



ESTUDIO ACÚSTICO

ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE ABSORCIÓN
ACÚSTICA DE LOS PANELES **DUO Y SLIM** DE JG GROUP

ÍNDICE

Exposición	2
Descripción de los paneles	2
Descripción de las mediciones	3
Resultados obtenidos	3
Problemática acústica en oficinas. Valoración de los datos obtenidos y argumentario	7
Anexo: Fotografías de los ensayos	11

EXPOSICIÓN

Solicitado por el equipo de diseño de JG GROUP se han realizado unas mediciones acústicas in situ en sus instalaciones (showroom) de Santa Perpetua de la Mogoda para la determinación de los valores de absorción acústica de los paneles separadores S-DUO y SLIM.

Dichas mediciones se realizaron siguiendo las disposiciones, en la medida de lo posible dados los condicionantes, en la norma ISO 354 en lo referente a la medición del tiempo de reverberación.

Se caracterizó la sala y la absorción acústica global de la misma con discriminación frecuencial en la configuración inicial. A partir del tiempo de reverberación de la sala se calcula por frecuencias la aportación de los paneles añadidos en las posiciones habituales de uso.

DESCRIPCIÓN DE LOS PANELES

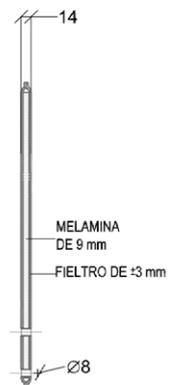
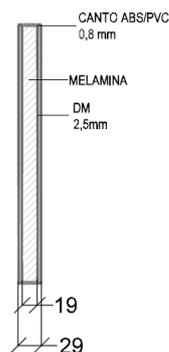
Los paneles tapizados a ensayar tienen la función de separador entre espacios personales en puestos de trabajo. Se incorporan a las mesas de oficina en diferentes configuraciones y posiciones mediante pies y uniones a los extremos de las mismas. La novedad de estos paneles es el tapizado acústico que les aporta ciertas propiedades acústicas como pantalla y elemento absorbente. Con el presente estudio se objetivarán estas características absorbentes.

El panel **S-DUO** está compuesto por un panel aglomerado de melamina de 19 mm con una chapa de DM en cada superficie de 2,5 mm rematado con un fieltro de 0,8 mm de espesor.

El tejido y el acabado superficial, que marca el comportamiento acústico en este caso, es una mezcla de lana al 40% y viscosa al 60%, con un peso específico de 250 g/m.l. La densidad del tejido es de 173,6 Kg/m³.

El panel **SLIM** está compuesto por un tablero de melamina de 8 mm de espesor recubierto por cada lado con un tejido textil en forma de fieltro de 3 mm de espesor.

El tejido superficial es de poliéster (PES) con un peso específico de 500 g/m² y una densidad de 166,7 Kg/m³.



El acabado de las felpas es de hilo corto, raspado y uniforme. La densidad elevada de las mismas contribuye a una buena absorción de la energía acústica incidente. La diferencia de espesor y de densidad entre ambos acabados textiles hace previsible algunas pequeñas diferencias en los resultados finales. Los colores del tejido no presentan diferencias apreciables en este comportamiento.

La masividad de los materiales utilizados en el núcleo del panel hacen que sea un buen elemento acústico en su comportamiento como barrera fónica, si bien su posición y sobretodo su pequeño tamaño limitan la percepción por parte de los usuarios de este comportamiento. La felpa superficial tiene buenas propiedades en la difracción del sonido y en la contribución de la generación de un campo difuso de menor energía (menor ruido en el espacio interior).

El tratamiento de las superficies lisas en espacios interiores contribuye a mejorar el ambiente sonoro general. La reverberación excesiva en salas donde se concentran personal y se generan ruidos excesivos incrementa la molestia por ruido en estos espacios sin tener unos niveles sonoros excesivos. Incorporando materiales y superficies absorbentes se reducen los recorridos libres de las ondas sonoras haciendo que decaiga su energía más rápidamente y sean más difícilmente percibidas. Dado que las fuentes de ruido (personas principalmente) no se pueden eliminar (campo sonoro directo), se obtendrá beneficio acústico eliminando el ruido reverberado que la sala acrecienta (campo sonoro secundario).

DESCRIPCIÓN DE LAS MEDICIONES

Se realizaron mediciones acústicas de tiempo de reverberación en sala vacía e incorporando los paneles de los que se disponía en ubicaciones estándar que no distorsionaran los resultados. Se utilizó una fuente de ruido impulsiva. Se realizaron 6 mediciones en cada una de las configuraciones de sala (vacía, panel melamina desnuda, panel S-DUO y panel SLIM).

Las mediciones se realizaron el día 29 de diciembre de 2014 en las instalaciones de JG GROUP con un sonómetro CESVA SC-310 de tipo 1 con su correspondiente homologación de modelo y verificaciones primitiva y periódicas. Las posiciones de micrófono estaban a más de 0,70 m de las paredes y superficies reflectantes.

La sala es de pequeño tamaño con un volumen de 44,4 m³ y un conjunto de superficies de 86,3 m² de diferentes materiales. Las paredes son de yeso enlucido y pintado rugoso (estucado). El suelo es firme de cemento pulido y acabado liso. El techo es de placas de yeso cuadradas fonoabsorbente con perfilera de aluminio portante. Las luminarias están integradas en el falso techo. En la sala hay dos armarios metálicos y tres mesas compuestas por patas metálicas y tableros lisos de 3,4 m². El ruido de fondo medio durante las mediciones se situó en LeqA=32,4 dBA.

RESULTADOS OBTENIDOS

El tiempo de reverberación según la fórmula de Sabine está relacionado con la absorción global de la sala de ensayo y el volumen de esta.

$$T_{60} = 0,163 \cdot \frac{V}{S_{eq}}$$

donde;

T_{60} : Tiempo de reverberación, para una frecuencia determinada, es el número de segundos que tarda en descender 60 dB el nivel medio de presión sonora en un local cerrado (originalmente en un estado estable) después de que la fuente ha cesado; en segundos. Se puede calcular a partir de decaimientos de 20 y 30 dB.

V : Volumen de la sala de ensayo, en nuestro caso el volumen de la zona de comedor y cocina, en m³.

S_{eq} : Área equivalente, absorción total del sonido en el recinto en sabinos métricos.

$$S_{eq} = \alpha \cdot A$$

donde;

S_{eq} : Área equivalente, absorción total del sonido en el recinto en sabinos métricos.

α : Índice de absorción, distinto para cada material, adimensional. $0 < \alpha < 1$.

A : Área de absorción, en m².

El tiempo de reverberación se mide por frecuencias en intervalos de tercio de octava y posteriormente se calcula en octavas completas. El rango de medida es de 20 Hz a 10 kHz, pero para estos parámetros es habitual utilizar de 50 Hz a 5 kHz. El tiempo de reverberación medio se calcula realizando el promedio de los tiempos de reverberación de las frecuencias centrales de las bandas de octava de 250, 500, 100 y 2000 Hz. Así, a partir de las medidas de tiempo de reverberación y el cálculo de superficies añadidas a la sala se puede establecer una relación de absorciones por frecuencia.

El tiempo de reverberación promedio medido en las diferentes configuraciones (sala vacía, panel melamina, panel S-DUO y panel SLIM) se muestran en la siguiente tabla.

Hz (1/3)	Sala vacía	Melamina	S-DUO	SLIM
	T60 (s)	T60 (s)	T60 (s)	T60 (s)
50	1,63	1,59	1,58	1,50
63	1,79	1,71	1,76	1,69
80	1,71	1,65	1,64	1,55
100	1,42	1,38	1,37	1,29
125	1,83	1,77	1,79	1,63
160	2,25	2,12	2,21	1,93
200	1,42	1,38	1,36	1,32
250	1,33	1,28	1,27	1,20
315	1,33	1,29	1,22	1,17
400	1,46	1,41	1,30	1,14
500	1,67	1,60	1,39	1,24
630	1,54	1,49	1,24	1,01
800	1,25	1,21	1,02	0,82
1000	1,08	1,05	0,89	0,74
1250	1,21	1,17	0,94	0,78
1600	1,21	1,17	0,94	0,77
2000	1,33	1,28	1,03	0,83
2500	1,38	1,32	1,04	0,81
3150	1,42	1,35	1,06	0,83
4000	1,42	1,36	1,06	0,84
5000	1,42	1,35	1,05	0,83

 Panel
RT60 (s)

Vacía	Melamina	S-DUO	SLIM
1,35	1,31	1,15	1,00

De la primera serie de datos de tiempos de reverberación se obtiene la superficie absorbente equivalente de la sala vacía.

Hz (1/3)	Sala S_{eq} Sala (m^2)
50	4,34
63	3,84
80	4,08
100	4,98
125	3,80
160	3,02
200	4,96
250	5,21
315	5,25
400	4,79
500	4,17
630	4,52
800	5,61
1000	6,50
1250	5,80
1600	5,79
2000	5,21
2500	5,02
3150	4,87
4000	4,89
5000	4,85

 Panel
S (m^2)

Melamina	S-DUO	SLIM
2,18	2,48	4,29

A partir de los valores obtenidos en las mediciones de tiempo de reverberación y las superficies introducidas en las siguientes mediciones se obtienen los valores de absorción acústica de los diferentes materiales en juego.

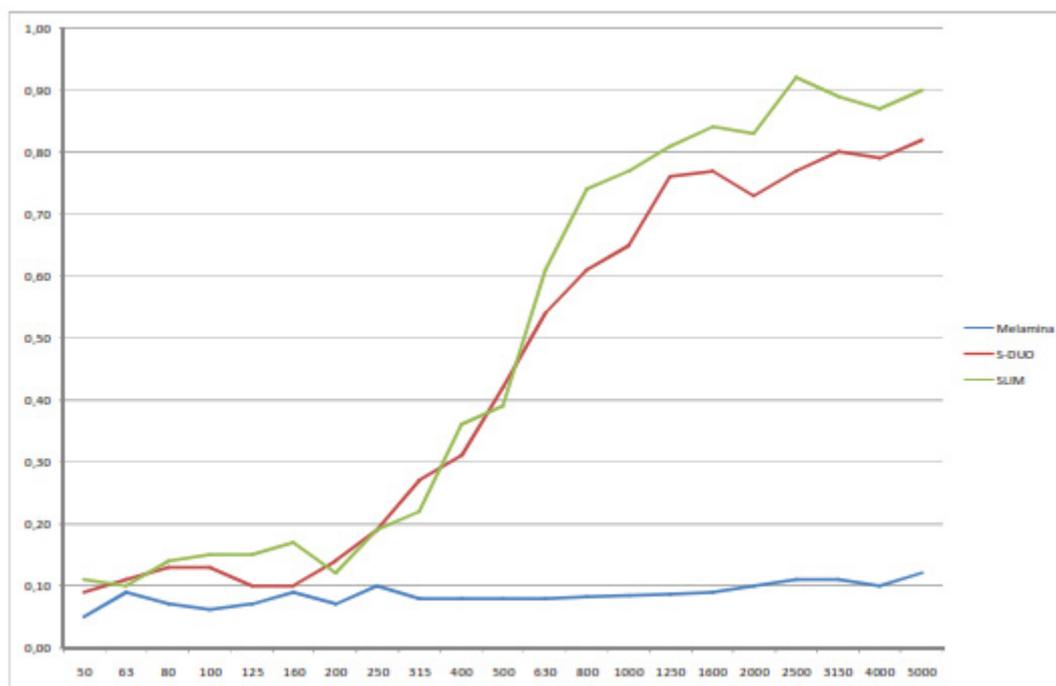
Los valores calculados de absorción acústica se presentan en la siguiente tabla.

Hz	α_i Melamina		α_i S-DUO		α_i SLIM	
	1/3	1/1	1/3	1/1	1/3	1/1
50	0,05	0,07	0,09	0,11	0,11	0,12
63	0,09		0,11		0,10	
80	0,07		0,13		0,14	
100	0,06	0,07	0,13	0,11	0,15	0,16
125	0,07		0,10		0,15	
160	0,09		0,10		0,17	
200	0,07	0,08	0,14	0,20	0,12	0,18
250	0,10		0,19		0,19	
315	0,08		0,27		0,22	
400	0,08	0,08	0,31	0,42	0,36	0,45
500	0,08		0,42		0,39	
630	0,08		0,54		0,61	
800	0,08	0,08	0,61	0,67	0,74	0,77
1000	0,09		0,65		0,77	
1250	0,09		0,76		0,81	
1600	0,09	0,10	0,77	0,76	0,84	0,86
2000	0,10		0,73		0,83	
2500	0,11		0,77		0,92	
3150	0,11	0,11	0,80	0,80	0,89	0,89
4000	0,10		0,79		0,87	
5000	0,12		0,82		0,90	

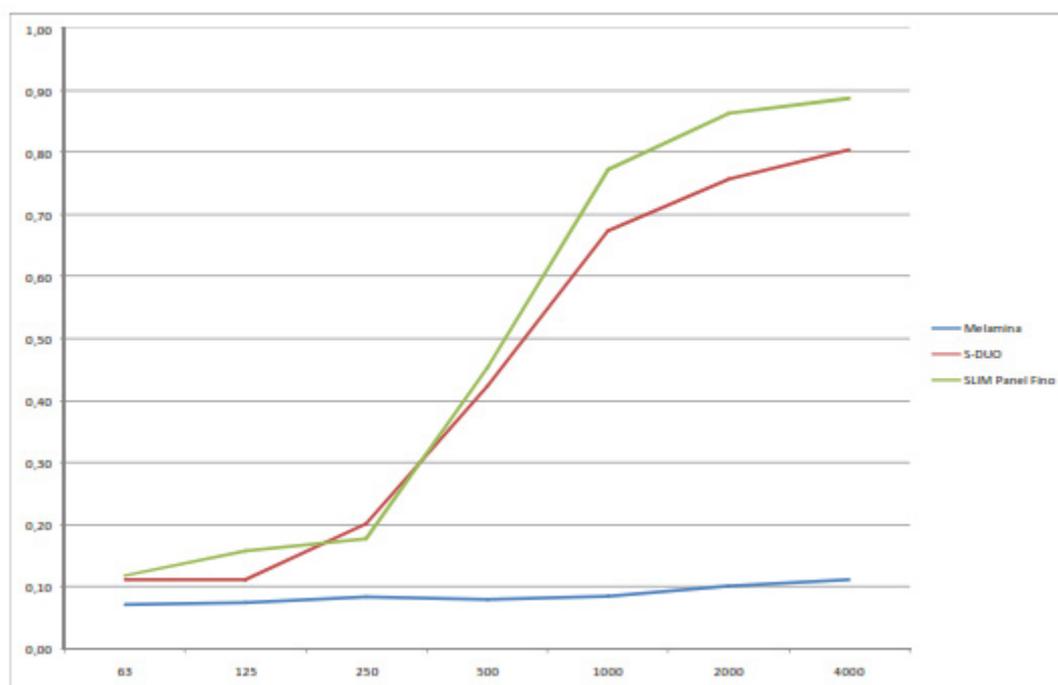
Los valores promedio de absorción global quedan de la siguiente forma:

Panel	Melamina	S-DUO	SLIM
α_i	0,09	0,51	0,57

En cuanto a la representación gráfica de estos valores se muestran a continuación, por bandas de 1/3 de octava.



por bandas de octava completa 1/1.



PROBLEMÁTICA ACÚSTICA EN OFICINAS. VALORACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS Y ARGUMENTARIO

Un elevado nivel de ruido así como un deficiente ambiente sonoro en los entornos laborales suponen un **riesgo psicosocial con un potencial de molestia elevado**. En los lugares de trabajo es recomendable un ambiente sonoro aceptable para minimizar errores, distracciones, interferencias en la comunicación o alteraciones psicológicas, si bien al final todos estos efectos se resumen en el grado de molestia que percibe el usuario (trabajador).

El nivel global de ruido en un espacio es la resultante del ruido que llega al receptor directamente desde las fuentes y el que llega después de haberse reflejado una o varias veces. A esta fracción del ruido se le denomina reverberación. La reverberación es menor en los locales con coeficientes de absorción elevados.

Es importante identificar las **fuentes de ruido** y tratar de minimizarlas. En entornos de oficina las fuentes principales pueden ser de diversa naturaleza: desde **equipos de trabajo** (teléfonos, fotocopiadora) e **instalaciones** (climatización) a ruidos intrínsecamente **humanos** (conversaciones, trasiego). A valorar también la aportación estructural de la construcción. Así, sobre el ruido generado por equipos e instalaciones se puede actuar en origen, escogiendo otras más silenciosas o modificando su ubicación. En el caso del ruido generado por las personas, difícilmente se podrá minimizar, así que se deberá **actuar sobre el medio de propagación y el local** (reducción del tiempo de reverberación, aumento de absorción acústica). Las últimas tendencias en oficinas se encaminan a espacios abiertos con grandes volúmenes y grandes superficies lisas y acristaladas. Estas características incrementan el **tiempo de reverberación** de las salas y pueden ser molestas para los ocupantes.

El grado de molestia generado por el ruido tiene una componente **subjetiva** muy importante. Los mismos niveles de ruido y el mismo tiempo de reverberación son percibidos de forma muy diferente por diferentes personas. La tonalidad, la duración, la impulsividad del ruido son algunas características que pueden modificar la aceptación de un ruido presente.

El espectro audible es desde 20 Hz a 20 kHz. La máxima sensibilidad se produce entre las frecuencias de 500 Hz a 4 kHz. Se divide el **espectro frecuencial** en tres tramos según: bajas (<400Hz; graves), medias (400 Hz < f < 2000 Hz) y altas frecuencias (>2000 Hz; agudos). Los tonos puros, compuestos por una frecuencia marcadamente audible son notablemente molestos. Las frecuencias bajas (zumbidos) son difíciles de atenuar ya que requieren grandes espesores de material. Las frecuencias altas (pitidos) son más fáciles de atajar, aunque sean más audibles, dado que su longitud de onda es más corta y las necesidades de material inferiores.

Cuanto mayor sea la inteligibilidad de un sonido y más información aporte, mayor será el grado de **interferencia y molestia**. Igualmente, cuanto mayor concentración requiera una tarea más molesto será un ruido no deseado; es por tanto en estas situaciones en las que la intervención acústica es más valorada.

Existen varios **criterios de valoración** del ambiente sonoro en oficina. Las recomendaciones institucionales hablan de limitar la exposición de niveles equivalentes ($L_{Aeq, 8h}$) de ruido según, en dBA:

Administrativo y de oficinas	Despachos profesional.	40
	Oficinas	45
	Zonas comunes	50

En aquellos locales con ruidos inherentes (ruido de fondo) estables se pueden usar las curvas NR (Noise Rating). Estas curvas tienen en cuenta la percepción frecuencial de las personas.

Oficinas mecanizadas	50-55
Gimnasios, salas de deporte, piscinas	40-50
Restaurantes, bares y cafeterías	35-45
Despachos, bibliotecas, salas de justicia	30-40

Un estudio sobre insatisfacción por el ruido de oficinas realizado por B.Hay y M.F. Kemp establece un parámetro llamado IRO, Índice de Ruido en Oficinas, y valora el porcentaje de personas insatisfechas con el ambiente sonoro en función de los niveles y su dispersión. Como es de esperar, a mayor nivel y mayor variabilidad, la molestia aumenta.

En cuanto al **tiempo de reverberación** la recomendación es que para oficinas no se superen los siguientes valores, en segundos.

Administrativo y de oficinas	Despachos	≤ 1
	Oficinas	≤ 1
	Zonas comunes	≤ 1,5

En cualquier caso, estos valores generales hay que afinarlos para cada entorno y cada tarea, pero una primera aproximación no debería superar estos valores.

Los niveles sonoros interiores de un local se pueden reducir ligeramente (en la práctica no más de 3 dB dependiendo de la sala y el tiempo de reverberación inicial) introduciendo material absorbente en la sala y **reduciendo el campo sonoro reverberado**.

$$\Delta L = 10 \cdot \log \frac{T_o}{T_f}$$

donde;

ΔL : Mejora del nivel sonoro, de decibelios.

T_o : Tiempo de reverberación inicial.

T_f : Tiempo de reverberación final.

A partir de los resultados obtenidos de absorción acústica y en comparación con los paneles de melamina desnudos se pueden extraer algunas conclusiones.

En **frecuencias bajas** el comportamiento es muy similar, superior en general, pero no se puede decir que ninguno de los dos paneles es un buen absorbente.

En **frecuencias medias** la estructura y el recubrimiento de fieltro mejora las prestaciones de ambos paneles respecto al material sin recubrimiento. Ambos paneles se comportan de forma parecida, con algunas diferencias en la pendiente de la gráfica. El panel SLIM se distancia con valores algo superiores en las frecuencias de 800 a 1250 Hz. Las **prestaciones** en este tramo son **medias-altas (0,5 < α < 0,8)**.

En **frecuencias altas** la absorción es muy superior a la de los paneles sin recubrimiento y se mantienen las diferencias entre el panel S-DUO y SLIM. Se comportan muy bien por encima de 2000 Hz con **valores de absorción altos (α > 0,80)**.

Los productos específicos para tratamiento de absorción acústica (techos absorbentes, baffles, tratamientos especiales) acostumbran a tener valores de absorción a partir de 500 Hz por encima de 0,80 y a partir de 2000 Hz por encima de 0,95; con valores medios superiores a $\alpha = 0,65$. A tener en cuenta que los montajes de estos materiales tienen mucha influencia (distancia a forjado, paredes...) y tan solo los baffles suspendidos son comparables, aunque la suspensión no es equivalente a los apoyos de los paneles en las mesas.

La norma UNE-EN ISO 11654 establece una **clasificación de características de absorción**; si bien no es estrictamente aplicable ya que trata de materiales de construcción. Se realiza una comparación entre la curva de coeficiente de absorción sonora práctico y la curva de referencia. Así, el coeficiente de absorción sonora ponderado α para ambos paneles queda en 0,4 (M)(H). La notación **(M)(H)** hace referencia a que el comportamiento a medias y alta frecuencias excede la curva de referencia (buen comportamiento). Con este valor se clasificaría el material como **clase D - Absorbente**.

La clasificación completa es la siguiente:

Valor - α_{wp}	Clase de absorción acústica (según EN ISO 11654)	Clase de absorción (según VDI 3755/2000)
0,90; 0,95; 1,00	A	extremadamente absorbente
0,80; 0,85	B	extremadamente absorbente
0,60; 0,65; 0,70; 0,75	C	muy absorbente
0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55	D	absorbente
0,15; 0,20; 0,25	E	poco absorbente
0,05; 0,10	sin clasificar	reflectante

Nota: los parámetros α_{wp} , α_m y α_i no representan lo mismo.

Los materiales absorbentes sirven para minimizar el nivel de ruidos. Aunque la absorción no debe ser excesiva, ya que si no, el oyente tiene que hacer un gran esfuerzo para comprender. Si la sala es demasiado clara debido a la poca absorción, disminuye la comprensión a causa de la molesta reflexión acústica. Los interlocutores están obligados a elevar el tono de voz para poder hacerse entender. El ruido de fondo aumenta notablemente, así como también todos los efectos negativos derivados de una mala audición.

La gama de separadores para mesas de oficina puede contribuir a **reducir de forma sensible los niveles de ruido** subyacente y el **tiempo de reverberación** en el espacio, así como mejorar la inteligibilidad de las conversaciones. Proporcionan absorción adecuada en las **frecuencias medias y altas**, las más presentes en entornos de oficina. La configuración de los paneles S-DUO mantiene las caras del borde con material reflectante, si bien los remates de los paneles SLIM hace que no se pierda superficie absorbente.

Subjetivamente, la incorporación de elementos con características acústicas, independientemente de las mejoras reales aportadas, es percibida por los usuarios de forma **muy positiva**, como una medida bienintencionada por parte de la empresa y con sensación inmediata de mejora del ambiente sonoro.

En la comparación frente a los separadores de melamina las ventajas son claras para las gamas estudiadas: Aportación de material absorbente de **buen comportamiento a medias y altas frecuencias** (precisamente las más presentes en las fuentes previsibles en una oficina y aquellas que más molestan); No incorporan superficies reflectantes añadidas (un panel de melamina tiene una contribución nula a mejorar el ambiente sonoro); Posibilidad de incorporar material absorbente **sin realización de obras**, cerramientos o coberturas (las actuaciones habituales son incorporar techos absorbentes, reducir volúmenes o cubrir paramentos reflectantes).

En el aspecto estrictamente acústico, no hay diferencias apreciables en el sistema de montaje en la mesa, sobre ella o adosada al borde.

Marcos Izquierdo Vallejo
Ingeniero Industrial
COEIC #14.603

ANEXO: FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS

