

TECNICHE DI SIMULAZIONE: RUMORE AMBIENTALE

Studiando il caso della distribuzione di energia sonora di una sorgente lineare in campo libero, cioè privo di ostacoli alla propagazione del suono, possiamo verificare come le onde vengano distribuite su un fronte cilindrico.

Sapendo che l'area del cilindro è pari a:

$$A = 2\pi r \times h \quad (1)$$

(in questo caso $h = 1m$) posso ricavare la relazione tra potenza ed intensità per tale tipo di campo:

$$I = \frac{P}{2\pi r \cdot 1m} \quad (2)$$

dividendo entrambi i membri per l'intensità di riferimento I_0 (pari a 10^{-12} W/m^2) e

ricordando che $I_0 = \frac{P_0}{1m^2}$ dove P_0 (pari a 10^{-12} W)

si ha:

$$\frac{I}{I_0} = \frac{P}{P_0} \times \frac{1}{2\pi r} \quad (3)$$

e passando dai numeri ai livelli logaritmici posso scrivere:

$$10\log \frac{I}{I_0} = 10\log \frac{P}{P_0} + 10\log \frac{1}{2\pi r} \quad (4)$$

Ora ricordando che:

$$L_I = 10\log \frac{I}{I_0}$$

$$L_W = 10\log \frac{P}{P_0}$$

$$L_I \cong L_p$$

posso scrivere la (4) come:

$$L_p = L_w + 10\log \frac{1}{2\pi r} \quad (5)$$

il risultato pratico è che quando la distanza raddoppia, raddoppia la superficie e l'intensità dimezza. Se si vuole descrivere in maniera completa il rumore ambientale si deve, però, anche tener conto del modo di variare nel tempo del livello sonoro; questa necessità deriva dal fatto che la caratteristica dominante del rumore ambientale è che esso è fluttuante tra valori a loro volta molto variabili nel tempo.

E' per questo motivo che si introduce il concetto di **LIVELLO CONTINUO EQUIVALENTE** di pressione sonora ponderato "A" la cui definizione matematica è data dalla equazione:

$$L_{eq(A),T} = 10\log \left[\frac{1}{T} \int_0^t \frac{P_{A^2}(t)}{P_0^2} dt \right] dB(A) \quad (6)$$

dove $P_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (fig. 1); P_0 è il valore della pressione sonora di riferimento; T è l'intervallo di tempo di integrazione; $L_{eq(A),T}$ esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A, nell'intervallo di tempo considerato.

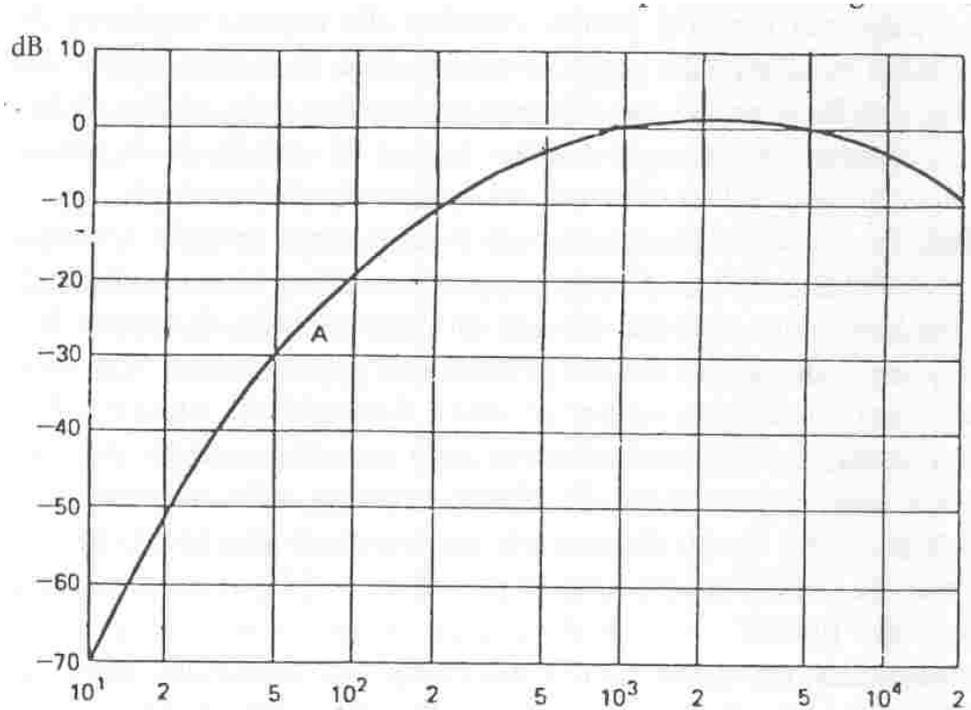


fig.1 Curva di Ponderazione A

Più semplicemente se consideriamo una serie di valori $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ calcolati in una fascia di tempo uguale (ad es. ogni secondo) il livello continuo equivalente sarà uguale alla media aritmetica dei valori. La (6) risulterà quindi:

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + 10^{\frac{L_3}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}}}{N} \right] \quad (7)$$

Volendo, però, stabilire l'intensità di un singolo elemento devo introdurre un'altra grandezza: **SEL (SINGLE EVENT LEVEL)**. Il rapporto tra Sel e Livello Equivalente è data dalla formula:

$$SEL = L_{EQ} + 10 \log \frac{T_{EQ}}{T_{SEL}} \quad (8)$$

dove: T_{EQ} è il tempo del Livello Equivalente; T_{SEL} è il tempo del Sel e L_{EQ} è il Livello Equivalente.

ESEMPIO:

Immaginiamo di dover fare una valutazione del clima acustico del punto A che si trova ad una distanza di 50 m dalla sorgente B (rappresentata da una strada). Sapendo che nella strada passano:

FASCIA ORARIA GIORNALIERA: 07.00 - 22.00	3000	autovetture
	600	camion
FASCIA ORARIA NOTTURNA: 22.00 - 07.00	600	autovetture
	100	camion

dati che si possono trovare nel P.U.T. (piano urbano del traffico), e sapendo che i valori del Sel sono:

70 dB per le autovetture

80 dB per i camion

posso calcolare i valori del Livello Equivalente per la fascia diurna e notturna applicando semplicemente la (8).

(I valori del Sel ci vengono forniti al momento dell'omologazione dell'autoveicolo. Questo, infatti, viene sottoposto ad un test dove il ricevente è posto ad una distanza di 7.5m).

FASCIA GIORNALIERA:

numero di secondi in questa fascia:

$$N = (3600 \times 16) \text{sec} = 57600 \text{sec}$$

calcolo il Sel totale che rappresenta tutto il rumore delle sedici ore condensato in 1 secondo:

$$SEL_{TOT} = 10 \log \left[3000 \times 10^{\frac{70}{10}} + 600 \times 10^{\frac{80}{10}} \right] = 109.54 \text{dB}$$

quindi:

$$L_{EQ} = SEL - 10 \log \frac{T_{EQ}}{T_{SEL}} = 109.54 - 10 \log \frac{57600}{1} = 61.94 \text{dB}$$

FASCIA NOTTURNA:

numero di secondi in questa fascia:

$$N = (3600 \times 8) \text{sec} = 28800 \text{sec}$$

calcolo il Sel totale che rappresenta tutto il rumore delle otto ore condensato in 1 secondo:

$$SEL_{TOT} = 10 \log \left[600 \times 10^{\frac{70}{10}} + 100 \times 10^{\frac{80}{10}} \right] = 102.0 \text{dB}$$

quindi:

$$L_{EQ} = SEL - 10 \log \frac{T_{EQ}}{T_{SEL}} = 102.0 - 10 \log \frac{28800}{1} = 57.4 \text{dB}$$

Questi sono i Livelli Equivalenti alla distanza di 7.5m. Sapendo che:

$$L_{EQ,7.5} = L_w + 10 \log \frac{1}{2\pi \times 7.5m}$$

$$L_{EQ,50} = L_w + 10 \log \frac{1}{2\pi \times 50m}$$

posso ricavare il valore di L_w nella prima equazione e sostituirlo nella seconda. In questo modo trovo i valori del Livello Equivalente diurno e notturno calcolato a 50m.:

$$L_{EQ,DIURNO} = L_{EQ,7.5} + 10 \log \frac{7.5}{50} = 61,94 - 8,2 = 53,7 \text{ dB}$$
$$L_{EQ,NOTTURNO} = L_{EQ,7.5} + 10 \log \frac{7.5}{50} = 57,4 - 8,2 = 49,2 \text{ dB}$$

Dato come limite di sicurezza per l'area 55dB e verificato che i risultati sono inferiori al limite, allora nell'area esaminata si potrà costruire.

RUMORE AMBIENTALE – EDILIZIA: LEGGI E DECRETI.

Il primo decreto che pone limiti di rumore in Italia è il D.P.C.M 1 marzo 1991. Con questo si fissa che il Livello Equivalente massimo sia di giorno che di notte deve essere minore di 70dB(A). Il decreto, che riporterò sotto, suddivide il territorio in 6 classi dove ogni classe ha 1 limite diurno e notturno:

Classe 1: aree particolarmente protette; il silenzio è d'obbligo e la zona è di fruizione puramente diurna (ospedali, scuole, parchi). I limiti sono 50 dB di giorno e 40 dB di notte.

Classe 2: aree puramente residenziali; non sono presenti attività commerciali. I limiti sono 55 dB di giorno e 45 dB di notte. Sono limiti molto bassi tanto che in aperta campagna i rumori naturali non riescono a rispettarli. Nel progetto futuro di città le zone di classe 2 sono scomparse.

Classe 3: aree di tipo misto; sono le parti di territorio che non rientrano nelle altre zone (paesi di campagna, quartieri con pochissime attività commerciali...). I limiti sono 60 dB di giorno e 50 dB di notte.

Classe 4: aree di intensa attività umana; edifici adibiti a commercio e edifici residenziali. I limiti sono 65 dB di giorno e 55 dB di notte.

Classe 5: aree prevalentemente industriali; l'attività delle fabbriche si svolge durante il giorno. I limiti sono 70 dB di giorno e 60 dB di notte.

Classe 6: aree esclusivamente industriali; l'attività delle fabbriche si svolge durante il giorno e la notte. I limiti sono 70 dB di giorno e 70 dB di notte.

(Sotto sono riportati l'articolo del decreto che stabilisce i limiti e la suddivisione del territorio prima citata)

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1° marzo 1991.

LIMITI MASSIMI DI ESPOSIZIONE AL RUMORE NEGLI AMBIENTI ABITATIVI E NELL'AMBIENTE ESTERNO

IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI Visto l'art. 2, comma 14, della legge 8 luglio 1986, n. 349, il quale prevede che il Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità, propone al Presidente del Consiglio dei Ministri la fissazione dei limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e i limiti massimi di esposizione relativi ad inquinamenti di natura chimica, fisica, biologica e delle emissioni sonore relativamente all'ambiente esterno e abitativo di cui all'art. 4 della legge 23 dicembre 1978, n. 833; Considerata l'opportunità di stabilire, in via transitoria, stante la grave situazione di inquinamento acustico attualmente riscontrabile nell'ambito dell'intero territorio nazionale ed in particolare nelle aree urbane, limiti di accettabilità di livelli di rumore validi su tutto il territorio nazionale, quali misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e della esposizione umana al rumore, in attesa dell'approvazione di una legge quadro in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico, che fissi i limiti adeguati al progresso tecnologico ed alle esigenze emerse in sede di prima applicazione del presente decreto; su proposta del **MINISTRO DELL'AMBIENTE** di concerto con **IL MINISTRO DELLA SANITÀ** Decreta:

Art. 6.

1. In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla tabella 1, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di accettabilità:

Zonizzazione	Limite diurno	Limite notturno
	Leq (A)	Leq (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno	Notturno
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70