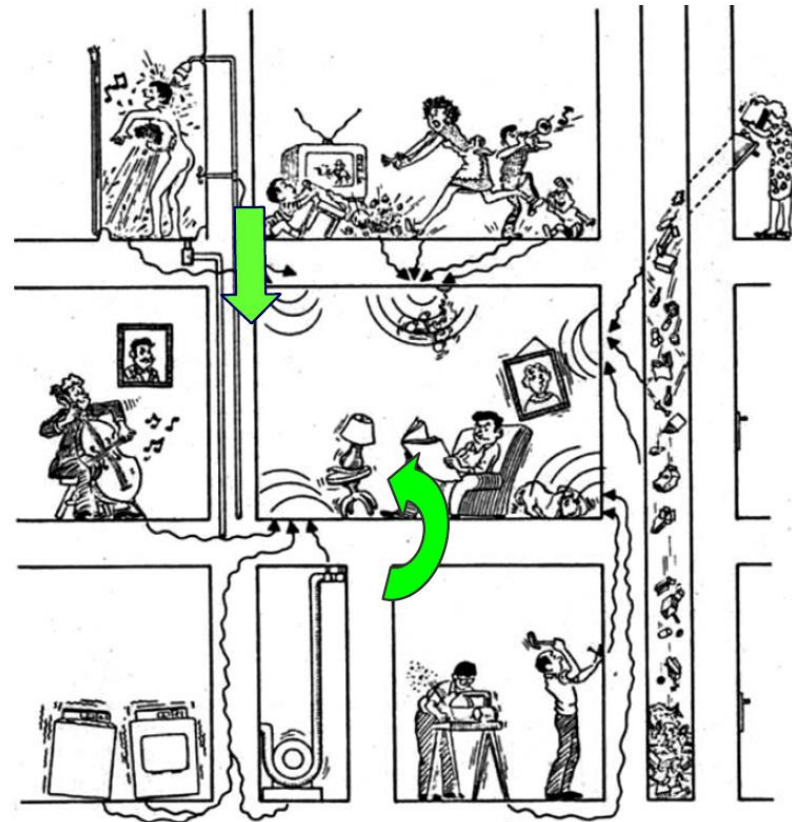


# DESIGN DEL PRODOTTO INDUSTRIALE

FISICA TECNICA PER IL DESIGN

AA 2019-20

## FONOISOLAMENTO A.04



Michele Bottarelli - Dipartimento di Architettura di Ferrara  
[michele.bottarelli@unife.it](mailto:michele.bottarelli@unife.it)

# FONOI SOLA MEXTO

$$t_m = \frac{W_t}{W_i} = \left[ 1 + \left( \frac{\pi m f}{\rho c} \right)^2 \right]^{-1} \approx \frac{1}{\left( \frac{\pi m f}{\rho c} \right)^2}$$

in campo libero per onde piane incidenti normalmente la parete piana

$m$  = massa superficiale =  $\frac{\text{Spessore}}{\text{Spessore}}$

$\rho c$  = impedenza dell'aria  $\approx 415$  Rayls

Si definisce POTERE FONOI SOLANTE "R" :

$$R = 10 \lg \frac{W_i}{W_o} - 10 \lg \frac{W_t}{W_o} = 10 \lg \frac{W_i}{W_t} = \underbrace{10 \lg W_i}_{\text{livello di potenza incidente } L_{W_i}} - \underbrace{10 \lg W_t}_{\text{livello di potenza trasmessa } L_{W_t}}$$

è la definizione di R

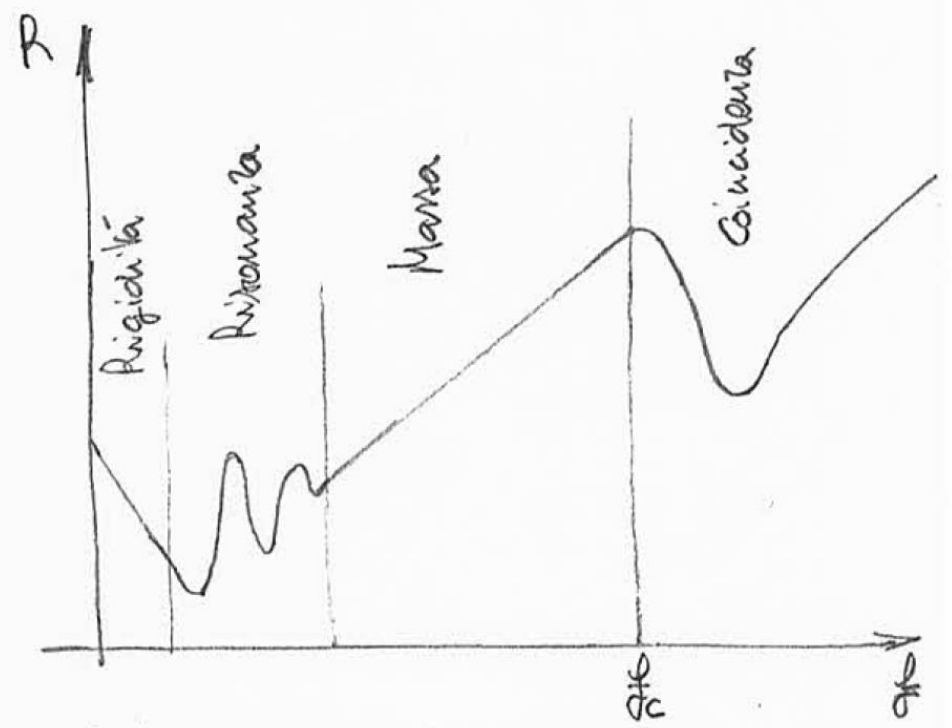
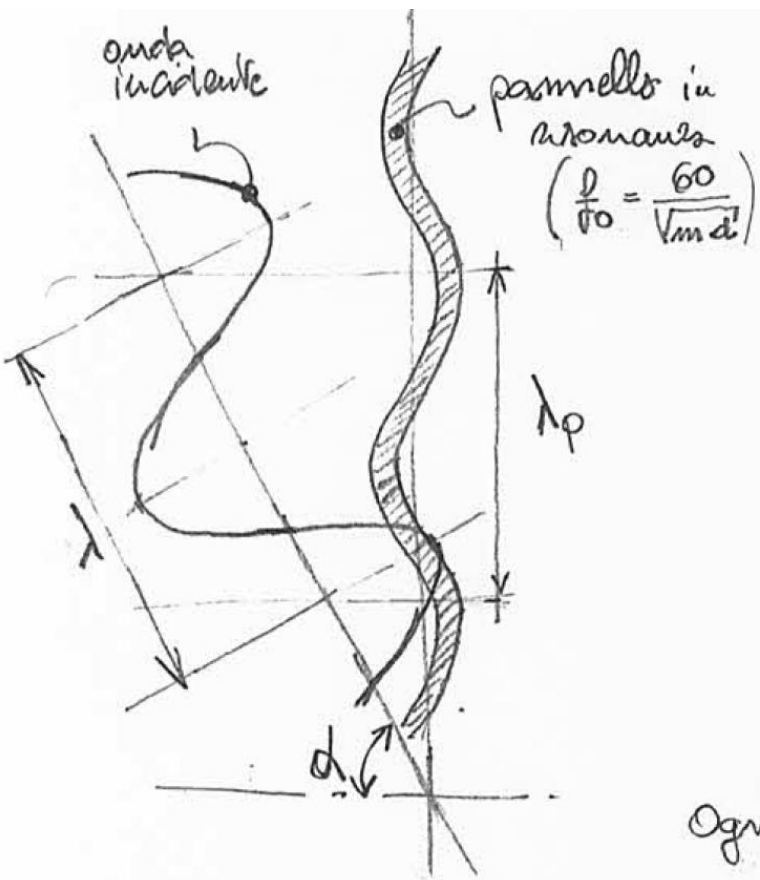
livello di potenza incidente  
 $L_{W_i}$

livello di potenza trasmessa  
 $L_{W_t}$

onde piane  
obliqui  
"R<sub>m</sub>" ↔ t<sub>m</sub>

$$= 10 \lg \left( \frac{\pi m f}{\rho c} \right)^2$$

$$\approx 10 \lg (m f)^2 - 42,4 \quad \text{LEGGE DI MASSA}$$



Ogni panello ha la sua frequenza di risonanza.

Quando l'onda incidente verifica  $\lambda \cdot \sin \alpha \equiv \lambda_p$ , il panello entra in risonanza, quindi ha la massima forza assorbente e un calo del fascio incidente.

Al limite ( $\alpha = \pi/2$ ) ho la minima lunghezza d'onda ( $\lambda = \lambda_p$ ), cui corrisponde la minima frequenza a cui si evidenzia il fenomeno:  $f_c = \frac{c}{\lambda_p}$

$$L_1 - L_2 = R - 10 \lg \left( \frac{S}{A_2} \right)$$

↑  
 assorbimento globale dell'ambiente ricevente

→ isolamento acustico per via aerea dell'elemento S

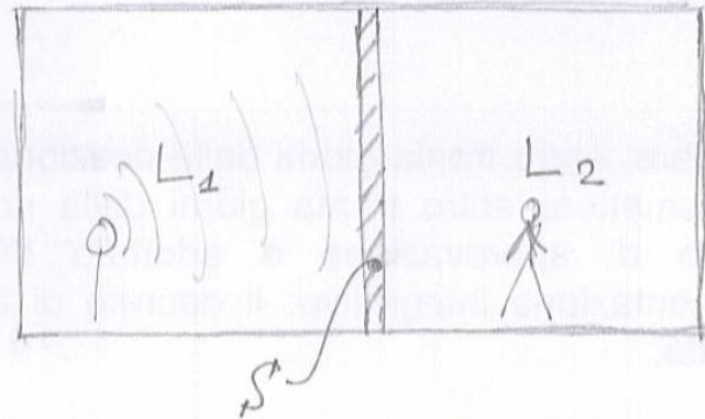
$A_2$  vale  $\sum \alpha_i A_i^2$  e si esprime in  $m^2$ .

Per svincolarsi dalle caratteristiche del ricevente, si assume  $A_2 = 10 m^2$  e si definisce:

$$D_n = R - 10 \lg \left( \frac{S}{10} \right) = \text{isolamento acustico normalizzato}$$

↑  
 normalizzato

↑  
 $m^2$



ambiente di riferimento

Sia  $R$  che  $D_n$  dipendono dalla frequenza. Per consentire una valutazione media del comportamento, si segue una procedura per attribuire:

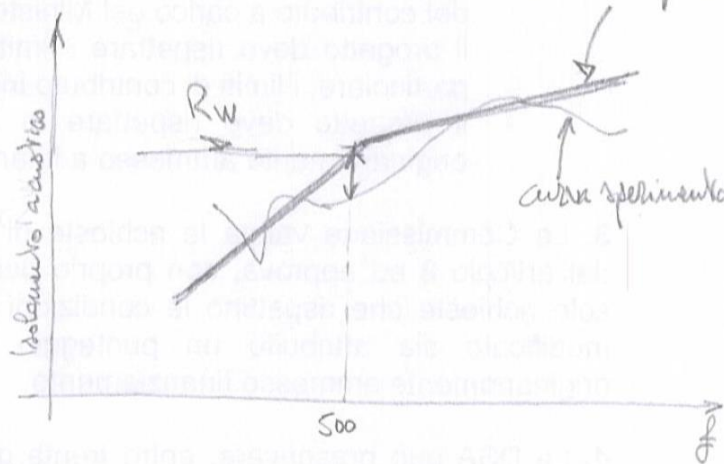
- l'indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  ← weighted
- l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato  $D_{n,w}$  ← curva di riferimento

$R_w$  si legge convenzionalmente ai 500 Hz

Si parla poi di  $R_w$  (indice di isolamento acustico apparente) quando l'analisi è eseguita in opera e non in laboratorio

In più si aggiungono i termini correttivi

$C$ ,  $C_{tr}$  detti più rigorosamente Termini di adattamento spettrale  
 Rumore Rosa      Rumore da Traffico

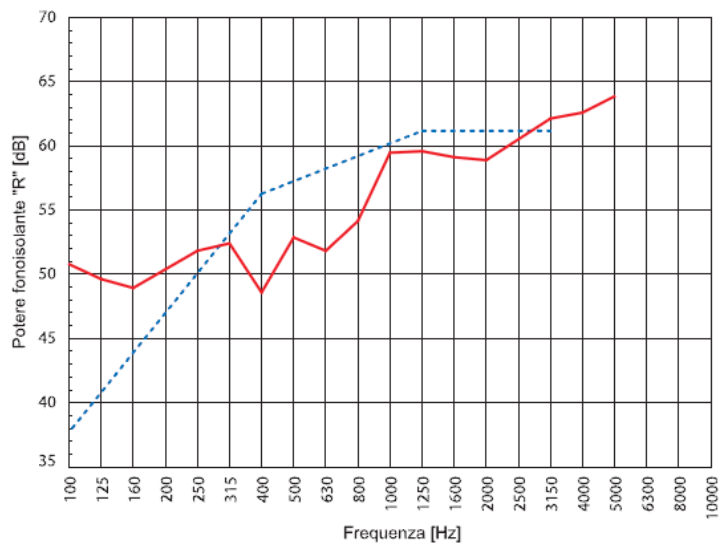
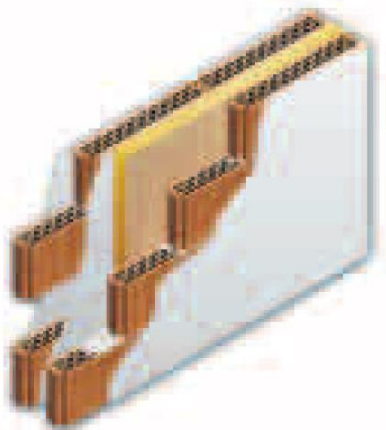


Ad esempio, nei cataloghi si trova:  $R_w = 55 \text{ dB} / C = -2 \text{ dB}; C_{tr} = -5 \text{ dB}$

Significa che in laboratorio, l'interposizione di un rivelo materiale determina una attenuazione di 57 dB con il rumore rosa, di 60 dB con traffico standard.

**INDICE DI VALUTAZIONE:  $R_w=57$  dB**

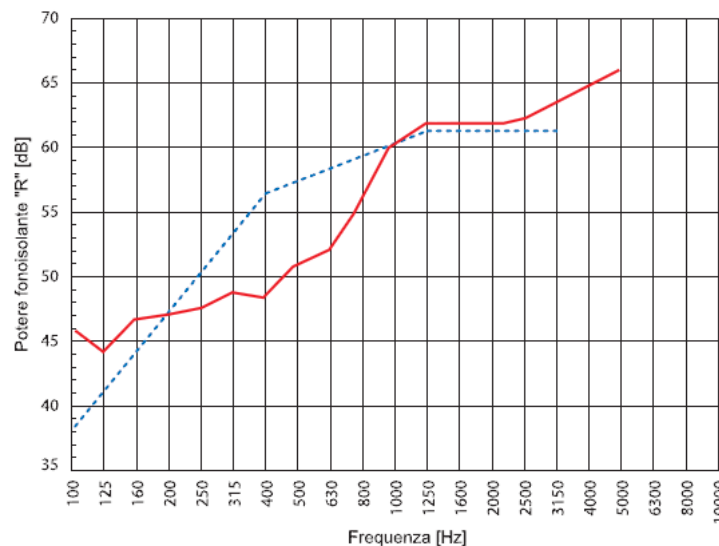
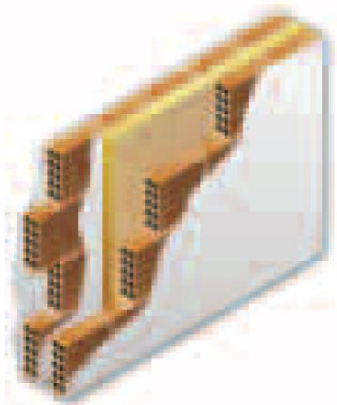
Termini correttivi: C = -1 dB; Ctr = -3 dB



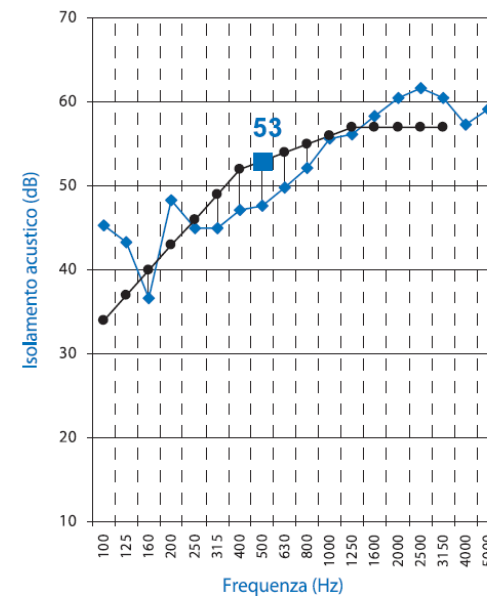
— Rilievi sperimentali  
 - - - Curva di riferimento

**INDICE DI VALUTAZIONE:  $R_w=57$  dB**

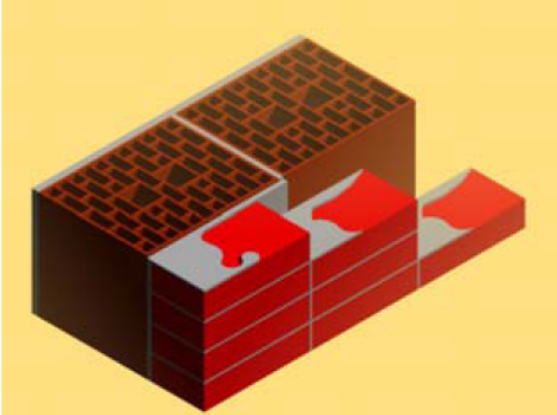
Termini correttivi: C = -2 dB; Ctr = -4 dB

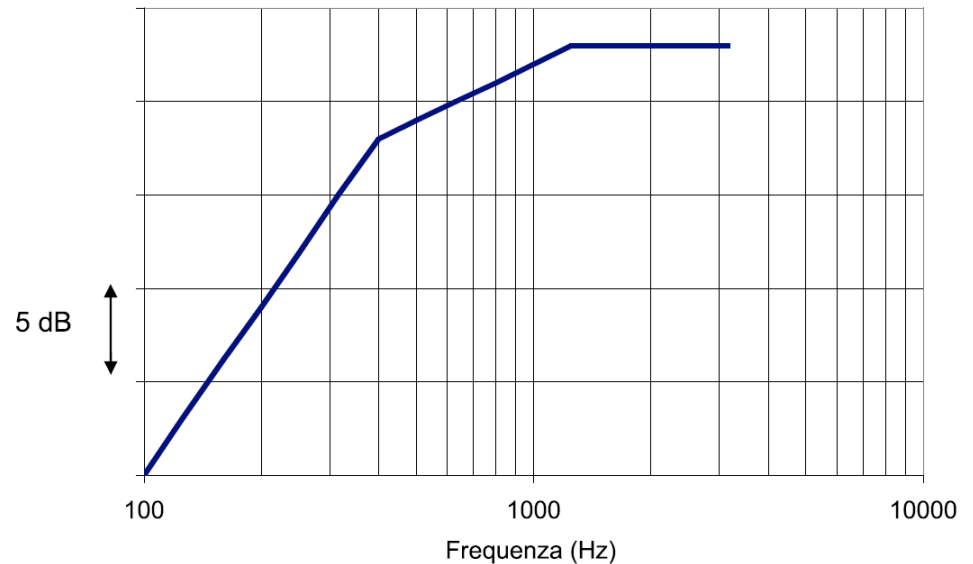
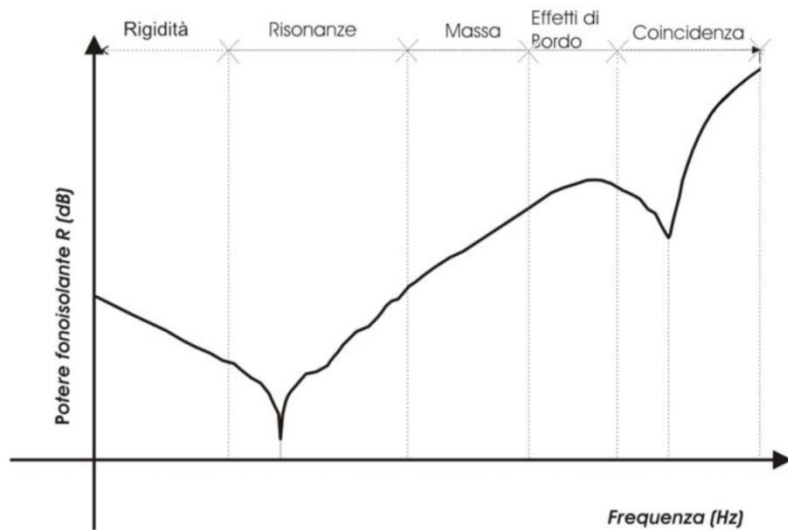


— Rilievi sperimentali  
 - - - Curva di riferimento



◆ Curva sperimentale  
 ● Curva di riferimento traslata  
 ■ Indice di valutazione

Schema	Stratigrafia	Spessore	Massa superficiale Kg/m <sup>2</sup>	R <sub>w</sub> (C,Ctr) dB
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ mattone uni pieno in pasta molle 12*25*5,5 cm, spessore 12 cm, in opera a giunti orizzontali e verticali continui in malta cementizia</li> <li>▪ collegamento con malta cementizia, sp. 10 mm</li> <li>▪ muratura in blocchi semipieni di laterizio alleggerito in pasta, 20*30*19 cm, sp. 20 cm, in opera con asse dei fori verticale e legati con giunti orizzontali continui in malta cementizia,</li> <li>▪ intonaco in malta cementizia sp.15mm</li> </ul>	34 cm	475	54 (-1;-4)



UNI EN ISO 12354 -1 ( $m' > 150 \text{ kg/m}^2$ )

IEN Galileo Ferraris ( $50 < m' < 400 \text{ kg/m}^2$ )

Università di Parma ( $100 < m' < 700 \text{ kg/m}^2$ )

Önorm ( $m' > 150 \text{ kg/m}^2$ )

$$R_w = 37.5 \cdot \log m' - 42$$

$$R_w = 20 \cdot \log m'$$

$$R_w = 15.4 \cdot \log m' + 8$$

$$R_w = 32.4 \cdot \log m' - 26$$

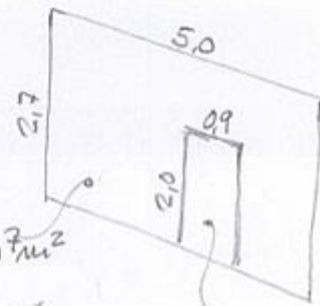


<b>Categoria</b>	<b>Destinazione d'uso</b>
A	edifici adibiti a residenza o assimilabili
B	edifici adibiti ad uffici e assimilabili
C	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
F	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
G	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	$R_w$ (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

Esempio: Calcolo del poterefono assoluto della parete

	125	250	500	1000	2000	4000
$R_{\text{parete}}$	28	31	30	30	42	46
$R_{\text{porta}}$	29	26	31	22	26	34



Per definizione  $R_m^f \leftarrow$  ad una data frequenza  $\rightarrow t_v^f = \frac{1}{10 \frac{R_m^f}{10}}$

Avendo più materiali in parallelo  $t_m^f = \frac{t_{\text{parete}}^f \cdot S_{\text{parete}} + t_{\text{porta}}^f \cdot S_{\text{porta}}}{S_{\text{parete}} + S_{\text{porta}}}$

Prendendo ad esempio  $f = 1000 \text{ Hz} \rightarrow$

$$= \frac{10^{-30} \cdot 11.7 + 10^{-22} \cdot 1.8}{11.7 + 1.8} = 9.8 \times 10^{-4}$$

e quindi  $R_m^{1000} = 10 \lg \frac{1}{t_m^{1000}} = 30.1 \text{ dB}$

Completamente:

	125	250	500	1000	2000	4000
$t_m^f [x 10^{-3}]$	1.5	1.0	0.97	0.98	0.99	0.925
$R_m^f [\text{dB}]$	28.1	29.9	30.1	30.1	34.1	41.3

