


# COMUNI DI SOLETO E CORIGLIANO D'OTRANTO (PROV. DI LECCE)



## MISURE VIBROMETRICHE

<b>COMMITTENTE:</b>	<i>LUPERTO ASFALTI SRL</i>
<b>Procedimento di verifica di assoggettabilità a V.I.A. per la cava di calcare sita in località “Parziale Grande”</b>	
<b>VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SUGLI EDIFICI E INTERAZIONE CON IL TERRENO (UNI 9916-DIN4150)</b>	
<b>Ruffano, luglio 2023</b>	
<b>DIRETTORE TECNICO</b> <i>DOTT. GEOL. MARCELLO DE DONATIS</i>	
	

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



ISO 14001:2015, n. SA 00014/19  
OHSAS 18001:2007, n. SA 00015/19



SOA 05208 II Livello



Organismo di Certificazione  
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO  
UNI EN ISO 9001



**GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750** • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | [www.geoprove.eu](http://www.geoprove.eu) • [info@geoprove.eu](mailto:info@geoprove.eu)

## INDICE

PREMESSA .....	1
INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	2
MONITORAGGIO DELLE VIBRAZIONI .....	3
QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....	5
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	10
MISURE VIBROMETRICHE.....	12
RISULTATI DELLE MISURAZIONI.....	14
<i>Misure del 29 giugno 2023</i> .....	14
<i>Analisi delle forme d'onda</i> .....	14
<i>Misure del 25 luglio 2023</i> .....	16
<i>Analisi delle forme d'onda</i> .....	16
CONFRONTO CON LA NORMATIVA DIN4150 .....	19
INTERAZIONI CON LA STRUTTURA .....	22
CONCLUSIONI.....	23

## **PREMESSA**

Su incarico della LUPERTO ASFALTI Srl, la società Geoprove Srl ha eseguito un monitoraggio vibrometrico per la valutazione degli effetti sugli edifici e l'interazione con il terreno nell'ambito del "Procedimento di verifica di assoggettabilità a V.I.A." per la cava di calcare sita in località "Parziale Grande", nei Comuni di Soleto e Corigliano d'Otranto (Le) e autorizzata con D.D. dell'Ufficio Attività Estrattive della Regione Puglia n. 390 del 26/11/2014 e con D.D. dell'Ufficio Attività Estrattive della Regione Puglia n. 1 del 09/01/2023 di trasferimento dalla ditta Mov.Edil Strade di Frisullo Vittoria & C. s.n.c. alla ditta Luperto Asfalti s.r.l..

L'attività di monitoraggio è stata eseguita posizionando un sensore vibrometrico presso il manufatto più prossimo al punto di origine della vibrazione, che nel caso specifico è risultato essere un edificio conto terzi (Salento Beton Srl) più vicino al fronte cava.

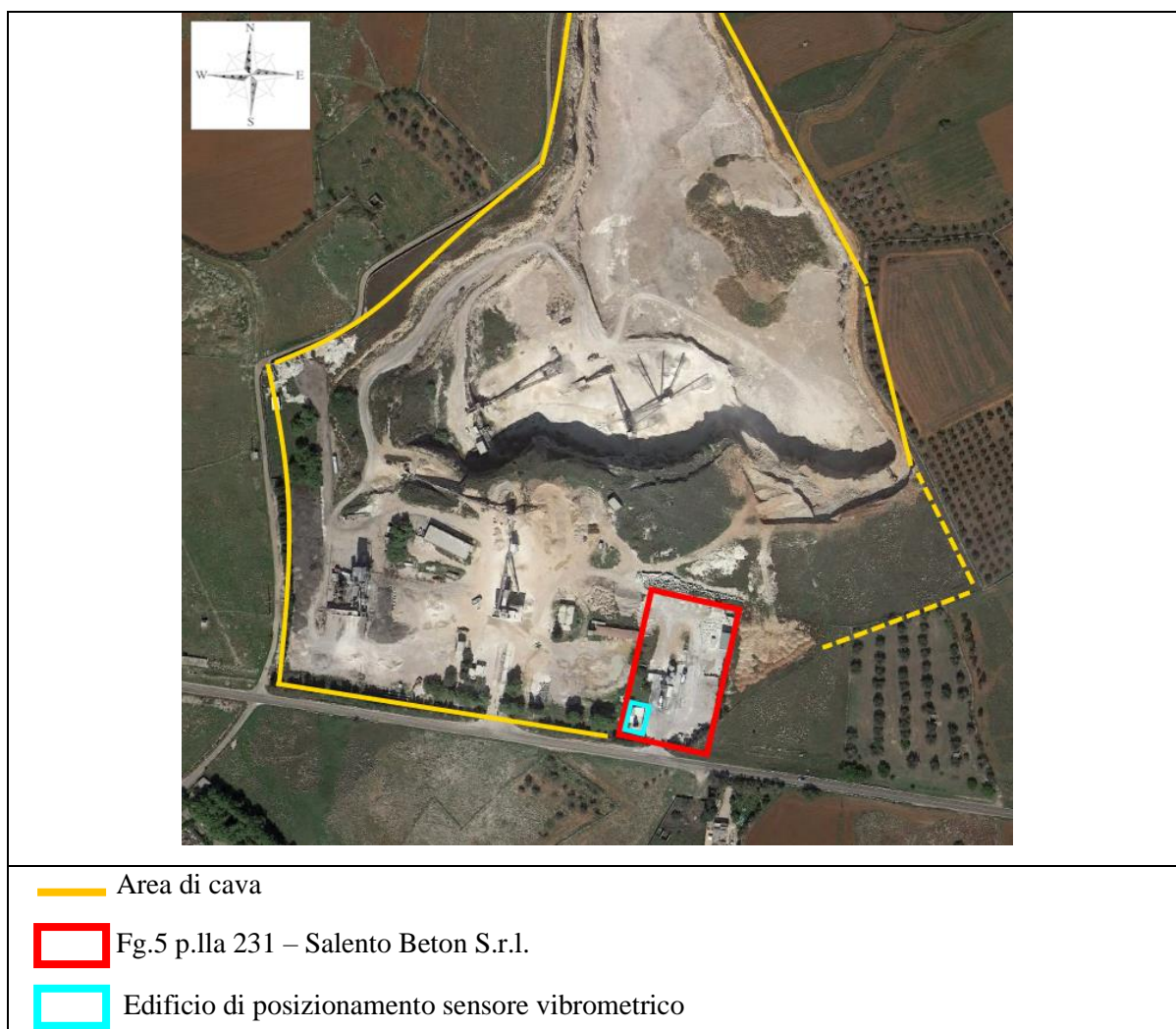
## INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di monitoraggio è ubicata in località "Parziale Grande", nei Comuni di Soleto e Corigliano d'Otranto (Le).

L'immobile presso cui è stato posizionato il sensore vibrometrico è individuato al catasto dalla p.lla 231 (ex p.lle 199p, 200p, e 6p) del Foglio 5 del Comune di Corigliano d'Otranto (LE) ed in affitto alla ditta SALENTO BETON s.r.l., titolare di un contratto di affitto ed è individuato dalle seguenti coordinate geografiche :

Latitudine : 40.384311° N

Longitudine : 18.125641° E



## MONITORAGGIO DELLE VIBRAZIONI

Il monitoraggio strumentale, effettuato in maniera continuativa, garantisce un riscontro, inconfutabile, del costante rispetto dei valori di sicurezza predefiniti e fornisce utili elementi di confronto con le vibrazioni ambientali.

La strumentazione utilizzata per il monitoraggio in esame è stata:

- Sismografo Mini-supergraph 2 MSG II –Nomis Seismographs–

La stazione di monitoraggio è generalmente composta da una unità di registrazione munita di un geofono triassiale, per la misura della velocità di vibrazione e di un microfono per la misura della sovrappressione aerea.

Il geofono triassiale contiene tre trasduttori di velocità (velocimetri), uno per ogni singola componente x, y, z (orizzontale radiale, orizzontale trasversale e verticale). La misura può essere fatta anche con altri tipi di trasduttore, ad esempio con accelerometri oppure con estensimetri. Anche la forma dell'involucro del geofono può variare, a seconda del tipo d'impiego a cui è destinato, es. cilindrico per essere calato in un foro da mina, cubico per le misure in campagna ecc..

I trasduttori di velocità consentono normalmente la misura di velocità di vibrazioni sino a 0,1 mm/s (0,00036 km/h), i modelli più sensibili arrivano a misurare vibrazioni a 0,03 mm / s.

La normativa UNI 9916 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici” e la normativa DIN 4150-3 “Le vibrazioni nelle costruzioni, parte 3: effetti sui manufatti”, sono quelle prevalentemente usate dagli specialisti del settore in Italia. Queste impongono di effettuare il monitoraggio strumentale all'interno del manufatto più prossimo, al livello delle fondazioni nel punto più vicino al punto di origine della vibrazione. In caso non fosse possibile installare



la stazione di monitoraggio all'interno del manufatto più prossimo, è comunque possibile calcolare il valore di velocità di vibrazione indotto in esso, misurando la vibrazione in prossimità del manufatto e calcolando una curva di decadimento del sito.

## QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Il riferimento normativo per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii è la norma UNI9916 “Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici” che fornisce criteri e metodologie atti a valutare la potenzialità delle vibrazioni a causare danni di tipo architettonico e fornisce nell'appendice D valori indicativi di riferimento.

La risposta di un edificio o dei suoi elementi strutturali sottoposti ad eccitazione dinamica e, quindi, il danno potenziale che questa può produrre, dipendono, oltre che dal contenuto spettrale dell'eccitazione stessa, dalle caratteristiche dinamiche dell'edificio.

Come riporta la norma UNI9916: *“lo studio finalizzato al riconoscimento del problema, per rispondere alla domanda se i livelli di vibrazioni possano essere potenzialmente pericolosi oppure no, ovvero alla verifica dei livelli di vibrazione rispetto a riferimenti noti o imposti, può essere limitato alla sola misurazione, in punti prestabiliti, dei valori di picco delle vibrazioni ed al calcolo approssimato delle frequenze naturali, ricorrendo a metodi empirici basati sulla tipologia e sulla conoscenza dei rapporti geometrici dell'edificio”, ed ancora “Il moto può essere misurato attraverso una qualunque delle grandezze cinematiche che lo caratterizza (accelerazione, velocità, spostamento)”.*

Nell'appendice D la norma fa riferimento ai valori di riferimento per la valutazione degli effetti delle vibrazioni rimandando, tra le altre, alla norma DIN4150 che fa riferimento alla "peak component particle velocity", cioè al picco nel tempo della singola componente di velocità.

La normativa tedesca DIN 4150 “Le vibrazioni nelle costruzioni - effetti sui manufatti” risulta essere utile per stabilire i valori soglia oltre i quali è possibile si verifichino fenomeni di danneggiamento su civili abitazioni e su manufatti di interesse storico.

La normativa stabilisce i valori limite di soglia. Una volta misurati tali valori, è necessario eseguire altre indagini per approfondire l'effetto delle vibrazioni sulla struttura e la conseguente pericolosità del fenomeno.

Per quanto riguarda le vibrazioni transienti (vibrazioni che si verificano con una ricorrenza insufficiente a provocare effetti di fatica sui materiali e la cui successione temporale sia tale da non provocare risonanze nella specifica struttura) in fig. a sono riportati in grafico i valori della Tab. a; esso mette in relazione la velocità con la frequenza di oscillazione e mette in evidenza come i valori di soglia, relativi alla velocità di oscillazione transiente, per l'insorgenza di non danno aumentano all'aumentare della frequenza caratteristica della vibrazione transiente che impatta il manufatto; inoltre, le vibrazioni più deleterie risultano essere quelle a bassa frequenza, comprese tra 1 e 10Hz, mentre quelle con valore superiore a 100 Hz sembrano causare alcun danno; a causa essenzialmente delle normalmente basse frequenze proprie.

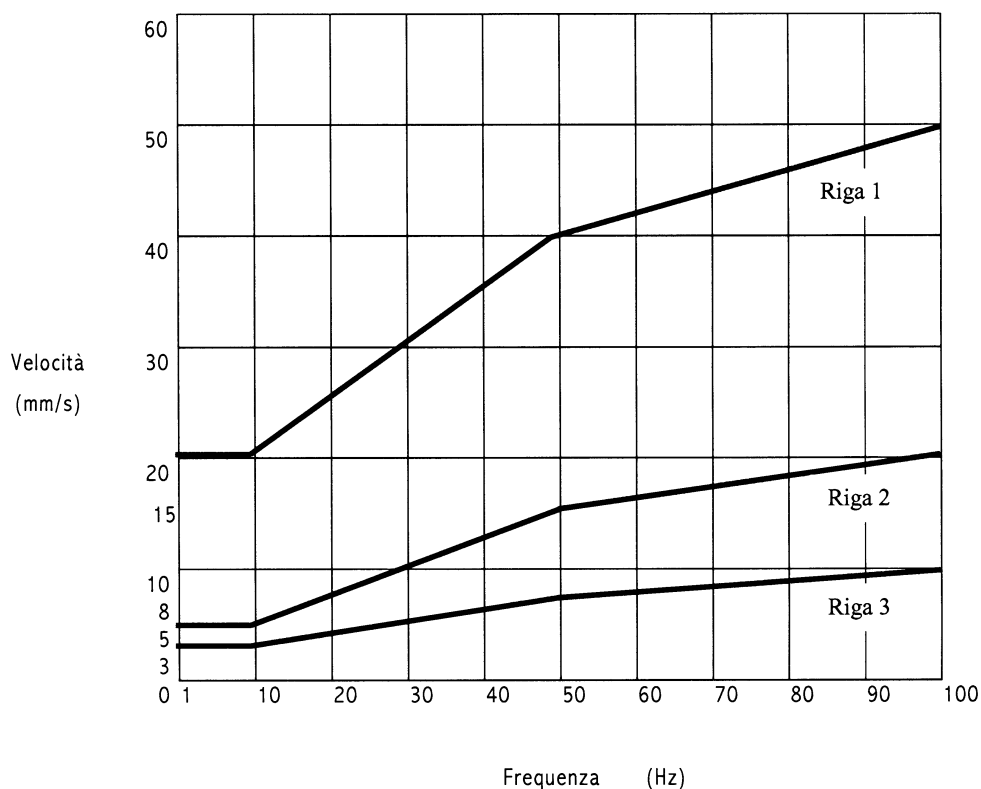
In merito ai valori soglia indicati va specificato che la normativa indica che *“se vengono rispettati i valori di tabella 1, non si verificheranno danni, intesi come diminuzione del valore d'uso, attribuibili alle vibrazioni. Se comunque dovessero osservarsi danni, dovranno essere prese in considerazione altre cause come quelle determinanti. Se vengono superati i valori di tabella 1, non necessariamente ne conseguono danni. Per significativi superamenti dei valori saranno necessari ulteriori studi”*.



Riga	Tipi di edificio	Valori di riferimento per velocità di oscillazione $v_i$ in mm/s			
		Fondazioni Frequenze			Ultimo solaio, orizzontale
		da 1 a 10 Hz	da 10 a 50 Hz	da 50 a 100 Hz *)	tutte le frequenze
1	Costruzioni per attività commerciale, costruzioni industriali e costruzioni con strutture similari	20	da 20 a 40	da 40 a 50	40
2	Edifici abitativi o edifici simili per costruzione o utilizzo	5	da 5 a 15	da 15 a 20	15
3	Edifici che per la loro particolare sensibilità alle vibrazioni non rientrano nelle precedenti classificazioni e che sono da tutelare in modo particolare (monumenti sotto protezione belle arti)	3	da 3 a 8	da 8 a 10	8

(\*) Per frequenze superiori ai 100 Hz possono essere adottati come minimo i valori per 100 Hz

**Tab. a: valori di riferimento per la velocità di oscillazione per vibrazioni transienti.**



**Fig. a: rappresentazione grafica dei valori di riferimento in fondazione**

Inoltre le vibrazioni transienti a bassa frequenza possono indurre sollecitazioni maggiori per i fenomeni di risonanza prodotti nei manufatti, poiché le frequenze tipiche dei manufatti sono generalmente basse e comprese tra 2 e 12 Hz.

Molto importante è anche il numero di reiterazioni dei transienti sismici, in quanto continue vibrazioni, anche se di modesta entità, potrebbero causare danni per l'innescare di fenomeni di fatica.

In condizioni di vibrazioni prolungate o frequentemente ricorrenti, soprattutto se con picco della velocità di oscillazione nelle componenti orizzontali, si possano verificare spostamenti delle fondazioni anche con vibrazioni di intensità insufficiente a determinare lesioni dirette all'edificio, soprattutto in terreni sabbiosi, limosi, ghiaiosi o costituiti da sedimenti sciolti.

Per le vibrazioni prolungate (tutte le vibrazioni non comprese nella definizione di vibrazioni transienti) in tabella b vengono riportati, per ciascuno dei tre tipi di edificio, i valori di riferimento per ciascuna componente orizzontale e sono indipendenti dal contenuto in frequenza.

Questi valori di riferimento sono utilizzabili per tutti i piani e per le fondazioni; in generale risulterà più significativa la misurazione al piano alto, ma non sono da escludere controlli ai piani intermedi o in fondazione qualora vi sia la possibilità di risonanza.

Per la componente verticale dei singoli solai, la norma indica come valore di riferimento per la p.c.p.v. 10 mm/s limitatamente alle prime due classi di edifici. Tale limite è indipendente dal contenuto in frequenza della registrazione e può essere inferiore per la terza classe di edifici., riferiti al solaio più alto. Secondo l'esperienza acquisita, se questi valori vengono rispettati non potranno verificarsi danni. Ma se detti valori vengono superati non necessariamente ne conseguono danni. In caso di notevole superamento dei valori di riferimento si potranno determinare le sollecitazioni.

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

**Tab. b: valori di riferimento per la velocità di oscillazione per vibrazioni prolungate.**

Nel caso in esame verranno considerati i valori di riferimento per “Costruzioni per attività commerciale, costruzioni industriali e costruzioni con strutture similari”.

## STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le misure vibrometriche sono state eseguite utilizzando una centralina di monitoraggio di onde sismiche costituita da un geofono collegato ad una centralina di acquisizione.

La strumentazione utilizzata è la seguente

Strumentazione	Sismografo Mini-supergraph 2 MSG II X4
Costruttore	Nomis Seismographs
N. di serie	21429



CARATTERISTICHE TECNICHE	
GENERALE	
Numero di canali	4 di cui uno acustico e 3 sismici
Memoria	a stato solido con i sommari di tutte le misure, impostazioni, dati registrati mantenuti ad alimentazione spenta. Batteria di backup al litio.
Modalità time	per l'accensione e lo spegnimento automatico dello strumento nella giornata
Display	a cristalli liquidi ad alto contrasto, retroilluminato a 4 gradazioni
Tastiera	10 tasti per settaggio e comando
Batteria	interna da 6 Volt, per 7÷10 giorni di monitoraggio (possibile il collegamento a batteria esterna e/o pannello fotovoltaico)
Temperature operatività	-15°C a +50°C (con le basse temperature si riduce la durata della batteria)
Dimensioni e peso	152 x 108 x 76 cm per circa 2 kg
Immagazzinamento dati	Un massimo di 895 forme d'onda sono immagazzinate nella memoria a stato solido con orario e data degli eventi, numero di serie dello strumento e data di calibrazione.
Unità di misura	Sistema Internazionale metrico o Imperiale
Durata della registrazione	da 1 a 24 secondi, in funzione della Frequenza di campionamento, con memorizzazione pre-trigger di 0,5 o 1,0 secondi
Frequenza di campionamento	Da 1024 a 16384 cps per canale
Porta USB	per trasferimento dati ed impostazione diretta da PC/pen drive o remota via modem/GSM
Baud Rate	da 1.200 a 38.400 bps
ONDE SISMICHE	
Trasduttori	Velocimetri
Risposta in frequenza	da 3 a 400 Hz con scostamento 2% (su richiesta con scostamento 2% sino ad 1 Hz)
Sensibilità	modello x0,25 pari a 1 mm/s (fondo scala 2000 mm/s); modello x1 pari a 0,25 mm/s (fondo scala 500 mm/s); modello x2 pari a 0,125 mm/s (fondo scala 250 mm/s); modello x4 pari a 0,0625 mm/s (fondo scala 125 mm/s); modello x8 pari a 0,0313 mm/s (fondo scala 63 mm/s)
Ambito di registrazione (selezionabile dall'utente)	modello x2: fondo scala 65 - 127 mm/s; modello x8: fondo scala 15- 32 e 65 mm/s.
Soglia d'allarme sismico - trigger	modello x2: da 0.25 mm/s    modello x8: da 0.063 mm/s
SOVRAPPRESSIONE AEREA	
Trasduttore	microfono con sensore ceramico – fondo scala a 160 dB
Frequenza di campionamento	da 32 a 1024 cps
Ambito di registrazione (selezionabile dall'utente)	100 - 142 dB; 106 - 148 dB
Soglia di allarme acustico	da 106 a 148 dB



## MISURE VIBROMETRICHE

Le misure vibrometriche sono state eseguite nelle giornate del 29 giugno 2023 nell'arco della giornata lavorativa e del 25 luglio 2023 nell'arco della giornata lavorativa in cui era pianificato un evento di esplosione.

Lo strumento di misura è stato posizionato presso il manufatto presente sulla p.lla 231 fg.5 del comune di Corigliano D'Otranto (Le)





Il monitoraggio è stato eseguito in modo continuo per registrare tutti i possibili eventi fonte di vibrazione. Sullo strumento è stato preimpostato un trigger (soglia di allarme), consentendo allo strumento, nel corso del monitoraggio in continuo, di immagazzinare in memoria gli eventi con picco superiore al trigger preimpostato (memorizzandoli nell'arco temporale di durata pari a 10 secondi per singolo evento con pretrigger 0.5sec), questo per evitare registrazioni di disturbo.

Nell'acquisizione ed elaborazione dei risultati la vibrazione registrata è rappresentata dalle 3 componenti dell'onda (Radiale, Verticale e Trasversale).

## RISULTATI DELLE MISURAZIONI

### Misure del 29 giugno 2023

#### *Analisi delle forme d'onda*

Nel corso delle registrazioni relative alla velocità di oscillazione non sono stati registrati eventi significativi, ossia eventi con valori di picco (PPV)  $> 0.254$  mm/sec (minimo rilevabile).

Questo suggerisce che nel corso della normale giornata lavorativa non vengono generate vibrazioni significative che possano avere effetto sulle strutture ed interagire con il terreno.

Le accelerazioni e gli spostamenti, pertanto, possono essere ritenuti pari a 0.000 mm e 0.000 g, rispettivamente.

In assenza di eventi significativi non è dunque rappresentativo eseguire l'analisi dei transienti sismici e delle componenti armoniche predominanti.

### Seismic

	<b>Radial</b>	<b>Transverse</b>	<b>Vertical</b>
<b>Peak Particle Velocity:</b>	0.0 mm/s	0.0 mm/s	0.0 mm/s
<b>Acceleration :</b>	0.0000 g	0.0000 g	0.0000 g
<b>Displacement :</b>	N/A	N/A	N/A

Summary for 29/06/2023 events				
	PPV (mm/s)	Dominant Freq. (Hz)	Max. displacement (mm)	Max. acceleration (g)
<b>Value</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>N/A</b>	<b>0.000</b>
<b>At component</b>	<b>R-T-V</b>	<b>R-T-V</b>	<b>R-T-V</b>	<b>R-T-V</b>

**Misure del 25 luglio 2023*****Analisi delle forme d'onda***

Nel corso delle registrazioni relative alla velocità di oscillazione è stato registrato un solo evento significativo, alle ore 10:12:35, con valore di picco (PPV) pari a 1.524 mm/sec in componente sia radiale che verticale cui sono associati spostamenti massimi di 0.0298 mm (in componente trasversale) ed accelerazioni massime pari a 0.0104 g (in componente verticale).

La presenza di un solo evento, riferibile all'atto dell'esplosione pianificata avvenuta nell'area di cava, fa pensare ad una presenza di vibrazioni non presenti continuativamente nel tempo ed il fenomeno registrato, di durata molto breve, può essere classificato come di tipo “impulsivo”.

Per l'evento riferibile all'esplosione i transienti sismici presentano una componente armonica predominante dell'onda sismica di 6.2 Hz in componente radiale, 7.0 Hz in componente trasversale e 10.2 Hz in componente verticale.

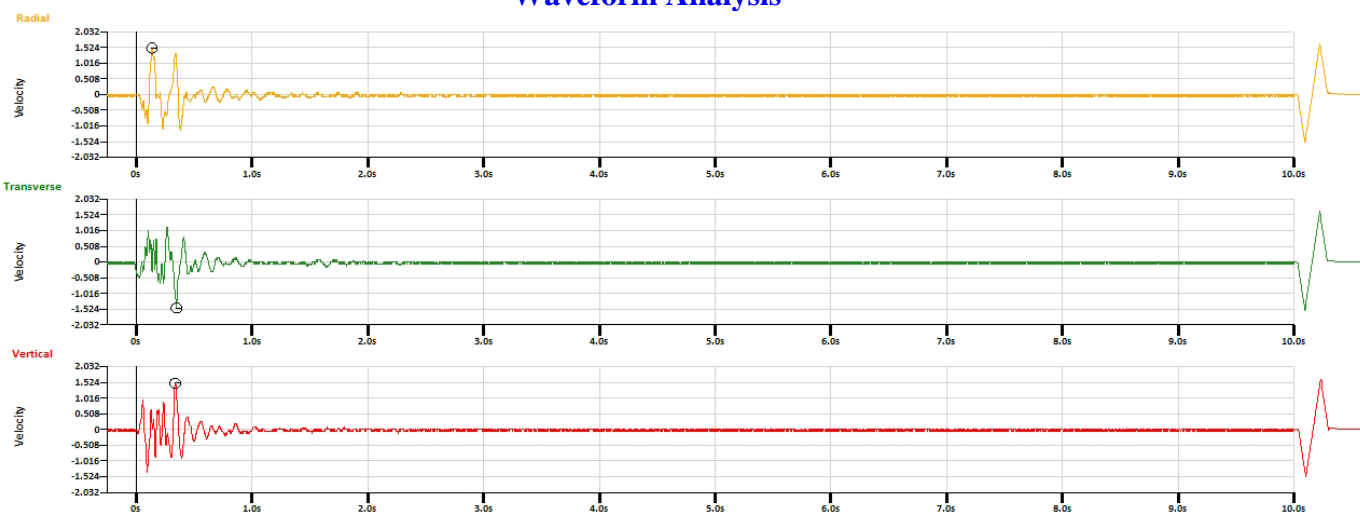
Si riporta di seguito i dettagli dell'evento associato all'esplosione:

Evento– 25/07/2023 at 10:12:35

## Seismic at Peak

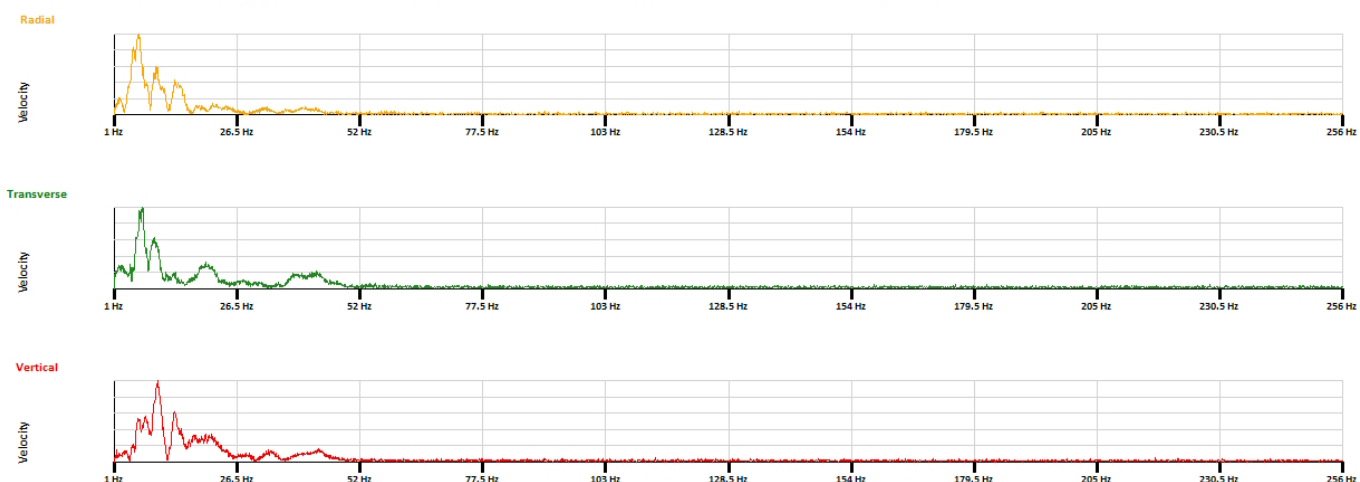
	Radial	Transverse	Vertical
Peak Particle Velocity:	1.524 mm/s	1.4605 mm/s	1.524 mm/s
Frequency:	8.2 Hz	7.8 Hz	10.6 Hz
Peak Time After Trigger:	134.8 milliseconds	346.7 milliseconds	335.0 milliseconds
Acceleration at Peak:	0.0080 g	0.0073 g	0.0104 g
Displacement at Peak:	0.0296 mm	0.0298 mm	0.0229 mm
Peak Vector Sum:	2.32 mm/s		

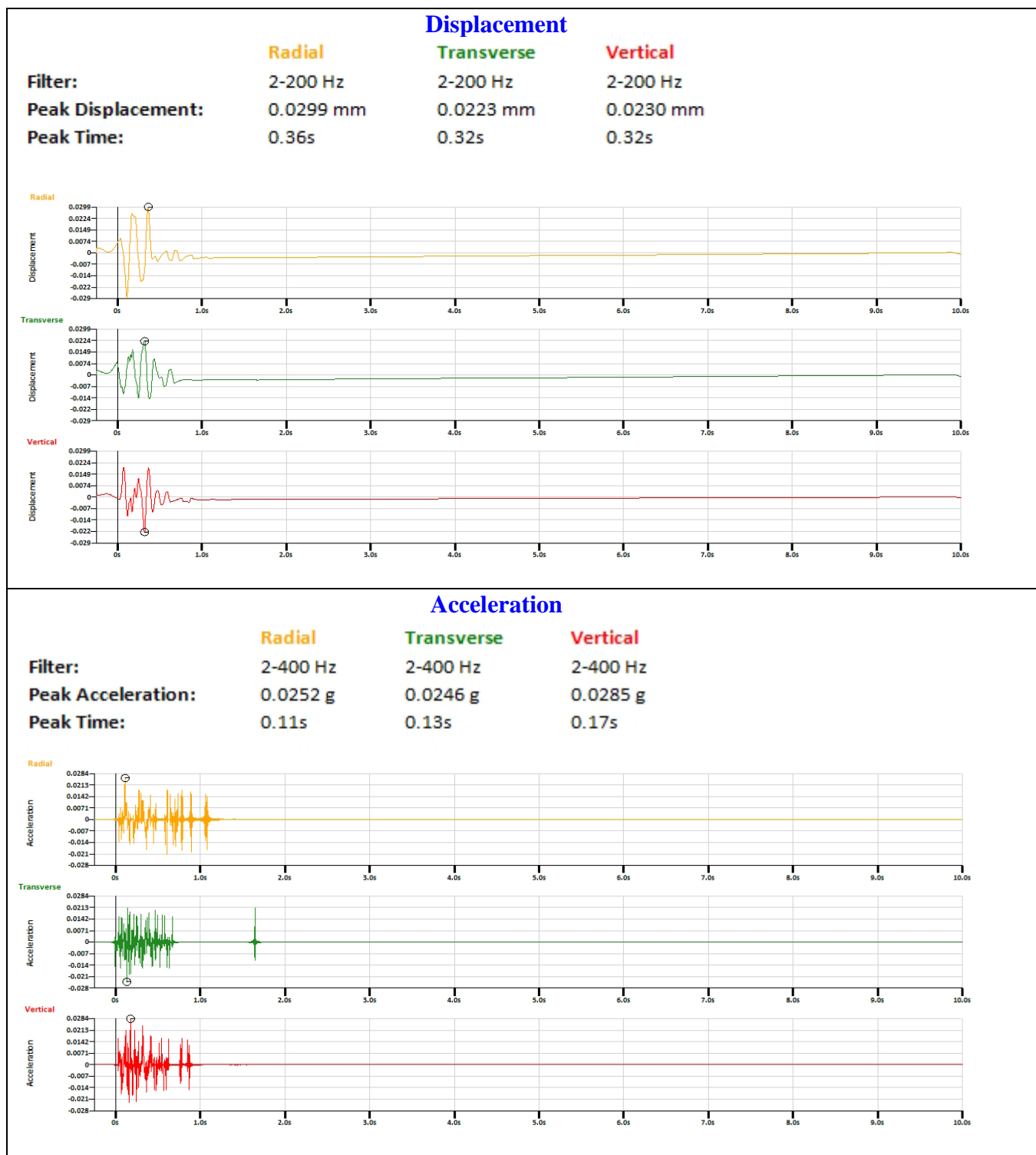
## Waveform Analysis



## Fourier Analysis

	Radial	Transverse	Vertical
Dominant Frequency:	6.2 Hz	7.0 Hz	10.2 Hz





Summary for 25/07/2023 event at 10:12:35				
	PPV (mm/s)	Dominant Freq. (Hz)	Max. displacement (mm)	Max. acceleration (g)
<b>Value</b>	<b>1.524</b>	<b>6.2-7.0-10.2</b>	<b>0.0299</b>	<b>0.0285</b>
<b>At component</b>	<b>R-V</b>	<b>R-T-V</b>	<b>R</b>	<b>V</b>



## CONFRONTO CON LA NORMATIVA DIN4150

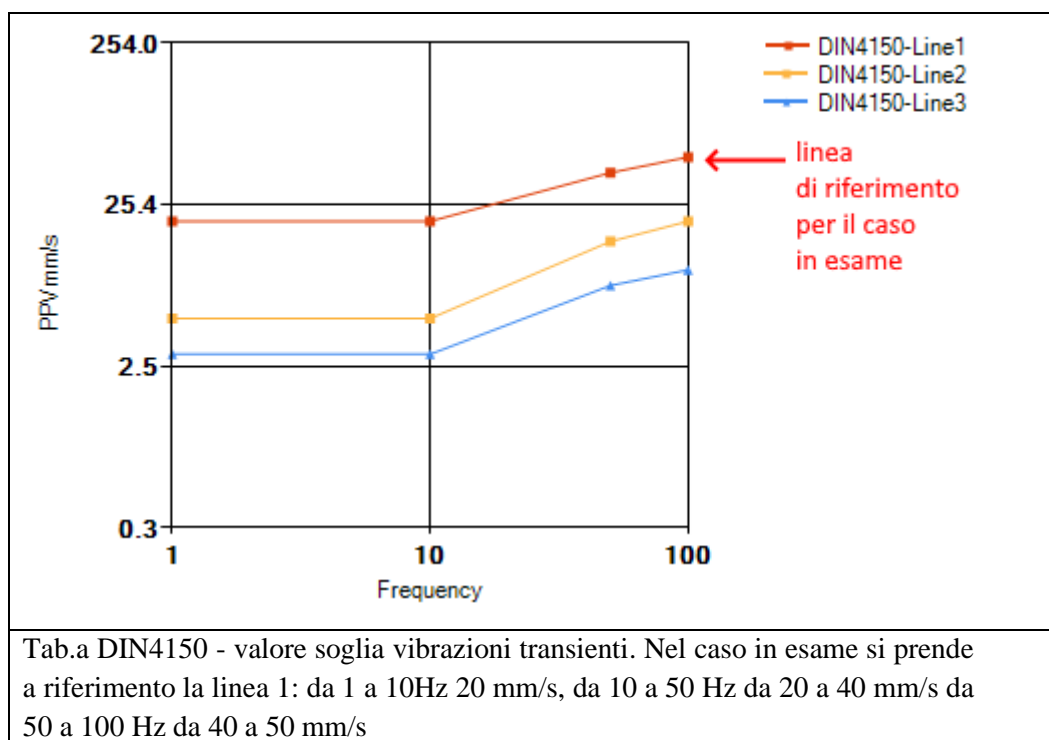
Le registrazioni dell'edificio monitorato sono state confrontate con i valori soglia della normativa DIN4150.

Considerando che, eseguendo un monitoraggio in continuo, non sono riscontrati eventi significativi se non l'unico riferito all'evento dell'esplosione, si può ritenere che le sorgenti di vibrazioni non presentino un frequente numero di reiterazioni dei transienti sismici con assenza della condizione di vibrazioni prolungate e frequentemente ricorrenti.

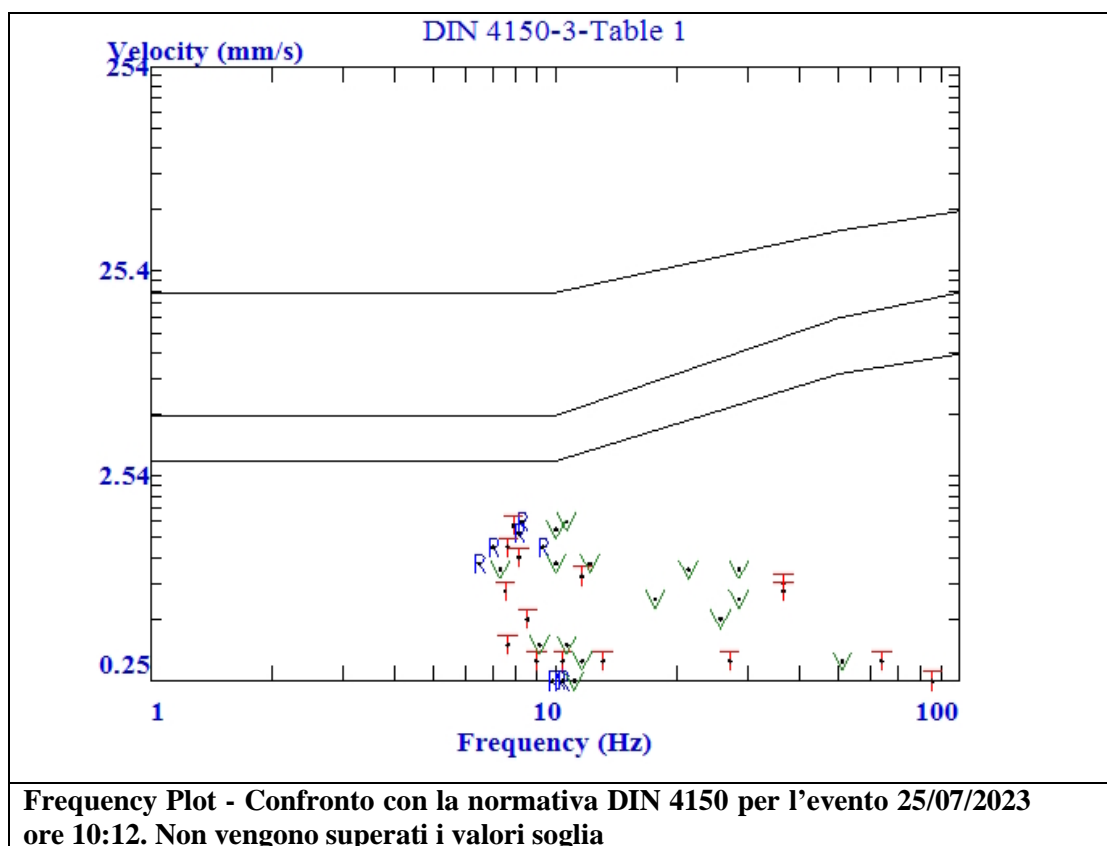
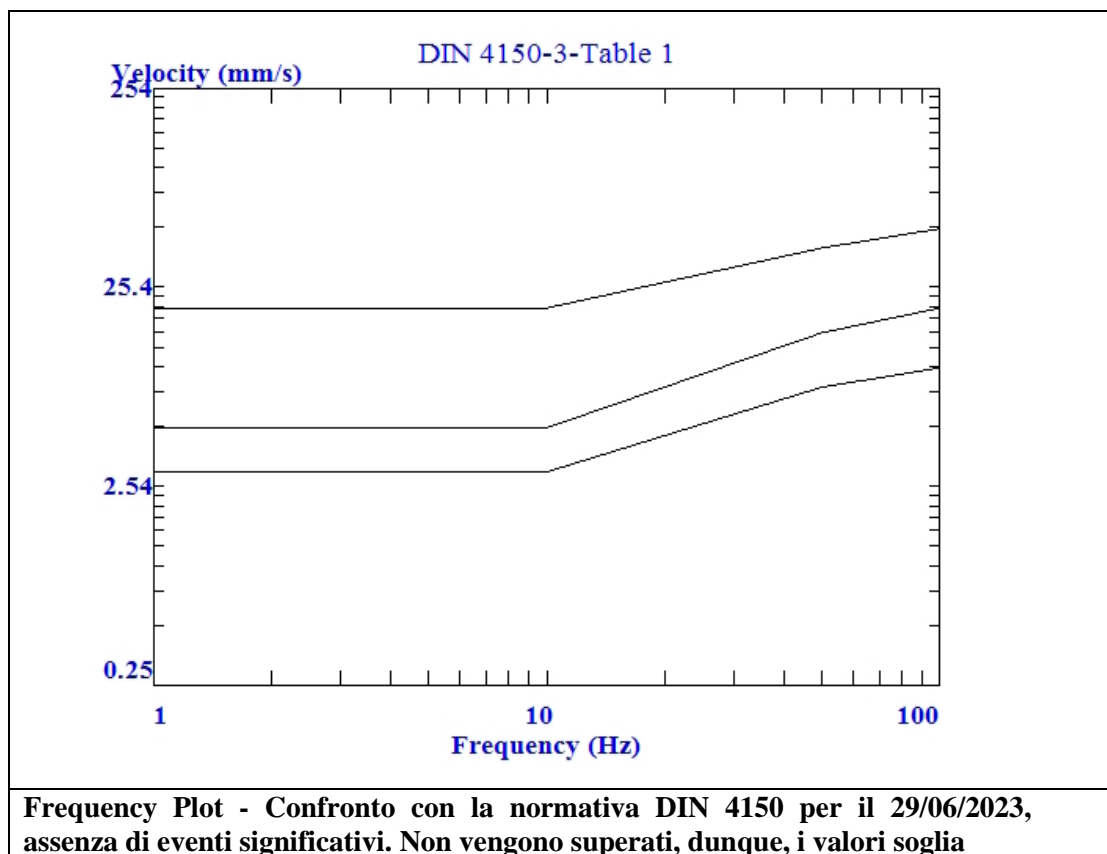
Per questo motivo il confronto con la normativa DIN 4150 è stato eseguito considerando le vibrazioni come transienti.

La struttura ricade certamente nel campo “Costruzioni per attività commerciale, costruzioni industriali e costruzioni con strutture simili”.

Alla luce di quanto sopra esposto i valori soglia da rispettare, per il manufatto in oggetto, risultano:



Plottando gli eventi registrati nel grafico Frequenza-Velocità e correlando i valori soglia di normativa (DIN 4150-3) è emerso che non si ha il superamento di tali valori soglia. I valori soglia, nei grafici “Frequency Plot” sono rappresentati dalle linee nere.



## INTERAZIONI CON LA STRUTTURA

Dati e studi di bibliografia suggeriscono che i danni alle strutture aumentano al diminuire della frequenza caratteristica della vibrazione transiente che impatta il manufatto.

Inoltre le vibrazioni transienti a bassa frequenza possono indurre sollecitazioni maggiori per i fenomeni di risonanza prodotti nei manufatti.

Molto importante è anche il numero di reiterazioni dei transienti sismici, in quanto continue vibrazioni, anche se di modesta entità, potrebbero causare danni per l'innescare di fenomeni di fatica.

In condizioni di vibrazioni prolungate o frequentemente ricorrenti, soprattutto se con picco della velocità di oscillazione nelle componenti orizzontali, si possano verificare spostamenti delle fondazioni anche con vibrazioni di intensità insufficiente a determinare lesioni dirette all'edificio, soprattutto in terreni sabbiosi.

I transienti sismici registrati, per l'evento di esplosione, presentano una componente armonica predominante nell'onda sismica nelle due componenti orizzontali (radiale e trasversale) compresa tra i 6.2 e 7 Hz.

Utilizzando la relazione (Borla, 1993) per la valutazione della frequenza propria degli edifici:

$$f = 46/H$$

in cui H è l'altezza dell'edificio in metri, e come valore medio di H pari a 2.5m, per la frequenza propria degli edifici:

$$f = 46/2.5 = 18.4 \text{ Hz}$$

Questo valore, sia pure con le incertezze legate alla empiricità della relazione e all'approssimazione sulle dimensioni degli edifici, non rientra nel range di frequenze delle vibrazioni del terreno misurate (6.2-7 Hz).

## CONCLUSIONI

Le misure vibrometriche sono state eseguite per la valutazione degli effetti sugli edifici e l'interazione con il terreno nell'ambito del "Procedimento di verifica di assoggettabilità a V.I.A." per la cava di calcare sita in località "Parziale Grande", nei Comuni di Soleto e Corigliano d'Otranto (Le)

L'attività di monitoraggio è stata eseguita posizionando un sensore vibrometrico presso il manufatto più prossimo al punto di origine della vibrazione, che nel caso specifico è risultato essere un edificio conto terzi (Salento Beton Srl) più vicino al fronte cava.

Il monitoraggio si è svolto nell'arco della giornata lavorativa di cava del 29/06/2023 e del 25/07/2023. In quest'ultimo giorno era pianificata un'attività di esplosione.

Dal monitoraggio eseguito e dall'elaborazione dei dati registrati è emerso che:

- Nel corso della normale giornata lavorativa non sono presenti vibrazioni tali da poter essere classificate come "significative" in termini di interazione con la struttura ed il terreno;
- L'unico evento che ha marcato valori di picco (PPV) $>0.254$  mm/s è quello registrato in concomitanza dell'evento di esplosione. Questo ha riportato valori di picco (PPV) pari a 1.524 mm/sec in componente sia radiale che verticale cui sono associati spostamenti massimi di 0.0298 mm (in componente trasversale) ed accelerazioni massime pari a 0.0104 g (in componente verticale).
- I dati relativi all'evento di esplosione sono di seguito sintetizzati:

Summary for 25/07/2023 event at 10:12:35				
	PPV (mm/s)	Dominant Freq. (Hz)	Max. displacement (mm)	Max. acceleration (g)
<b>Value</b>	<b>1.524</b>	<b>6.2-7.0-10.2</b>	<b>0.0299</b>	<b>0.0285</b>
<b>At component</b>	<b>R-V</b>	<b>R-T-V</b>	<b>R</b>	<b>V</b>

- La presenza di un solo evento, riferibile all'atto dell'esplosione pianificata avvenuta nell'area di cava, fa pensare ad una presenza di vibrazioni non presenti continuativamente nel tempo ed il fenomeno registrato, di durata molto breve, può essere classificato come di tipo “impulsivo”.
- I transienti sismici registrati presentano una componente armonica predominante nell'onda sismica generalmente compresa tra i 6.2 e 7 Hz per le componenti orizzontali.
- L'ampiezza dei valori misurati è risultato inferiore ai valori-soglia della normativa DIN 4150 (cui fa riferimento la norma UNI9916) pere vibrazioni transienti.

Alla luce di quanto sopra esposto si può concludere che presso il sito in esame non ci siano sorgenti che producano vibrazioni classificabili come costanti (prolungate). La sola fonte di vibrazioni può essere associata agli eventi (isolati) di esplosione. Questi, come descritto, possono essere classificate come di tipo “impulsivo” e rientranti nelle “vibrazioni di breve durata”, cioè tali da escludere problemi di fatica e amplificazioni dovute a risonanza nella struttura interessata, la cui entità (più precisamente il PPV) è inferiore ai valori soglia di normativa (UNI9916-DIN4150).



Analizzando, infine, le frequenze proprie della struttura presso la quale è stato posizionato il sensore vibrometrico, sia pure con le incertezze legate alla empiricità della relazione e all'approssimazione, si è visto come queste siano lontane da quelle della componente armonica predominante nell'onda sismica e si può escludere ulteriormente la possibilità che sul manufatto possano verificarsi fenomeni di risonanza.

Ruffano, luglio 2023

**IL DIRETTORE TECNICO**

**Dott. Geol. Marcello De Donatis**

