así como los cinturones de seguridad y sus puntos de enganche.

5.3.4.4. Vidriería.

Riesgos más frecuentes

Caída de personas
Caída de materiales
Cortaduras

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo, se acotarán las áreas de trabajo y se colocarán las señales SNS-307: Riesgo de caída de objetos, y en su caso SNS-308: Peligro, cargas suspendidas.

Siempre que se trabaje sobre cubiertas planas o inclinadas cuya consistencia pueda ser insuficiente para soportar el equipo de trabajo, se dispondrán careras de tablonos o dispositivos equivalentes debidamente apoyados y sujetos.

En las zonas de trabajo se dispondrá de cuerdas o cables de retención, argollas, y otros puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco, cinturón de seguridad, calzado consistente y guantes o manoplas que protejan incluso las muñecas.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Manipulación

Se señalarán los vidrios con amplios trazos de cal o de forma similar, siempre que su color u otra circunstancia no haga necesario acentuar su visibilidad tanto en el transporte dentro de la obra como una vez colocados.

La manipulación de grandes cristales se hará con la ayuda de ventosas.

El almacenamiento en obra de vidrios debe estar señalizado, ordenado convenientemente y libre de cualquier material ajeno a él.

En el almacenamiento, transporte y colocación de vidrios se procurará mantenerlos en posición.

Normas de actuación durante los trabajos

La colocación de cristales se hará siempre que sea posible desde el interior de los edificios.

Para la colocación de grandes vidrierías desde el exterior, se dispondrá de una plataforma de trabajo protegida con barandilla de 0,90 m. de altura y rodapié de 0,20 m. a ocupar por el equipo encargado de guiar y recibir la vidriería en su emplazamiento.

mientras las vidrierías, lucernarios o estructuras equivalentes no estén debidamente recibidas en un emplazamiento definitivo, se asegurará su estabilidad mediante cuerdas, cables, puntales o dispositivos similares.

Los fragmentos de vidrio procedentes de recortes o roturas se recogerán lo antes posible en recipientes destinados a ello y se transportarán a vertedero, procurando reducir al mínimo su manipulación.

Por debajo de 0°, o si la velocidad del viento es superior a los 50 Km/h., se suspenderá el trabajo de colocación de cristales.

5.3.4.5. Pinturas y revestimientos.

Riesgos más frecuentes

Caída de personas.

Caída de materiales.

Intoxicación por emanaciones.

Salpicaduras a los ojos. Lesiones de la piel.

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Los puestos de trabajo que no dispongan de la iluminación natural suficiente, se dotarán de iluminación artificial, cuya intensidad mínima será de 100 lux.

La pintura de exteriores, a nivel del suelo y durante la ejecución de revestimientos exteriores, se acotarán las áreas de trabajo a nivel del suelo y se colocará la señal SNS-307: Peligro, riesgo de caída de objetos, protegiendo los accesos al edificio con viseras, pantallas o medios equivalentes.

Siempre que durante la ejecución de esta unidad deban desarrollarse trabajos en distintos niveles superpuestos, se protegerá adecuadamente a los trabajadores de los niveles inferiores.

Se recomienda la instalación de elementos interdependientes de los andamios que sirvan para enganche del cinturón de seguridad.

Los accesos a los andamios se dispondrán teniendo en cuenta las máximas medidas de seguridad.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco, guantes, mono de trabajo y gafas.

Cuando la aplicación se haga por pulverización, será obligatorio además uso de mascarilla buconasal.

En los trabajos en altura, siempre que no se disponga de barandilla de protección o dispositivo equivalente, se usará cinturón de seguridad para el que obligadamente se habrán previsto puntos fijos de enganche.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Escaleras

Las escaleras a usar, si son de tijera estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura; si son de mano tendrán dispositivo antideslizante. En ambos casos su anchura mínima será de 0,50 m.

Andamios de borriquetas

Hasta 3 m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos.

Por encima de 3 m. de altura y hasta 6 m. máximo de altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados. Todos los tablonces que forman la andamiada, deberán estar sujetos por lías, y no deben volar más de 0,20 m.

La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60 m.

Se prohibirá apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea la borriqueta o caballete sólidamente construido.

Andamios sobre ruedas

Su altura no podrá ser superior a 4 veces su lado menor.

Para alturas superiores a 2 m. se dotará al andamio de barandillas de 0,90 m. y rodapié de 0,20 m.

El acceso a la plataforma de trabajo se hará por escaleras de 0,50 m. de ancho mínimo, fijas a un lateral de andamio, para alturas superiores a los 5 m. la escalera estará dotada de jaulas de protección.

Las ruedas estarán previstas de dispositivos de bloqueo. En caso contrario se acuñarán por ambos lados.

Se cuidará apoyen en superficies resistentes, recurriendo si fuera necesario a la utilización de tablonces u otro dispositivo de reparto del peso.

Antes de su utilización se comprobará su verticalidad.

Antes de su desplazamiento desembarcará el personal de la plataforma de trabajo y no volverá a subir al mismo hasta que el andamio esté situado en su nuevo emplazamiento.

Andamios colgados y exteriores

La madera que se emplee en su construcción será perfectamente escuadrada (descortezada y sin pintar), limpia de nudos y otros defectos que afecten a su resistencia. El coeficiente de seguridad de toda la madera será 5. Queda prohibido utilizar clavos de fundición. La carga máxima de trabajo para cuerdas será:

1 Kg/mm² para trabajos permanentes
1,5 Kg/mm² para trabajos accidentales

Los andamios tendrán un ancho mínimo de 0,60 m.

La distancia entre el andamio y el parámetro a construir será como máximo de 0,45 m.

La andamiada estará provista de barandilla de 0,90 m. y rodapié de 0,20 m. en sus tres costados exteriores.

Cuando se trate de un andamio móvil colgado se montará además una barandilla de 0,70 m. de alto por la parte que da al parámetro.

Siempre que se prevea la ejecución de este trabajo en posición de sentado sobre la plataforma del andamio, se colocará un listón intermedio entre la barandilla y el rodapié.

Los andamios colgados tendrán una longitud máxima de 8 m. La distancia máxima entre puentes será de 3 m.

En los andamios de pié derecho que tengan dos o más plataformas de trabajo, éstos distarán como máximo 1,80 m. La comunicación entre ellas se hará por escaleras de

mano que tendrán un ancho mínimo de 0,50 m. y sobrepasarán 0,70 m. la altura a salvar.

Los pescantes utilizados para colgar andamios se sujetarán a elementos resistentes de la estructura.

Se recomienda el uso de andamios metálicos y aparejos con cable de acero.

Paredes

Debe disponerse de los andamios necesarios para que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.

Hasta 3 m. de altura podrán utilizarse andamios de borriquetas fijas sin arriostramientos.

Por encima de 3 m. y hasta 6 m. máxima altura permitida para este tipo de andamios, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

todos los tablones que forman la andamiada, deberán estar sujetos a las borriquetas por líes, y no deben volar más de 0,20 m.

La anchura mínima de la plataforma de trabajo será de 0,60 m.

Se prohibirá apoyar las andamiadas en tabiques o pilastras recién hechas, ni en cualquier otro medio de apoyo fortuito, que no sea la borriqueta o caballete sólidamente construido.

Techos.

Se dispondrán de una plataforma de trabajo a la altura conveniente, de 10 m² de superficie mínima o igual a la de la habitación en que se trabaje, protegiendo los huecos de fachada con barandilla de 0,90 m. de altura y rodapié de 0,20 m.

Normas de actuación durante los trabajos

El andamio se mantendrá en todo momento libre que no sea estrictamente necesario para la ejecución de este trabajo.

Se prohibirá la preparación de masas sobre los andamios colgados.

En las operaciones de izado y descenso de estos andamios se descargará de todo material acopiado en él y sólo permanecerá sobre el mismo las personas que hayan de accionar los aparejos. Se pondrá especial cuidado para que en todo momento se conserve su horizontalidad.

Una vez que el andamio alcance su correspondiente altura se sujetará debidamente a la fachada del edificio.

Revisiones

Diariamente, antes de empezar los trabajos de andamios colgados, se revisarán todas sus partes: pescantes, cables, aparejos de elevación, liras o palomillas, tablones de andamiada, barandillas, rodapiés y ataduras. También se revisarán los cinturones de seguridad y sus puntos de enganche.

5.3.4.6. Instalaciones eléctricas.

Riesgos más frecuentes

Caídas de personas.
Electrocuciones.
Heridas en las manos.

Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

Previamente a la iniciación de los trabajos, se establecerán puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.

Siempre que sea posible se instalará una plataforma de trabajo protegida con barandilla y rodapié.

Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco, cinturón de seguridad y calzado antideslizante.

En pruebas con tensión, calzado y guantes aislantes.

Cuando se manejen cables se usarán guantes de cuero.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

Escaleras

Las escaleras a usar, si son de tijera, estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura; si son de mano tendrán dispositivos antideslizantes y se fijarán a puntos sólidos de la edificación y sobrepasarán en 0,70 m., como mínimo el desnivel a salvar. En ambos casos su anchura mínima será de 0,50 m.

Medios auxiliares

Los taladros y demás equipos portátiles alimentados por electricidad, tendrán doble aislamiento. Las pistolas fija-clavos, se utilizarán siempre con su protección.

Pruebas

Las pruebas con tensión, se harán después de que el encargado haya revisado la instalación, comprobando no queden a terceros, uniones o empalmes sin el debido aislamiento.

Normas de actuación durante los trabajos

Si existieran líneas cercanas al tajo, si es posible, se dejarán sin servicio mientras se trabaja; y si esto no fuera posible, se apantallarán correctamente o se recubrirán con macarrones aislantes.

En régimen de lluvia, nieve o hielo, se suspenderá el trabajo.

5.4. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

5.5. COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación de los coordinadores en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

1. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
2. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
3. Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
4. Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
6. Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

5.6. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un **plan de seguridad y salud** en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud. Durante la ejecución de la obra, este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como la personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas; por lo que el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los antedichos, así como de la Dirección Facultativa.

5.7. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratista están obligados a :

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de accesos, y la determinación de vías, zonas de desplazamientos y circulación.
 - Manipulación de distintos materiales y utilización de medios auxiliares.
 - Mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - Recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - Cooperación entre todos los intervinientes en la obra
 - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud, y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente, o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades del coordinador, Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

5.8. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Los trabajadores autónomos están obligados a :

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
 - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros
 - Recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - Cooperación entre todos los intervinientes en la obra
 - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

5.9. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicado y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Se tendrá que cursar copia de la anotación a la Inspección de Trabajo en los siguientes supuestos:

.- Cuando exista incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en el Libro por las personas facultadas para ello, o bien,

.- Cuando se ordene la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra por haberse apreciado circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, tal y como establece el Art. 14 RD. 1627/97.

Todas las anotaciones se comunicarán al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

5.10. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización a los representantes de los trabajadores.

5.11. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

5.12. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Por la firma abajo expresa, el Promotor afirma conocer y estar de acuerdo con todos los documentos que componen este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Torrelavega a 9 de Septiembre de 2013.

Fdo.: El Promotor

Fdo.: El Ingeniero Técnico

6.- BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Software: AUTOCAD®, DIALUX®, LOGIC PRO®,
- [2] C.T.E. (Código Técnico de la Edificación) y sus documentos básicos.
- [3] *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión “REBT”* (Real Decreto 842/2002. BOE 224 de 18/09/02) [6].
- [4] *Ordenanza de protección del medio ambiente contra las emisiones de ruidos y vibraciones* del Ayuntamiento de Torrelavega
- [5] *Medida y control del ruido y vibraciones* de Calos Hoppe / José Rioyo / Lucía Iturralde, universidad de Cantabria, área de Ingeniería Mecánica
- [6] *The Master Handbook of Acoustics* de F. Alton y Ken C. Polhmann, ed. Mc Graw Hill
- [7] Laboratorio de procesamiento de imagen de la ETSITT de la Universidad de Valladolid: cálculo aislamiento acústico en paredes triples.
- [8] Instrucción ITC-BT-22. “Informa sobre las medidas de Protección contra *Sobrecargas y Cortacircuitos*”.
- [9] Instrucción ITC-BT-24. “Informa sobre las medidas de Protección contra *Contactos Directos* y contra *Contactos Indirectos*”.
- [10] Instrucción ITC-BT-19. “*Informa sobre los valores que ha de tomar las Caídas de Tensión, Intensidades máximas admisibles, Factores de Corrección y Reparto de carga dentro de una instalación eléctrica.*”.
- [11] *Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud exigidas en las obras de construcción* (Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre (B.O.E. 256/97 de 25 Oct.)
- [12] *Mic techniques live sound*, de Shure