

# Modelos para la Pérdida por Transmisión Sonora - Panel Doble

Prof. Ing. Andrés Barrera A.

# 1.- Panel Doble

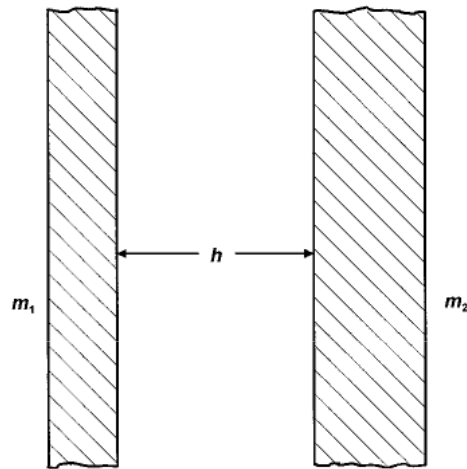


FIGURE 12.6. A double-panel partition.

## 1.1.- Características.

- Dos paneles simples separados por una cámara de aire, sin interconexión mecánica entre sí.
- Factores: ancho de la cámara de aire, densidades superficiales de ambas placas simples.

Fuente: RAICHEL (2006), “The Science and Applications of Acoustics”

# 1.- Panel Doble

## 1.2 Resonancia Mecánica en Baja Frecuencia.

- Analogía: sistema masa-resorte-masa.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_{aire}}{M}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_{aire}}{\frac{1}{\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}}}}$$

Frecuencia de resonancia masa-aire-masa  
del panel doble

$$f_{m-a-m} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho_0(\rho_{S1} + \rho_{S2})}{d\rho_{S1}\rho_{S2}}}$$

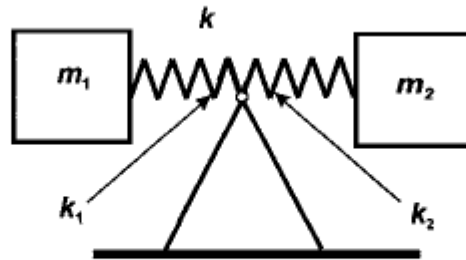


FIGURE 12.7. Spring-mass analogy of the double-panel partition of Figure 12.6.

Fuente: RAICHEL (2006), “The Science and Applications of Acoustics”

## 2.- Importante!

- Los paneles dobles deben diseñarse talque la frecuencia de resonancia masa-aire-masa sea lo más baja posible.
- Es común que las placas sean del mismo material, pero de distinto espesor.

### 3.- Ejemplo

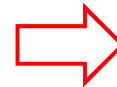
- Diseñar un panel doble con placas volcanita (densidad  $760 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ ) tal que la frecuencia de resonancia masa-aire-masa sea menor a  $100\text{[Hz]}$

## 4.- Cavity de Aire Interior

- Cámara de ancho  $d$  -> M.N.V. del aire encerrado.
- Ondas estacionarias del aire al interior disminuyen el valor del TL en las frecuencias de resonancia de la cámara.
- Solución: Relleno de material absorbente acústico del tipo fibroso (lana de vidrio / mineral)

Espesor lana de vidrio

$$\frac{3}{4}d < e_{LANA} < d$$



Modo axial más bajo

$$f_1 = \frac{c}{2d}$$

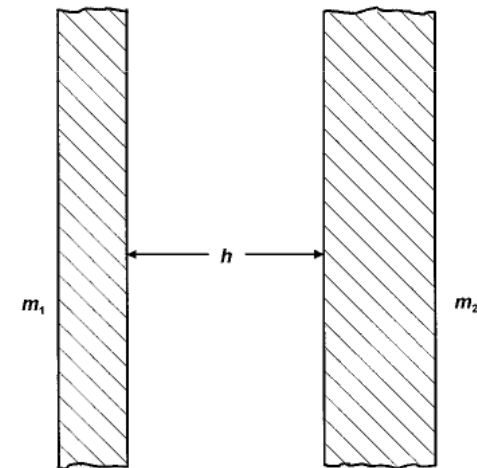


FIGURE 12.6. A double-panel partition.

## 5.- Modelo de Sharp (1978) para paneles dobles (sin conexión mecánica)

$$TL_{FIELD} = \begin{cases} TL_M & f \leq f_0 \\ TL_1 + TL_2 + 20 \log(df) - 29 & f_0 < f < f_L \\ TL_1 + TL_2 + 6 & f > f_L \end{cases}$$

Donde TLM, TL1 y TL2 son los valores de TL del panel simple calculados con ley de masa para la suma de las densidades superficiales (M), y para los paneles simples 1 y 2, calculados independientemente.

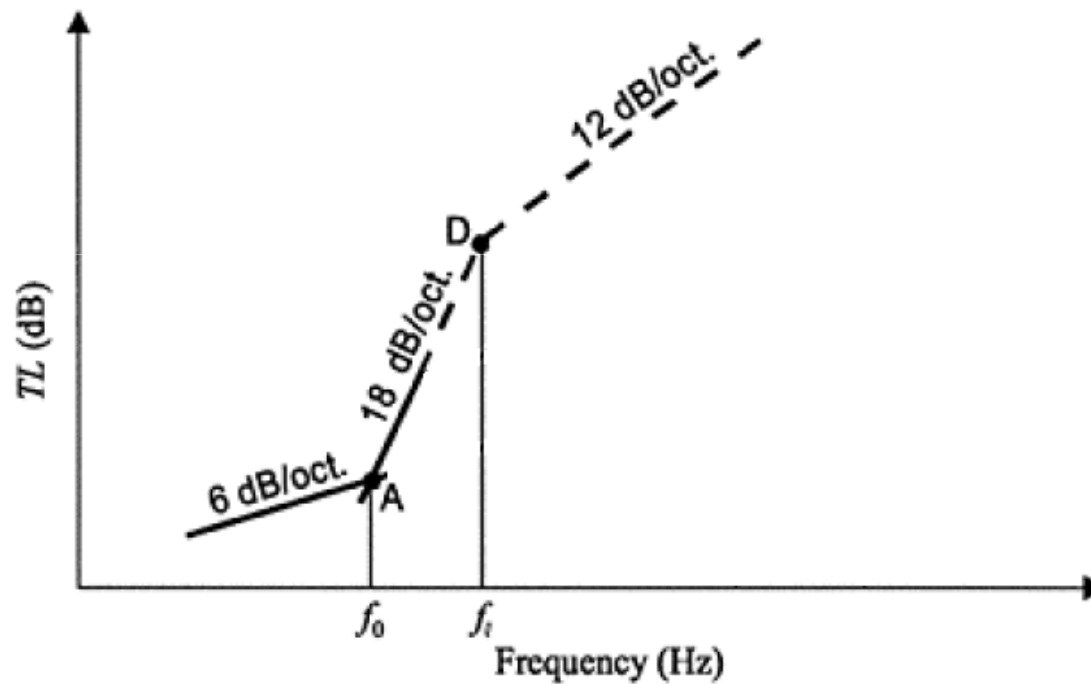
$$\begin{array}{ll} \text{Frecuencia de} & f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{1.8\rho_0(\rho_{S1} + \rho_{S2})}{d\rho_{S1}\rho_{S2}}} \\ \text{resonancia masa-} & \\ \text{aire-masa} & \end{array} \qquad \begin{array}{ll} f_L = \frac{c}{2\pi d} & \text{Frecuencia} \\ & \text{límite} \end{array}$$

Fuente: BIES (2003), “Engineering Noise Control”

## LEY DE MASA

Recordar: Modelo de Sharp (1973)  
para un Panel Simple (BIES, 2003)

$$TL_{FIELD} = 20 \log \left[ \frac{\pi f \rho_s}{\rho_0 c} \right] - 5.5$$

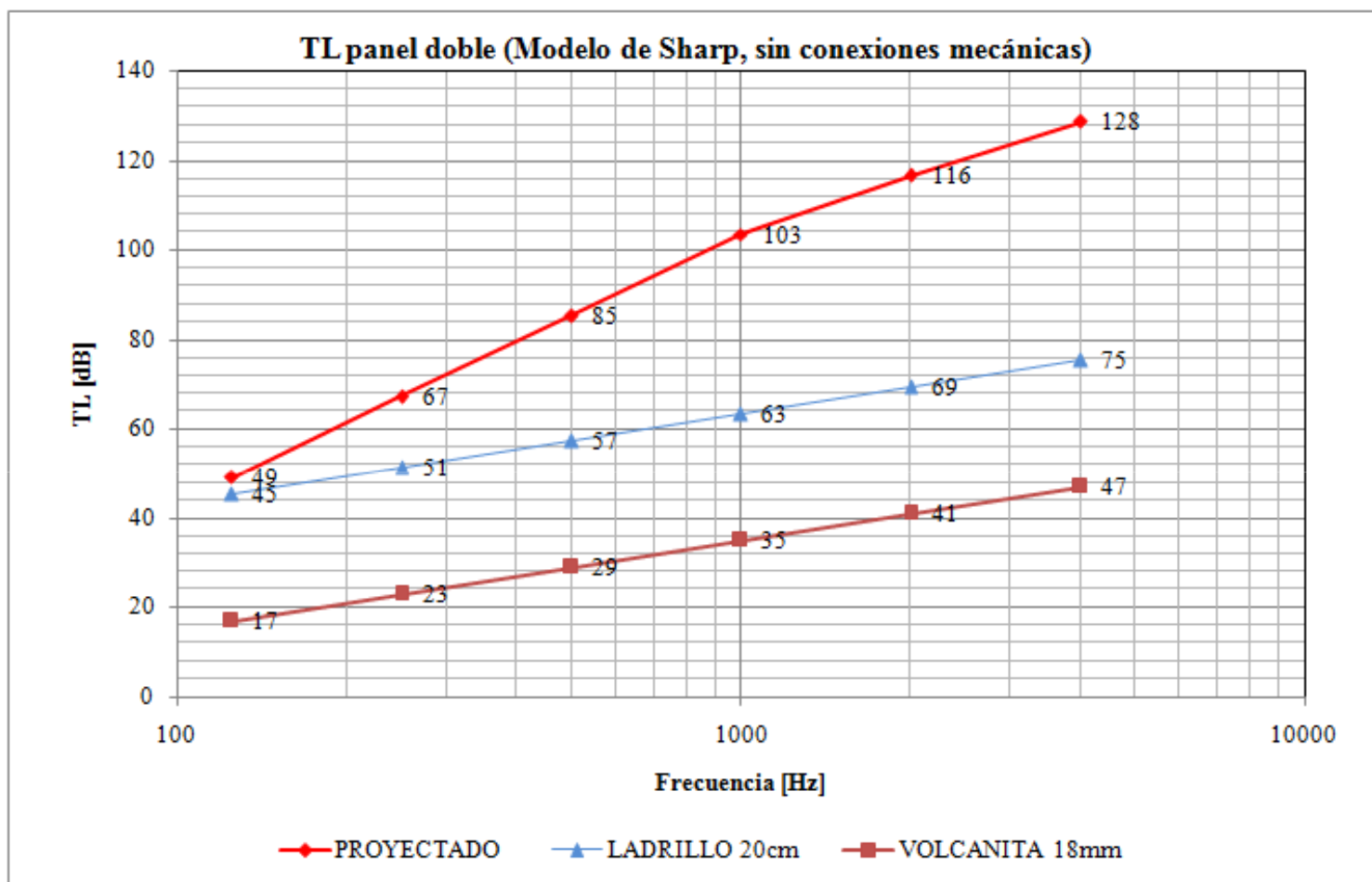


Fuente: BIES (2003), “Engineering Noise Control”

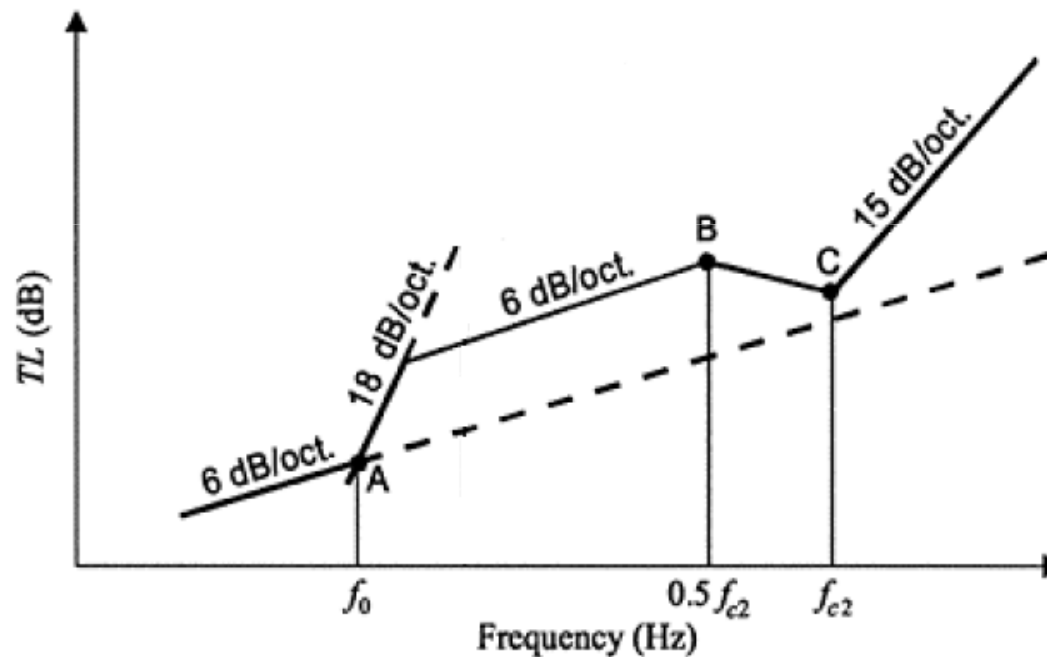


## Ejemplo

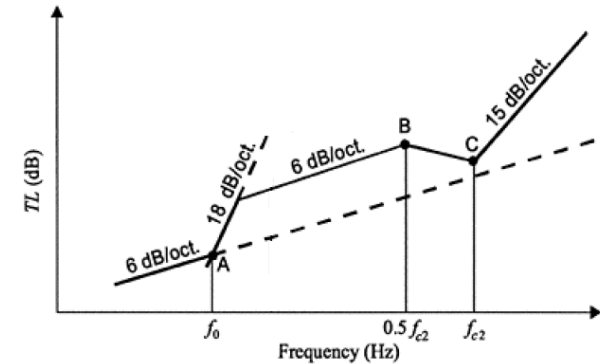
- Estimar la pérdida por transmisión sonora (entre 125Hz y 4kHz por bandas de octava) asociada al construir un panel doble para reforzar un muro de ladrillo de 20 [cm] de espesor. La cámara tendrá 5 [cm] de ancho, y la placa simple agregada será volcanita de 18 [mm] de espesor.
- Considerar: para el ladrillo:  $E = 16.2 \times 10^9$  [Pa],  $\rho = 1800$ [kg/m<sup>3</sup>],  $\eta = 0.01$ ; para la volcanita  $E = 2 \times 10^9$  [Pa],  $\rho = 760$ [kg/m<sup>3</sup>],  $\eta = 0.03$



## 6.- Modelo de Sharp (1973) para Paneles Dobles con conexiones mecánicas (BIES, 2003)



- **IMPORTANTE!**  $f_{C1} \leq f_{C2}$   
 Considerar que, el subíndice 1 es de aquél panel simple que posee la menor frecuencia crítica.



**Punto A.**

$$f_0 = 80 \sqrt{\frac{(\rho_{S1} + \rho_{S2})}{d\rho_{S1}\rho_{S2}}}$$

$$TL_A = 20 \log(\rho_{S1} + \rho_{S2}) + 20 \log f_0 - 48$$

**Punto B.** Depende del tipo de conexión (línea-línea,, punto-punto, línea-punto)

Para conexión línea-línea, con pies derechos separados a b [m]

$$0.5 f_{C2}$$

$$TL_B = \text{mayor}(TL_{B1}, TL_{B2})$$

$$TL_{B1} = TL_A + 20 \log \left( \frac{f_{C1}}{f_0} \right) - 6$$

$$TL_{B2} = 20 \log(\rho_{S1}) + 10 \log(b) + 30 \log(f_{C2}) + 20 \log \left[ 1 + \frac{\rho_{S2} f_{C1}^{1/2}}{\rho_{S1} f_{C2}^{1/2}} \right] - 78$$

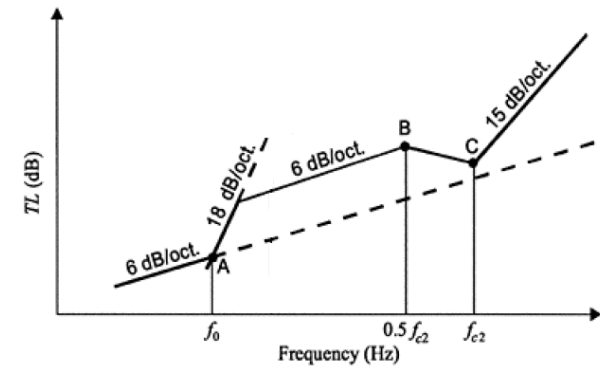
- **IMPORTANT!**  $f_{C1} \leq f_{C2}$   
 Considerar que, el subíndice 1 es de aquél panel simple que posee la menor frecuencia crítica.

**Punto C.**

$$f_{C2}$$

$$i) f_{C1} \neq f_{C2} \Rightarrow TL_C = TL_B + 10 \log \eta_2 + 6$$

$$ii) f_{C1} = f_{C2} \Rightarrow TL_C = TL_B + 10 \log \eta_2 + 5 \log \eta_1 + 6$$

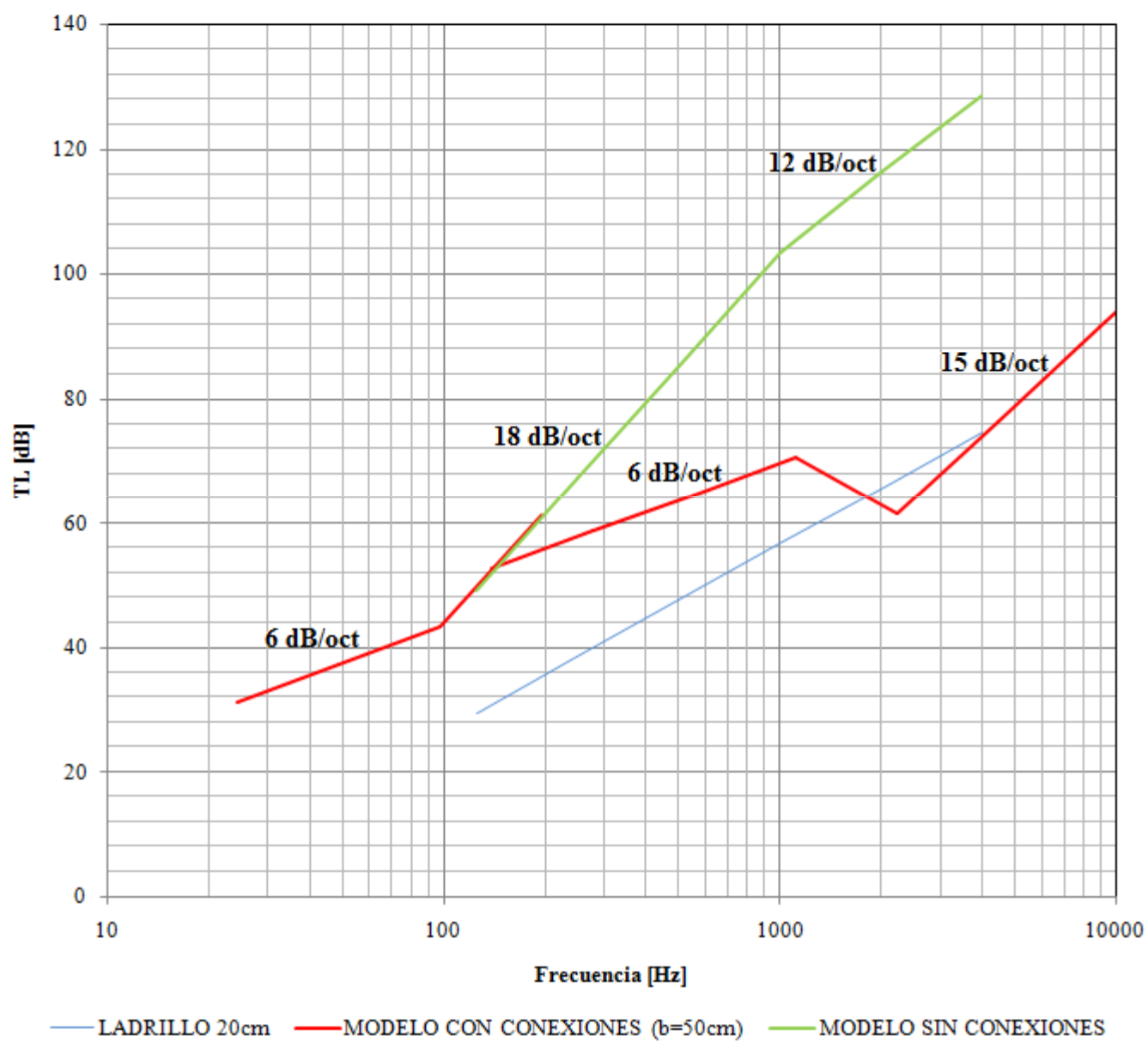


Panel Doble

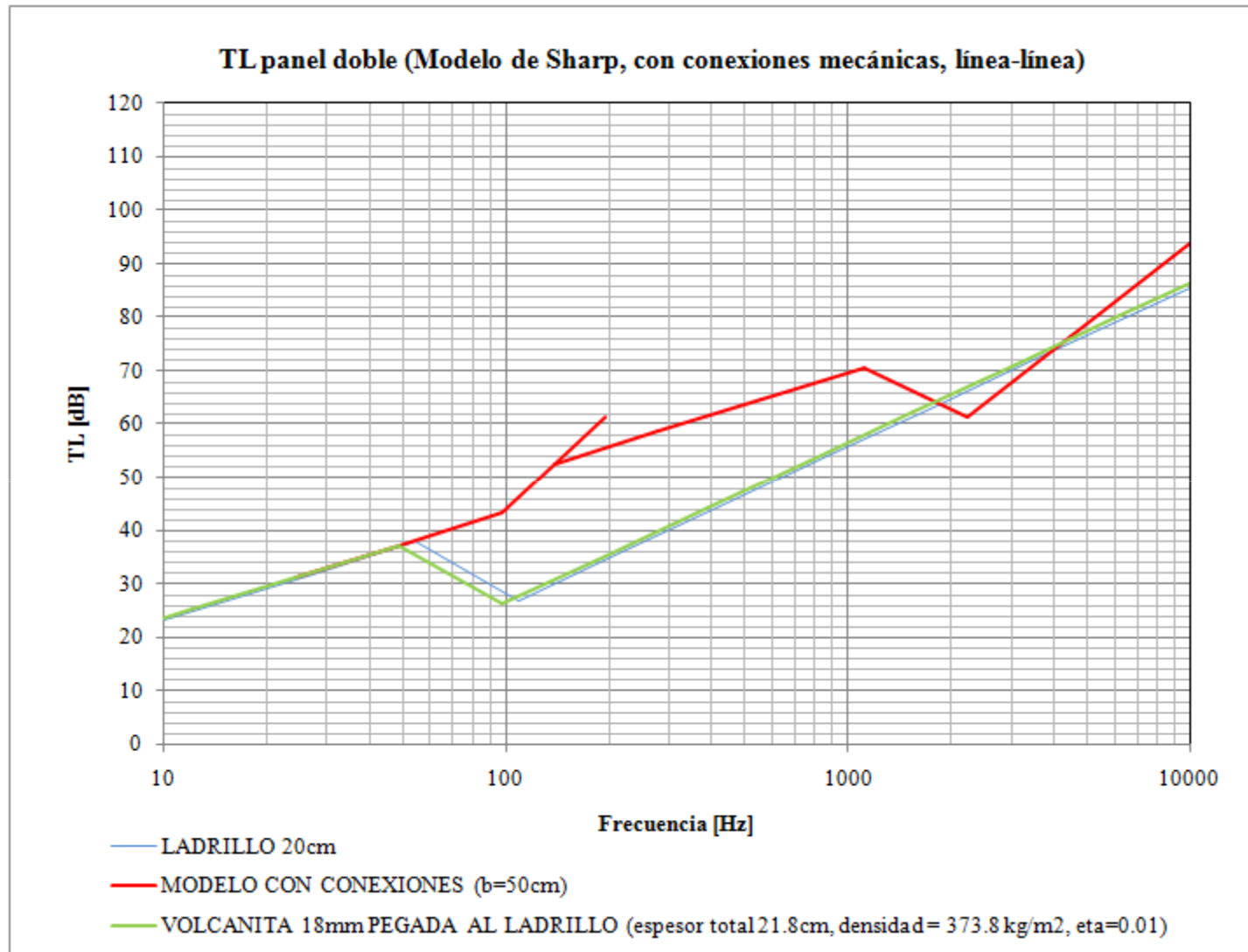
## Ejemplo

- Estimar la pérdida por transmisión sonora (entre 125Hz y 4kHz por bandas de octava) asociada al construir un panel doble para reforzar un muro de ladrillo de 20 [cm] de espesor. La cámara tendrá 5 [cm] de ancho, y la placa simple agregada será volcanita de 18 [mm] de espesor. Los pies derechos para la instalación del panel están a una distancia de 50 [cm].
- Considerar: para el ladrillo:  $E = 16.2 \times 10^9$  [Pa],  $\rho = 1800$ [kg/m<sup>3</sup>],  $\eta = 0.01$ ; para la volcanita  $E = 2 \times 10^9$  [Pa],  $\rho = 760$ [kg/m<sup>3</sup>],  $\eta = 0.03$

**TL panel doble (Modelo de Sharp, con conexiones mecánicas, línea-línea)**



## ¿Pegar la volcanita al ladrillo?



Panel Doble



# Modelos para la Pérdida por Transmisión Sonora - Panel Doble

Prof. Ing. Andrés Barrera A.