

EQUIPOS ELECTRÓNICOS**Práctico / Tema: 16****Práctico: EJERCICIOS DE ELECTROACÚSTICA****1. Conversiones:**

- a) Cuantos dBμ son 525 μV (54,4 dBμ)
- b) Cuantos dBm son 0,5 W (~ 27 dBm)
- c) Cuantos dBμ son 0,25 mV (~ 48 dBμ)
- d) Cuantos μV son 25 dBμ (17,78 dBμ)
- e) Cuantos mW son 10 dBm (10 dBm)

2. Calcula la presión acústica, en pascales, que correspondería a 90 dB de nivel de presión sonora.

$$SPL = 20 \log \cdot \frac{P}{20 \mu Pa}, \text{ luego;}$$

$$90 = 20 \log \cdot \frac{P}{20 \mu Pa} \rightarrow \frac{90}{20} = \log \cdot \frac{P}{20 \mu Pa}$$

Aplicando antilogaritmo queda:

$$P = \left(\text{ant log} \cdot \frac{90}{20} \right) 20 \mu Pa = (\text{ant log } 4,5) \cdot 20 \times 10^{-6} = 0,63 Pa$$

3. La presión sonora que el comercial nos marca en una bocina exponencial es de 90 dB. ¿Qué potencia habría que aplicarle para obtener una presión sonora de 110 dB?.

$$\Delta SPL = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \quad P_1 = 1W; \quad \Delta SPL = 110 - 90 = 20dB$$

$$\text{Aplicando antilogaritmo:} \quad P_2 = \text{ant log} \frac{20}{10} = 100W$$

4. Un altavoz exponencial tiene marcado por el fabricante la siguiente sensibilidad: 122 dB (1W/ 1mtr.). ¿Qué SPL (Nivel de Presión Sonora) obtendremos a 40 mtrs. de distancia si lo alimentamos con 30 W?.

$$SPL(dB) = SPL(1W / 1m) - 20 \log D + 10 \log P$$

$$SPL = 122 - 20 \log 40 + 10 \log 30 = 104,73dB$$

5. En un oído normal el umbral de audición es 0 dB cuando la potencia es de 10^{-12} W, es decir, es lo que menos puede oír. Si aumentamos la frecuencia de ese sonido conseguiremos que se

produzca dolor a unos 120 dB. ¿Qué potencia tendremos con ese nivel?

(NPS = Nivel de **P**otencia **S**onora)

$$NPS = 10 \log \frac{W}{W_o} \text{ donde } W_o = 10^{-12} \quad ; \text{ así pues, aplicando antilogaritmo;}$$

$$W = \left(\text{ant log} \frac{NPS}{10} \right) \cdot W_o = \left(\text{ant log} \frac{120}{10} \right) \times 10^{-12} = 1W$$

6. Si 1 W en el oído produce 120 dB, ¿Cuántos dB producirá un vatio a, por ejemplo, 1 metro de distancia?

La intensidad producida por 1 W/1 mtr. es: (área de una esfera $A = 4 \cdot \pi \cdot r^2$)

$$I = \frac{W}{A} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{1}{4 \times \pi \times 1} = 0,08 W/m^2$$

$$dB = 10 \log \frac{0,08}{W_o} = 10 \log \frac{0,08}{10^{-12}} = 109dB$$

7. En un local con un nivel de 68 dB se quiere disponer de un equipo de aire acondicionado con un nivel de sonido de 73 dB. ¿Cuál será el nivel resultante?

$$W_1 = \left(\text{ant log} \frac{NPS}{10} \right) \cdot W_o = \left(\text{ant log} \frac{68}{10} \right) \times 10^{-12} = 6,3 \times 10^{-6} W$$

$$W_2 = \left(\text{ant log} \frac{NPS}{10} \right) \cdot W_o = \left(\text{ant log} \frac{73}{10} \right) \times 10^{-12} = 1,99 \times 10^{-5} W$$

$$W = W_1 + W_2 = 2,6 \times 10^{-5}$$

$$NPS = 10 \log \frac{2,6 \times 10^{-5}}{10^{-12}} \approx 74dB$$

8. Realizar el cálculo del número de altavoces en el techo de un local (cálculo comercial y NTE) con los siguientes datos:

Dimensiones del local		Composición	
Longitud (mtrs.)	25	Techo	
Anchura (mtrs.)	16	Paredes	
Altura (mtrs.)	3	Suelo	
Ángulo cobertura altavoz $\alpha=90^\circ$		Altura del oído	1,2 m

Representa, en esquema, el criterio de distribución

9. Cálculo del tiempo de reverberación

Procedimiento:

Coeficientes de absorción típicos		elruido.com "tabla 4.1"							
Material	Espesor mm	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Ladrillo visto		0.05	0.04	0.05	0.03	0.04	0.06	0.05	0.05
Hormigón		0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
Mármol		0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Enlucido yeso		0.04	0.04	0.06	0.06	0.08	0.05	0.06	0.06
Vidrio		0.08	0.17	0.07	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
Cortinas típicas		0.05	0.07	0.15	0.40	0.45	0.50	0.55	0.40
Lana de roca	25 0.05	0.10	0.40	0.65	0.70	0.75	0.80	0.75	
	50 0.10	0.15	0.45	0.65	0.75	0.80	0.80	0.80	
	100	0.25	0.40	0.65	0.80	0.85	0.85	0.90	0.85
Espuma poliuretano	25 0.10	0.15	0.25	0.55	0.75	0.80	0.90	0.90	
	50 0.15	0.20	0.50	0.75	0.95	0.90	0.90	0.90	
Techos escayola		0.20	0.20	0.15	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05
Moqueta		0.10	0.10	0.20	0.25	0.35	0.30	0.30	0.30
Suelos plásticos		0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.05	0.50	0.05
Techos acústicos pesados		-	-	-	-	-	-	-	-
Techos		0.05	0.10	0.30	0.55	0.60	0.60	0.45	0.40
Techos acústicos separados		-	-	-	-	-	-	-	-
Techo		0.20	0.35	0.50	0.70	0.70	0.80	0.75	0.70
Persona sentada		0.15	0.20	0.35	0.45	0.45	0.50	0.45	0.35
Asiento vacío		0.05	0.10	0.10	0.20	0.20	0.25	0.25	0.20

1. Determinación de los materiales y cálculo de la superficie de los mismos.

- Determinar la superficie de cada uno de los materiales que componen la textura interior de las paredes, techo y suelo.
- Si existen butacas y personas que puedan estar en el interior, igualmente determinarlos.

2. Determinación de los coeficientes de absorción.

– Conocidas las superficies y textura de los materiales, proceder a determinar los coeficientes de absorción de cada uno de ellos.

3. Cálculo de las unidades totales de absorción.

– Se obtiene sumando los productos de resultantes de multiplicar cada superficie por el coeficiente de absorción correspondiente (para cada frecuencia existe un valor total de unidades de absorción).

4. Determinación del tiempo de reverberación.

– Se establecerá para las siguientes frecuencias: 125, 250, 500, 1000, 2000 y 4000 Hz, con la siguiente fórmula:

$$TR_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{\sum a \cdot S};$$

Donde:

V = Volumen del local

S = Superficie

a = Coeficiente de absorción.

5. Determinación del tiempo óptimo de reverberación

– En función del uso del local:

– Como regla general para la palabra se precisa una potencia suficiente y un tiempo de reverberación mínimo; comprendido entre 0,8 y 1,6 sg.

– Para la música la reverberación y la difusión del sonido confieren una plenitud de tono que mejora la audición, aproximadamente 2 sg.

6. Ajuste del tiempo de reverberación real al óptimo mediante la modificación de los coeficientes de absorción.

Ejemplo de cálculo:

Dimensiones del local		Composición	
Longitud (mtrs.)	25	Techo	Escayola
Anchura (mtrs.)	13	Paredes	Ladrillo visto
Altura (mtrs.)	3	Suelo	Plástico
		Capacidad pers/ sent.	70

Cálculo de las unidades de absorción:

Coeficiente de absorción por frecuencias (Hz)
--

Tipo de superficie	Material	Superficie (m2)	125	250	500	1000	2000	4000
TECHO	ESCAAYOLA	325	0,20	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05
PAREDES	LADRILLO	76	0,04	0,05	0,03	0,04	0,06	0,05
SUELO	PLÁSTICO	325	0,05	0,10	0,10	0,10	0,05	0,50
AFORO	PERSONAS	70	0,20	0,35	0,45	0,45	0,50	0,45

Superficie x coeficiente de absorción =	65	48,75	32,5	16,25	16,25	16,25
	3,04	3,8	2,28	3,04	4,56	3,8
	16,25	32,5	32,5	32,5	16,25	162,5
	14	24,5	31,5	31,5	35	31,5
Totales =	98,29	109,55	98,78	83,29	72,06	214,05

Aplicando la fórmula $TR_{60} = \frac{0,161 \cdot V}{\sum a \cdot S}$, los valores obtenidos serán:

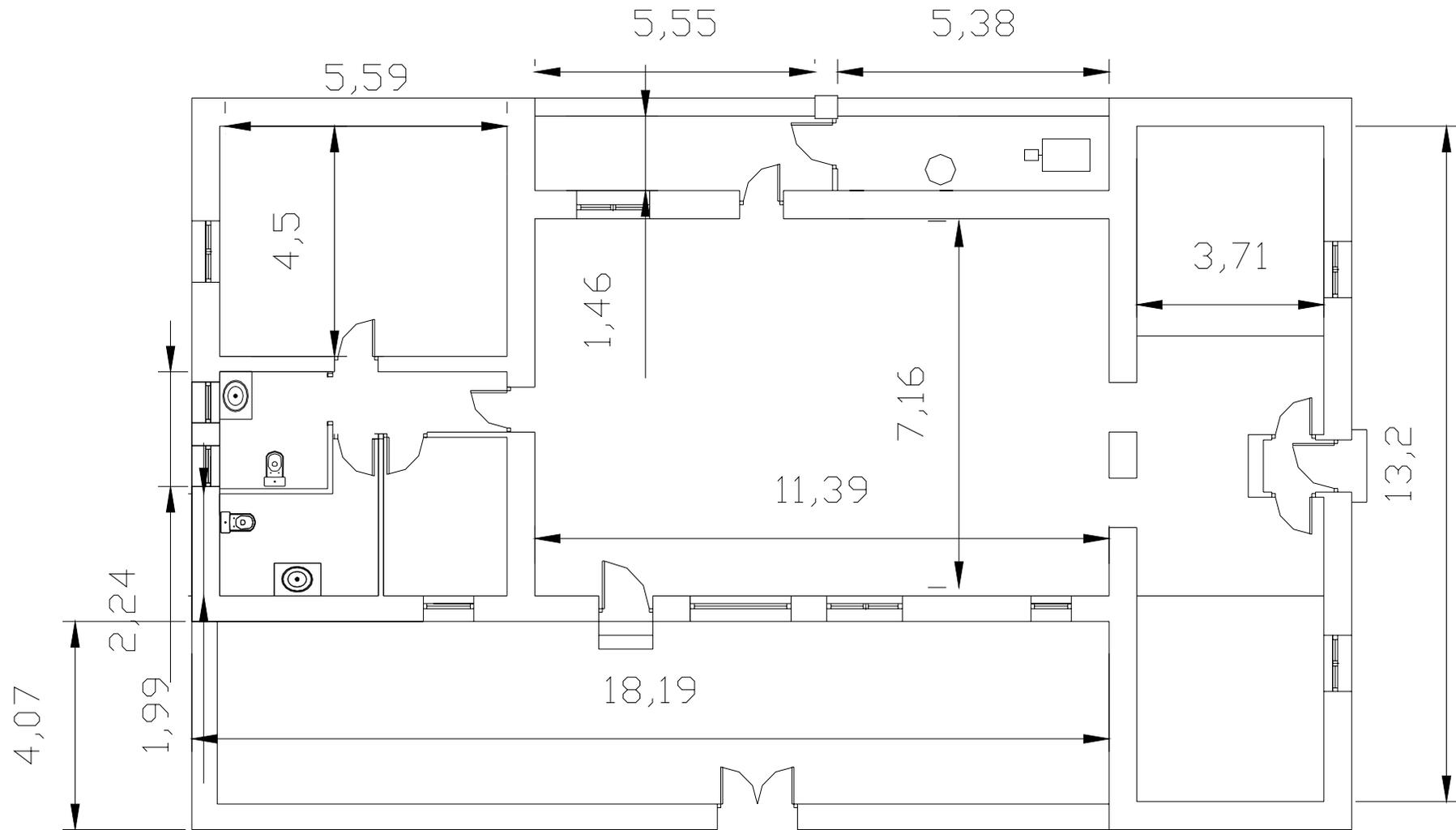
Tiempo de reverberación reales =	1,60	1,43	1,59	1,88	2,18	0,73
---	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Como se puede comprobar, si el local está destinado a música cumpliría los tiempos. En caso de no haberlos cumplido, se debería ajustar techos, paredes con material más absorbente y reducir el TR_{60} .

- 10. Según el siguiente esquema, configurar y calcular la instalación de sonido del local teniendo en cuenta el tiempo de reverberación (sólo la sala principal), potencia de amplificación, nº de altavoces, colocación y altura de los mismos y sección de conductores. Se utilizará el criterio de cálculo comercial.**

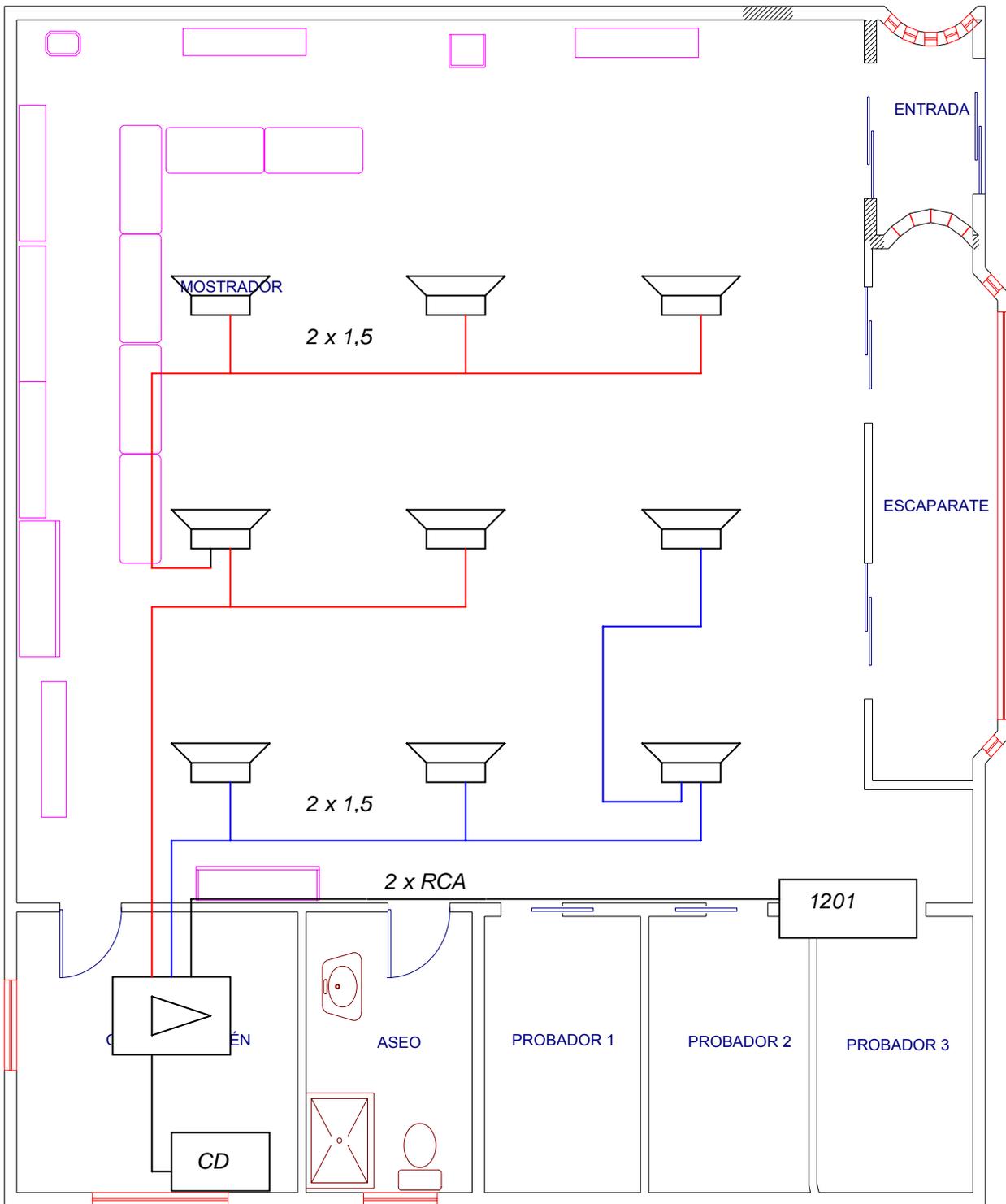
La sala principal es para refuerzo de palabra y música ambiental. Se considerará una ocupación máxima de 50 personas sentadas.

Dimensiones del local		Composición	
Longitud (mtrs.)		Techo	Enlucido
Anchura (mtrs.)		Paredes	Hormigón
Altura (mtrs.)		Suelo	Plástico
		Capacidad pers/ sent.	50



E. 1:10

EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN EN UN LOCAL



EJEMPLO DE CÁLCULO DE SONORIZACION DE LOCAL POR EL METODO "COMERCIAL"

Superficie del área central = $10 \times 10 = 100m^2$
 Volumen de la zona central = $100 \times 3 = 300m^3$

$$n = \frac{S}{4[(h_t - h_o) \cdot \text{tg}(\alpha/2)]^2} = \frac{100}{4\left((3 - 1,6) \cdot \text{tag} \frac{90}{2}\right)^2} = 12,7 \text{ altavoces}$$

Se colocarán 12

Separación entre altavoces (máxima distancia entre altavoces) $S_A = \frac{h - 1,6}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{3 - 1,6}{\cos 45} = 2m$

de separación

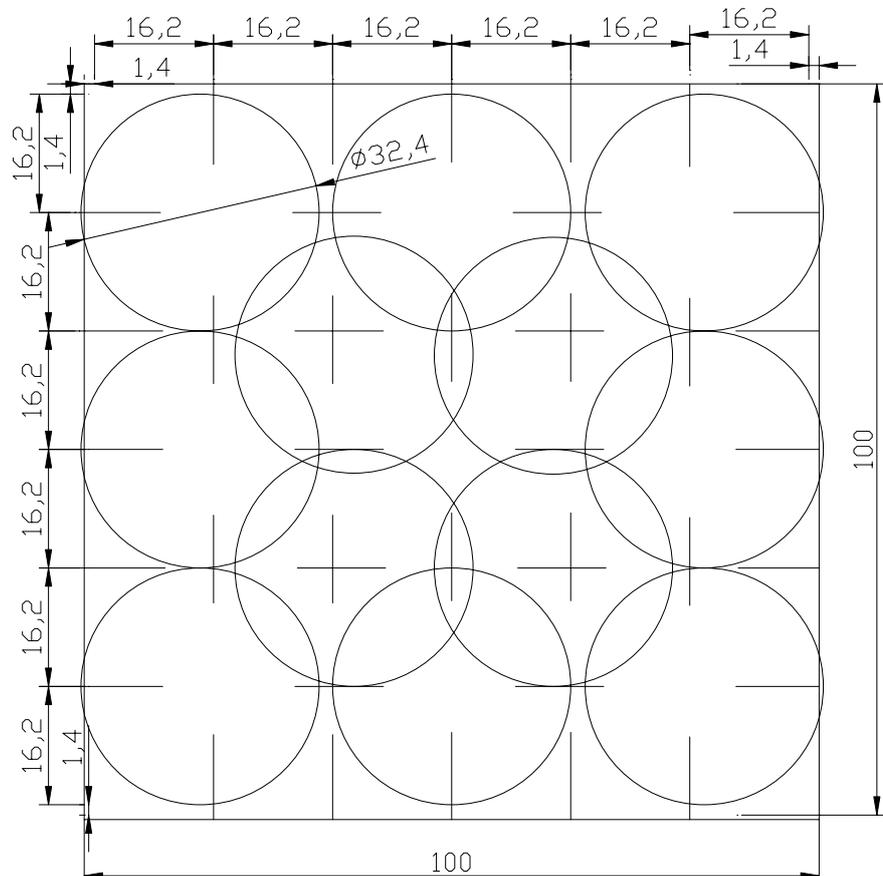
Área cubierta; $A_A = \frac{S}{n_A} = \frac{100}{12} = 8,33m^2$

Radio de cobertura; $r_A = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{8,33}{3,1416}} = 1,62m$ (referido a un círculo)

Diámetro; $d_A = 2 \times 1,62 = 3,24m$

CRITERIO DE DISTRIBUCION: AERA CUBIERTA POR LOS ALTAVOCES

Nota: el reparto debe ser lo más proporcional posible.



Medidas en "cm"