

**Vibrazioni:  
disturbo alla persona e danni alla struttura.**



# **Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura**

***Dott. Geol. Lando Umberto Pacini***  
*libero professionista landopacini@gmail.com*



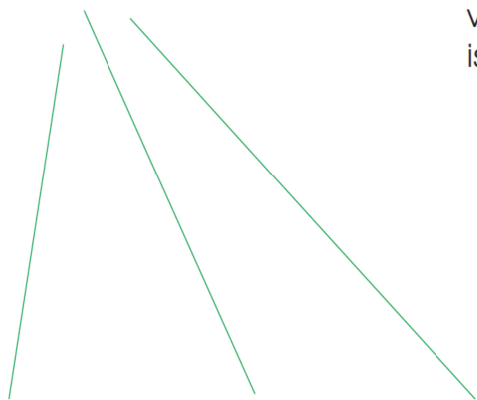
# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



## ACOUSTIC AND VIBRATIONAL SOURCE (ISO 4866-2010)

### PERMANENT

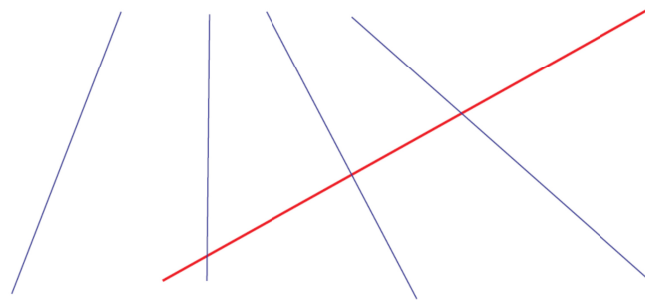
The source emission is permanent or quasi-permanent during™ the selected reference interval



TRAFIC (far) MACHINARY

### INTERMITTENT

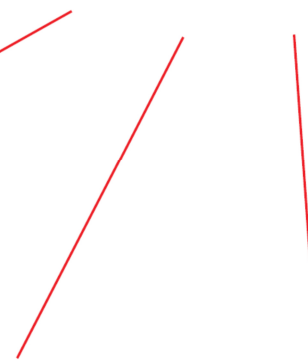
A succession of events, each of relatively short duration, separated by irregular during which the vibration amplitudes is equivalent to the background level



PUMP RAILWAY AIRPLANE  
MEN BELL etc etc as you detect

### SINGLE OCCURRENCE

Events which are of short duration and which can occur only once.  
Max 5 events/die



EXCAVATION

More examples

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com





# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

## SOURCE EFFECT

### NOISE

Acoustic > 80 Hz      Vibration < 250 Hz

Range 80-250 Hz: sound from vibration

Sensible subject

(Hospital - Office - Public office - Industry  
residential buildings - Person - car - train etc)

### DAMAGE

Vibration < 250 Hz

Estetic

Permanent

Restructurable

Plaster/mortar

Densification/Consolidation

Structural damage

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

## SOURCE EFFECT

### NOISE

Acoustic > 80 Hz      Vibration < 250 Hz

Range 80-250 Hz: sound from vibration

Sensible subject

(Hospital - Office - Public office - Industry  
residential buildings - Person - car - train etc)

### DAMAGE

Vibration < 250 Hz

Estetic - Permanent - Restructurable  
Plaster/mortar      Densification/Consolidation      - Structural damage

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

## **Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.**



Il disturbo alla persona interessa gli effetti che le vibrazioni inducono sul corpo umano. I limiti di superamento del regime vibratorio ammissibile sono, di fatto, i limiti inferiori che richiedono verifiche del possibile danno alle strutture.

Se non si ha superamento del limite del disturbo alla persona è inutile ricercare un possibile regime vibratorio capace di indurre un danno alle strutture

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
*libero professionista landopacini@gmail.com*



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



PAESI	LEGGI NAZIONALI
ITALIA	<b>LEGGE:</b> L. 447/1995; DPCM 5.12.97 REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI
FRANCIA	<b>LEGGI:</b> Arrêté Du 30 Juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitations, Arrêté Du 25 Avril 2003 Relatif À La Limitation Du Bruit Dans Les Établissements De Santé, Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement, Arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.
SPAGNA	<b>LEGGE:</b> MINISTERIO DE VIVIENDA 18400 - REAL DECRETO 1371/2007, documento básico «DB-IR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
SVIZZERA	<b>LEGGE:</b> Ordinanza contro l'inquinamento fonico (OIF) del 15 dicembre 1986 (Stato 1° Luglio 2008) 814.41 _ Consiglio Federale Svizzero <b>NORMA:</b> Norma Svizzera SIA 181 Schallschutz im Hochbau e DIN 18401 Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen
DANIMARCA	<b>LEGGE:</b> Building Regulations BR08 - The Danish Ministry of Economic and Business Affairs - Danish Enterprise and Construction Authority - Copenhagen 12. of December 2007. <b>NORME:</b> DS 496 "LYDKLASSIFIKATION AF BOLIGER"/2007 INSTA STANDARD - Nordic Standardization Committee
SVEZIA	<b>LEGGE:</b> Building Regulations BFS 1993:57 with amendments including BFS2006:22 (BBR) of the Swedish Boars of Housing Building <b>NORME:</b> SS25267:2004 "Byggekustik - Ljudklassning av utrymmen i byggnader - Bostäder" SS 25268:2007 "Byggekustik - Ljudklassning av utrymmen i byggnader - Vårdlokaler, undervisningslokaler, dag- och fridshem, kontor och hotell"
NORVEGLIA	<b>LEGGE:</b> - Norges Byggestandardiseringsråd (NBR) - "FOR 2004-06-01 n 931: Forskrift om begrening av forurensning (forurensningsforskriften)" <b>NORMA:</b> NS 8175:2008, "Lydforhold i bygninger, Lydklassifisering av ulike bygningstyper"
AUSTRIA	<b>LEGGI:</b> OGNUNO DEI 9 LANDER HA PROPRIE LEGGI TERRITORIALI RECEPIMENTO DELLA <b>NORMA NAZIONALE</b> <b>NORMA:</b> ÖNORM B 8115-2: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau
GERMANIA	<b>LEGGE:</b> CLASSE I _ DIN 4109 <b>NORME:</b> DIN® 4109 Schallschutz im Hochbau e VDI® 4100 Schallschutz von Wohnungen - Kriterien für Planung und Beurteilung- DIN 18401 Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen ®DIN: Deutsches Institut für Normung ®®VDI: Verein Deutscher Ingenieure
INGHILT. E GALLES	<b>LEGGI:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>The Building Regulations 2000 - Resistance to the passage of sound - Part E.</li> <li>Sound Insulation The Revised Building Regulations Part E.</li> <li>Building Regulations Explanatory Booklet</li> </ul>

## INTERNATIONAL ACOUSTIC LAWS

 USED IN ITALY

By Acustica Parati & Co & ITC CNR

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com



ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE UMBRIA

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

## INTERNATIONAL VIBRATION LAWS - NOISE

laws and technical standards	nationality	use
ISO 2631-1		vibrational tests total body
ISO 2631-2		impelling and continuative buildings vibration
ISO 4865		analysis and production data methods
<b>ISO 4866</b>		definition of buildings type and foundation soil
ISO 5347		calibration of vibration recording methods
ISO 5348		accelerometers assembling methods
<b>UNI 9614</b>	Italia	vibrations buildings tests and estimate of disturb


More other international laws are not identified for our purpose

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

## INTERNATIONAL VIBRATION LAWS - DAMAGE

laws and technical standards	nationality	parameters							
		frequency	limit value	length event	soil type	building condition	activity	foundation type	signal analysis
ISO 4866		X	P.CP.V	X	X	X		X	X
UNI 9916 (2004)	Italia	X	P.P.V.	X		X		X	X
AFTES	Francia	X	P.P.V.	X	X	X			
CIRC AMB MIN 93		X	P.P.V.	X		X	X		
BS 7385-2 (1993)	G.Bretagna	X	P.P.V.	X		X			X
DIN 4150-3 (1999)	Germania	X	P.CP.V	X		X			X
SN 640312 (1992)	Svizzera	X	P.P.V.	X		X			X
USBRM 1984	USA	X	P.CP.V	X		X			
OSMRE		X	P.CP.V	X		X	X		

 USED IN ITALY

The Italian law takes the fundamental concept of ISO 4866 and also includes more indications in DIN 4150.3 and BS 7385-2

**Ing. Geol. Lando Umberto Pacini**  
bero.professionista.landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

Table A.1 — Categorization of structures according to group of building

Category of structure	Group of building (see clause A.4)	
	1	2
Resistance to vibration decreasing ↑	1 Heavy industrial multi-storey buildings, five to seven storeys high, including earthquake-resistant forms  Heavy structures, including bridges, fortresses, ramparts	Two- and three-storey industrial, heavy-frame buildings of reinforced concrete or structural steel, clad with sheeting and/or infilling panels of blockwork, brickwork, or precast units, and with steel, pre-cast or <i>in situ</i> concrete floors  Composite, structural steel and reinforced concrete heavy industrial buildings
	2 Timber frame, heavy, public buildings, including earthquake-resistant forms	Five- to nine-storey (and more) blocks of flats, offices, hospitals, light-frame industrial buildings of reinforced concrete or structural steel, with infilling panels of blockwork, brickwork, or precast units, not designed to resist earthquakes
	3 Timber-frame, single- and two-storey houses and buildings of associated uses, with infilling and/or cladding, including "log cabin" kinds, including earthquake-resistant forms	Single-storey moderately lightweight, open-type industrial buildings, braced by internal cross walls, of steel or aluminium or timber, or concrete-frame, with light, sheet-cladding, and light panel-infilling, including earthquake-resistant types
	4 Fairly heavy multi-storey buildings, used for medium warehousing or as living accommodation varying from five to seven storeys or more	Two-storey, domestic houses and buildings of associated uses, constructed of reinforced blockwork, brickwork or precast units, and with reinforced floor and roof construction, or wholly of reinforced concrete or similar, all of earthquake-resistant types
	5 Four- to six-storey houses, and buildings of associated urban uses, made with blockwork or brickwork, load-bearing walls of heavier construction, including "stately homes" and small palace-style buildings	Four- to ten-storey domestic and similar buildings, constructed mainly of lightweight load-bearing blockwork and brickwork, calculated or uncalculated, braced mostly by internal walls of similar material, and by reinforced concrete, preformed or <i>in situ</i> floors at least on every other storey.
	6 Two-storey houses and buildings of associated uses, made of blockwork, brickwork or pis-à-terre, with timber floors and roof  Stone- or brick-built towers, including earthquake-resistant forms	Two-storey domestic houses and buildings of associated uses, including offices, constructed with walls of blockwork, brickwork, precast units, and with timber or precast or <i>in situ</i> floors and roof structures
	7 Lofty church, hall and similar stone- or brick-built, arched or "articulated" type structures, with or without vaulting, including arched smaller churches and similar buildings  Low heavily constructed "open" (i.e. non-cross-braced) frame church and barn type buildings including stables, garages, low industrial buildings, town halls, temples, mosques, and similar buildings with fairly heavy timber roofs and floors	Single- and two-storey houses and buildings of associated uses, made of lighter construction, using lightweight materials, pre-fabricated or <i>in situ</i> , separately or mixed
	8 Ruins and near-ruins and other buildings, all in a delicate state  All class 7 constructions of historical importance	

## DEFINIZIONE DEL TIPO DI EDIFICIO

(ISO 4866)

Buildings type 1

Ancient buildings or recent constructions made with traditional techniques and materials  
**Heavy structures** and **high dumping**

Buildings type 2

Framed buildings with reinforced or prestressed concrete prefabricated elements  
**Light weight** with **low dumping** values

In questa norma **NON** sono previsti ponti o ciminiere o gallerie

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



## DEFINIZIONE DEL TIPO DI FONDAZIONE *(ISO 4866)*

There are 3 classes of foundation structures types

**Class A:** connected piles in reinforced concrete, steel or wood and rigid concrete bed

**Class B:** not connected piles in reinforced concrete or wood and continuous ground beam foundation

**Class C:** lightweight retaining wall, stone massive foundations or structures without foundation

## E DEL TIPO DI SUOLO *(ISO 4866)*

There are 6 classes of soil foundation types (parzialmente ripresi da EC8)

Type A: not fractured or very solid and lightly fractured rocks, concrete sand

Type B: solid soils and rocks with horizontal stratification

Type C: lowly solid soils and rocks with horizontal stratification

Type D: soils and rocks with sloped stratification to potential instability

Type E: granular soils, sand and gravel without cohesion or saturated clays

Type F: landfill and anthropic soils

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com





# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

Class of building <sup>1)</sup>		Category of structure (see table A.1)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Categories of foundations (capital letters) and types of soil (lower case letter) (see clause A.5 and clause A.6 )							
← Level of acceptable vibration decreasing	1	A a							
	2	A b	A a	A a	A a				
	3		A b B a	A b B a	A b	A a A b			
	4		A c B b	B b	A c	A c B a B b			
	5		B c	A c		B c	B a		
	6		A f		A d	B d	B b C a	B a	
	7			A f	A e	B e	B c C b	B b C a	
	8						B e C c	B c C b	
	9		B f				C d	B d C c	A a
	10			B f			C e	B e C d	A b
	11				C f	C f		C e	B a
	12						C f		B c C a
	13							C f	B d C b C c
	14								C d C e C f

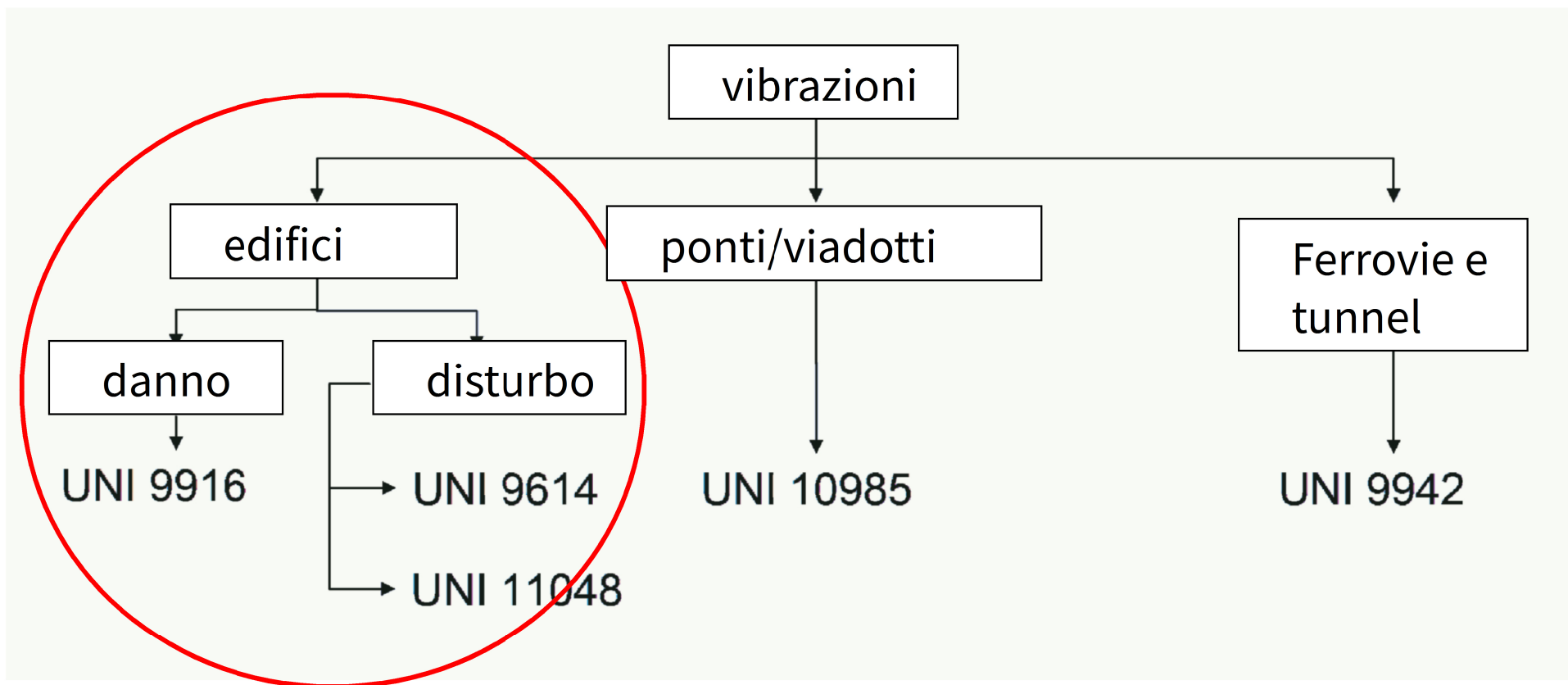
1) High class number = high degree of protection required.

## SCELTA DEL CASO DI ANALISI secondo ISO 4866

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

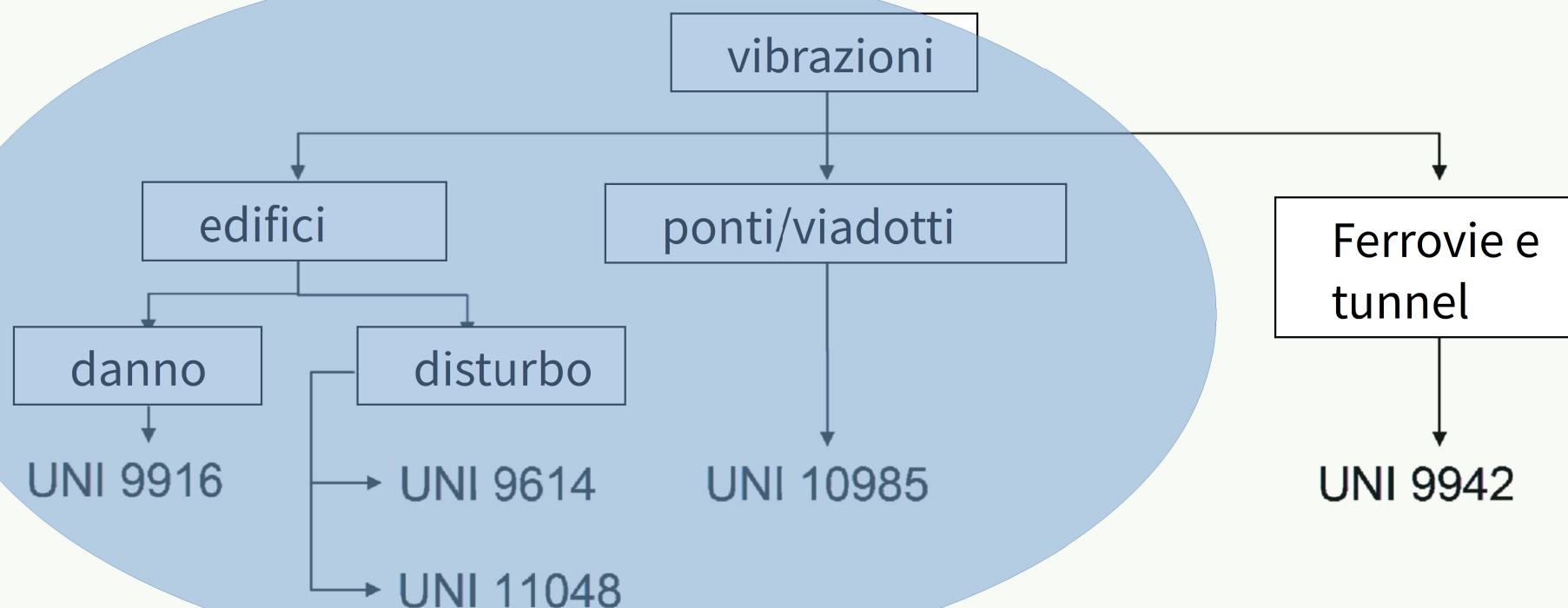
MA COSA E' NECESSARIO E COME MISURARE?



**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

MA COSA E' NECESSARIO E COME MISURARE?

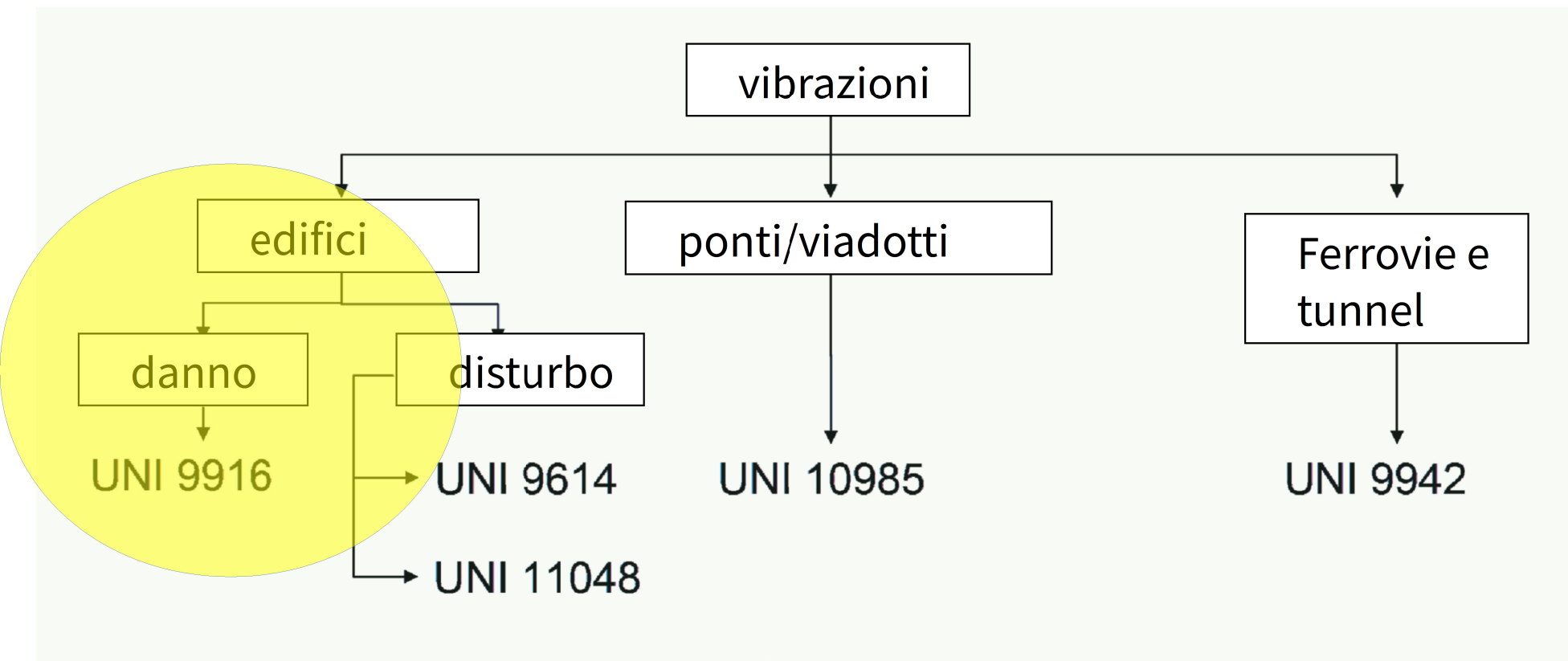


Oggi trattiamo questi argomenti

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

MA COSA E' NECESSARIO E COME MISURARE?



In particolare questo... purtroppo il tempo è tiranno

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



E' bene ripeterlo

UNI 9916/2004

La norma si applica in generale a tutte le tipologie di edifici di carattere abitativo, industriale e monumentale. Ciminiere, ponti e strutture sotterranee, quali gallerie e tubazioni, non sono considerate dalla presente norma.

**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ero professionista landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



La norma UNI 9916 richiama altri riferimenti che servono per aver chiaro cosa studiamo e come lo facciamo

UNI 9513 glossario di lavoro

UNI ISO 5367 metodi di taratura dei rilevatori di vibrazioni ed urti (notare le distinzioni)

UNI ISO 5348 montaggio degli accelerometri (generalmente leggeri tanto da “volare”)

ISO/CD 18431-1 introduzione generale alla elaborazione del segnale

ISO/CD 18431-2 elaborazione del segnale nel dominio del tempo e dell'analisi della FFT

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
lbero.professionista.landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



ABBIAMO DETTO DEL TIPO DI VIBRAZIONE DA STUDIARE  
( PERMANENTE, INTERMITTENTE O SINGOLO EVENTO)

**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ero professionista landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



ABBIAMO DETTO DEL TIPO DI VIBRAZIONE DA STUDIARE

( PERMANENTE, INTERMITTENTE O SINGOLO EVENTO)

ABBIAMO GIA' DETTO DI COME DEFINIRE IL PROBLEMA SOTTO L'ASPETTO  
DELL'INTERAZIONE STRUTTURA TERRENO

(VALORE DELLA CLASSE MAGGIORE E MAGGIORE GRADO DI PROTEZIONE RICHIESTA)

**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ero professionista landopacini@gmail.com





# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



ABBIAMO DETTO DEL TIPO DI VIBRAZIONE DA STUDIARE

( PERMANENTE, INTERMITTENTE O SINGOLO EVENTO)

ABBIAMO GIA' DETTO DI COME DEFINIRE IL PROBLEMA SOTTO L'ASPETTO  
DELL'INTERAZIONE STRUTTURA TERRENO

(VALORE DELLA CLASSE MAGGIORE E MAGGIORE GRADO DI PROTEZIONE RICHIESTA)

DOBBIAMO DEFINIRE IL TIPO DI ENERGIA DA STUDIARE

(SORGENTE ESTERNA A TERRA, SORGENTE ESTERNA IN ARIA, SORGENTE INTERNA)

**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
vero professionista landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



ABBIAMO DETTO DEL TIPO DI VIBRAZIONE DA STUDIARE

( PERMANENTE, INTERMITTENTE O SINGOLO EVENTO)

ABBIAMO GIA' DETTO DI COME DEFINIRE IL PROBLEMA SOTTO L'ASPETTO  
DELL'INTERAZIONE STRUTTURA TERRENO

(VALORE DELLA CLASSE MAGGIORE E MAGGIORE GRADO DI PROTEZIONE RICHIESTA)

DOBBIAMO DEFINIRE IL TIPO DI ENERGIA DA STUDIARE

(SORGENTE ESTERNA A TERRA, SORGENTE ESTERNA IN ARIA, SORGENTE INTERNA)

DOBBIAMO DEFINIRE COME MISURARE GLI EVENTI

**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
zero professionista landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



PRECISAZIONE SUL TIPO DI EVENTO DA MISURARE:

**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ero professionista landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ero professionista landopacini@gmail.com

PRECISAZIONE SUL TIPO DI EVENTO DA MISURARE:

PERMANENTE O CONTINUA = con ciclo continuo e ripetitivo nel tempo;  
le energie nel ciclo sono costanti con periodo di eccitazione  
maggiore a  $5T_0$  con  $T_0$  = costante di tempo dell'edificio

$$\text{Ovvero } T_0 = 1/(2\pi \xi_0 f_0)$$

con  $\xi_0$  = smorzamento ed  $f_0$  = frequenza fondamentale edificio



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

PRECISAZIONE SUL TIPO DI EVENTO DA MISURARE:

PERMANENTE O CONTINUA = con ciclo continuo e ripetitivo nel tempo;  
le energie nel ciclo sono costanti con periodo di eccitazione  
maggiore a  $5T_0$  con  $T_0$  = costante di tempo dell'edificio

$$\text{Ovvero } T_0 = 1/(2\pi \xi_0 f_0)$$

con  $\xi_0$  = smorzamento ed  $f_0$  = frequenza fondamentale edificio

INTERMITTENTE = con ciclo temporaneo ripetuto a tempi scanditi,  
con tempo durata evento minore  $5T_0$



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

PRECISAZIONE SUL TIPO DI EVENTO DA MISURARE:

PERMANENTE O CONTINUA = con ciclo continuo e ripetitivo nel tempo;  
le energie nel ciclo sono costanti con periodo di eccitazione  
maggiore a  $5T_0$  con  $T_0$  = costante di tempo dell'edificio

$$\text{Ovvero } T_0 = 1/(2\pi \xi_0 f_0)$$

con  $\xi_0$  = smorzamento ed  $f_0$  = frequenza fondamentale edificio

INTERMITTENTE = con ciclo temporaneo ripetuto a tempi scanditi,  
con tempo durata evento minore  $5T_0$

IMPULSIVO = singolo evento o con tempo di ritorno molto lungo rispetto al tempo di durata dell'evento  
In pratica un tempo di ritorno  $n \gg (5T_0)$



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



Se però cerchiamo di capire cosa succede ai materiali sottoposti a “fatica” allora possiamo ritenere un evento intermittente come permanente

Insomma,  
dobbiamo attivare il senso critico per definire cosa dobbiamo studiare

E per far questo dobbiamo anche definire se l’evento è di

- tipo deterministico (cioè definibile con espressioni matematiche) o di
- tipo aleatorio (e quindi dobbiamo trovare i termini statistici descrittivi)

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



Ma cosa dobbiamo misurare?

- Frequenze
- Ampiezze
- Durata singolo evento o persistenza
- Spostamento/Velocità/Accelerazione
- Numero eventi

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ibero.professionista.landopacini@gmail.com





# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

## Frequenze caratteristiche delle sorgenti

Sorgente di vibrazioni	Gamma di frequenza [Hz]
Traffico (su strada e su rotaia)	Da 1 a 300
Esplosioni	Da 1 a 300
Battitura di pali	Da 1 a 100
Demolizioni (caduta edificio)	Da 1 a 20
Macchine esterne all'edificio	Da 1 a 300
Macchine interne all'edificio	Da 1 a 300
Attività umane (movimento di persone all'interno dell'edificio)	Da 0,1 a 100
Vento	Da 0,1 a 2

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



Strumenti di misura:

Accelerometri



Velocimetri



+

DIGITALIZZATORE



Registrazione su PC ed Analisi con SW dedicati

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



Come misurare:

Per segnali con **caratteristiche aleatorie**: la durata della misura deve essere tale da acquisire sicuramente la perturbazione.

La frequenza di acquisizione deve essere almeno  $2f$  della perturbazione e devono essere presenti filtri aliasing. Se la  $f_{acq}$  di acquisizione è elevata ( $f_{acq} > 5f$ ), i filtri anti aliasing possono essere omessi.

Per **segnali non stazionari**: le misure devono essere ripetute in più tempi nella giornata

**Segnali intermittenti od irregolari**: si attivano sistemi di acquisizione automatici abbandonati in campo

**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ero professionista landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



Le acquisizioni devono avvenire contemporaneamente lungo i tre assi, a meno di segnali Stazionari (motori rotanti)

Se si devono definire le funzioni di trasferimento, si devono acquisire più punti contemporaneamente (almeno tre)

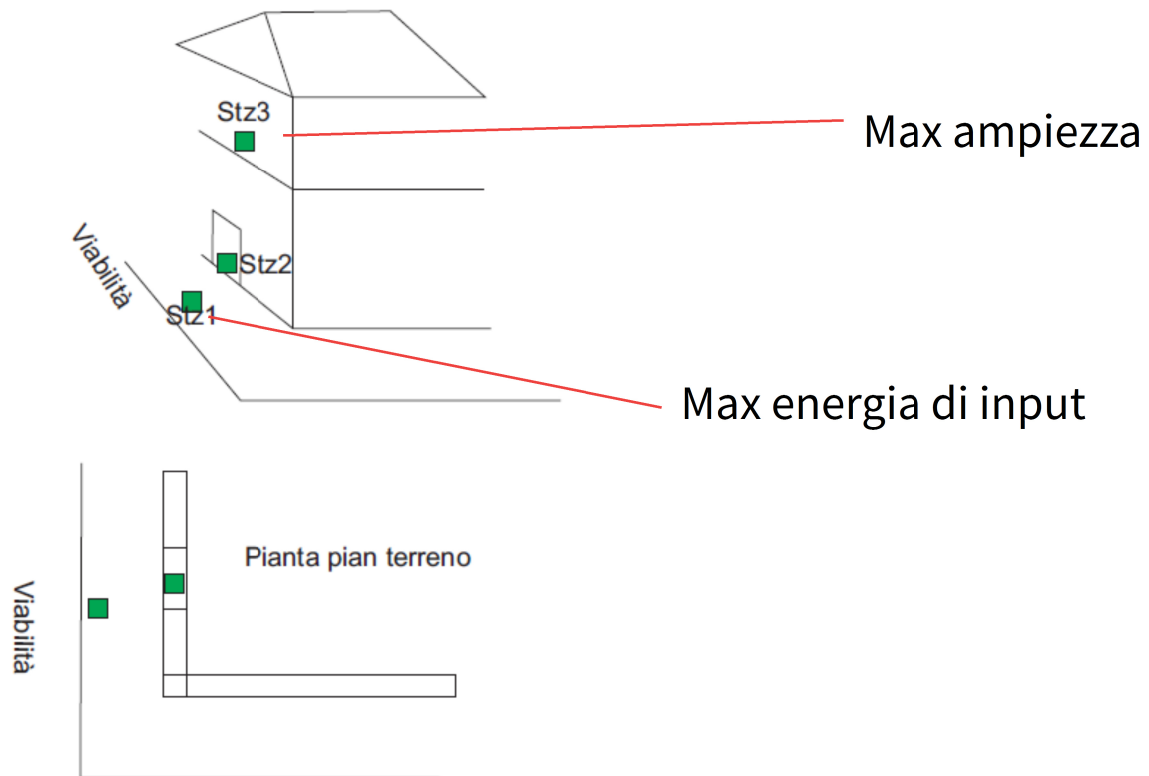
Nel caso di edifici:

- A terra vicino alla sorgente
- Al piano basso
- Al piano più alto (o comunque nell'area di maggior risentimento)
- Dove si può

**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ero professionista landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



## Come effettuare le misure

Parametri di durata e frequenza dell'acquisizione e quando nella giornata

Durata: servirebbero almeno 3 eventi se sono ripetuti nel tempo.

Nel caso di esplosioni il monitoraggio serve per avere una grandezza dell'energia prodotta/trasmessa

Per il disturbo alle persone la giornata è considerata divisa in due tempi :

6:00/22:00 giorno

22:00/6:00 notte

Per il danno alle strutture la giornata è unica ma i limiti cambiano se a terra o al piano

Se si ha un evento continuo (lungo termine) o intermittente a distanza (breve termine)

I limiti sono differenti

Poi: edifici residenziali – industriali – altro (edifici storici)

**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
vero professionista landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

## Come effettuare le misure

Serve anche verificare che la perturbazione abbia un segnale con entità maggiore del rumore ambientale di fondo

In termini di valori efficaci, il rapporto fra segnale e rumore ( $S/N$ ) può essere utilizzato come indice della qualità della registrazione effettuata.

Il rapporto  $S/N$  è usualmente espresso in decibel (dB) come:

$$S/N = 20 \lg_{10} [V_{\text{eff}}(S) / V_{\text{eff}}(N)]$$

dove:

$V_{\text{eff}}(S)$  è il valore efficace del segnale registrato (incluso il rumore);

$V_{\text{eff}}(N)$  è il valore efficace del rumore.

In relazione al rapporto  $S/N$  si suggeriscono i seguenti criteri di accettabilità del segnale registrato:

- se il rapporto  $S/N > 10$  dB, il valore trovato di  $S$  è accettato;
- se  $6 < S/N < 10$  dB si procede a correzione matematica del segnale  $S$ , descrivendo nel rapporto di prova il procedimento adottato;
- se  $S/N < 6$  dB il valore di  $S$  trovato sarà da considerarsi come indicativo.



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



## Differenza tra P.P.V. e P.C.P.V.

### Velocità di picco puntuale ("peak particle velocity")

La velocità di picco puntuale (p.p.v.) è definita come il valore massimo del modulo del vettore velocità misurato in un dato punto, o ottenuto per integrazione. La determinazione della velocità di picco puntuale (p.p.v.) richiede la misurazione simultanea delle tre componenti mutuamente perpendicolari della velocità nel punto considerato (di solito due componenti orizzontali e la verticale).

Le tre componenti devono essere combinate vettorialmente per determinare, istante per istante, il modulo della velocità risultante, che deve essere confrontato con il valore della velocità di soglia di riferimento, stabilito dalla normativa. Nell'appendice D (vedere D.3) sono riportati, a titolo di esempio, i valori di riferimento indicati dalla BS 5228-4, relativi ad operazioni di installazione di pali.

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com





# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



## Differenza tra P.P.V. e P.C.P.V.

Velocità di picco di una componente puntuale (p.c.p.v. - peak component particle velocity)

È definita come il valore massimo (p.c.p.v.) del modulo di una delle tre componenti ortogonali misurate simultaneamente in un punto o ottenute mediante integrazione. L'appendice D riporta, a titolo di esempio, i valori di riferimento della p.c.p.v. indicati dalle DIN 4150-3 e BS 7385-2.

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ibero.professionista.landopacini@gmail.com



# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.

Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni di breve durata sulle costruzioni

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v in mm/s			
		Fondazioni			Piano alto
		Da 1 Hz fino a 10 Hz	Da 10 Hz fino a 50 Hz	Da 50 Hz fino a 100 Hz <sup>1)</sup>	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20	Varia linearmente da 20 ( $f=10$ Hz) fino a 40 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 40 ( $f=50$ Hz) fino a 50 ( $f=100$ Hz)	40
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 ( $f=10$ Hz) fino a 15 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 15 ( $f=50$ Hz) fino a 20 ( $f=100$ Hz)	15
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 ( $f=10$ Hz) fino a 8 ( $f=50$ Hz)	Varia linearmente da 8 ( $f=50$ Hz) fino a 10 ( $f=100$ Hz)	8
*) Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz.					

Breve durata

Riferimento alla sezione D - 2/4

Permanenti

Valori di riferimento per le componenti orizzontali della velocità di vibrazione (p.c.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni durature sulle costruzioni

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

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ibero.professionista.landopacini@gmail.com

# Vibrazioni: disturbo alla persona e danni alla struttura.



Valori di riferimento della velocità di vibrazione (p.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni transitorie sulle costruzioni

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.p.v. in mm/s		
		Fondazioni		
		Da 1 Hz fino a 10 Hz <sup>1)</sup>	Da 10 Hz fino a 50 Hz	Da 50 Hz fino a 100 Hz <sup>1)</sup>
A	Edifici residenziali costruiti a regola d'arte ed in buono stato di conservazione	5	10	20
B	Edifici costruiti per uso industriale e commerciale con struttura relativamente snella	10	20	40
C	Edifici massicci e rigidi costruiti per uso industriale e commerciale	15	30	60

<sup>1)</sup> Indicazioni fornite per estrapolazione. I dati relativi all'installazione dei pali indicano che le frequenze di vibrazione prevalenti sono contenute nell'intervallo da 10 Hz a 50 Hz.

Riferimento alla sezione D - 2/4

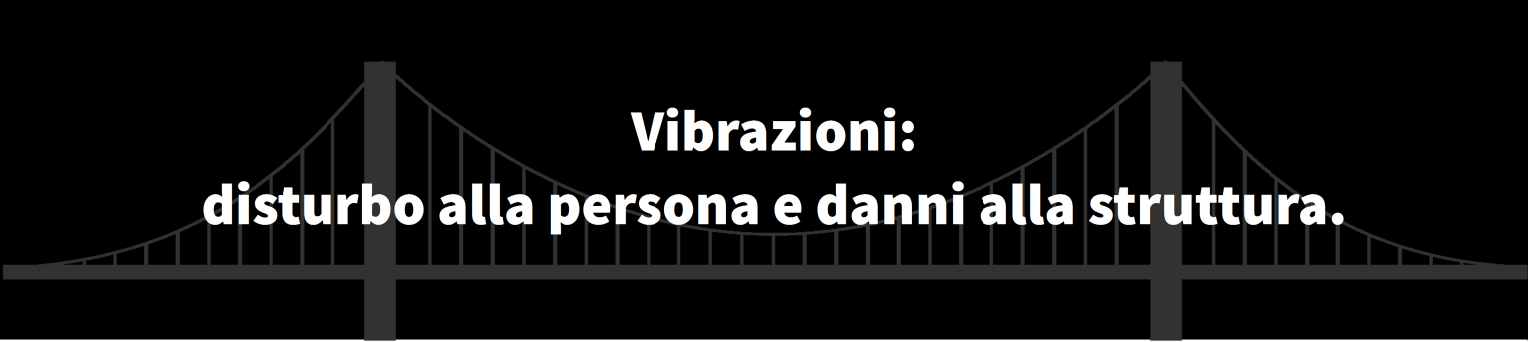
Valori di riferimento della velocità di vibrazione (p.p.v.) al fine di valutare l'azione delle vibrazioni transitorie sulle costruzioni

Classe	Tipo di costruzione	Esposizione	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.p.v. in mm/s		
			Posizioni di misura <sup>1)</sup>		
			Da 8 Hz fino a 30 Hz <sup>1)</sup>	Da 30 Hz fino a 60 Hz	Da 60 Hz fino a 150 Hz
A	Costruzioni molto poco sensibili (per esempio ponti, gallerie, fondazioni di macchine)	Occasionale Frequente Permanente	Fino a tre volte i valori corrispondenti alla classe C	Fino a tre volte i valori corrispondenti alla classe C	Fino a tre volte i valori corrispondenti alla classe C
B	Costruzioni poco sensibili (per esempio edifici industriali in cemento armato o metallici) costruiti a regola d'arte e con manutenzione adeguata	Occasionale Frequente Permanente	Fino a due volte i valori corrispondenti alla classe C	Fino a due volte i valori corrispondenti alla classe C	Fino a due volte i valori corrispondenti alla classe C
C	Costruzioni normalmente sensibili (per esempio edifici d'abitazione in muratura di cemento, cemento armato o mattoni, edifici amministrativi, scuole, ospedali, chiese in pietra naturale o mattoni intonacati) costruiti a regola d'arte e con manutenzione adeguata	Occasionale Frequente Permanente	15 6 3	20 8 4	30 12 6
D	Costruzioni particolarmente sensibili (per esempio monumenti storici e soggetti a tutela) case con soffitti in gesso, edifici della classe C nuovi o ristrutturati di recente	Occasionale Frequente Permanente	Valori compresi tra quelli previsti per la classe C e la loro metà	Valori compresi tra quelli previsti per la classe C e la loro metà	Valori compresi tra quelli previsti per la classe C e la loro metà

<sup>1)</sup> Le posizioni di misura devono essere scelte sugli elementi rigidi della struttura portante o dove sono attesi i maggiori effetti delle vibrazioni.

**Dott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
libero professionista landopacini@gmail.com





**Vibrazioni:  
disturbo alla persona e danni alla struttura.**

**sara**  
electronic instruments

**THE END**

**ott. Geol. Lando Umberto Pacini**  
ero professionista landopacini@gmail.com

