

# EL ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO DE SALAS DE CONSEJO, DE CONFERENCIAS, ETC.

Por ALBERTO GOSSAUER, Ingeniero E. P. F.

La perceptibilidad y la transformación del sonido por nuestro oído, nervios y cerebro en la sensación sonora definitiva son fenómenos sumamente complejos, en los que intervienen factores no solamente de orden fisiológico, sino también psicológico. Nuestro oído no llega a medir las intensidades acústicas y nunca podemos indicar con exactitud si la sensación de un sonido es, por ejemplo, dos, tres, ..., x veces más intensa que la de otro.

Lo mismo ocurre cuando ha de fallarse con exactitud un juicio sobre las condiciones acústicas de un local cualquiera, ya que para unos la impresión de conjunto parecerá todavía aceptable mientras que otros, con el sentido auditivo más desarrollado, notarán, según el caso, fenómenos de eco, resonancia, etc.

Ahora bien; ocurre con suma frecuencia que haya de recurrirse, para la celebración de reuniones y conferencias, a locales completamente arbitrarios y no adecuados en lo más mínimo para estos fines desde el punto de vista acústico. Tales, por ejemplo, el caso de numerosas oficinas e instituciones públicas o privadas que, instaladas en viviendas particulares, tuvieron necesidad de convertir algún aposento en sala de Consejo, de Conferencias, etc., etc. Pero también en salas importantes, expresamente construidas para reuniones, ha podido observarse una audibilidad defectuosa, a tal extremo que resultaba imprescindible una posterior corrección acústica.

Antes de analizar el porqué de estas anomalías, así como los medios disponibles para subsanarlas, conviene, no obstante, hacer algunas observaciones sobre la energía sonora debida a la voz humana y en particular a la voz hablada.

## LA VOZ HABLADA

En el discurso se requiere claridad; pero ésta no debe ser obtenida a expensas de la potencia; por otra parte, es de suma importancia que el orador pueda hablar sin fatiga.

Se calcula generalmente que en un discurso se pronuncian unas 120 palabras por minuto, es decir, dos palabras por segundo, lo que significa que son emitidas cerca de 4 a 5 sílabas por segundo, y que las mismas se suceden a intervalos de aproximadamente 1/20 de segundo. De ahí que si los sonidos reflejados de la palabra se juntan con los sonidos directos después de transcurrido 1/20 de segundo o más, se expone a que se haga confusa la puntuación silábica, tan importante para una rápida articulación de la voz.

Se ha comprobado, además, que las frecuencias más necesarias para la mejor comprensión de las palabras son las próximas a 1.500 ciclos por segundo, y que las frecuencias inferiores a 500 ciclos contribuyen poco a la comprensibilidad del lenguaje.

## REVERBERACION

La duración o persistencia del sonido en un ambiente cerrado, después de haber cesado de obrar la fuente sonora —en nuestro caso la voz hablada—, es a veces relativamente grande cuando se considera un vasto ambiente completamente vacío, es decir, desprovisto de mobiliario, objetos y personas. Se dió a este fenómeno el nombre de "reverberación".

Mientras que el fenómeno de la resonancia es originado por la puesta en vibración de un cuerpo por efecto de una fuente sonora, el de la reverberación está originado por la reflexión del sonido no absorbido o absorbido tan sólo parcialmente por las paredes. Cuanto mayor es la intensidad del sonido reflejado, más larga es la reverberación. Como consecuencia de esta última, los sonidos producidos en un ambiente tienden a persistir y, por consiguiente, sobreponerse el uno al otro, produciendo en determinado momento confusión en el oído.

Cuando el orador habla en una sala que presenta la ca-

racterística de una reverberación demasiado larga, es decir, no adecuada para el discurso, sucede que los sonidos de las sílabas se superponen los unos a los otros, y asimismo ocurre con los de las palabras que llegan a nuestro oído; resulta difícil entonces distinguir con claridad las sílabas pronunciadas, y ha de forzarse a la mente, por lo tanto, para llegar a comprender el sentido de lo hablado.

En tales casos, pues, resulta con frecuencia que los asistentes inviten al orador a que alce la voz, o sea a que hable más fuerte; si el orador atiende este ruego, la acústica de la sala empeora sensiblemente y aumenta todavía más la confusión del discurso, ya que resulta aumentada la intensidad del sonido, intensidad ya demasiado exagerada por no quedar suficientemente absorbida. Como remedio provisional, puede entonces disminuirse la intensidad del sonido, es decir, hablar con voz menos fuerte y con pronunciación más lenta. En efecto, cuanto mayores sean los intervalos a que se siguen las sílabas, menor es la superposición de los sonidos y, por consiguiente, la confusión del discurso. Claro está que este artificio no puede considerarse como solución del problema planteado.

## ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO

Por el contrario, y cuando ha de ponerse un remedio drádico a la acústica deficiente de las referidas salas para discursos y conferencias, debe estudiarse y considerar para las paredes de las mismas un revestimiento constituido por un material que refleje los sonidos con una considerable pérdida de energía, es decir, con absorción.

Con tal procedimiento podrá conseguirse que los sonidos producidos con continuidad en la sala no reúnan una elevada intensidad, ya que la misma, después de brevísimo tiempo, habrá llegado a cierto límite no superable; es decir, que a cualquier exceso de energía sonora producida, otro tanto quedará automáticamente absorbida. Por otra parte, la duración del tiempo de reverberación se encontrará notablemente disminuida, de modo que el sonido de cualquier sílaba habrá perdido su importancia cuando otra la siga.

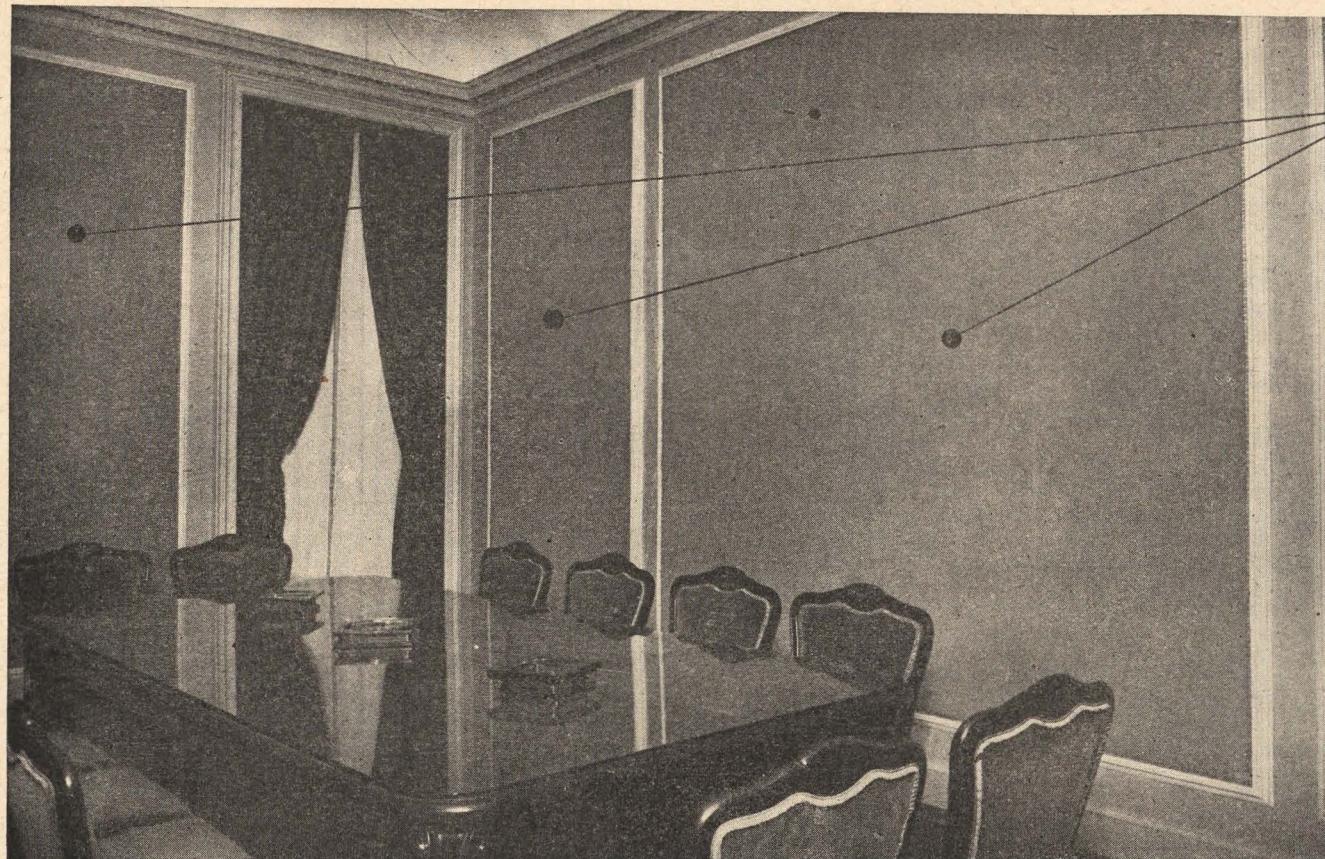
Como es sabido, puede especularse sobre varios factores para llevar el tiempo de reverberación a su valor más adecuado en cada caso. Por otra parte, este tiempo ha de alcanzar un valor determinado comprendido entre 0,6 y 2,6 seg., según el volumen de la sala considerada y el fin a que esté destinada (conferencias, canto, música, etc., etc.). En el caso que nos ocupa, o sea para las salas de consejo y de conferencias, es recomendable que este tiempo sea breve y no superior a un segundo.

El conseguirlo no es cosa fácil cuando la sala se encuentra ya construida y presenta una capacidad relativamente grande. El físico Rayleigh, en sus estudios sobre el sonido, aconseja aminorar los efectos de la reverberación con el tendido de gruesos tapices en el suelo y las paredes, y reconoce, además, que en muchos casos la presencia de personas puede proporcionar el efecto de absorción acústica deseado.

También ha sido comprobado el efecto favorable conseguido con el empleo de asientos convenientemente forrados, cuya absorción se pone de manifiesto cuando no hay asistencia total, quedando así compensada, en parte, esta falta de presencia.

Ahora bien; en el tipo de salas consideradas, el número de asistentes suele ser relativamente reducido con respecto a la capacidad del ambiente. Como, por otra parte, la absorción total de una sala es debida en sumo grado a la presencia de las personas, habrán de ser previstas, pues, grandes superficies absorbentes, convenientemente distribuidas, para asegurar una buena acústica de la palabra y reducir el tiempo de reverberación, según lo dicho anteriormente, a un segundo como máximo.

Han sido realizados numerosos experimentos sobre los so-



Paneles de fibra de vidrio.

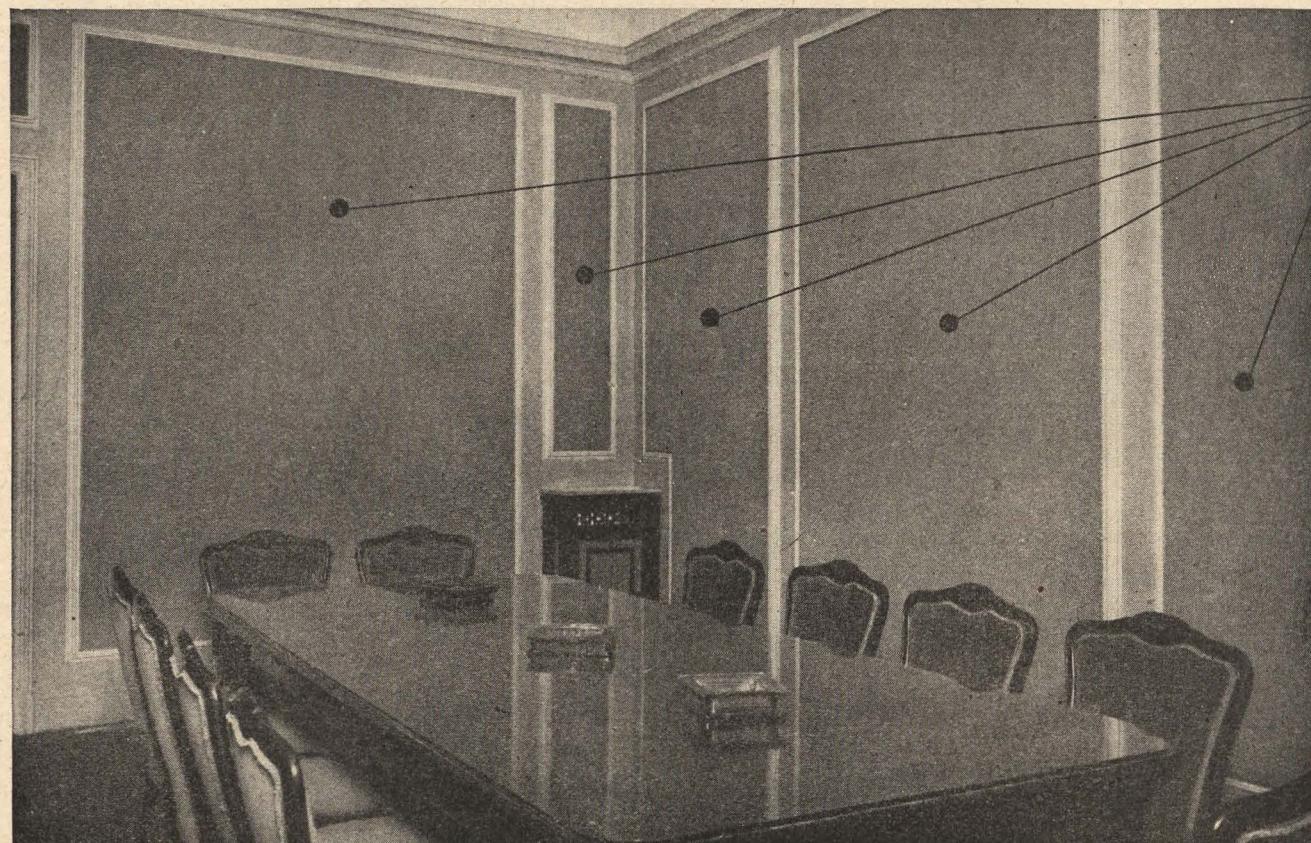
Sala de Consejo acusticada con paneles de fibra de vidrio.

nidos residuales, los cuales permitieron determinar el poder absorbente de varios materiales, así como las cantidades que de los mismos se habría de introducir en una sala para conseguir un determinado tiempo de reverberación; es decir, para reunir las condiciones acústicas adecuadas a una debida producción sonora.

Entre dichos materiales, cabe citar los siguientes, enfrentán-

dolos con su correspondiente coeficiente de absorción a la frecuencia de 512 ciclos por segundo (\*).

(\*) Para los cálculos acústicos suele referirse generalmente a la frecuencia de 512 ciclos por segundo, admitida como frecuencia media de los sonidos, y sobre la que están basados la mayoría de los coeficientes de absorción.



Paneles de fibra de vidrio.

La misma sala, vista de espaldas a las ventanas.

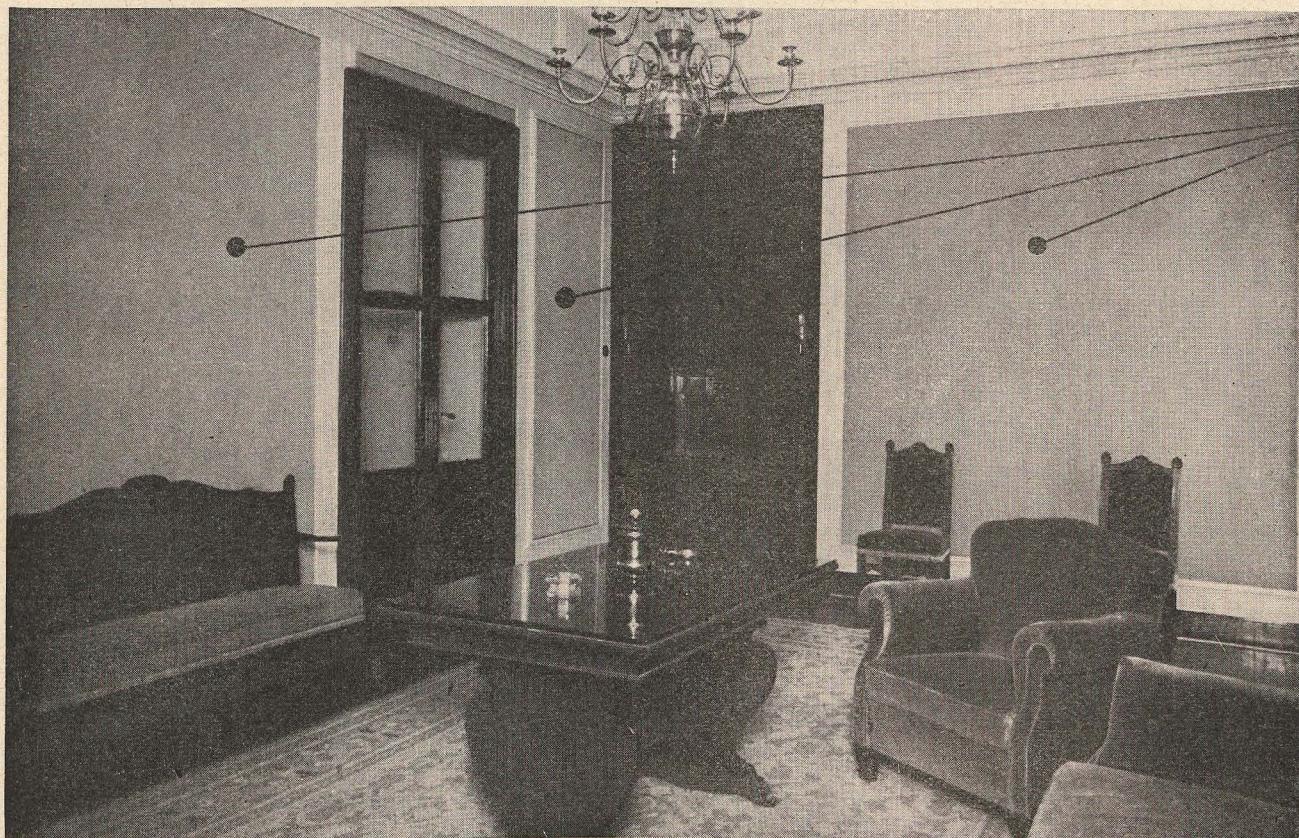
Enlucido de yeso . . . . .	0,025
Madera . . . . .	0,030
Corcho aglomerado en 2" espesor, según calidad y pulimentación . . . . .	0,05-0,10
Cortinas de algodón (465 gr/m <sup>2</sup> ) . . . . .	0,13
Alfombra gruesa . . . . .	0,21
Cortinas de terciopelo (600 gr/m <sup>2</sup> ) . . . . .	0,35
Cortinas pesadas (fruncidas en la mitad de su superficie) . . . . .	0,49
Fibra de vidrio en 30 mm. de espesor.	0,60
Fibra de vidrio en 50 mm. de espesor.	0,78
Fibra de vidrio en 100 mm. de espesor.	0,96

Según puede observarse, el material con el que más favorables resultados pueden conseguirse hoy día lo constituye la fibra de vidrio.

En efecto, he aquí un producto de aparición relativamente

Ahora bien; antes de haberse realizado el acondicionamiento acústico de esta sala de consejo, resultaba en extremo molesta la conversación o discurso entre los asistentes, como consecuencia de las exageradas reflexiones de sonido y dilatado tiempo de reverberación, que conducían a una incomprendibilidad casi absoluta de la voz hablada. Nada extraño, en efecto, ya que el cálculo, basado en los coeficientes de absorción entonces vigentes para cada uno de los elementos de reflexión del sonido, daba como valor del tiempo de reverberación 1,7 segundos.

Impuestos los interesados de la necesidad de subsanar por todos los medios esta anomalía, fué decidida la corrección acústica de este local. Para su realización se recurrió a la colocación de una serie de paneles constituidos por un relleno de fibra de vidrio de un espesor medio de 30 milímetros, contenido por una tela de esparto, la cual, a su vez, fué recubierta por una tela de mejor calidad, con miras a la estética, yendo el todo sujetado por un marco de listones de madera mol-



Otra realización: Sala de recepción acusticada con paneles de fibra de vidrio.

reciente, pero cuya aplicación como aislante acústico ha hecho ya sus pruebas concluyentes en los casos más complejos y difíciles de resolver, uniéndose además a su elevadísimo poder absorbente de los sonidos una absoluta imputrescibilidad, incombustibilidad y conservación indefinida de sus cualidades.

Una prueba fehaciente, entre tantas, es la corrección acústica realizada hace poco en la sala de Consejo de "La Veneciana", S. A., en Madrid.

#### SALA DE CONSEJO ACUSTICADA CON FIBRA DE VIDRIO

La referida sala mide 6,12 metros de largo por 4 de ancho y 3,52 de alto, siendo, pues, su volumen de 86 metros cúbicos.

Recibe la luz del día a través de dos grandes ventanas dispuestas en una de las paredes pequeñas, mientras que su alumbrado artificial lo constituye una iluminación indirecta oculta en el friso superior que circunda el aposento. Dos puertas permiten el acceso a esta sala, en cuyo centro ha sido colocada una larga mesa recubierta por una luna y alrededor de la cual van dispuestas doce sillas forradas. El suelo está constituido por un parquet; no lleva alfombra. En cuanto al techo, lo mismo que las paredes desnudas, llevan el consabido revestimiento de yeso.

durada. En los fotogramados 1 y 2 puede apreciarse con todo detalle el acierto con que fué realizada esta corrección.

En cuanto al resultado conseguido, basta con decir que las palabras pronunciadas en voz bajísima por una persona sita en uno de los rincones de la sala son perfectamente comprensibles para otra emplazada en cualquier rincón opuesto, y ello con una claridad absoluta, habiendo desaparecido por completo toda perturbación, por pequeña que sea.

Un cálculo complementario efectuado a base de los nuevos valores de absorción, proporcionados por el empleo de la fibra de vidrio como absorbente de sonido, da como tiempo de reverberación actual 0,51 de segundo, o sea un tiempo muy por debajo del máximo admisible. Si se tiene presente, además, que ha sido admitida para el cálculo una sala completamente vacía de asistentes, y que, por otra parte, la superficie acondicionada representa tan sólo el 50 por 100 de la superficie de pared disponible para este fin, huelga cualquier comentario complementario sobre la especial eficacia de este nuevo producto absorbente del sonido.

Queda por consignar tan sólo un hecho, y es que todos estos problemas, lo mismo que se trate de salas nuevas a construir como ya existentes, y cuyo acondicionamiento o corrección acústica se impone, han de resolverse siempre a base de una colaboración íntima entre el arquitecto y el ingeniero especializado en materia de acústica, única forma de conseguir el resultado anhelado con rapidez y economía.