



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Coordinación de Obras

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TRATAMIENTO ACÚSTICO Y DOMÓTICA PARA LA LICITACIÓN DE LA OBRA DE EJECUCIÓN DEL MASTER PLAN DE LA BIBLIOTECA (**MPB**) DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

1. GENERALIDADES DEL TRATAMIENTO ACÚSTICO

1.1. Descripción y Análisis Sala de Lectura y Espacios Colaborativos

El ruido de la gente hablando en ambientes cerrados puede alcanzar un alto nivel de presión sonora, haciendo que las otras personas levanten la voz, dando como resultado un nuevo nivel de ruido ambiental superior, por lo cual una exposición o conversación sólo puede ser posible con un tono de voz elevado y a una corta distancia, produciendo así una sensación de agotamiento.

La acústica de un salón de clases puede afectar la inteligibilidad del habla, y el porcentaje de las palabras que los oyentes perciben correctamente, limitando la capacidad de reconocer y entender lo expuesto en presencia de ruido de fondo.

Para la medición de sonido o ruido se utiliza la unidad denominada decibel. Esta se presenta en tres tipos básicos A, B, y C. Cada uno de ellos tiene ponderaciones que se refieren a diferentes escalas de sensibilidad para la medición del ruido.

- **A- Ponderación (dBA):** para frecuencias sensibles del oído humano a bajos niveles de presión sonora.
- **B- Ponderación (dBB):** para frecuencias sensibles del oído humano a niveles moderados.
- **C- Ponderación (dBC):** para frecuencias sensibles a niveles muy altos de ruido.

En general los límites reglamentarios de ruido se especifican en términos de **dBA**. Es común el uso de curvas para medir el nivel de ruido. Estas curvas de **NC** se han establecido para la calificación de ruido interior, las cuales incluyen el ruido de los equipos de aire acondicionado, el ruido de la tecnología utilizada en

el aula, y otras fuentes de ruido. El nivel **NC** recomendado para aulas típicos es de 25-30 con un nivel sonoro equivalente de 35 a 40 **dB**A.

El promedio mayor en **dB** ponderados tipo **A** de nivel de sonido de fondo en 1 hora en un salón amueblado pero desocupado no debe ser superior a 35dBA. Mientras el nivel de sonido de fondo ponderado **C** no deberá superar los 55dB (**ANSI/ ASA, 2010**). Así mismo el tiempo de reverberación de un aula desocupada no debe exceder de 0,6 segundos para las aulas de tamaño medio o 0,7–0,8 segundos en recintos más grandes (**ANSI/ ASA, 2010; 2009**).

El fenómeno por el que las personas con audición normal elevan su voz cuando se las somete a ruido, se le denomina efecto **Lombard**.

La relación media entre el nivel de expresión y el nivel de ruido ambiental se resume en la norma **ISO 9921**. Como mencionamos antes el ruido y la reverberación degradan la señal acústica y adversamente afectan la comprensión y la inteligibilidad de la palabra.

1.2. Reverberación

En un recinto cerrado, el sonido puede permanecer por un tiempo después de que la fuente haya dejado de emitir sonido. Esta prolongación de sonido se llama reverberación. El tiempo de reverberación (**RT60**) se define como el tiempo requerido en segundos, para que el promedio del nivel de sonido en una habitación disminuya en 60Db, después de que la fuente de generación se detuvo.

1.3. Reflexiones tempranas

Las reflexiones son sonidos que llegan al oyente después de reflejarse una o más veces a partir de diferentes superficies como paredes, techos y pisos. Estas arriban más tarde que el sonido directo, generalmente en un rango de 5 a 100 milisegundos. Las primeras reflexiones contribuyen a la información sobre el tamaño de una habitación y tienen un papel importante en la determinación del carácter general y de sonido de un recinto.

Si bien el estudio de las reflexiones tempranas sigue en desarrollo, se ha comprobado que reflexiones con tiempos de arribo de 50ms y superiores contribuyen a la inteligibilidad en un recinto sin tratamiento.

El proyecto se basa en el tratamiento del tiempo de reverberación y el nivel de las reflexiones tempranas. Ambos se ven afectados por las dimensiones del recinto y la cantidad de superficies reflectantes o absorbentes dentro del espacio. En general, los espacios más grandes tienen tiempos de reverberación

más largos que los espacios más pequeños, que usualmente tienen reflexiones tempranas con tiempos de arribo menores a 50ms y de un nivel mayor de presión sonora. La Relación señal a ruido **SNR**, es el nivel de sonido de la señal de interés, por ejemplo, la voz del profesor en **dB**, en relación con el nivel de ruido de fondo en la habitación. Un **SNR** positivo indica que la señal de interés es más fuerte que el ruido de fondo. En general, el rendimiento sobre las medidas de inteligibilidad y tareas de comprensión mejora a medida que la relación **SNR** se vuelve más positiva. El **SNR** varía en toda la habitación como los niveles de señal y ruido varían.

1.4. ANSI documentación de referencia

El Instituto Americano de Estándares Nacionales (**ANSI**), que supervisa la creación, promulgación y uso de miles de normas y directivas, y la Sociedad Acústica de América (ASA) han publicado la serie **ANSI / ASA S12.60-2010** de normas, incluyendo:

- **ANSI / ASA S12 / 60-2010** / *American National Standard Acoustical Performance Criteria, Design Requirements and Guidelines for Schools, Part 1: Permanent Schools*
- **ANSI / ASA S12 / 60-2010** / *American National Standard Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools, Part 2: Relocatable Classroom Factors.*

Estos documentos plantean una metodología estándar y objetivos para lograr ambientes acústicos adecuados en las escuelas e incluyen criterios de rendimiento acústico y requisitos de diseño de aislamiento de ruido y directivas necesarias.

1.5. Tratamiento

El tiempo óptimo para esta aplicación en particular es de **0.6seg a 0.8seg** en frecuencias entre **250Hz a 4000Hz**. El tratamiento para la optimización es básicamente fonoabsorbente. De todas formas, se propone un tratamiento para las paredes con difusores de residuo cuadrático basados en el cálculo con números primos. Generalmente se considera que la superficie promedio de absorción por persona debe ser de alrededor de 4m² como superficie óptima ideal. El método propuesto para extender las superficies absorbentes es aplicando paneles absorbentes suspendidos del cielorraso.

Se especifican dos tipos diferentes de paneles. Uno de dos caras absorbentes y una lámina central de 6mm de **MDF**, con terminación de tela en ambas de sus caras externas y colgados en forma perpendicular para el salón de lectura.

Y el otro de una sola cara absorbente, suspendidos del cielorraso manteniendo la inclinación de la gradas, en forma paralela a estas, en caso de los hemiciclos.

Nótese que a mayor espesor de lana de vidrio, mayor absorción. Se sugieren dos espesores de lana de vidrio **Isover Acustiver P**, con la idea de ajustar los espesores a los materiales de terminación existentes, tales como molduras, perfiles, etc. Pero sugiriendo el mayor espesor posible.

Acustiver P de 35mm NRC: 0.80 (valor no informado por el fabricante y estimado estadísticamente)

Acustiver P de 50mm NRC: 0.90

Las dimensiones de cada panel deben ser optimizadas en función del panel de lana de vidrio **Isover Acustiver P** de 120cm x 96cm.

Estas dimensiones pueden variar compensando la superficie resultante. En la **Fig. 1**, se muestra un corte del panel con tela de terminación sobre ambas caras externas para evitar las partículas de lana de vidrio, y dos posibles opciones de suspensión.

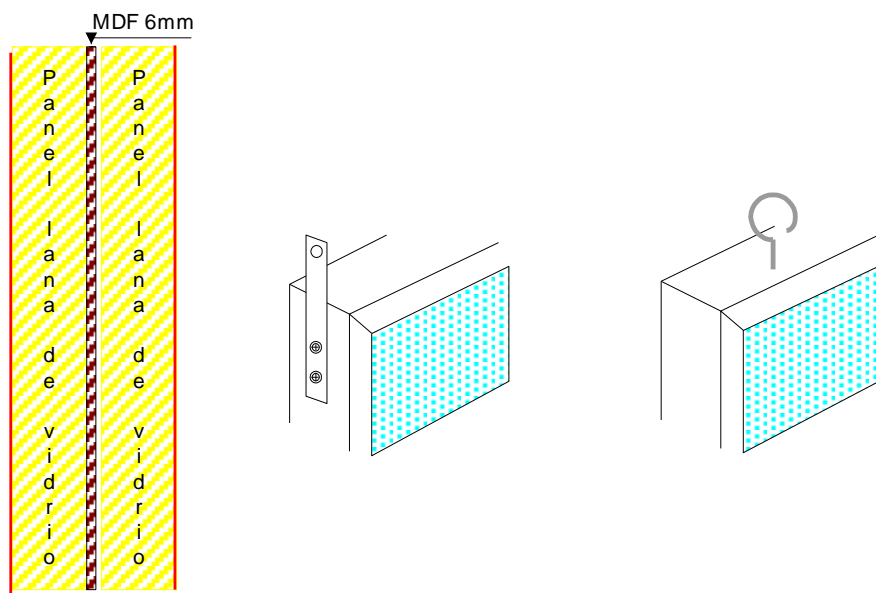


Fig. 1

En la **Fig. 2**, se muestra el concepto de la aplicación de los paneles suspendidos del cielorraso.

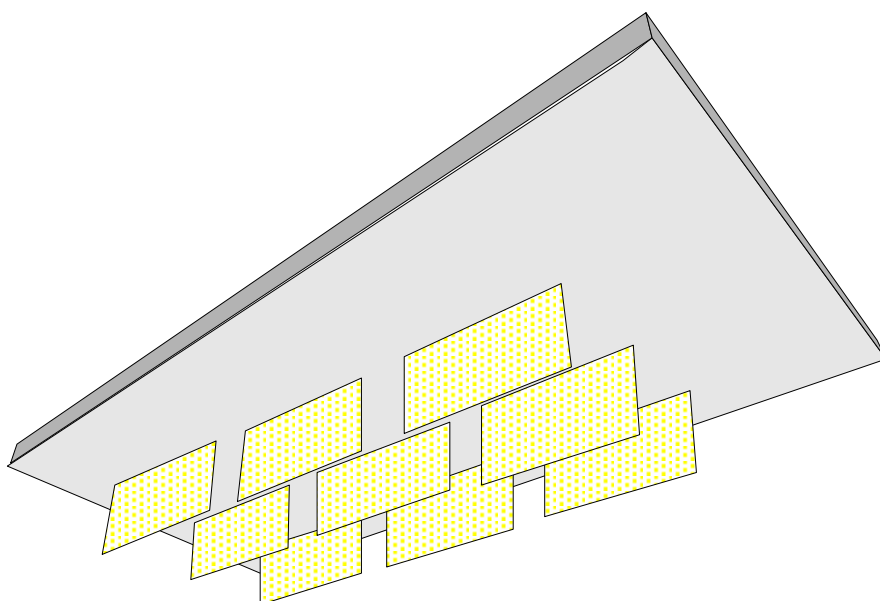


Fig.2

El patrón de suspensión modifica la cantidad de paneles y por consecuencia la superficie fonoabsorbente alterando así la eficiencia del sistema.

Se muestran a modo de información algunas opciones de suspensión comúnmente usadas para cubrir recintos de grandes dimensiones, **Fig. 3.**

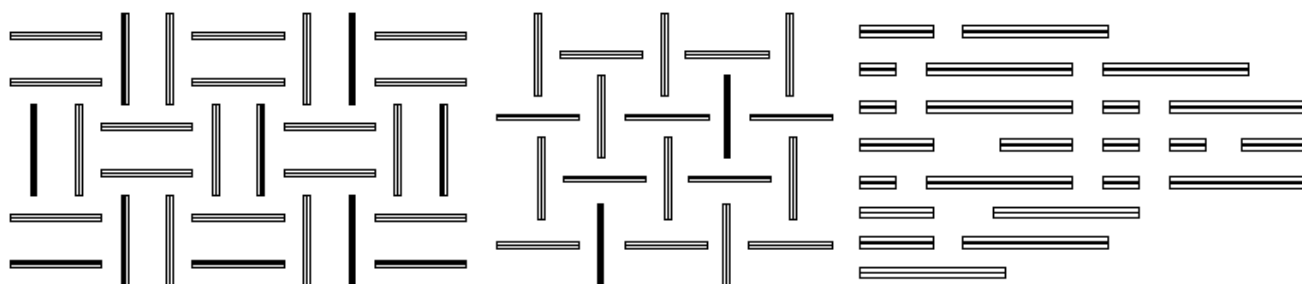


Fig. 3

En el caso de no aplicar tela en ambas caras se podría usar paneles **Isover P** o **P500** con velo negro. Aplicando esta cara hacia afuera.

Respecto a los paneles para los hemiciclos, **Fig.4** se componen de un bastidor perimetral internamente relleno de panel **Isover P70** o **P500** de 70mm, con la cara de velo negro hacia arriba y el panel de multilaminado expuesto hacia el recinto. Se adjunta el diagrama de perforación en dimensiones reales.

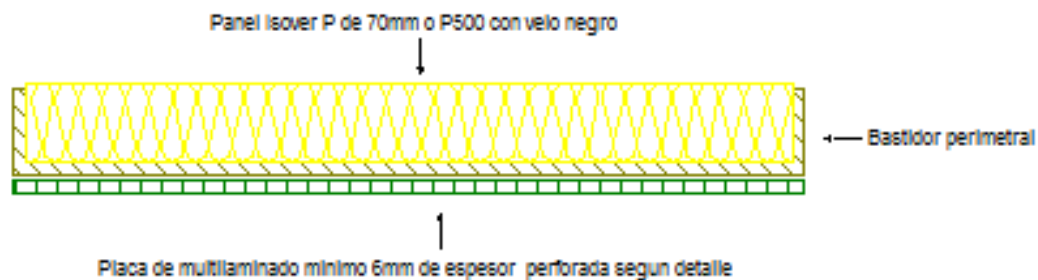


Fig.4

Respecto a las paredes perimetrales, se sugiere aplicar difusores de residuo cuadrático de orden 7 en forma perimetral, de acuerdo al arreglo de la **Fig.5**.

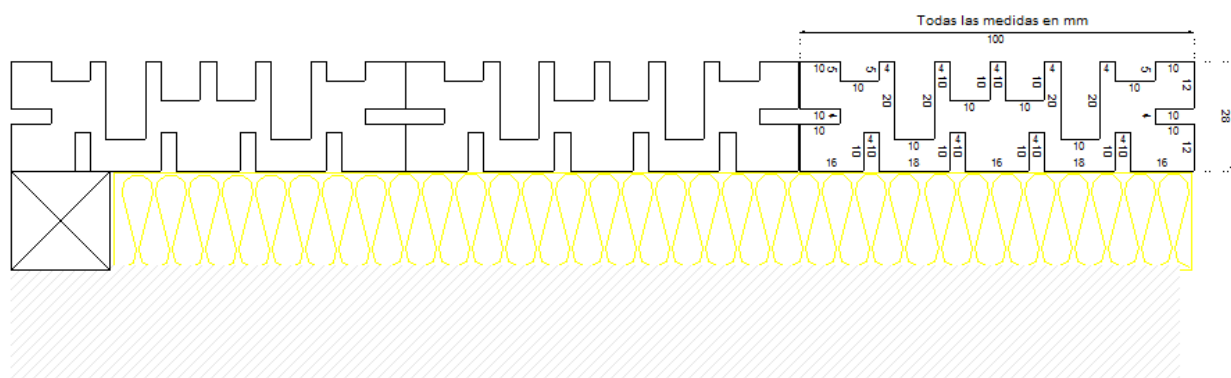


Fig.5

1.6. Detalle piso sobre estéreo estructura

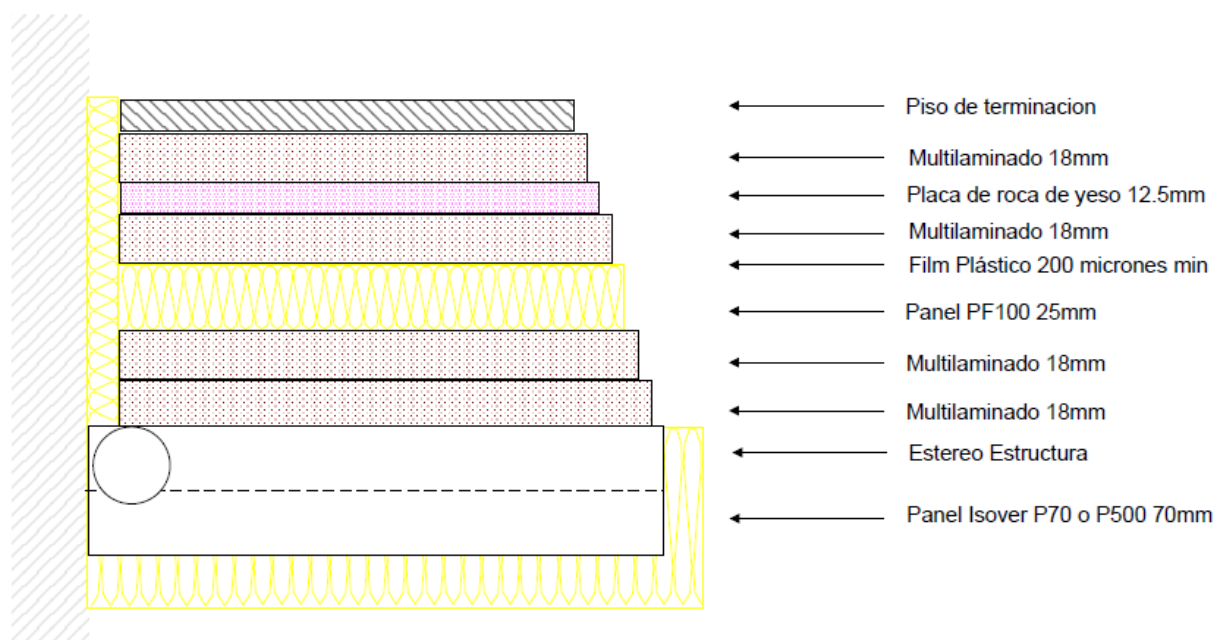


Fig.6

1.6.1. Detalle constructivo

Inicialmente debe colocarse en los cuadrados que forman la estéreo estructura y en contacto con la primera capa de multilaminado un panel **Isover P70 o P500** de 70mm.

A continuación se coloca la primera capa de multilaminado de 18mm contra la estéreo estructura utilizando los puntos de anclaje definidos en esta; asegurándose de sellar en forma perimetral las placas con el muro, usando sellador a base de siliconas.

**Con un envase de 300cc se realizan 5 a 6 metros de junta de 1x1cm.*

Luego se coloca la segunda placa de multilaminado de 18mm cruzada, aplicando en una cara pegamento de poliuretano tipo **PUR**. No es necesario cubrir toda el área, solo líneas en el perímetro y el centro de cada placa. Es importante tener en cuenta que el endurecimiento al prensado es aproximadamente 30 a 40 minutos dependiendo de los factores de temperatura y humedad. **(Fig.7)**



Fig.7

Esta capa de multilaminado de 18mm debe ser colocada asegurándose que las uniones y juntas no sean coincidentes con las primeras placas de multilaminado de 18 mm y utilizando para su fijación tornillos cada 400mm.

En la **Fig. 8** se muestra el patrón sugerido.

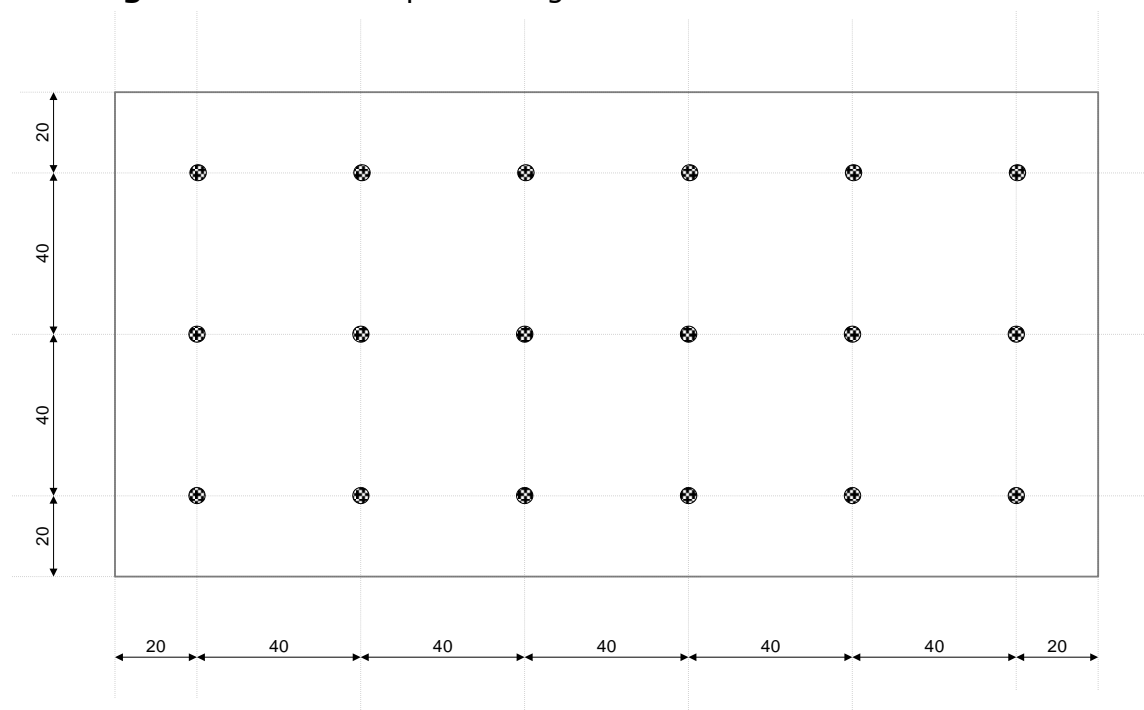


Fig.8

Esta placa de 18mm deberá estar sellada con sellador de siliconas contra el muro. Debe asegurarse que las juntas y uniones resultantes de la colocación de las placas, estén selladas en el caso de no resultar imperceptibles. Debe evitarse cualquier tipo de pasaje entre las dos capas de multilaminado y contra el muro.

Una vez verificado el correcto armado de esta etapa se coloca en forma perimetral sobre el muro una cenefa de panel de lana de vidrio **PF80** de 12mm, de 120mm de alto aproximadamente, (altura a verificar en obra), la cual puede ser adherida al muro, preferentemente con adhesivo. Dicha cenefa desvinculará mecánicamente las siguientes capas de materiales, evitando que estas no toquen el muro bajo ninguna circunstancia.

Se procede a instalar una capa de paneles **PF100** de 25mm. Idealmente no deben estar pegados y deberían cubrir el área en forma homogénea. Es importante no pisar los paneles ya que el resultado de la rotura del entramado cambia su comportamiento mecánico, por lo tanto si es necesario, utilizar placas de madera para minimizar la presión. Una vez colocada la capa de panel **Isover PF100**, se debe aplicar un film plástico de 200 micrones como mínimo, para resguardar al panel **PF100** de derrames ocasionales que comprometan el estado del panel. A medida que se avanza con los paneles y el film, se va colocando la tercera capa de multilaminado de 18mm. Se aplica **PUR** y se coloca una capa de placa roca de yeso de 12,5mm y se fija para evitar su desplazamiento, se aplica nuevamente **PUR** para finalmente colocar la última placa de multilaminado de 18mm, fijando todas las capas según el detalle de la **Fig. 7**.

Los tornillos no deben traspasar este conjunto, asegurándose de no perforar el film plástico en ninguna de las etapas del montaje. Debe asegurarse que las juntas y uniones resultantes de la colocación de las placas estén selladas en el caso de no resultar imperceptibles. Debe evitarse cualquier tipo de pasaje entre las capas. El apilado de las diferentes capas de materiales debe realizarse sin uniones y juntas coincidentes, como en el caso de la primera dos capas de multilaminado. Se debe asegurar el correcto sellado de los paños de la barrera plástica para conservar su comportamiento hidrófugo. Todos los materiales deberán tener tratamiento ignífugo. A excepción de los paneles de lana de vidrio y las placas roca de yeso, que son incombustibles en general, verificar según las marcas y fabricantes.

1.6.2. Referencias

Lana de vidrio

Acustiver P70 o P500 70mm

http://www.isover.com.ar/detalle_producto.php?id=79130314095406

Panel PF80 & PF100

http://www.isover.com.ar/detalle_producto.php?id=14130315121049

Tratamiento Ignífugo

http://www.indesam.com/index_b.html

<http://www.pinturasvenier.com/ignifugos/maderas.htm>

1.7. Muros– Tabiques detalles constructivos

Se detallan dos tipos de muros-tabiques con el fin de ajustarse a las necesidades. El tabique de doble estructura es el recomendado para todas las aplicaciones. Sin embargo, en caso de ser necesario, podría usarse para alguna división, donde el factor acústico no es el primordial, el tabique de simple estructura con la particularidad de la pérdida de **STC**, principalmente en bajas frecuencias.

La eficiencia promedio de una barrera de sonido o muro, se mide en **STC**. **STC** representa la atenuación de ruido que la barrera o muro posee. Por ejemplo, si tenemos una fuente de ruido de 100 dB **SPL** en un lado de la barrera, y la misma tiene una clasificación **STC** 60, sólo 40 dB **SPL** de ruido residual atravesarían hacia el otro lado de la barrera. La construcción de los muros se basa en el principio de masa-resorte-masa. La adición de masa por sí sola no es una forma eficiente para aumentar la insonorización.

Ambas propuestas de tabiques están compuestas por tres placas de roca de yeso de 12.5mm en cada cara. Las estructuras de metal de 70mm, tanto para el

doble o simple muro-tabique, espaciadas cada 400mm. Las estructuras deben estar desacopladas en todos sus lados o apoyos a través de una cenefa de panel **Isover PF100**, evitando así todo contacto mecánico de las mismas con las superficies del edificio donde intervienen. Se deben rellenar con paneles de lana de vidrio **Isover P70** de 70mm o **P500** de 70mm, teniendo en cuenta en el caso de la doble estructura que, a mayor espacio de aire entre ellas, mayor es la aislación resultante. Mientras que el espacio menor, es aquel que mantiene independientes las estructuras.

En la **Fig. 9**, se muestran a modo de ejemplo los tabiques propuestos.

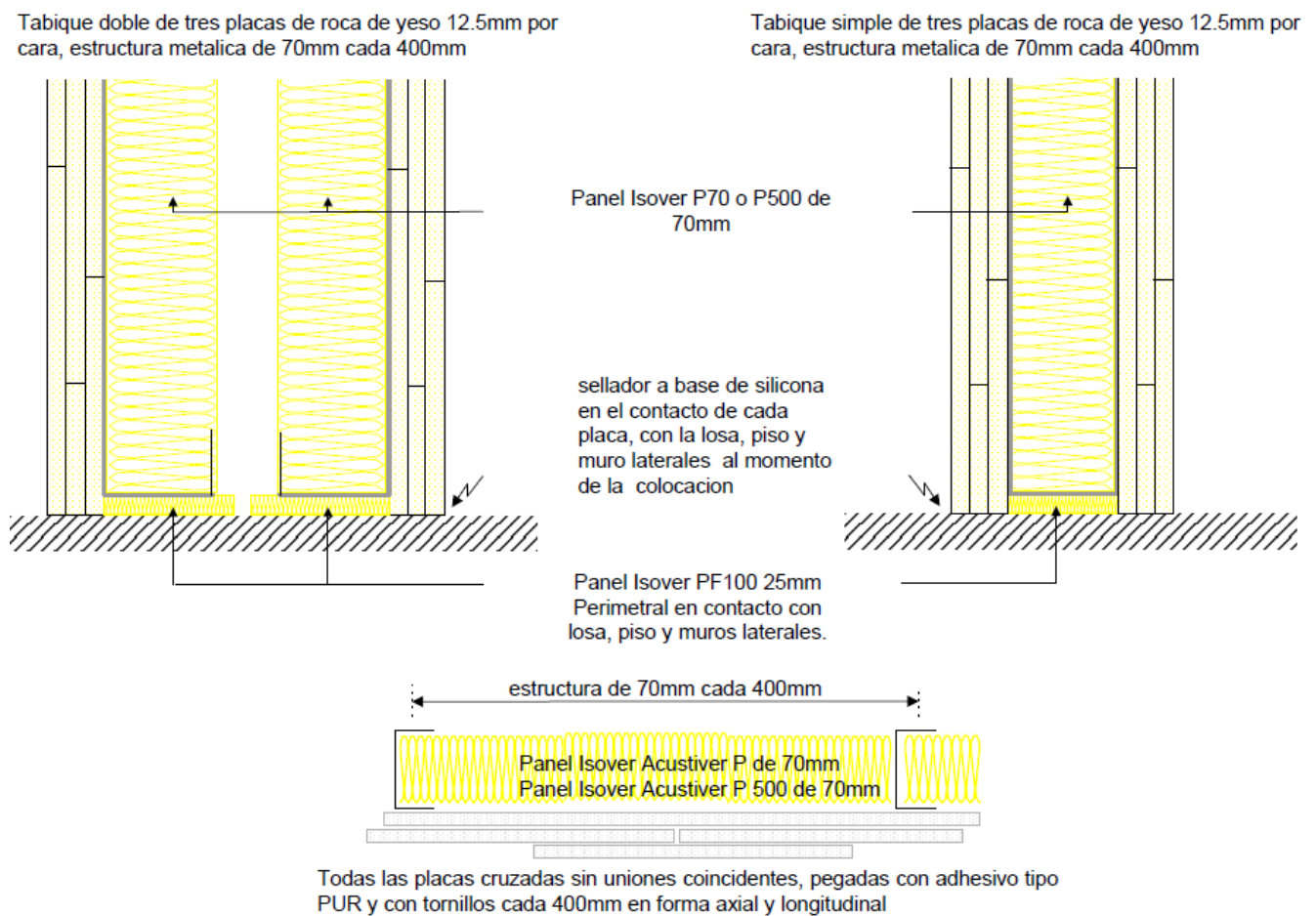


Fig. 9

En la **Fig. 10**, se muestran dos ejemplos de los encuentros de las tres placas de roca de yeso en las esquinas. Deben estar selladas a medida que se colocan las placas con sellador a base de siliconas.

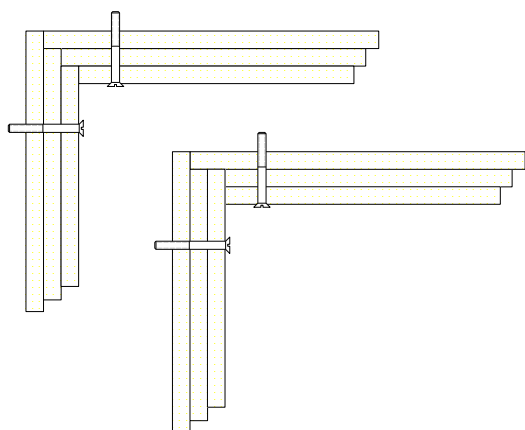


Fig. 10

1.7.1. Detalle constructivo de tabiques

El tabique divisor de estructura independiente como así también el de estructura simple comparten los detalles constructivos. Ambos están compuestos por seis placas de roca de yeso de 12.5mm, tres en cada cara.

Debe evitarse cualquier tipo de pasaje entre las capas de las placas de roca de yeso. El apilado de las diferentes capas de materiales debe realizarse sin uniones ni juntas coincidentes, resultando en juntas imperceptibles. La estrategia a implementar es desplazar los cortes y uniones a discreción para evitar dichas coincidencias. Los cortes o uniones que no cumplan con lo especificado deben ser sellados con masilla usualmente usada en la colocación de placas de roca de yeso. No es necesario aplicar cinta ya que no se trata de una terminación sino que se trata simplemente de evitar cualquier pasaje.

Debe aplicarse un cordón de sellador a base de siliconas en la cara de la estructura metálica de 70mm que recibirá la primera placa.

Luego y teniendo en cuenta el tiempo de fraguado del sellador de siliconas, se coloca la primera placa, se fija a la estructura a discreción para mantenerla en posición. Recordar aplicar masilla en las uniones a medida que se coloquen las siguientes placas asegurándose que las juntas estén selladas cuando se van apilando. Aplicar sellador a base de siliconas en los contactos perimetrales de las placas sobre losa, piso y muros laterales.

Luego se coloca la segunda placa aplicando en una cara pegamento de poliuretano tipo **PUR**. **(Fig. 11)**



Fig. 11

No es necesario cubrir toda el área, solo líneas en el perímetro y el centro de cada placa. Es importante tener en cuenta que el endurecimiento al prensado es aproximadamente 30 a 40 minutos. Estas capas deben ser colocadas asegurándose que las uniones y juntas no sean coincidentes con las primeras placas y utilizando para su fijación tornillos cada 400mm. Con este mismo procedimiento, se debe continuar para toda la aplicación de las placas.

1.7.2. Referencias

Acustiver P 70mm

http://www.isover.com.ar/detalle_producto.php?id=79130314095406

Panel PF80 & PF100

http://www.isover.com.ar/detalle_producto.php?id=14130315121049

Cualquier tipo de muro-tabique debe adecuarse a los descriptos. Si fuese necesario ajustar el tipo para un caso en particular, se detallará en función de las necesidades.

2. INSTALACIÓN DE DOMÓTICA

2.1. Domótica FCE / Anexo a la instalación eléctrica

Los dispositivos deben ser compatibles con el estándar de montaje tipo riel **DIN**. Generalmente se presentan en 4, 8 y 12 módulos.

Cada módulo/unidad es de 18mm de ancho.

- 4 módulos/unidades= 72mm
- 8 módulos/unidades= 144mm
- 12 módulos/unidades= 216mm
- Módulo IP= 4 módulos

- Módulo de lógica= 4 módulos
- Fuente de alimentación de 750mA= 4 módulos
- 2.4A alimentación= 8 módulos
- Atenuadores= 8/ 12 módulos, dependiendo de la cantidad de canales.
- Todos los de 4 relés= 4 módulos
- Todos los de 4 relés= 8 módulos/unidades
- Todos los de 4 relés= 12 módulos/unidades

Al elegir un gabinete **DIN** se debe tener en cuenta el ancho del espacio disponible, de acuerdo a los dispositivos a usar, para mantener clara la organización de los mismos. Cada sistema requiere de, al menos, un módulo de fuente de alimentación, un módulo de **IP** y recomiendo un módulo de Lógica. La fuente de alimentación es de **24Vdc** y se utiliza para alimentar sólo la electrónica de los dispositivos y sensores.

Se puede estimar un promedio de consumo de 30ma por dispositivo o sensor. Sin embargo, algunos dispositivos pueden tener un consumo mayor. Cada sistema tiene un módulo de **IP**. A través de este se realiza la programación del sistema y el acceso remoto. El módulo de lógica es un dispositivo opcional, sin embargo se recomienda porque proporciona características avanzadas como:

- Reloj astronómico (sabe cuándo es el amanecer y el atardecer)
- Lógica a base de entradas/salidas
- Crear una configuración global que afecta la totalidad del sistema

2.2. Iluminación interior

La regulación y el control de iluminación pueden lograrse con diferentes tipos de dispositivos. Estos varían de acuerdo al elemento a atenuar. Se sugiere utilizar diferentes tipos de atenuadores según la carga a controlar y mantener cada circuito con cargas no mezcladas y exactamente iguales.

- Atenuadores para LED
- Atenuadores para incandescentes (como halógeno o tungsteno)
- Atenuadores para fluorescentes

Tener en cuenta que al conectar cargas de **LED**, se debería utilizar un factor de 8. Un **LED** de 6W es 48W, y un 7W se convierte 56W.

Esto se sugiere debido a que el **LED** representa una carga capacitiva al dimmer, generando problemas en el arranque u encendido y durante la atenuación,

provocando picos en la corriente, muchas veces conduciendo a dañar el propio dispositivo. Por lo tanto, tener siempre esta regla en mente cuando se especifica. Cada canal de iluminación requiere su propio dispositivo.

Las cargas deben no estar mezcladas (aun cuando ambas sean del tipo **LED**).
Sólo cargas exactamente iguales.

2.3. Iluminación Exterior

Para la iluminación exterior, cualquiera sea el tipo de elemento a controlar, se proponen circuitos conmutados. El efecto de atenuación no es muy perceptible al aire libre. Por lo tanto, se sugieren dispositivos del tipo de relé. Estos usualmente están disponibles en 10A y 16A por canal.

2.4. Sensores inteligentes

Los sensores inteligentes para el control del nivel de luz o temperatura, presencia etc., requieren sólo un lazo de cable **TP1**.

2.5. Cableado

El cableado es sencillo, pero debe prestarse atención a este proceso para garantizar que se haga correctamente.

Se utilizan dos cables básicamente, **TP1** y de tres conductores, fase, neutro y tierra. En algunos casos, 3 conductores y tierra. Para ambos casos con secciones correspondientes a la carga de cada circuito.

- TP1, se adjunta hoja de datos.
- Cable de 4 conductores/ Color: Rojo, negro (par), blanco, amarillo (par).
Tipo: sólido/ Espesor: 0,8 mm por núcleo/ Color de la envoltura: verde preferiblemente para su mejor identificación
Cuando se instale el sistema, deben tomarse en cuenta lo siguiente:

Cada circuito de interruptor o de iluminación que posea control, debe cablearse individualmente a la caja de distribución, donde se encuentran los módulos Dimmer o módulos de Relé.

El cable **TP1** es el más importante en el edificio; ya que permite que este sea "inteligente". Es una señal de baja tensión (24V) y por lo tanto no hay un riesgo

de descarga eléctrica. El cable **TP1** debe instalarse con la estrategia "**multipunto**", o "**daisy-chain**", en las siguientes ubicaciones:

- Interruptores en caja: Conexión/ Distribución/ Sensores
- Control de HVAC/ Cajas de paso y/o distribución
- Caldera si la hubiese y se necesita controlar o monitorear
- Ubicaciones de los motores: Persiana/ Cortina eléctrica
- Tableros y Racks: donde se alojen los dispositivos.

2.6. Importante al Cablear

Al instalar el cable, se debe dejar un pequeño lazo en cada lugar para permitir el corte y terminación y conexión de los dispositivos. Al final de la conexión tipo "**daisy-chain**", el cable **TP1** debe ser devuelto a la posición originaria, típicamente la caja de distribución. Si hay más de un tablero o caja de distribución, se recomienda realizar un circuito independiente para cada piso o recinto, y conectar dichos tableros/ caja de distribución también.

2.7. Enchufes/ Tomas de corriente

Se requiere un circuito individual de cada uno a automatizar, hasta donde se alojan los dispositivos de control.

2.8. Extractores

Si se conectan extractores de baño, por ejemplo, deben cablearse individualmente a la caja de distribución con el agregado de un cable de red. Estos pueden ser activados por un módulo de relé y monitoreados en forma remota. Por lo tanto, no hay ninguna necesidad de comprar extractores con temporizador incorporado.

2.9. Cortina/ Persiana motores

Para las persianas y cortinas, recomendamos tener en cuenta un cable de 5 conductores de alimentación, un **CAT6** y un cable **TP1**. Esto proporciona suficientes vías de conexión para el control de motores y sensores y permite el uso de múltiples modelos de sistema y fabricantes.