

DISTURBO DA VIBRAZIONI NEGLI EDIFICI DOVUTE A TRANSITI VEICOLARI

INTRODUZIONE

La propagazione di vibrazioni nel terreno e conseguentemente negli edifici ad esso ancorati è un fenomeno che può assumere una rilevanza oltremodo importante in funzione dell'intensità del fenomeno vibratorio, della natura e tipologia del terreno lungo il quale la vibrazione si propaga e, infine, delle caratteristiche costruttive e strutturali degli edifici.

COS'È IL LIVELLO DI POTENZA SONORA?

- ▮ **Modo Longitudinale:** è possibile nei solidi, nei liquidi e negli aeriformi. La propagazione dell'energia meccanica avviene con moto delle particelle concorde con la direzione di propagazione dell'onda.
- ▮ **Modo Trasversale:** possibile solo nei solidi. In questo caso la propagazione dell'energia meccanica avviene con moto delle particelle nella direzione ortogonale a quella di propagazione dell'onda. Sulla superficie di discontinuità solido-fluido di un semispazio solido (es.: superficie di contatto terreno-aria) sono poi possibili due ulteriori modi di propagazione dell'onda elastica:
- ▮ **Onde di Rayleigh:** sono onde superficiali caratterizzate da un moto ellittico delle particelle, con componente orizzontale e verticale. L'ampiezza di tale moto decresce esponenzialmente con l'aumentare della profondità dalla superficie.
- ▮ **Onde di Love:** sono onde superficiali che si manifestano su uno strato con caratteristiche diverse da quello sottostante.

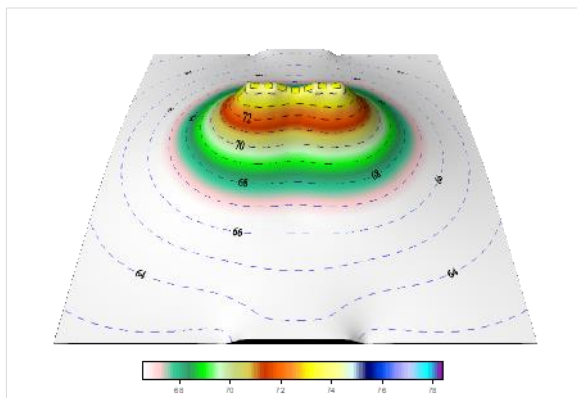
L'attenuazione con la distanza del fenomeno vibrazionale propagantesi nel terreno è regolato dalla seguente relazione:

$$A(r, f) = A(r_0, f) \cdot \sqrt{\frac{1}{r}} \cdot \exp \left[- \frac{2 \pi f \cdot \eta \cdot r}{c} \right]$$

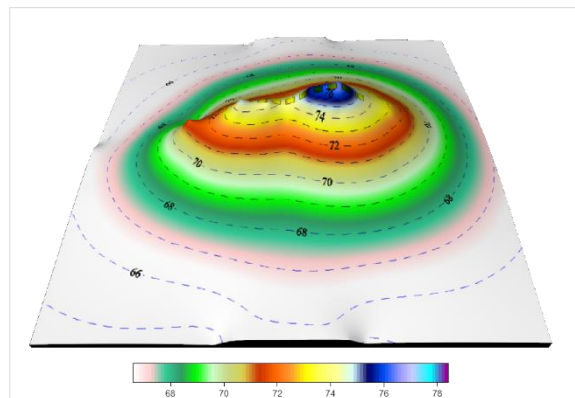
dove:

- f = frequenza della vibrazione, in Hz
- A(r, f) = ampiezza della vibrazione alla frequenza f e alla distanza r
- A(r₀, f) = ampiezza, nota, della vibrazione ad una distanza di riferimento r₀
- c = velocità di propagazione delle vibrazione nel mezzo, in m/s
- η = fattore di perdita del terreno

Nelle immagini seguenti mostriamo come si propagano nel terreno le vibrazioni generate, ad esempio, da un convoglio ferroviario.



Livelli istantanei di vibrazione nel terreno generate da un convoglio ferroviario di 10 vagoni



Simulazione "dinamica" della propagazione delle vibrazioni con convoglio che ha percorso 20 metri

Come si osserva dalla seconda mappatura, il movimento del convoglio genera, rispetto alla situazione statica (fotografia delle vibrazioni in un determinato istante), sia un effetto di trascinamento delle vibrazioni che un lieve aumento delle loro ampiezze.

EFFETTI SUGLI EDIFICI

La norma UNI 9614:2017 fissa i livelli limite per l'accelerazione ponderata in frequenza, limiti che risultano distinti a seconda della direzione di propagazione delle vibrazioni (assi cartesiani X, Y e Z). I limiti inoltre risultano differire, a parità di direzione, in funzione della destinazione d'uso dei locali e, per le abitazioni, per periodo di riferimento (diurno e notturno). Di seguito riportiamo, in forma tabellare, i valori limite dell'accelerazione (di livello costante) ponderata in frequenza per i vari assi e per le diverse tipologie di ambienti.

Valori Limite delle Accelerazioni per vibrazioni continue e costanti

Asse Z	Accelerazione – m/s^2	Livello - dB
Aree critiche	$5,0 \times 10^{-3}$	74
Abitazioni (notte)	$7,0 \times 10^{-3}$	77
Abitazioni (giorno)	$10,0 \times 10^{-3}$	80
Uffici	$20,0 \times 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40,0 \times 10^{-3}$	92

Assi X e Y	Accelerazione – m/s^2	Livello - dB
Aree critiche	$3,6 \times 10^{-3}$	71
Abitazioni (notte)	$5,0 \times 10^{-3}$	74
Abitazioni (giorno)	$7,2 \times 10^{-3}$	77
Uffici	$14,4 \times 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28,8 \times 10^{-3}$	89

Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, si confrontano i valori rilevati sperimentalmente, ovvero calcolati per via teorica, con i limiti riportati nella precedente tabella; nel caso la postura del soggetto non sia nota o variabile, i limiti di riferimento sono quelli relativi agli assi X e Y.

Nel caso di fenomeni caratterizzati da durata non continua e/o livello non costante, come ad esempio il traffico veicolare, la norma impone il calcolo della accelerazione equivalente o del Livello di Accelerazione Equivalente, calcolato con la relazione:

$$L_{w, eq} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1}{T} \cdot \int_0^T \left(a_w(t)/a_0 \right)^2 dt \right] \text{ dB}$$

dove:

- $L_{w, eq}$ = Livello Equivalente di accelerazione nel periodo di misura [dB]
- $a_w(t)$ = accelerazione complessiva ponderata in frequenza [m/s^2]
- T = durata del periodo di rilievo [s]
- a_0 = accelerazione di riferimento = $10^{-6} m/s^2$

Il valore del Livello Equivalente così ottenuto andrà successivamente diluito sul periodo di riferimento Diurno o Notturno, secondo la seguente formula:

$$L_{w, eq, Rif} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{t}{T} \cdot 10^{L_{w, eq}/10} \right] \text{ dB}$$

dove:

- $L_{w, eq, Rif}$ = Livello Equivalente di Accelerazione sull'intero periodo di riferimento [dB]
- t = Durata complessiva del fenomeno vibrazionale [s]
- T = Durata complessiva del periodo di riferimento (Diurno o Notturno) [s]

E' importante sottolineare che, a differenza del caso "rumore", per il disturbo da vibrazioni il periodo Diurno va dalle 07.00 alle 22.00, mentre il Periodo Notturno va dalle 22.00 alle 07.00.

Da quanto qui sinteticamente riassunto, appare evidente come la valutazione del disturbo in edifici dovuto a sorgenti di vibrazioni, ed in particolare a sorgenti non continue né costanti come il traffico veicolare, richieda una competenza tecnica non trascurabile. **DOCS** è in grado di supportare i propri Clienti sia nella fase di esecuzione di misure strumentali anche di lunga durata, che nei calcoli e simulazioni di natura previsionale.