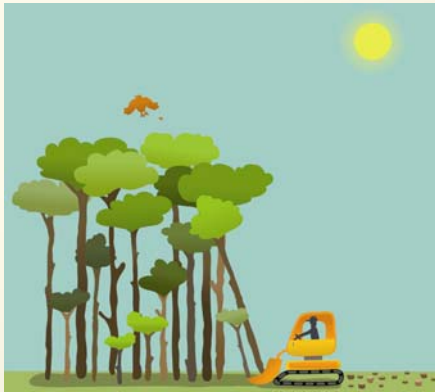




VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE



QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE COMPONENTI RUMORE E CAMPI ELETTROMAGNETICI



Enrico Mazzocchi - Ingegnere
Francesca Sacchetti - Ingegnere
Rosalba Silvaggio - Architetto

La componente VIBRAZIONI

La caratterizzazione della qualità dell'ambiente in relazione agli effetti delle vibrazioni deve consentire di individuare e stimare le modifiche e/o le interferenze introdotte dall'intervento proposto e valutarne la compatibilità con gli standard esistenti, in riferimento alla verifica sia del disturbo sull'uomo, sia del danno agli edifici per la salvaguardia del patrimonio architettonico/archeologico.

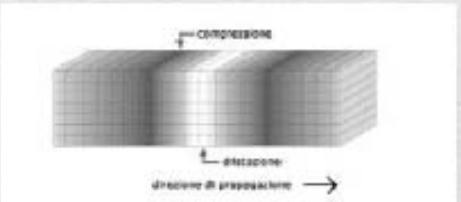
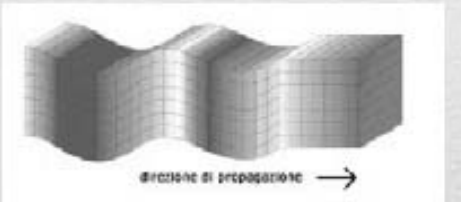


La propagazione delle vibrazioni

.....qualche nozione di teoria

- ❖ Le vibrazioni sono oscillazioni meccaniche generate da onde di pressione che si trasmettono attraverso corpi solidi.
- ❖ L'oscillazione è il movimento che un punto mobile compie per ritornare alla posizione di partenza.
- ❖ Il tempo che intercorre tra due passaggi nel punto di equilibrio (o punto di partenza) è detto periodo (o ciclo).
- ❖ Il numero di periodi al secondo costituisce la frequenza di una vibrazione, espressa in Hertz (Hz).
- ❖ In funzione degli effetti fisiopatologici sull'uomo le vibrazioni sono suddivise in tre principali bande di frequenza:
 - 0-2 Hz oscillazioni a bassa frequenza, generate dai mezzi di trasporto (terrestri, aerei, marittimi)
 - 2-20 Hz oscillazioni a media frequenza, generate da macchine ed impianti industriali
 - >20-30 Hz oscillazioni ad alta frequenza, generate da un'ampia gamma di strumenti vibranti diffusi in ambito industriale



- ❖ Le vibrazioni sono caratterizzate da altri tre parametri: l'ampiezza dello spostamento, la velocità e l'accelerazione
- ❖ Un'onda è una perturbazione elastica che si propaga da punto a punto attraverso un materiale o sulla superficie, senza che questo implichi lo spostamento definitivo del materiale
- ❖ Le Onde si distinguono in *onde di volume* e *onde di superficie*

| ONDE DI VOLUME | |
|---|--|
| Onda di tipo P | Onda di tipo S |
|  <p>compressione rarefazione direzione di propagazione →</p> |  <p>direzione di propagazione →</p> |
| ONDE DI SUPERFICIE | |
| Onda di tipo L (Love) | Onda di tipo R (Rayleigh) |
|  <p>direzione di propagazione →</p> |  <p>direzione di propagazione →</p> |



- ❖ Le onde di compressione sono le più veloci, mentre le onde di taglio e di superficie decadono più lentamente con la distanza
- ❖ Quando viene imposto sul terreno un prefissato livello di vibrazione, questo si propaga nel mezzo, subendo una attenuazione dipendente da *natura del terreno, frequenza del segnale, distanza tra sorgente e ricettore*
- ❖ Il modello di propagazione, valido per tutti i tipi di onde, si basa sulla seguente formula

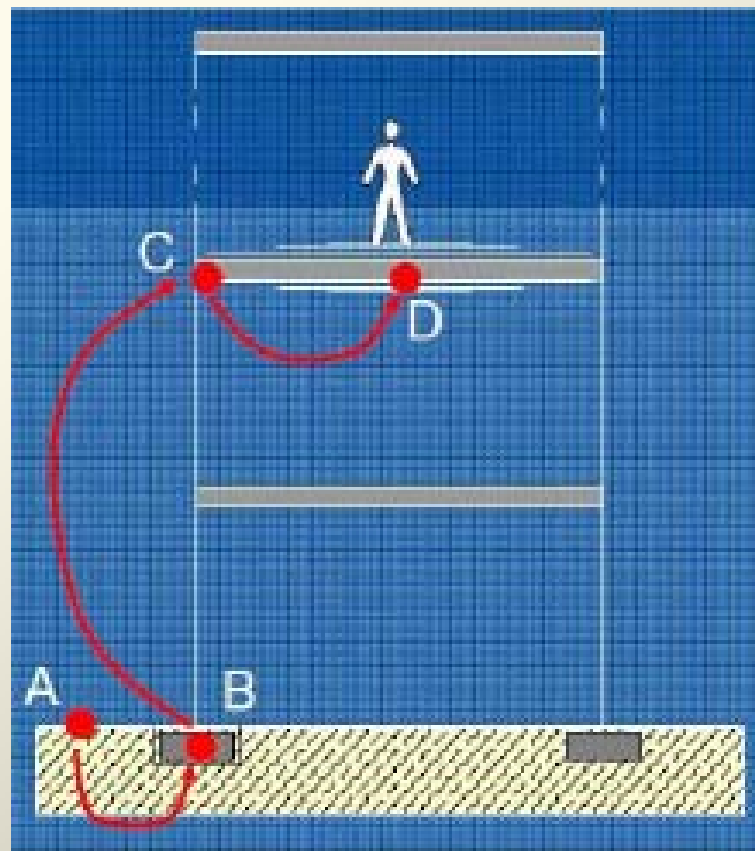
$$a(d, f) = a(d_0, f) \cdot \left(\frac{d_0}{d} \right)^n \cdot e^{-2 \cdot \pi \cdot f \cdot \eta / c \cdot (d - d_0)}$$

In cui η è il fattore di perdita del terreno, c la velocità di propagazione in m/s, f la frequenza in Hz, d la distanza in m e d_0 la distanza di riferimento a cui è noto lo spettro di emissione

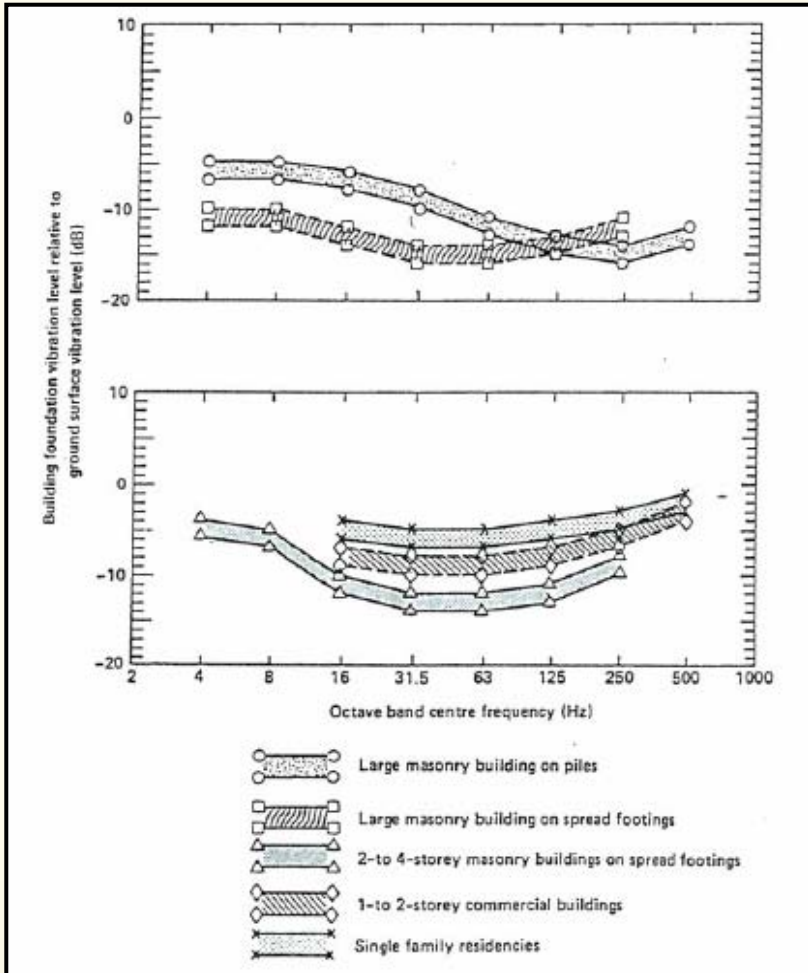


❖ Il modello semplificato di propagazione si riferisce ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo e isotropo.

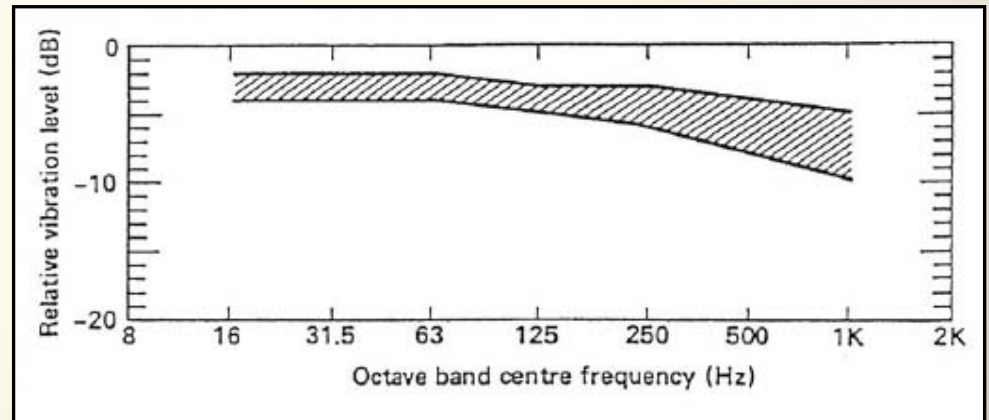
❖ In presenza di edifici dalla struttura complessa, collegati al terreno mediante fondazioni, i livelli vibrazionali riscontrabili all'interno degli edifici possono presentare attenuazioni e/o amplificazioni.



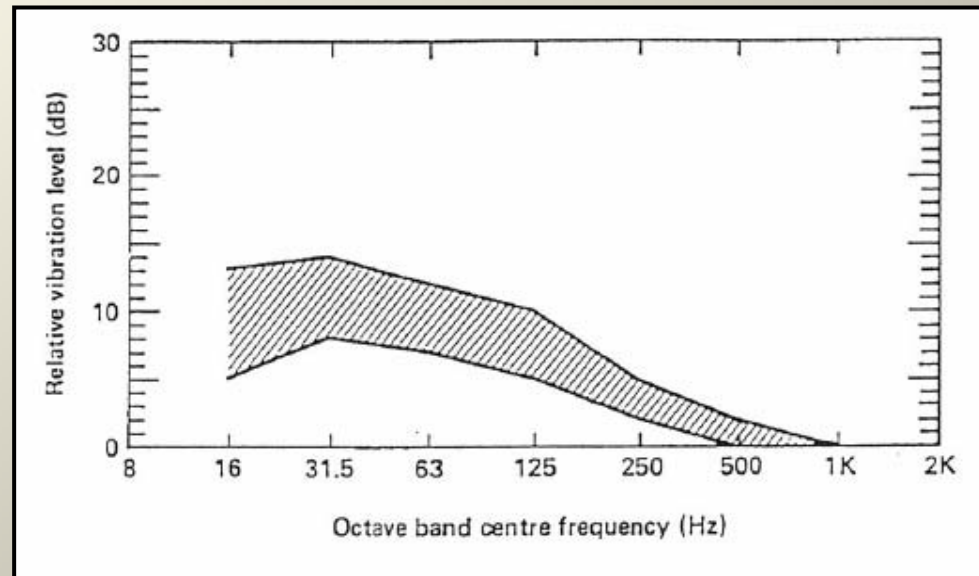
Schematizzazione propagazione terreno-edificio



Attenuazione dovuta a diversi tipi di fondazione



Attenuazione da un piano al successivo



Amplificazione prodotta dai solai

La NORMATIVA DI RIFERIMENTO

A livello nazionale non esiste al momento una norma che stabilisca valori limite per l'esposizione alle vibrazioni.

Si fa riferimento alle seguenti norme tecniche, *nazionali ed internazionali* :

Esposizione umana

- ISO 2631-2: Valutazione dell'esposizione umana alla vibrazione del corpo intero – Vibrazione negli edifici
- UNI 9614: Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo
- UNI 11048: Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo

Danni agli edifici

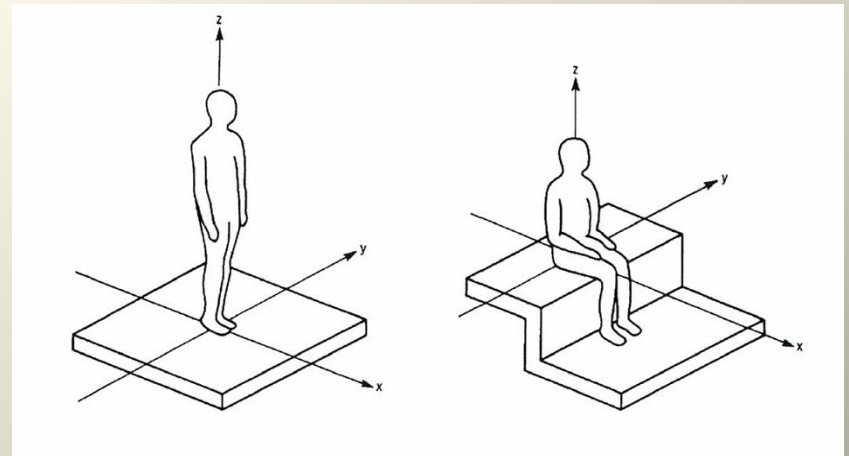
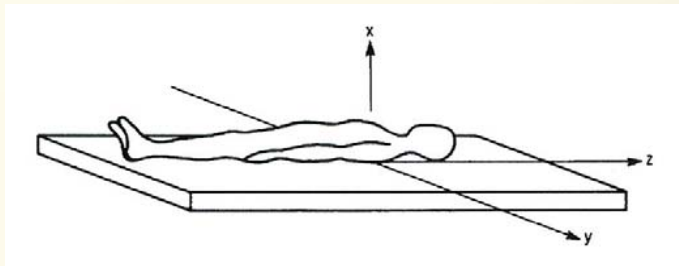
- UNI 9916: Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici

Esposizione umana alle vibrazioni

La sensibilità umana è variabile con la frequenza e dipende dalla posizione del corpo umano

ISO 2631-2 – UNI 9614:

Si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y, e z di riferimento per persone in piedi, sedute o coricate.

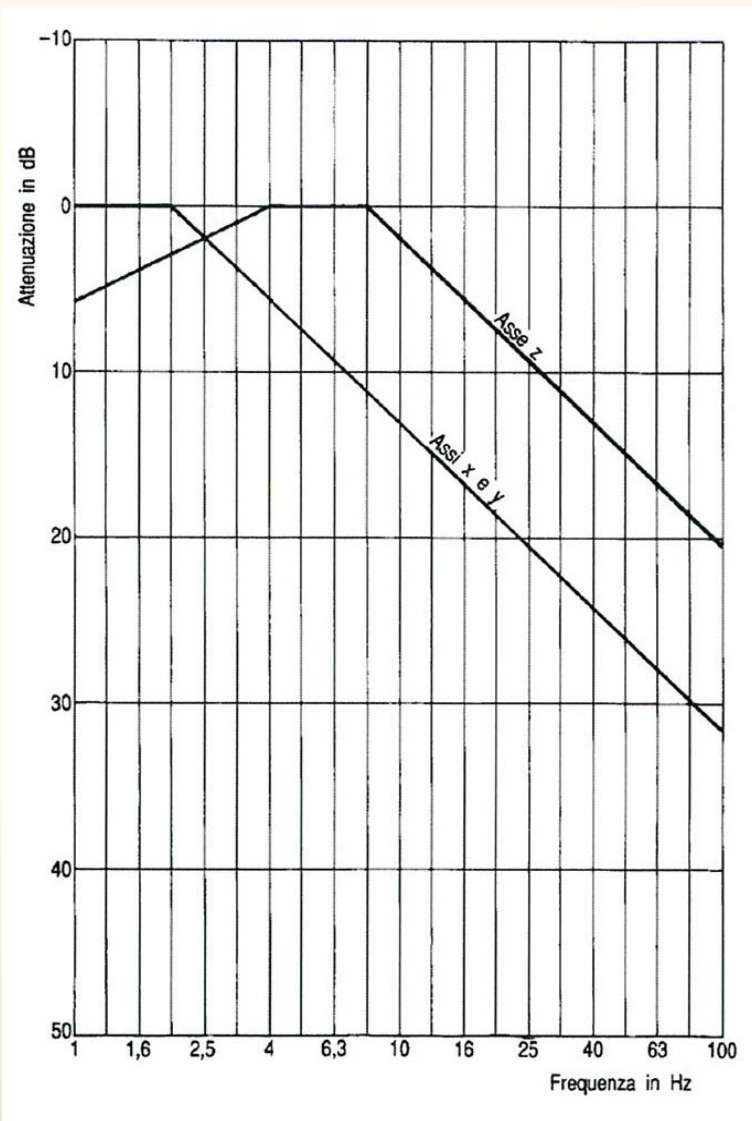


Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz.

Il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

Il corrispondente livello di vibrazione espresso in dB: $L = 20 \text{Log}_{10} \left(a / 10^{-6} \right)$



Sono definite le curve base per le accelerazioni (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava) che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y

Curve di ponderazione

La valutazione del disturbo (UNI 9614) è effettuata sulla base del valore di accelerazione efficace a_w - ponderato in frequenza - confrontato con una serie di valori limite dipendenti dalle destinazioni d'uso degli edifici e dal periodo di riferimento (giorno/notte).

Limiti UNI 9614

| Destinazione d'uso | Asse Z (m/s ²) | L(dB) | Asse X e Y (m/s ²) | L(dB) |
|------------------------------|--|-------|---|-------|
| Aree critiche | $5.0 \cdot 10^{-3}$ | 74 | $3.6 \cdot 10^{-3}$ | 71 |
| Abitazione (notte/giorno) | $7.0 \cdot 10^{-3}$ / $10 \cdot 10^{-3}$ | 77/80 | $5.0 \cdot 10^{-3}$ / $7.2 \cdot 10^{-3}$ | 74/77 |
| Uffici | $20 \cdot 10^{-3}$ | 86 | $14.4 \cdot 10^{-3}$ | 83 |
| Fabbriche | $40 \cdot 10^{-3}$ | 92 | $28.4 \cdot 10^{-3}$ | 89 |

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

Danno agli edifici

UNI 9916:

La norma definisce come parametro di riferimento per la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici il valore della velocità, in particolare il massimo valore (o di picco) delle componenti delle velocità di vibrazione lungo i tre assi di riferimento.

| Categoria | Tipi di strutture | Velocità di vibrazione in mm/s* | | | |
|-----------|--|---------------------------------|-------|-------|---------------------------------------|
| | | Misura alla fondazione | | | Misura al pavimento dell'ultimo piano |
| | | Campi di frequenza (Hz) | | | Frequenze diverse |
| < 10 | 10-50 | 50-100** | | | |
| 1 | Edifici utilizzati per scopi commerciali, edifici industriali e simili | 20 | 20-40 | 40-50 | 40 |
| 2 | Edifici residenziali e simili | 5 | 5-15 | 15-20 | 15 |
| 3 | Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni, non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco | 3 | 3- 8 | 8-10 | 8 |

* Si intende la massima delle tre componenti della velocità nel punto di misura.
** Per frequenze maggiori di 100 Hz possono applicarsi i valori riportati in questa colonna.

*Valori di riferimento delle velocità ammissibili
(UNI 9916-DIN 4150)
per vibrazioni di breve durata*

*Valori di riferimento delle velocità ammissibili
(UNI 9916-DIN 4150)
per vibrazioni durature*

| Classe | Tipo di edificio | Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s (per tutte le frequenze) |
|--------|---|---|
| 1 | Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili | 10 |
| 2 | Edifici residenziali e costruzioni simili | 5 |
| 3 | Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici) | 2,5 |

I valori di riferimento sono quelli al di sotto dei quali è ragionevole presumere che non vi siano danni di tipo architettonico

Ai fini pratici, si verifica - a tutte le frequenze - che il limite di disturbo per le persone è decisamente più restrittivo del limite di danno strutturale

STUDIO DI IMPATTO da VIBRAZIONI

**Sistema Ambientale:
*l'area di studio
i ricettori
la caratterizzazione anteoperam***

**Sistema della compatibilità:
*la previsione degli effetti
le mitigazioni e compensazioni***

Il Monitoraggio

L' AREA di STUDIO

- Individuazione cartografica dell'area di influenza
- Individuazione degli elementi naturali e artificiali interferenti e/o influenzanti il fenomeno vibratorio – *presenza di altre sorgenti vibrazionali significative*
- Analisi delle proprietà fisiche ed elastiche del terreno – *attraverso carta geologica, relazione geologica - studi specialistici (caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica), sondaggi*

I RICETTORI

- Individuazione cartografica
- Definizione della tipologia
 - ✓ *Per la valutazione del disturbo: destinazione d'uso – attività antropiche*
 - ✓ *Per la valutazione del danno agli edifici: tipologia costruttiva, stato di conservazione, tipo di fondazioni*

CARATTERISTICHE EDIFICIO

| | | |
|------------------------------------|--|--------------|
| Numero piani | 5 | Descrizione: |
| Numero piani interrati | 0 | |
| Altezza (m) | 14 | |
| Orientamento del fronte principale | Parallelo <input type="checkbox"/> Perpendicolare <input checked="" type="checkbox"/> Ruotato <input type="checkbox"/> | |

DESTINAZIONE D'USO

| | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|
| Residenziale | <input checked="" type="checkbox"/> | Scuole | <input type="checkbox"/> |
| Commerciale | <input type="checkbox"/> | Ospedali e cliniche | <input type="checkbox"/> |
| Residenziale ed attività commerciale | <input type="checkbox"/> | Musei, biblioteche, auditorium, teatri | <input type="checkbox"/> |
| Attività produttiva senza criticità | <input type="checkbox"/> | Chiese, Luoghi di culto | <input type="checkbox"/> |
| Attività produttiva con criticità | <input type="checkbox"/> | Studi dentistici e medici con attrezzatura sensibile | <input type="checkbox"/> |
| Uffici/terziario | <input type="checkbox"/> | Attività produttiva con attrezzatura sensibile | <input type="checkbox"/> |
| Edifici Storici | <input type="checkbox"/> | Altro | <input type="checkbox"/> |

| | | |
|------------------------|---|--------------|
| Ricettore critico | <input type="checkbox"/> | Motivazione: |
| Tipologia strutturale | Muratura <input type="checkbox"/> Cemento armato <input type="checkbox"/> Acciaio <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Stato di conservazione | Buono <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Cattivo <input type="checkbox"/> | |

| | | |
|---|----------|-------|
| Progressiva traociato | 2+400 | Note: |
| Distanza dall'infrastruttura (m) - Dislivello (m) | 0.0 27.0 | |

LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA



FOTO



DESTINAZIONE D'USO DELL'AREA

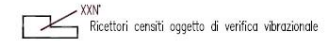
| | | | |
|------------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Urbanizzata periferica | <input type="checkbox"/> | Area industriale | <input type="checkbox"/> |
| Urbanizzata centrale | <input checked="" type="checkbox"/> | Area nuova costruzione | <input type="checkbox"/> |
| Area rurale | <input type="checkbox"/> | Altro | <input type="checkbox"/> |

SORGENTI VIBRAZIONALI PRESENTI ANTE OPERAM

| | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Traffico ferroviario | <input type="checkbox"/> | Macchine / Impianti esterni edificio | <input type="checkbox"/> |
| Traffico stradale | <input checked="" type="checkbox"/> | Lavorazioni industriali pesanti | <input type="checkbox"/> |
| Macchine / Impianti interni edificio | <input type="checkbox"/> | Altro | <input type="checkbox"/> |

Note:

LEGENDA:



Classificazione ricettori UNI 9614

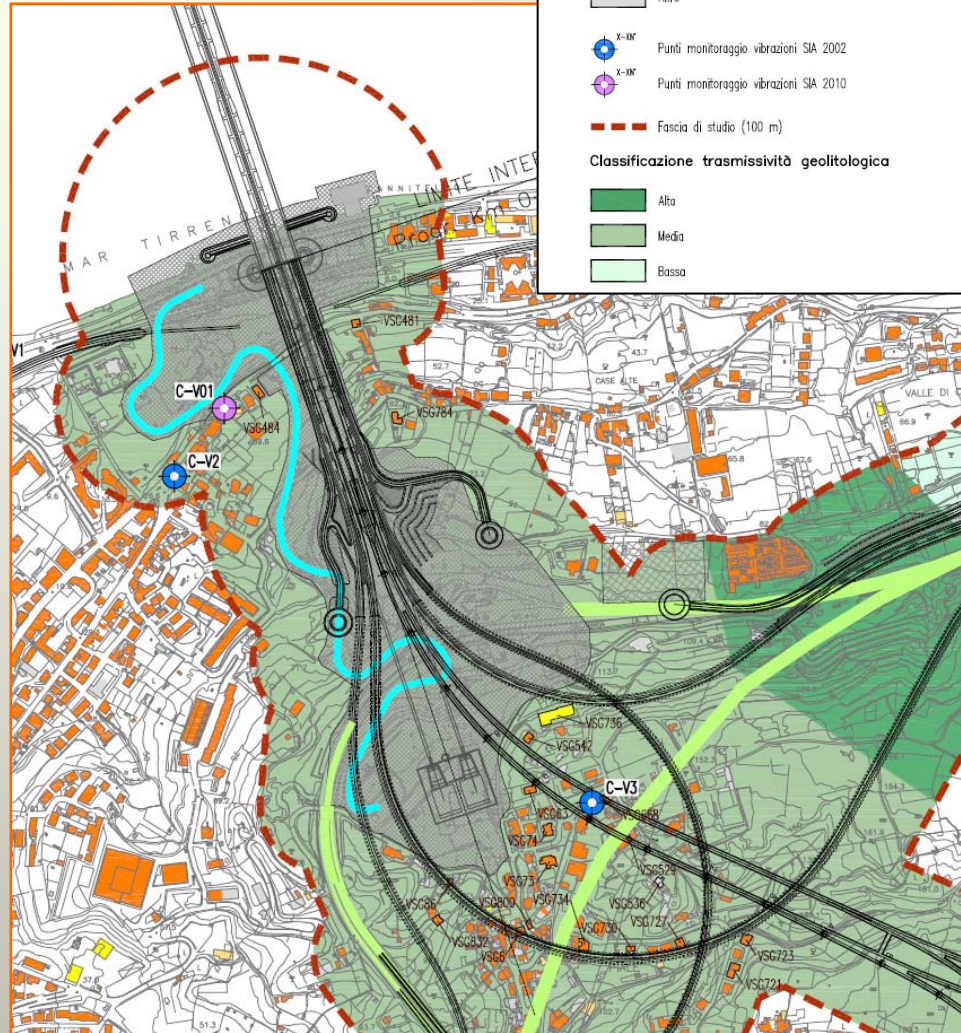
- Aree critiche (Ospedali, Laboratori, ...)
- Abitazioni e assimilabili (Scuole, Luoghi di Culto, ...)
- Uffici (Terziario, Commerciale e assimilabili)
- Fabbriche (Industriale, Artigianale)
- Altro

- X-W
Punti monitoraggio vibrazioni SIA 2002
- X-W
Punti monitoraggio vibrazioni SIA 2010

Fascia di studio (100 m)

Classificazione trasmissività geolitologica

- Alta
- Media
- Bassa



LA CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ANTEOPERAM

- Descrizione delle vibrazioni di fondo e delle condizioni/modalità di propagazione del fenomeno attraverso sopralluoghi mirati e/o misure dei livelli vibrazionali presso i ricettori sensibili e i più esposti

Lo screening vibrazionale

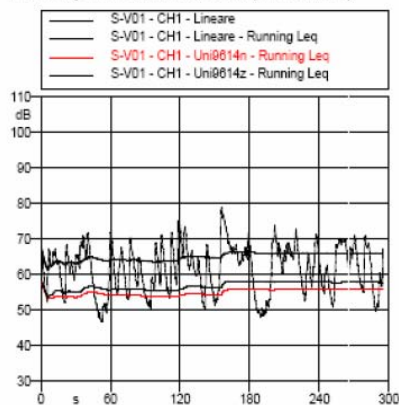


Esempi: La strumentazione di misura – Le terna accelerometriche

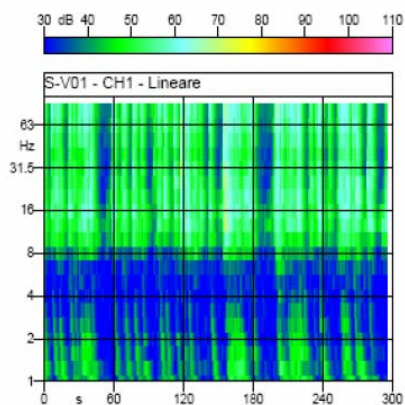
Lo screening vibrazionale permette di:

- *Valutare i livelli anteoperam nei ricettori*
- *Caratterizzare le sorgenti anteoperam*
- *Individuare la legge di propagazione nel terreno*

Time history - Livello accelerazione r.m.s. (dB rif. 10⁻⁶ m/s²)



L_{LINEARE} = 65.9 dB L_{UNI0614N} = 55.8 dB L_{UNI0614Z} = 57.8 dB

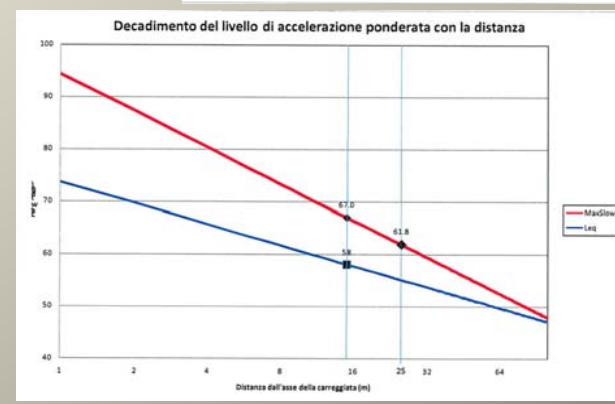
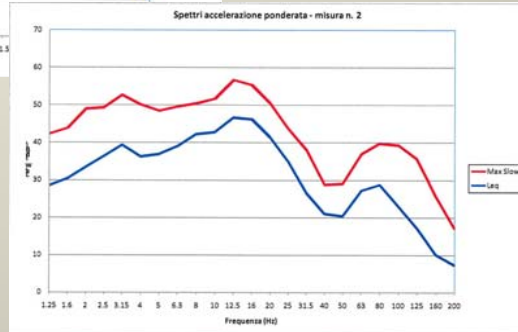
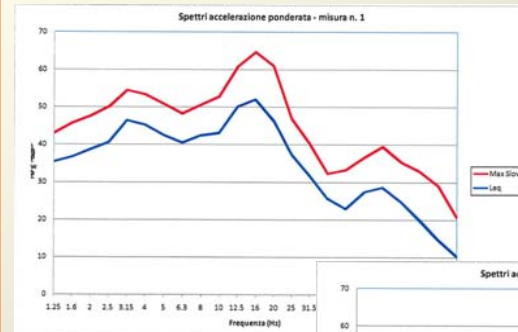
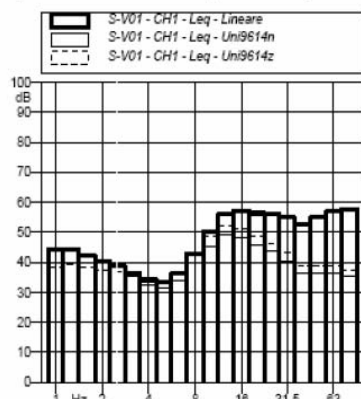


| S-V01 CH1 - Leq Lineare | | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| Hz | dB | Hz | dB | Hz | dB |
| 1 | 44.3 | 5 | 33.4 | 25 | 56.3 |
| 1.3 | 44.5 | 6.3 | 36.3 | 31.5 | 55.1 |
| 1.6 | 42.5 | 8 | 42.8 | 40 | 52.7 |
| 2 | 40.4 | 10 | 50.1 | 50 | 65.0 |
| 2.5 | 39.0 | 12.5 | 56.0 | 63 | 56.8 |
| 3.2 | 36.3 | 16 | 57.1 | 80 | 57.7 |
| 4 | 34.2 | 20 | 56.4 | | |

| S-V01 CH1 - Leq Uni0614n | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|
| Hz | dB | Hz | dB | Hz | dB |
| 1 | 44.3 | 5 | 31.4 | 25 | 43.7 |
| 1.3 | 44.5 | 6.3 | 33.8 | 31.5 | 40.5 |
| 1.6 | 42.5 | 8 | 39.7 | 40 | 36.2 |
| 2 | 40.4 | 10 | 45.2 | 50 | 36.5 |
| 2.5 | 39.0 | 12.5 | 49.2 | 63 | 36.6 |
| 3.2 | 35.3 | 16 | 45.4 | 80 | 35.3 |
| 4 | 32.7 | 20 | 45.7 | | |

| S-V01 CH1 - Leq Uni0614z | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|
| Hz | dB | Hz | dB | Hz | dB |
| 1 | 35.2 | 5 | 33.4 | 25 | 46.4 |
| 1.3 | 39.4 | 6.3 | 36.3 | 31.5 | 43.1 |
| 1.6 | 35.3 | 8 | 42.7 | 40 | 38.7 |
| 2 | 37.2 | 10 | 45.6 | 50 | 39.0 |
| 2.5 | 36.9 | 12.5 | 52.2 | 63 | 36.8 |
| 3.2 | 35.2 | 16 | 61.4 | 80 | 37.6 |
| 4 | 34.0 | 20 | 48.6 | | |

Spettro livello accelerazione r.m.s. (dB rif. 10⁻⁶ m/s²)



LA PREVISIONE DEGLI EFFETTI: la fase di cantiere

- **Valutazione previsionale attraverso modellizzazione**
 - *utilizzo di modelli analitici, numerici e/o empirici*
- **Descrizione del modello:**
 - ✓ *algoritmo di propagazione*
 - ✓ *parametri di caratterizzazione del mezzo di propagazione*
 - ✓ *parametri di caratterizzazione della sorgente*
- **Stima dei livelli vibrazionali, con indicazione:**
 - ❖ *tipologia delle lavorazioni*
 - ❖ *macchinari utilizzati*
 - ❖ *layout del cantiere con disposizione attrezzature e percorso dei mezzi pesanti*
 - ❖ *durata e cicli di lavorazione*
- **Valutazione del rumore indotto da vibrazioni all'interno degli edifici**
 - *rumore solido*

Il modello previsionale

Il livello di vibrazione in corrispondenza di un ricettore ad una distanza x dalla sorgente è pari al livello alla distanza di riferimento x_0 diminuito della somma delle attenuazioni/amplificazioni che si verificano nel terreno tra x_0 e x :

$$L(x) = L(x_0) - \sum_i A_i$$

Il livello di base $L(x_0)$ è generalmente ricavato da misure sperimentali in prossimità della sorgente.

Le componenti di attenuazione/amplificazione delle vibrazioni sono:

- *attenuazione per dissipazione interna del terreno;*
- *attenuazione geometrica, in relazione al tipo di sorgente e di onda*
- *attenuazione dovuta a ostacoli o discontinuità del terreno*
- *attenuazione dovuta all'accoppiamento terreno-fondazione*
- *attenuazione dovuta alla propagazione in direzione verticale nel corpo dell'edificio*
- *amplificazione determinata dai solai*

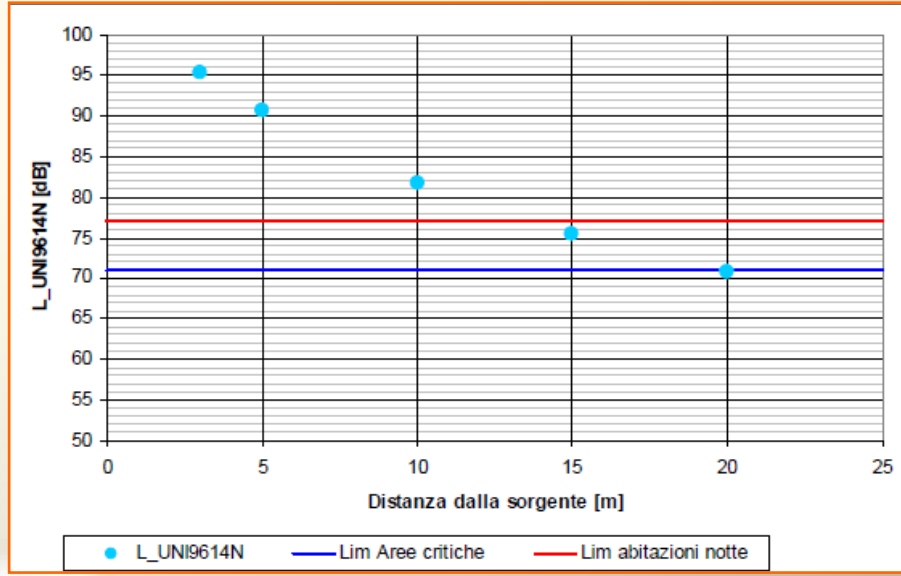
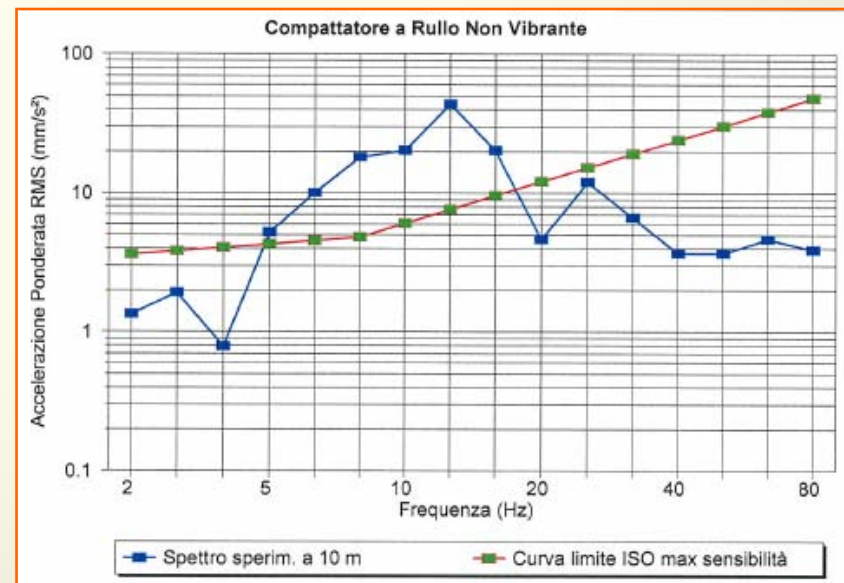
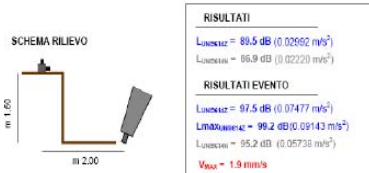
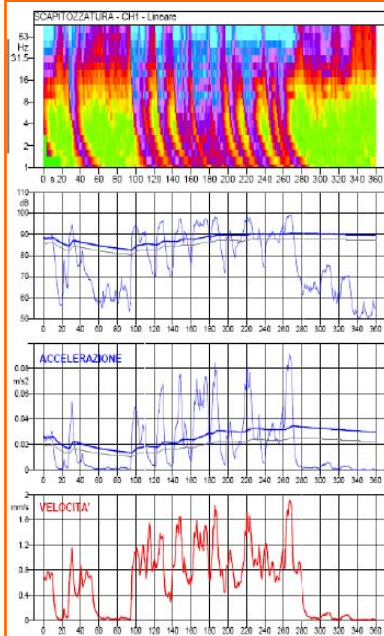
Il rumore solido

Il rumore solido è il risultato delle onde di pressione acustica irradiate dalle superfici della stanza (pareti, pavimento e soffitto) in vibrazione.

La stima del rumore solido è generalmente effettuata attraverso relazioni empiriche (da dati di bibliografia e/o osservazioni sperimentali).

La relazione generale che esprime il livello di rumore solido in funzione del livello vibratorio è $L_p(f_j) = L_a(f_j) - 20 \log(f_j) + K$





PREVISIONE DI IMPATTO

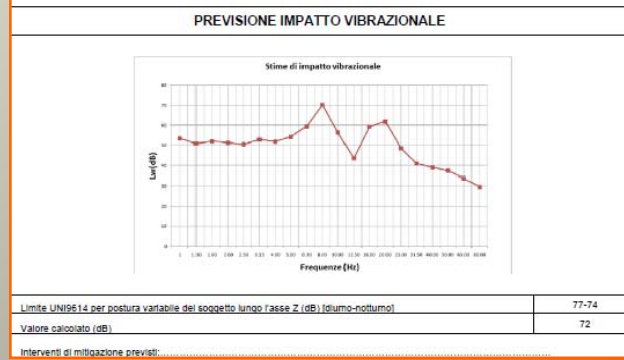
SORGENTE DI EMISSIONE

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|-----------|--------------------------|
| CANTIERE | <input checked="" type="checkbox"/> | ESERCIZIO | <input type="checkbox"/> |
| Fronte avanzamento lavori galleria | <input checked="" type="checkbox"/> | Galleria | <input type="checkbox"/> |
| Fronte avanzamento lavori rilevato | <input type="checkbox"/> | Rilevato | <input type="checkbox"/> |
| Fronte avanzamento lavori trincea | <input type="checkbox"/> | Trincea | <input type="checkbox"/> |
| Fronte avanzamento lavori viadotto | <input type="checkbox"/> | Viadotto | <input type="checkbox"/> |

GEOLITOLOGIA
 GABBIE E GHIAIE DI MESSINA

SINTESI CARATTERISTICHE EDIFICIO

| | |
|---|----------------|
| Progressiva | 3+400 |
| Distanza dalla sorgente (m) | 51.0 |
| Profondità del piano della sorgente (m) | 27.0 |
| Destinazione d'uso | Abitazione |
| Numero piani fuori terra | 2 |
| Numero di piani interrati | 0 |
| Tipologia strutturale | Cemento armato |
| Note | |



LA PREVISIONE DEGLI EFFETTI: la fase di esercizio

- **Valutazione previsionale attraverso modellizzazione**
- *utilizzo di modelli analitici, numerici e/o empirici*
- **Descrizione del modello:**
 - ✓ *algoritmo di propagazione*
 - ✓ *parametri di caratterizzazione del mezzo di propagazione*
 - ✓ *parametri di caratterizzazione della sorgente*
- **Stima dei livelli vibrazionali postoperam:**
 - ❖ *infrastrutture di trasporto: scenario di traffico a regime*
 - ❖ *attività/impianti: condizioni di esercizio a regime (condizione di contemporaneità di esercizio e/o di massima emissione)*
- **Valutazione del rumore indotto da vibrazioni all'interno degli edifici - *rumore solido* -**

PREVISIONE DI IMPATTO

SORGENTE DI EMISSIONE

| | | | |
|------------------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------------------|
| CANTIERE | <input type="checkbox"/> | ESERCIZIO | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Fronte avanzamento lavori galleria | <input type="checkbox"/> | Galleria | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Fronte avanzamento lavori rilevato | <input type="checkbox"/> | Rilevato | <input type="checkbox"/> |
| Fronte avanzamento lavori trincea | <input type="checkbox"/> | Trincea | <input type="checkbox"/> |
| Fronte avanzamento lavori viadotto | <input type="checkbox"/> | Viadotto | <input type="checkbox"/> |

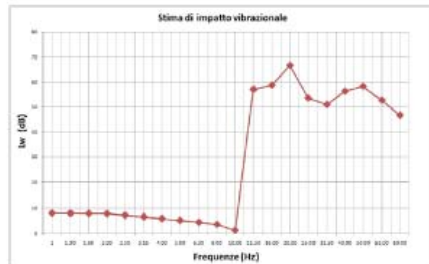
GEOLITOLOGIA

DEPOSITI ALLUVIONALI

SINTESI CARATTERISTICHE EDIFICIO

| | | |
|---|----------------|---|
| Binario | Dispari |  |
| Distanza dalla sorgente (m) | 41.37 | |
| Profondità del piano della sorgente (m) | 65.00 | |
| Destinazione d'uso | Abitazioni | |
| Numero piani fuori terra | 1 | |
| Numero di piani interrati | 0 | |
| Tipologia strutturale | Cemento armato | |
| Note | | |

PREVISIONE IMPATTO VIBRAZIONALE



| | |
|---|-------|
| Limite UNI9614 per postura variabile del soggetto lungo l'asse Z (dB) [giorno-notturno] | 77-74 |
| Valore calcolato (dB) | 69 |
| Interventi di mitigazione previsti: | |

LEGENDA:

 Edifici

Classi di trasmissività del terreno

 Alta

 Media

 Basso


Buffer di sensibilità del sistema edificato classificato in base alla normativa UNI 9614 e alle classi di trasmissività del terreno

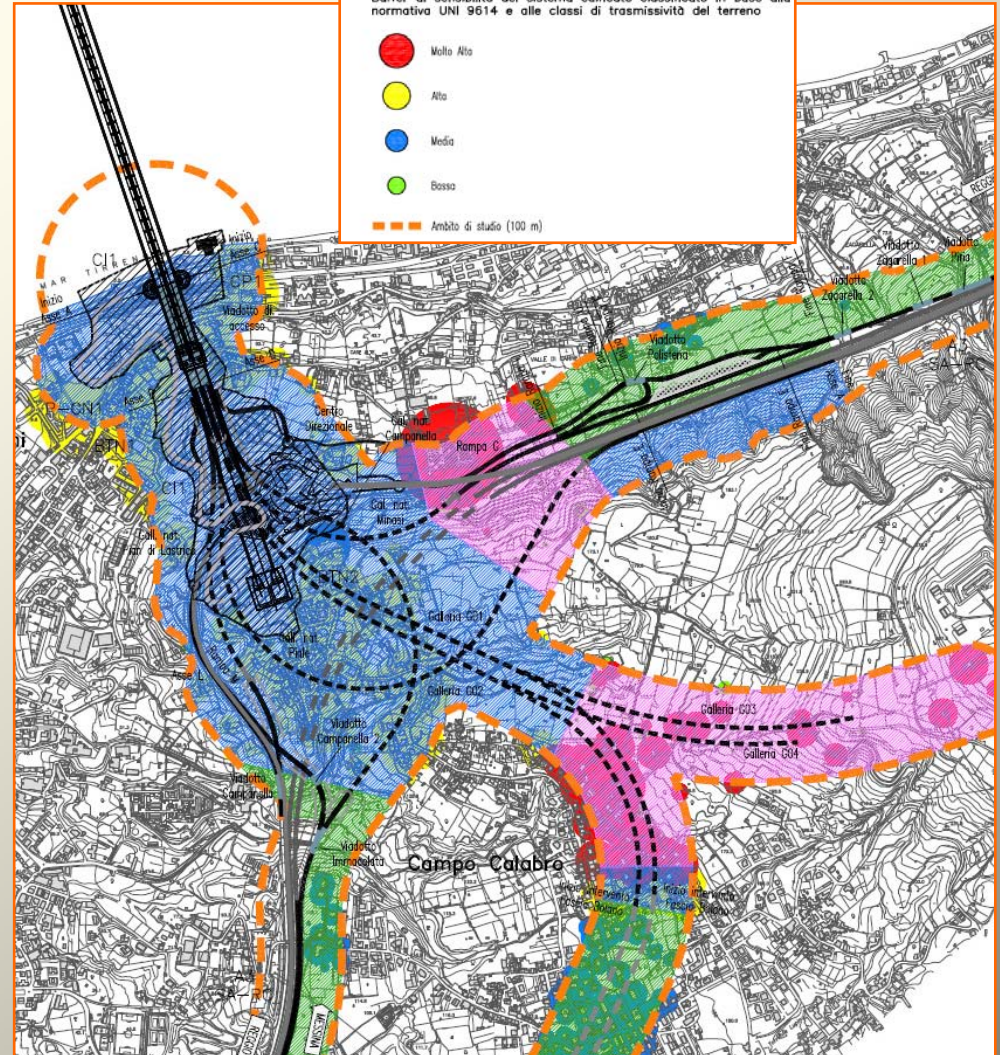
 Molto Alta

 Alta

 Media

 Basso

 Ambito di studio (100 m)



LE MITIGAZIONI E COMPENSAZIONI

- **Descrizione degli interventi:**
 - ***tipologia***
 - ***ubicazione***
 - ***caratteristiche dimensionali e di smorzamento del fenomeno vibratorio***

Sistemi di mitigazione:

Criteri di scelta dei macchinari e delle tecniche

Criteri gestionali

Tecniche di mitigazione antivibrante:

- **Sistemi a massa flottante:** cuscinetti, piastre e ammortizzatori alla base di apparecchiature, macchinari fissi, ballast ferroviario
- **Trincee antivibrazione:** diaframmi interrati lungo il cammino di propagazione tra sorgente e ricettore
- **Interventi di consolidamento al ricettore**

IL MONITORAGGIO

- **Il Piano di Monitoraggio**
 - *fase ante operam*
 - *fase cantiere*
 - *fase post operam*
- **Indicazione:**
 - *numero e ubicazione dei punti di misura*
 - *metodologia di misurazione*
 - *grandezze da misurare*
 - *strumentazione e catena di misura*
 - *periodi di monitoraggio*
 - *durata e frequenza delle misure*
- **Coordinamento con gli esperti di suolo e sottosuolo**

Le **postazioni di misura** sono fisse o mobili, permettono:

- ✓ la valutazione dei livelli vibrazionali
- ✓ la caratterizzazione della sorgente
- ✓ la caratterizzazione del mezzo di propagazione
- ✓ la calibrazione degli strumenti modellistici

I **punti di misura** sono individuati in funzione di:

- tipo e natura dei ricettori (ricettori sensibili, laboratori, aree archeologiche,)
- natura geolitologica del terreno
- posizione e tipologia delle sorgenti vibrazionali

In particolare per la fase di cantiere, la **scelta dei punti di misura e del periodo di monitoraggio** deve considerare:

- temporaneità e mobilità spaziale delle macchine
- tipologia e cicli delle lavorazioni

Le **misure** devono permettere di rilevare, *dipendentemente dalla metodologia di riferimento*, spettri di accelerazione e velocità nelle bande di frequenza opportune in funzione della tipologia della sorgente e del ricettore interessato

ESEMPI DI ELEMENTI TECNICI PER LA RICHIESTA DI INTEGRAZIONI

VIA – RACCORDO STRADALE SALERNO-AVELLINO

- Si chiede di completare lo studio realizzato con:
- individuazione su mappa dei ricettori considerati per l'analisi della componente vibrazione;
 - classificazione dei ricettori ai sensi della norma UNI 9614;
 - indicazione dell'**algoritmo di calcolo** (o ipotesi di calcolo) utilizzato per la stima dei livelli di vibrazione;
 - indicazione dei **dati di input** utilizzati per la stima dei livelli di vibrazione;
 - indicazione, per ogni ricettore individuato, dei **livelli di vibrazione stimati** (per i due periodi giornalieri) e dei relativi confronti con i livelli limiti definiti dalla UNI 9614.

VIA – S.S. 106 - AUTOSTRADA A3, COLLEGAMENTO SVINCOLO DI FIRMO - SIBARI, ADEGUAMENTO DELLA S.S. 534 COME RACCORDO AUTOSTRADALE

1. Si ritiene opportuno richiedere al Proponente di (...) valutare lo **stato vibrazionale postoperam** sui ricettori più prossimi al tracciato stradale di progetto e di valutare l'impatto vibrazionale in **fase di realizzazione** dell'opera sui ricettori individuati come critici per vicinanza alle aree di cantiere.
2. Si ritiene opportuno che il Proponente predisponga un **PMA** in cui venga dettagliata la programmazione spazio-temporale delle attività di monitoraggio, con definizione del numero e della distribuzione territoriale delle stazioni di monitoraggio o postazioni di misura (...). Nel Piano di Monitoraggio il Proponente dovrà tenere conto anche della componente vibrazioni, individuando adeguati indicatori in grado di rappresentare lo stato vibrazionale associabile all'intervento e quindi di validare le previsioni formulate nello SIA.

VIAS - NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA - CATENANUOVA

1. In merito alla **campagna di misura** utilizzata per la caratterizzazione della sorgente vibrazionale utilizzata nel modello di calcolo previsionale, si chiede al Proponente di fornire maggiori informazioni relativamente alla tipologia di misure effettuate, alla strumentazione utilizzata, alle distanze dal binario dei punti di misura e alla tipologia di treni in transito durante le misurazioni stesse.
2. Si chiede al Proponente di completare lo studio degli effetti vibrazionali prodotti durante la **fase di esercizio** a regime dell'infrastruttura e la **fase di cantiere**, riportando in tabella, per tutti i ricettori individuati:
 - i livelli stimati dal modello previsionale, per la verifica del rispetto dei limiti indicati dalle norme UNI 9614 e UNI 9916;
 - i livelli di rumore trasmesso per via solida dalle strutture all'interno degli edifici a finestre chiuse, per la verifica del rispetto dei limiti interni previsti dal DPR 459/98.

VIA – PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA

Si chiede di verificare la coerenza tra quanto individuato nello studio di impatto vibrazionale in particolare al paragrafo 4. “Punti di attenzione per il PMA” e quanto riportato nel documento **Piano di Monitoraggio**, e/o di motivare eventuali incongruenze o l’inserimento di altri ricettori.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE COMPONENTI RUMORE E CAMPI ELETTROMAGNETICI



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Enrico Mazzocchi - Ingegnere
Francesca Sacchetti - Ingegnere
Rosalba Silvaggio - Architetto