

AUTOSTRADA VALDASTICO

A31 NORD

1° LOTTO

Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

PROGETTO DEFINITIVO

CUP G21B1 30006 60005
WBS B25.A31N.L1
COMMESSA J16L1

COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA
Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA
PER LA PROGETTAZIONE
Dott. Ing. Gabriella Costantini

PRESTATORE DI SERVIZI:
CONSORZIO RAETIA



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

RESPONSABILE DELL'INTERMEDIAZIONE
TRA LE PARTI STABILITE SPECIALISTICHE:
Technital S.p.A. - Dott. Ing. Andrea Renso



PROGETTAZIONE:
ITALCONSULT



Il Responsabile:
Ing. Giovanni Mondello

ELABORATO: **STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**
Quadro di riferimento ambientale
Rumore
Report rilievi accelerometrici e velocimetrici

Progressivo Rev.
05 04 06 002 02

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA:
00	APRILE 2017	PRIMA EMISSIONE	ITALCONSULT P.CORNALE	ITALCONSULT U.LUGLI	ITALCONSULT G.MONDELLO	NOME FILE: J16L1_050406002_0201_OPD_02_COP.DWG
01	GIUGNO 2017	REVISIONE PER ADEGUAMENTO CARTIGLIO	ITALCONSULT - P.CORNALE	U.LUGLI	G.MONDELLO	CM. PROGR. FG. LIV. REV.
02	LUGLIO 2017	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI	ITALCONSULT - P.CORNALE	U.LUGLI	G.MONDELLO	J16L1_05_04_06_002_0201_OPD_02



RILIEVI ACCELEROMETRICI E VELOCIMETRICI PIOVENE ROCCHETTE E COGOLLO DEL CENGIO (VI)

Misura delle vibrazioni indotte
Relazione Tecnica

Rif. 17CO00798

COMMITTENTE

Consorzio Raetia
Via Carlo Cattaneo, 20
37122 Veria

DATA

Vicenza, 23 febbraio 2017

RESPONSABILE LABORATORIO

Dott. Paolo Cornale
Documento firmato digitalmente ex D.Lgs 82/2005

PREMESSA

Su incarico del Consorzio Raetia sono state eseguite alcune misure accelerometriche e vibrometriche per valutare l'entità delle vibrazioni indotte su alcune strutture nei Comuni di Piovene Rocchette e di Cogollo del Cengio (VI), nell'ambito del progetto definitivo dell'Autostrada Valdastico A31 – Tronco Trento-Valdastico-Piovene Rocchette.

La descrizione dell'indagine eseguita è elencata nella tabella seguente:

SIGLA SITO	Ns. Rif.	TIPO DI PROVA E UBICAZIONE	CODICE PROVA
			PND981
1	17CA03467	Rilievi accelerometrico e velocimetrico presso edificio 1 e 2 nel sito 1 a Piovene Rocchette (si veda l'ubicazione riportata alle pagine seguenti).	X
2	17CA03468	Rilievi accelerometrico e velocimetrico presso edificio 1 e 2 nel sito 2 a Piovene Rocchette (si veda l'ubicazione riportata alle pagine seguenti).	X
3	17CA03469	Rilievi accelerometrico e velocimetrico presso edificio 1 e 2 nel sito 3 a Cogollo del Cengio (si veda l'ubicazione riportata alle pagine seguenti).	X
4	17CA03470	Rilievi accelerometrico e velocimetrico presso edificio 1 e 2 nel sito 4 a Cogollo del Cengio (si veda l'ubicazione riportata alle pagine seguenti).	X

Legenda

PND981 Rilievi accelerometrici e velocimetrici finalizzati alla misura delle vibrazioni indotte.

Nella figura a seguire vengono evidenziate le aree in oggetto di studio (Fig. 1 – Corografia alla scala 1:25.000, estratto da C.T.R.)

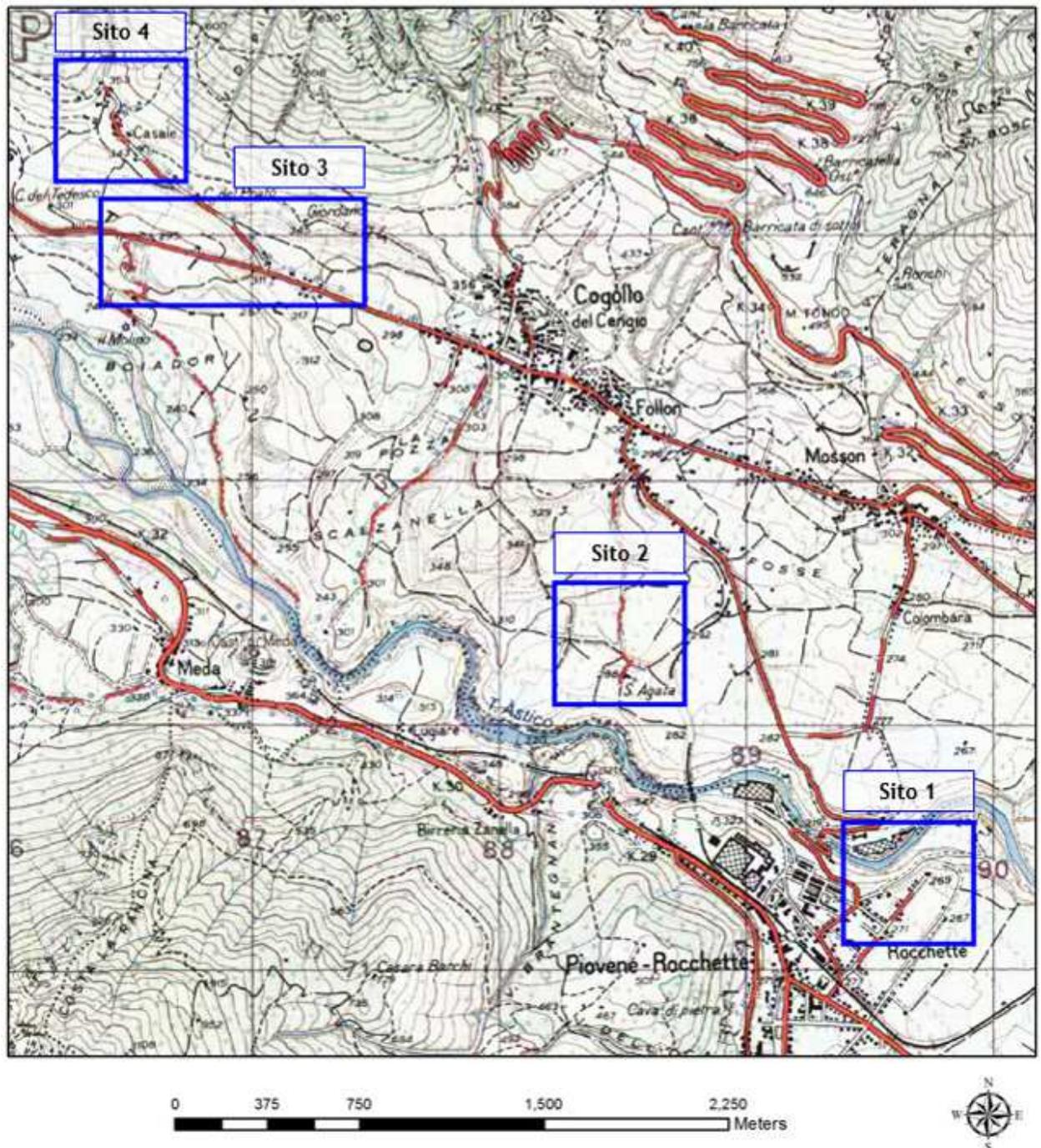


Fig. 1 – Estratto di ortofoto a colori

Il monitoraggio, svolto in modalità continua nelle tre direzioni del moto (Nord-Sud, Est-Ovest e Verticale) al piano terra delle strutture in esame, si è sviluppato attraverso la misura delle vibrazioni indotte.

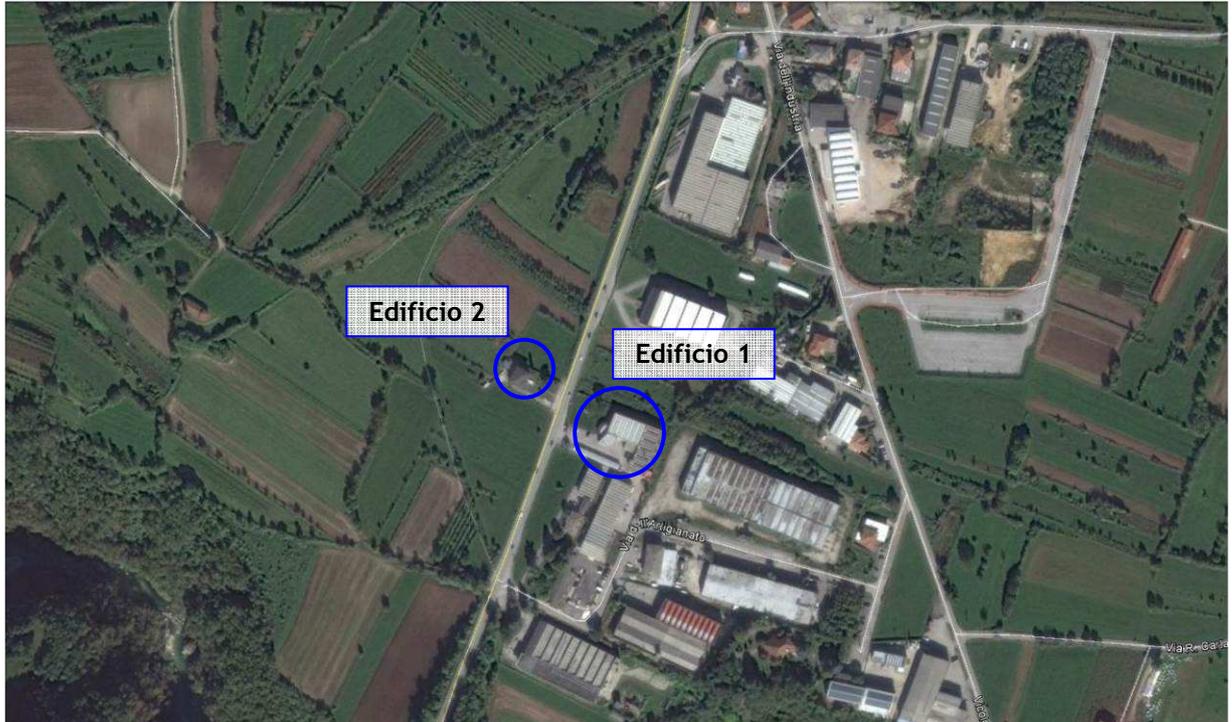
Le registrazioni condotte hanno avuto la duplice finalità di valutare sia le vibrazioni indotte sulla struttura (UNI 9916:2004; Criteri e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici) sia il disturbo alle persone (UNI 9614:1990; Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo).

Nelle figure seguenti vengono riportate le ubicazioni dei siti e degli edifici monitorati, corredate di documentazione fotografica.



SITO nr.2

Ubicazione in ortofoto



Edificio nr.1



Misura vibrometrica nr.1



Edificio nr.2

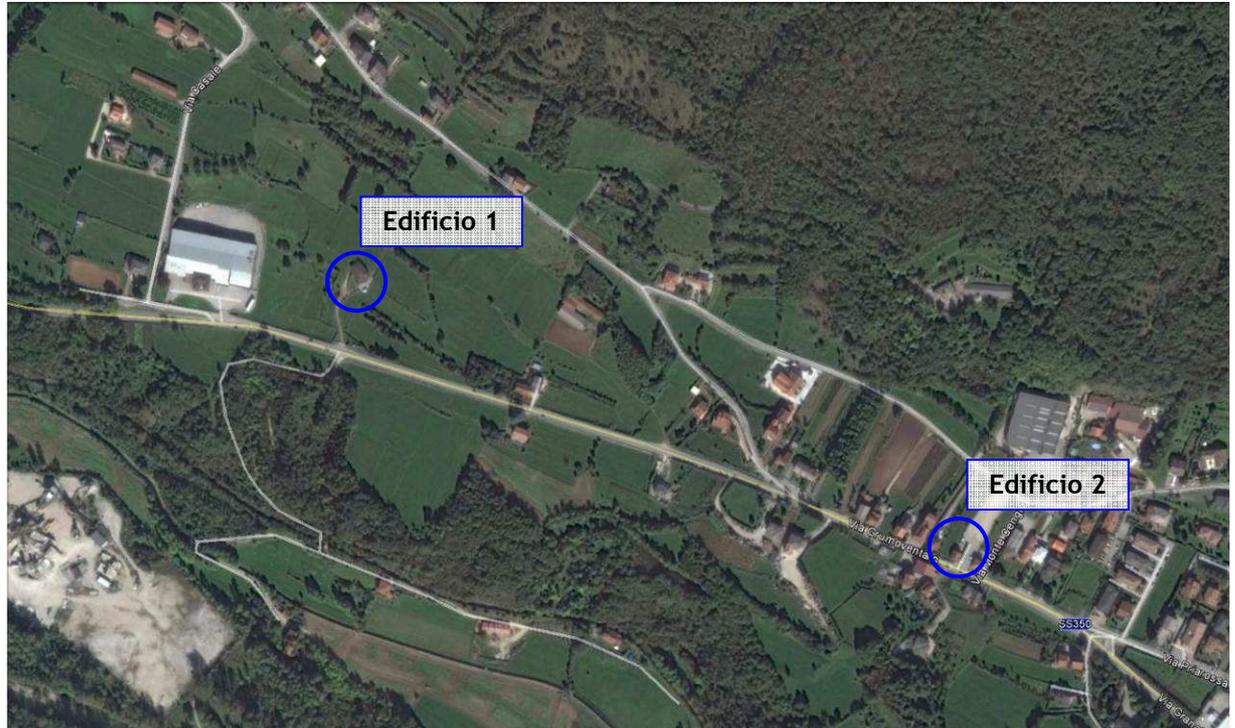


Misura vibrometrica nr.2



SITO nr.3

Ubicazione in ortofoto



Edificio nr.1



Misura vibrometrica nr.1



Edificio nr.2



Misura vibrometrica nr.2



SITO nr.4

Ubicazione in ortofoto



Edificio nr.1



Misura vibrometrica nr.1



MISURA E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE VIBRAZIONI SUGLI EDIFICI (UNI 9916)

Cenni sulla propagazione delle onde sismiche nei terreni

Un'onda sismica non è altro che la propagazione in un mezzo di un fenomeno oscillatorio dovuto ad un processo di liberazione di energia. Le onde sismiche possono essere distinte in onde di compressione (P) e onde di taglio (S) che sono i due tipi di onde che si propagano radialmente in un mezzo monofase e isotropo come ad esempio un continuo viscoelastico.

Come è noto nelle onde P la direzione di vibrazione coincide con la direzione di propagazione, mentre nelle onde S le due direzioni sono ortogonali.

Se il mezzo in cui avviene la propagazione non è omogeneo e sono presenti delle discontinuità, ad ogni interfaccia di separazione tra gli strati i raggi sismici subiscono una serie di riflessioni, rifrazioni e conversioni di energia secondo quanto previsto dalla legge di *Snell*. Quando invece la non omogeneità è rappresentata da una variazione continua delle proprietà del mezzo si verifica la curvatura dei raggi sismici. In entrambi i casi, i fenomeni sono governati dal *principio di Fermat* secondo il quale il percorso compiuto da un impulso tra due punti è quello corrispondente al minimo tempo di percorrenza lungo una qualsiasi traiettoria continua che connetta i punti stessi.

La presenza di discontinuità in un mezzo omogeneo continuo determina le condizioni per l'esistenza di altri tipi di onde sismiche come ad esempio le onde superficiali (onde di Love e di Rayleigh).

Il segnale sismico che si propaga nel mezzo tramite i fronti d'onda, diminuisce in ampiezza, subisce cioè il fenomeno dell'attenuazione la quale è essenzialmente dovuta a due fattori: l'*attenuazione geometrica* e l'*attenuazione intrinseca*. L'incremento della distanza dalla sorgente provoca il fenomeno dell'attenuazione geometrica, dovuto all'evoluzione della geometria del fronte della perturbazione sismica la cui energia si distribuisce su una superficie sempre maggiore del semispazio elastico. L'energia immessa da una sorgente sismica in un punto P sulla superficie di un semi-spazio omogeneo si distribuisce sulla superficie di una semi-sfera per le onde di volume, mentre per le onde superficiali l'energia è distribuita su una superficie cilindrica. Quindi, la quantità di energia per un'onda di volume diminuisce con il quadrato della distanza dalla sorgente, mentre per un'onda superficiale la diminuzione è inversamente proporzionale alla distanza. Ne consegue che le onde di volume sono attenuate più rapidamente delle onde superficiali con l'aumentare della distanza dalla sorgente.

Metodologia di indagine, strumentazione utilizzata e risultati

I rilievi e le considerazioni seguenti sono basati sulla Norma Tecnica UNI9916:2004 che si riferisce ai criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici. Tale norma fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura e di trattamento dei dati.

Si definisce **velocità di picco di una componente puntuale (p.c.p.v.)** (peak component particle velocity) il valore massimo del modulo di una delle tre componenti ortogonali misurate simultaneamente in un punto o ottenute mediante integrazione.

Nell'appendice D della UNI-9916 sono riportati i valori di riferimento della p.c.p.v. indicati dalle DIN 4150-3 e BS 7385-2. Per entrambe le norme, i valori di riferimento indicati sono quelli al di sotto dei quali, salvo casi particolari, è ragionevole presumere che non vi sia danno; si specifica inoltre che il superamento dei limiti indicati non implica necessariamente il verificarsi del danno, ma è un segnale della necessità di indagini più approfondite.

I valori di riferimento relativi alle **vibrazioni di breve durata**, ossia quei valori della p.c.p.v. che escludono qualsiasi problema di fatica e/o di amplificazioni dovute a fenomeni di risonanza della struttura interessata, sono riportati nella seguente tabella:

Classe	Edificio	Valori di riferimento p.c.p.v (mm/s)			
		Fondazioni			Piano alto
		1-10 (Hz)	10-50 (Hz)	50-100 (Hz)	Tutte
1	Costruzioni Industriali	20	Lineare 20 (f=10 Hz) 40 (f=50 Hz)	Lineare 40 (f=50 Hz) 50 (f=100 Hz)	40
2	Edifici Residenziali	5	Lineare 5 (f=10 Hz) 15 (f=50 Hz)	Lineare 15 (f=50 Hz) 20 (f=100 Hz)	15
3	Monumenti Storici	3	Lineare 3 (f=10 Hz) 8 (f=50 Hz)	Lineare 8 (f=50 Hz) 10 (f=100 Hz)	8

VALORI DI RIFERIMENTO PER LE COMPONENTI ORIZZONTALI PER LA VELOCITÀ DI VIBRAZIONE (P.C.P.V.) AL FINE DI VALUTARE L'AZIONE DELLE VIBRAZIONI DI BREVE DURATA SULLE COSTRUZIONI.

Per la componente verticale dei singoli solai la norma indica **(20 mm/s)** come valore di riferimento della p.c.p.v. Tale valore è indipendente dal contenuto in frequenza dei dati registrati.

Invece, i valori di riferimento relativi alle **vibrazioni permanenti**, che possano indurre fenomeni di fatica e/o di amplificazioni dovute a fenomeni di risonanza della struttura interessata, sono riportati nella seguente tabella:

Classe	Edificio	Valori di riferimento p.c.p.v (mm/s)
1	Costruzioni Industriali	10
2	Edifici Residenziali	5
3	Monumenti Storici	2.5

VALORI DI RIFERIMENTO PER LE COMPONENTI ORIZZONTALI DELLA VELOCITÀ DI VIBRAZIONE (P.C.P.V.) AL FINE DI VALUTARE L'AZIONE DELLE VIBRAZIONI PERMANENTI SULLE COSTRUZIONI.

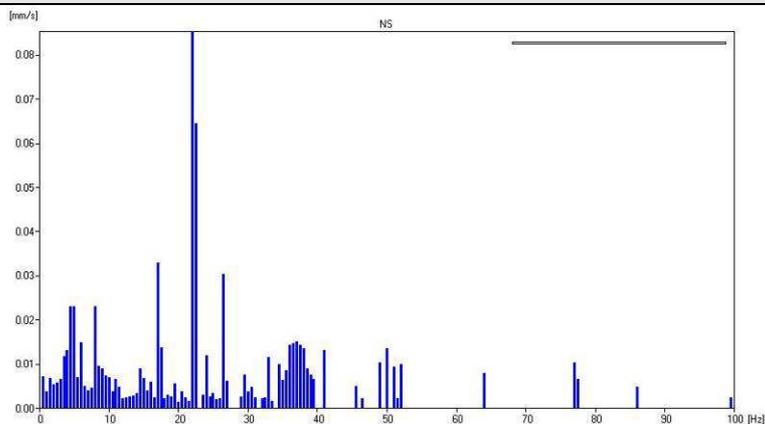
Per la componente verticale dei singoli solai la norma indica (**10 mm/s**) come valore di riferimento della p.c.p.v. Tale valore è indipendente dal contenuto in frequenza dei dati registrati. Questi valori di riferimento sono utilizzati per tutti i piani e per le fondazioni; in generale risulterà più significativa la misurazione al piano alto.

Per le registrazioni sono state utilizzate una serie di stazioni sismiche digitali compatte e leggere, equipaggiate con sismometri a larga banda e alta sensibilità (Tromino Engy – Micromed S.p.a.), costituite da n°6 velocimetri a breve periodo smorzati criticamente, di cui n°3 a basso guadagno per il rilievo di vibrazioni artificiali di grande ampiezza. Le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata (masse ridotte, struttura rigida non risonante costituita da materiali non-diffrangenti, dinamica di oltre 23 bit, ottimizzazione automatica del guadagno per ogni campione, frequenza di campionamento fino a 1024 campioni per secondo, accuratezza relativa >10e-4 nell'intervallo di frequenze 0.1-200 Hz) consentono, nella generalità delle condizioni ambientali, una buona qualità del segnale sismico acquisito sulle tre componenti (verticale, longitudinale e trasversale).

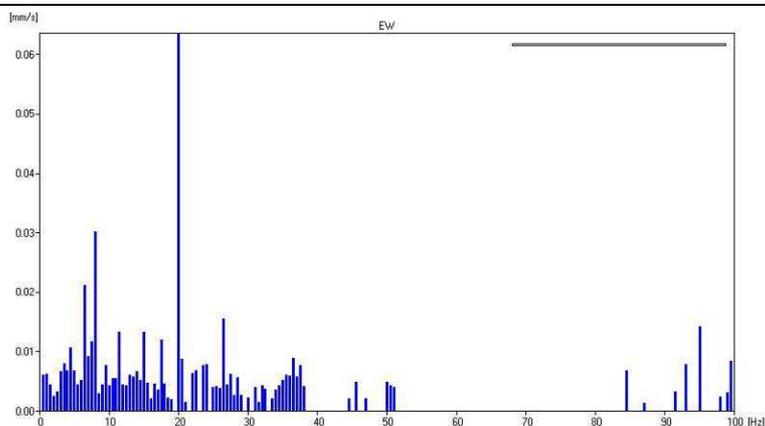
Le misurazioni sono avvenute in modalità "continua" per tutto il periodo di registrazione.

A seguire vengono riportati i risultati ottenuti.

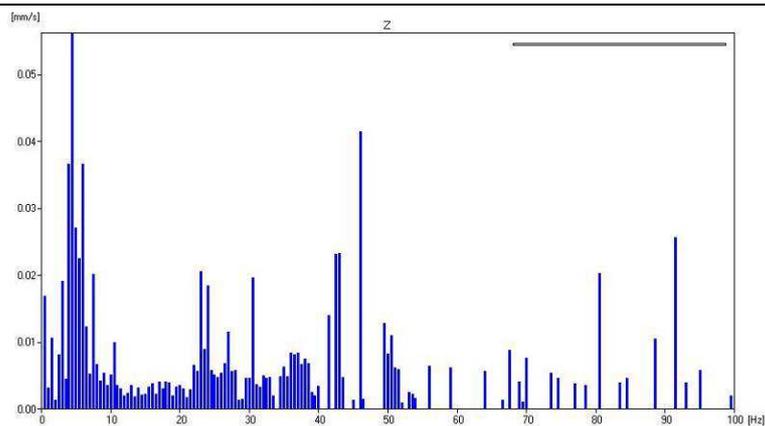
SITO nr.1 – EDIFICIO nr. 1 – Inizio ore 8:30 e durata 496 min del 6/02/2017



Componente Nord-Sud



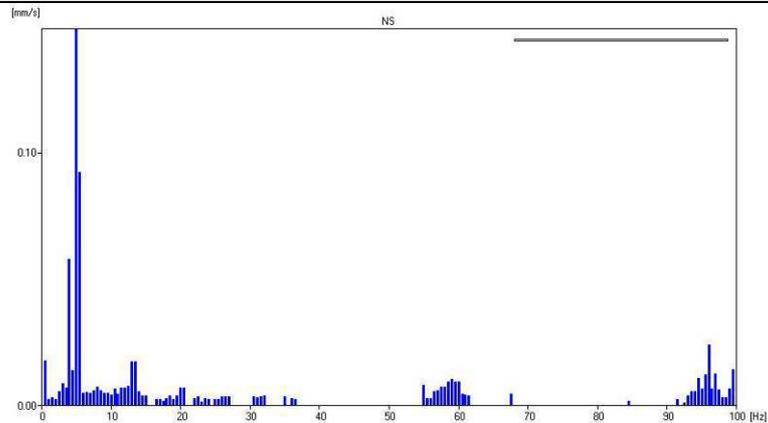
Componente Est-Ovest



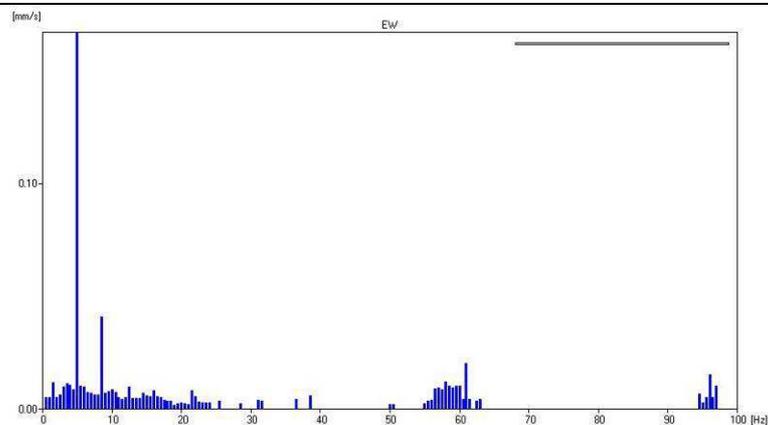
Componente Up

Valori di picco della velocità relativi a ciascuna componente del moto		Valore limite (vibra. permanenti – edif. residenziali)	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS 0.08534 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW 0.0636 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Up	Max. Z 0.05628 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato

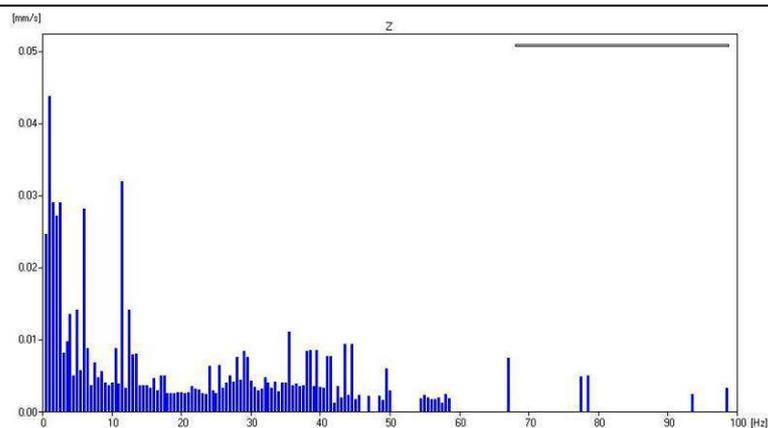
SITO nr.1 – EDIFICIO nr. 2 - Inizio ore 8:45 e durata 468 min del 6/02/2017



Componente Nord-Sud



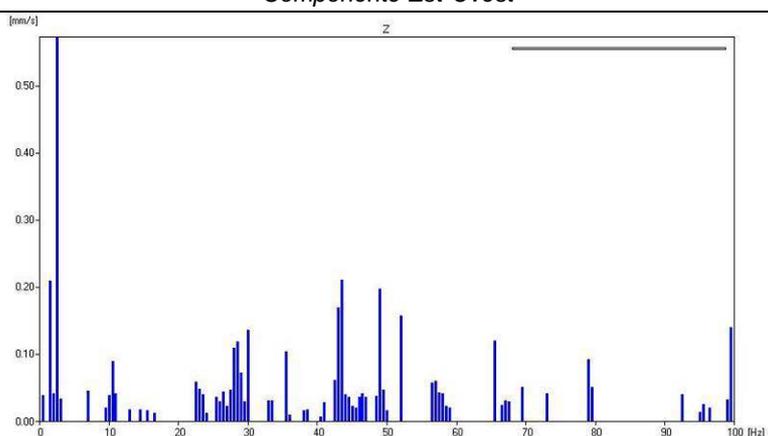
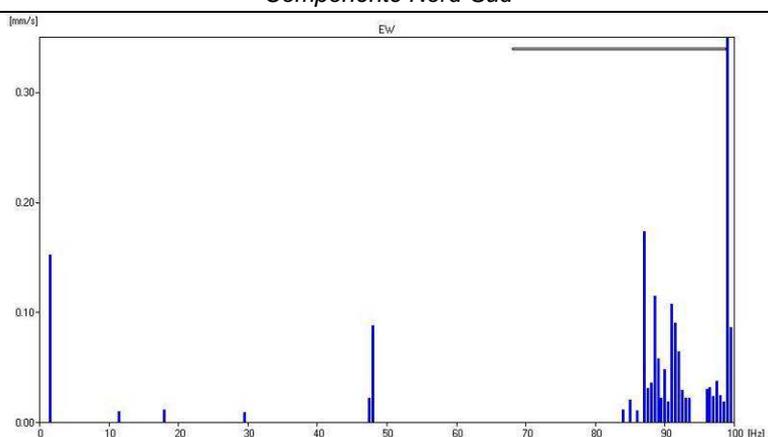
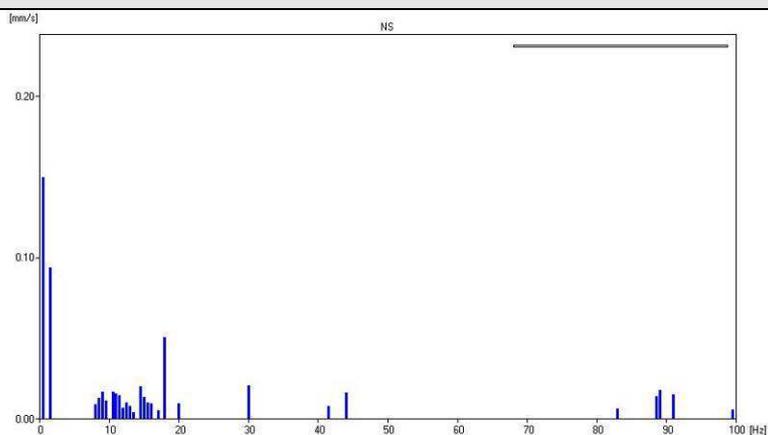
Componente Est-Ovest



Componente Up

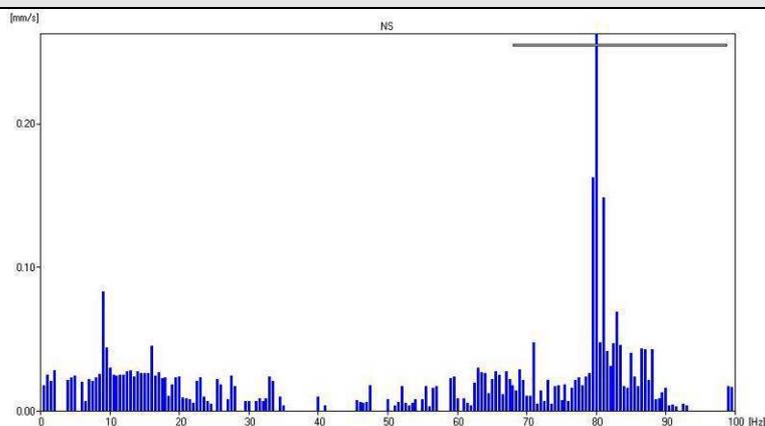
Valori di picco della velocità relativi a ciascuna componente del moto		Valore limite (vibra. permanenti – edif. residenziali)	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS 0.1493 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW 0.16718 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Up	Max. Z 0.05242 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato

SITO nr.2 – EDIFICIO nr. 1 - Inizio ore 8:00 e durata 514 min del 6/02/2017

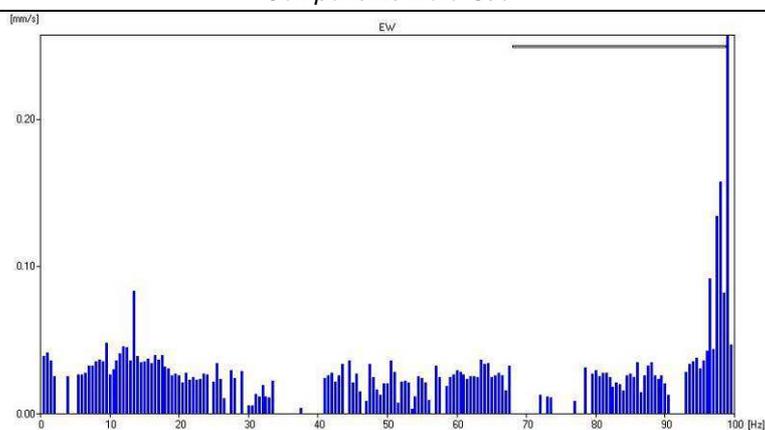


Valori di picco della velocità relativi a ciascuna componente del moto		Valore limite (vibra. permanenti – edif. residenziali)	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS 0.14852 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW 0.35048 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Up	Max. Z 0.5727 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato

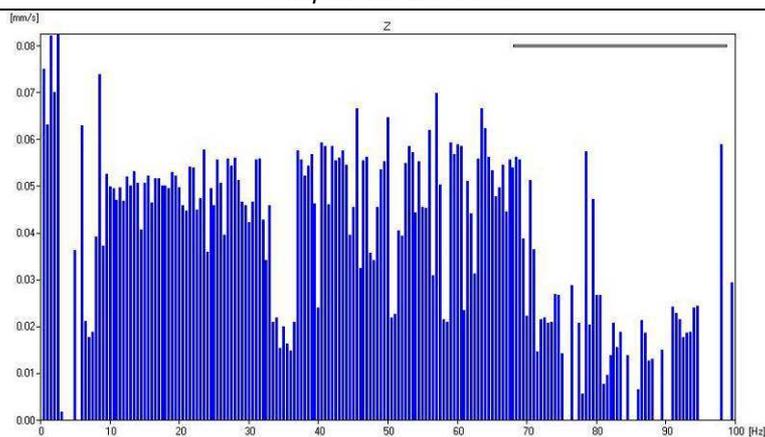
SITO nr.2 – EDIFICIO nr. 2 - Inizio ore 8:00 e durata 287 min del 6/02/2017



Componente Nord-Sud



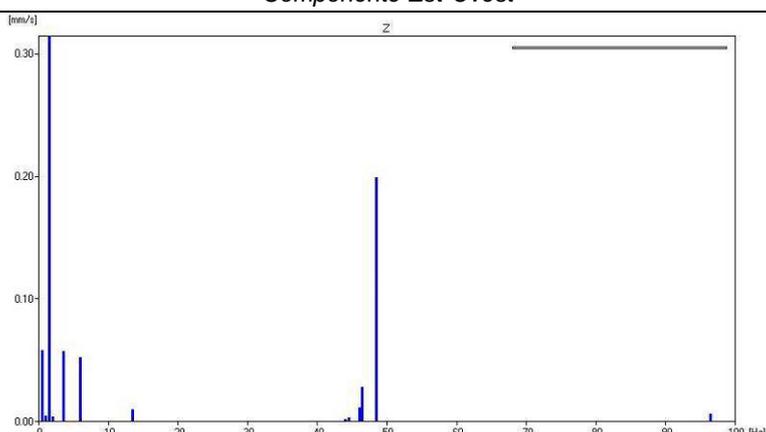
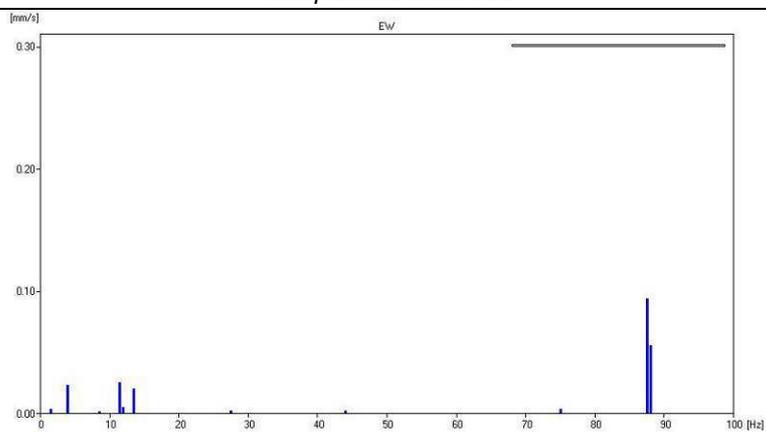
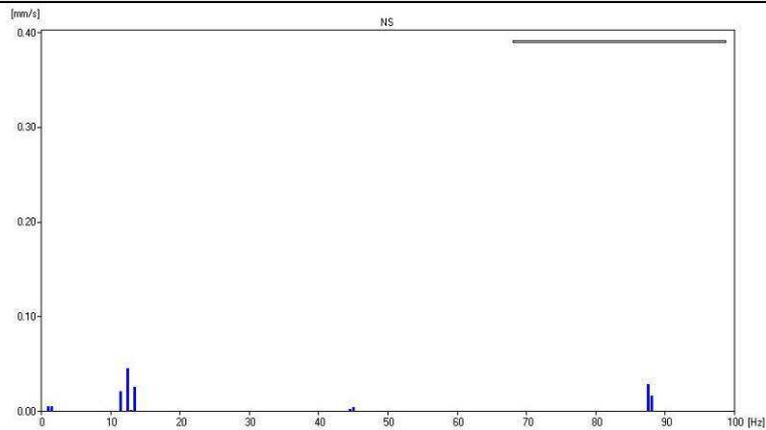
Componente Est-Ovest



Componente Up

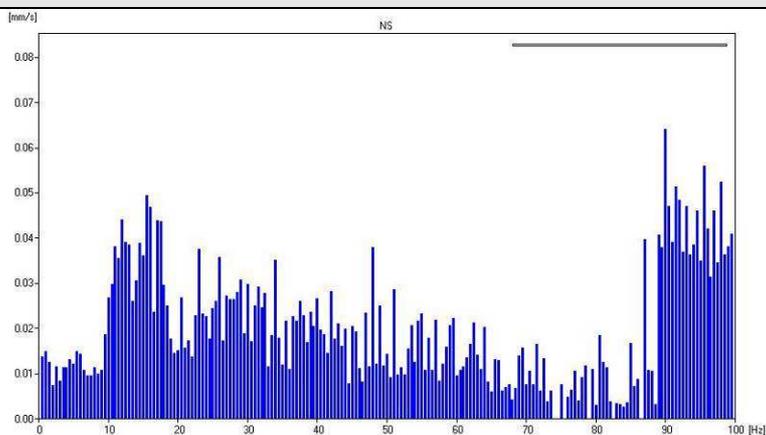
Valori di picco della velocità relativi a ciascuna componente del moto		Valore limite (vibra. permanenti – edif. residenziali)	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS 0.2385 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW 0.2256 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Up	Max. Z 0.0825 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato

SITO nr.3 – EDIFICIO nr. 1 - Inizio ore 8:45 e durata 529 min del 7/02/2017

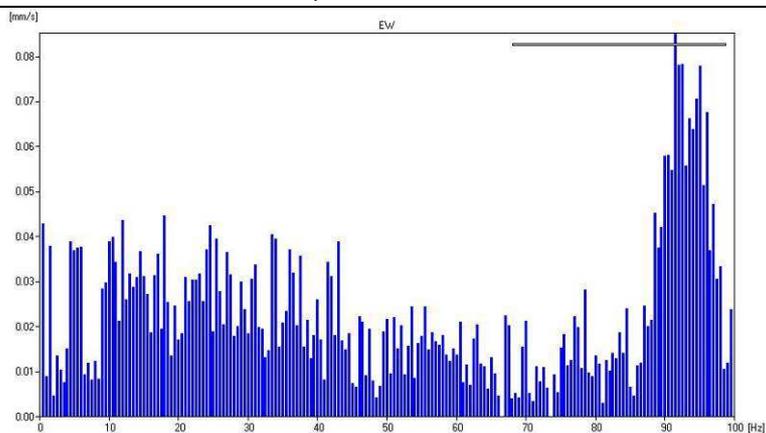


Valori di picco della velocità relativi a ciascuna componente del moto		Valore limite (vibra. permanenti – edif. residenziali)	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS 0.04028 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW 0.10102 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Up	Max. Z 0.31458 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato

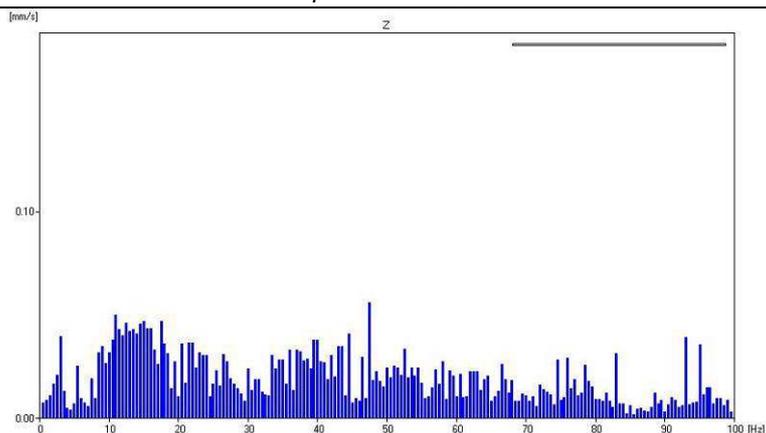
SITO nr.3 – EDIFICIO nr. 2 - Inizio ore 8:55 e durata 493 min del 7/02/2017



Componente Nord-Sud



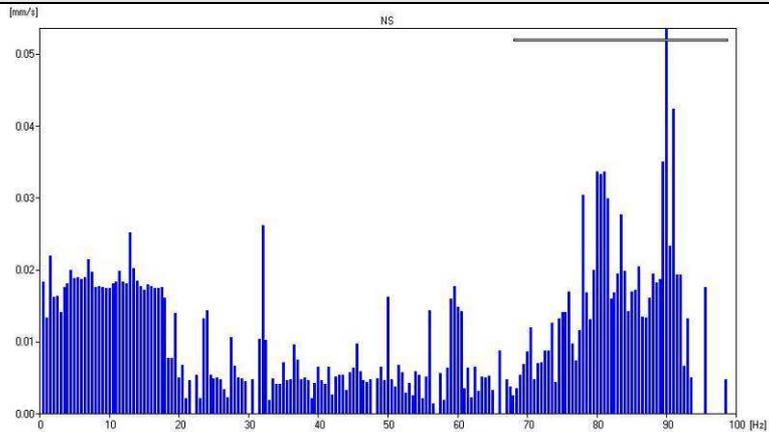
Componente Est-Ovest



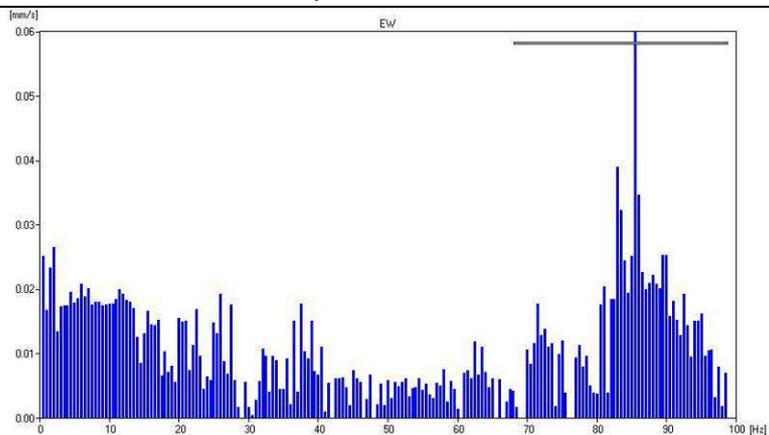
Componente Up

Valori di picco della velocità relativi a ciascuna componente del moto		Valore limite (vibra. permanenti – edif. residenziali)	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS 0.0673 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW 0.08526 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Up	Max. Z 0.05862 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato

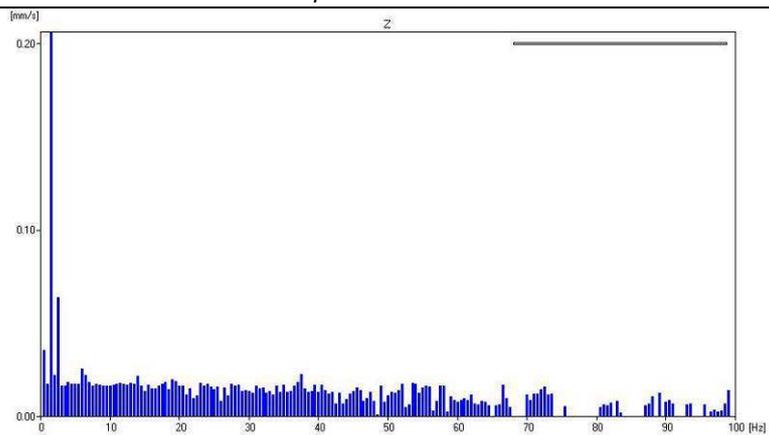
SITO nr.4 – EDIFICIO nr. 1 - Inizio ore 8:10 e durata 527 min del 7/02/2017



Componente Nord-Sud



Componente Est-Ovest



Componente Up

Valori di picco della velocità relativi a ciascuna componente del moto		Valore limite (vibra. permanenti – edif. residenziali)	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS 0.05359 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW 0.06007 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato
Componente Up	Max. Z 0.20642 [mm/s]	5 [mm/s]	Non superato

MISURA DELLE VIBRAZIONI NEGLI EDIFICI E CRITERI DI VALUTAZIONE DEL DISTURBO (UNI 9614)

Parametri oggetto del rilevamento

La vibrazione, come il suono, è un fenomeno di propagazione di una perturbazione in un mezzo prodotta da una sorgente. Come il suono, la vibrazione è prodotta da una o più forze variabili nel tempo in intensità e direzione. Il suono, propagandosi nell'aria, perviene all'orecchio dell'ascoltatore producendo una sensazione uditiva; le vibrazioni, propagandosi nei solidi e nelle strutture, non solo provocano sulla persona esposta una sensazione tattile di movimento o scuotimento ma, nel tragitto di propagazione, possono provocare anche danni rilevanti sulle strutture degli edifici.

Il fenomeno della propagazione delle vibrazioni in un mezzo solido è più complesso di quello che avviene nell'aria, poiché il solido reagisce anche a sollecitazioni di taglio consentendo la propagazione di modi diversi. La vibrazione è rilevata sulla superficie di discontinuità solido-aria, con il senso del tatto della persona che la percepisce o con un trasduttore idoneo (accelerometro). I parametri fisici che possono caratterizzare le vibrazioni sono lo spostamento, la velocità e l'accelerazione del moto dei punti materiali appartenenti alla superficie di discontinuità. Poiché le grandezze citate sono vettoriali, la descrizione completa del fenomeno vibratorio deve essere effettuata misurando la variabilità temporale della grandezza in tre direzioni mutuamente ortogonali.

Un altro parametro assai importante da quantificare, sia ai fini del disturbo alle persone che del danno alle strutture è il contenuto in frequenza dell'oscillazione dei punti materiali. Per quanto attiene all'organismo umano, è noto che esso percepisce in maniera più marcata fenomeni vibratorii caratterizzati da basse frequenze (1-16 Hz) mentre, per frequenze più elevate, la percezione va via via diminuendo. Il campo di frequenze d'interesse è quello compreso tra 1 e 80 Hz.

Questo è quanto si evince dalla norma ISO 2631, che riporta i risultati di studi effettuati sottoponendo l'organismo umano a vibrazioni pure (ossia monofrequenza) di frequenza diversa. Poiché la vibrazione misurata risulta composta dalla sovrapposizione di armoniche di diversa frequenza e poiché la risposta dell'organismo umano alle vibrazioni dipende oltre che dalla loro intensità anche dalla loro frequenza, se si vogliono fornire degli indicatori di tipo psico-fisico, legati cioè alla capacità percettiva dell'uomo, occorre definire un parametro globale che tenga conto di tutti gli aspetti sopraesposti.

Tale parametro è definito dalla norma UNI 9614 (che recepisce la ISO 2631) ed è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza a_w che risulta essere il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerogramma misurato adottando degli opportuni filtri che rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo.

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0.5}$$

Nella formula precedente T è il tempo di durata della misura e a_w è l'accelerogramma

misurato adottando i filtri di pesatura riportati nella stessa normativa UNI 9614. La predetta normativa consiglia di esprimere il valore dell'accelerazione in dB secondo la seguente relazione:

$$L_w = 20 \log \left(\frac{a_w}{a_0} \right)$$

in cui a_0 è l'accelerazione di riferimento pari a 10^{-6} m/s².

Nella stessa normativa vengono riportati i valori i valori limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza per vibrazioni costanti (prime due tabelle riportate nella pagina seguente) e impulsive.

**Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in
frequenza validi per l'asse Z (Prospetto II - UNI 9614)**

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s ²	dB
Aree critiche	5,0 · 10 ⁻³	74
Abitazioni notte	7,0 · 10 ⁻³	77
Abitazioni giorno	10,0 · 10 ⁻³	80
Uffici	20,0 · 10 ⁻³	86
Fabbriche	40,0 · 10 ⁻³	92

**Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in
frequenza validi per gli assi X e Y (Prospetto III - UNI 9614)**

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s ²	dB
Aree critiche	3,6 · 10 ⁻³	71
Abitazioni notte	5,0 · 10 ⁻³	74
Abitazioni giorno	7,0 · 10 ⁻³	77
Uffici	14,4 · 10 ⁻³	83
Fabbriche	28,8 · 10 ⁻³	89

**Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in
frequenza validi per vibrazioni impulsive (Prospetto V - UNI 9614)**

Destinazione d'uso	Asse Z		Asse X e Y	
	m/s ²	dB	m/s ²	dB
Aree critiche	5 · 10 ⁻³	74	3,6 · 10 ⁻³	71
Abitazioni notte	7 · 10 ⁻³	76	5,0 · 10 ⁻³	74
Abitazioni giorno	0.3	109	0.22	106
Uffici	0.64	116	0.46	113
Fabbriche	0.64	116	0.46	113

Per le registrazioni sono state utilizzate una serie di stazioni sismiche digitali compatte e leggere, equipaggiate con sismometri a larga banda e alta sensibilità (Tromino Engy – Micromed S.p.a.), costituite da n°3 accelerometri disposti nelle tre componenti del moto. Le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata (masse ridotte, struttura rigida non risonante costituita da materiali non-diffrangenti, dinamica di oltre 23 bit, ottimizzazione automatica del guadagno per ogni campione, frequenza di campionamento fino a 1024 campioni per secondo, accuratezza relativa >10e-4 nell'intervallo di frequenze 0.1-200 Hz) consentono, nella generalità delle condizioni ambientali, una buona qualità del segnale sismico acquisito sulle tre componenti (verticale, longitudinale e trasversale).

Le misurazioni sono avvenute in modalità "continua" per tutto il periodo di registrazione.

In sostanza, ogni misura condotta è stata plottata in uno spettro di accelerazione in frequenza nelle tre componenti del moto e poi trattata con i "Filtri di ponderazione" presenti nella norma UNI 9614 e riportati a seguire. Successivamente sono state nuovamente diagrammate per ottenere il valore massimo di accelerazione da confrontare con quelli indicati nella norma.

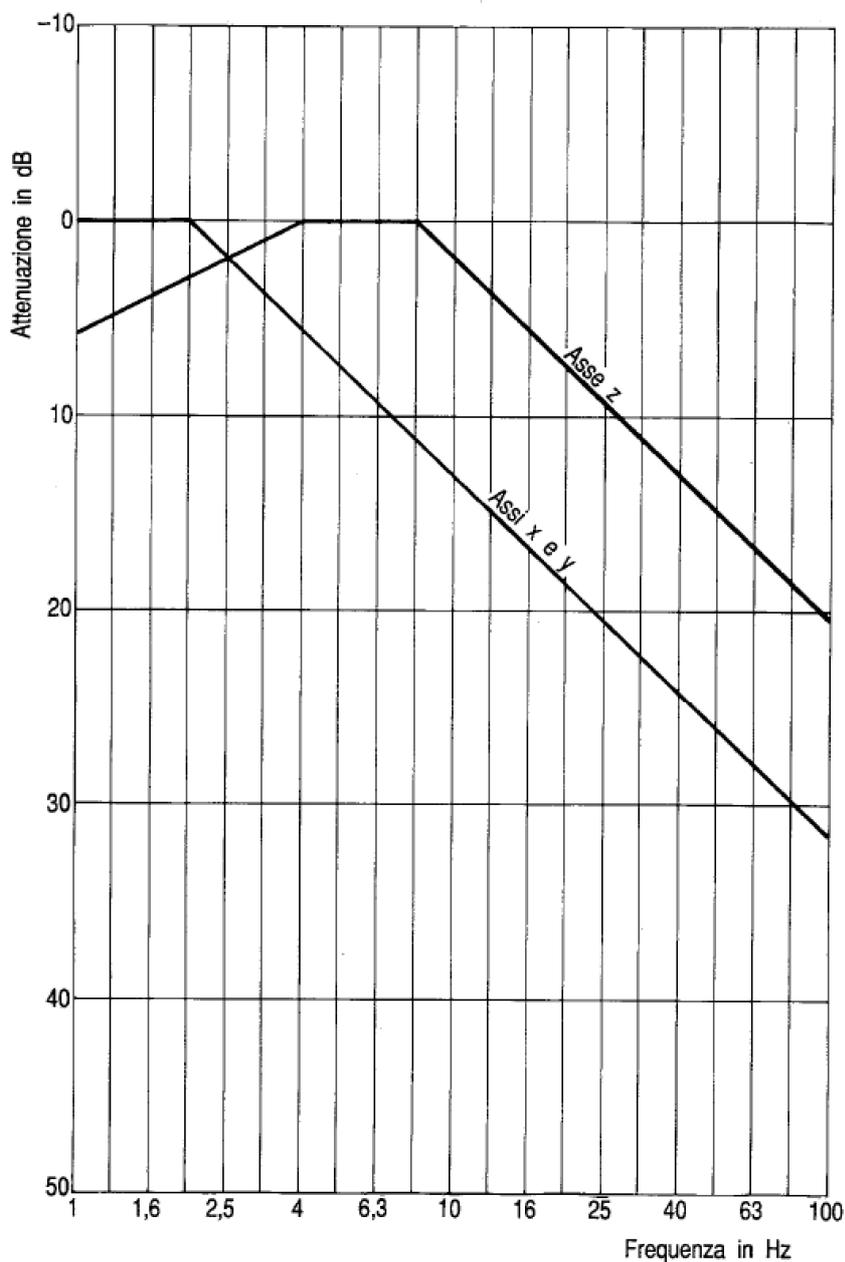
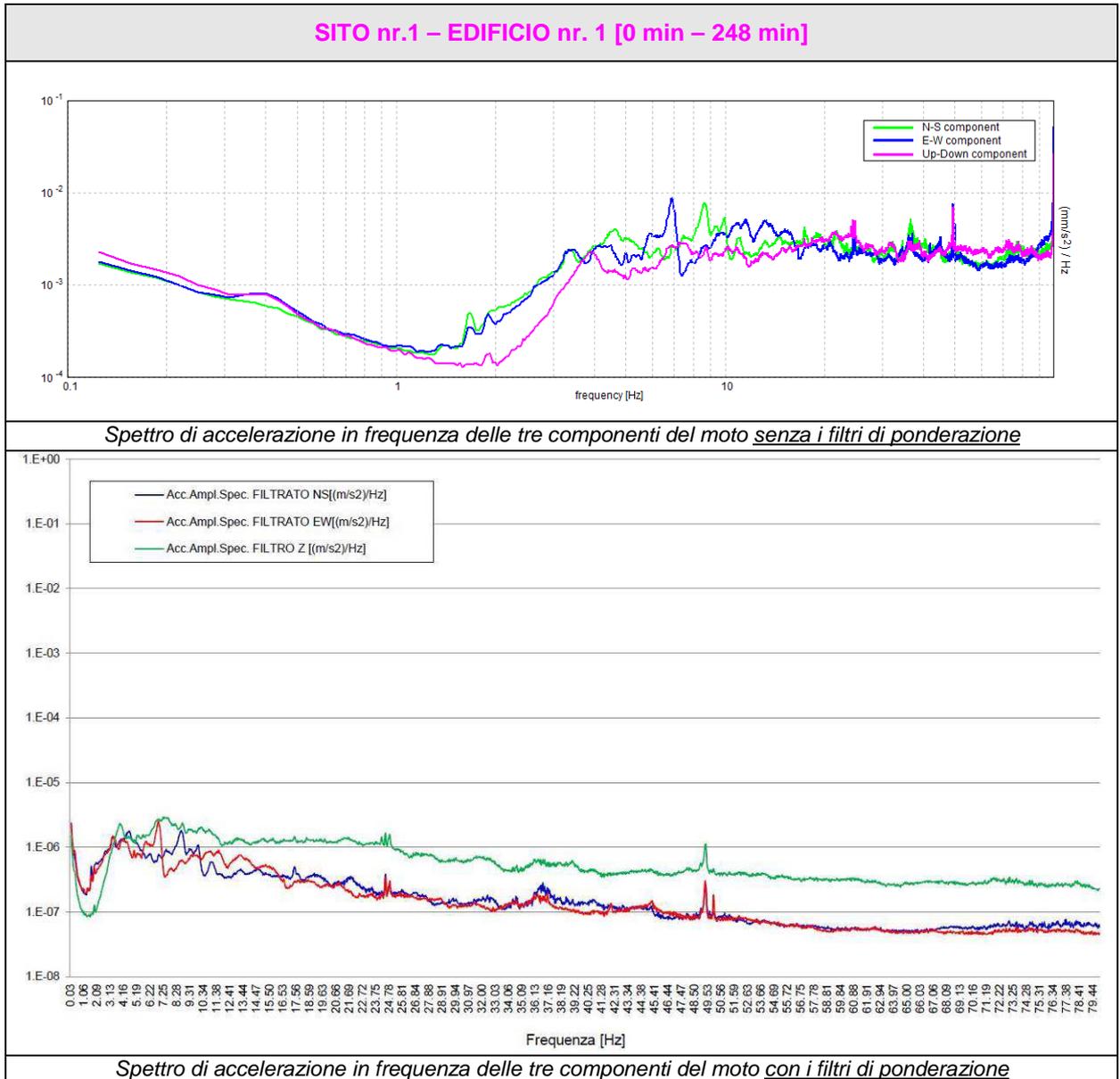


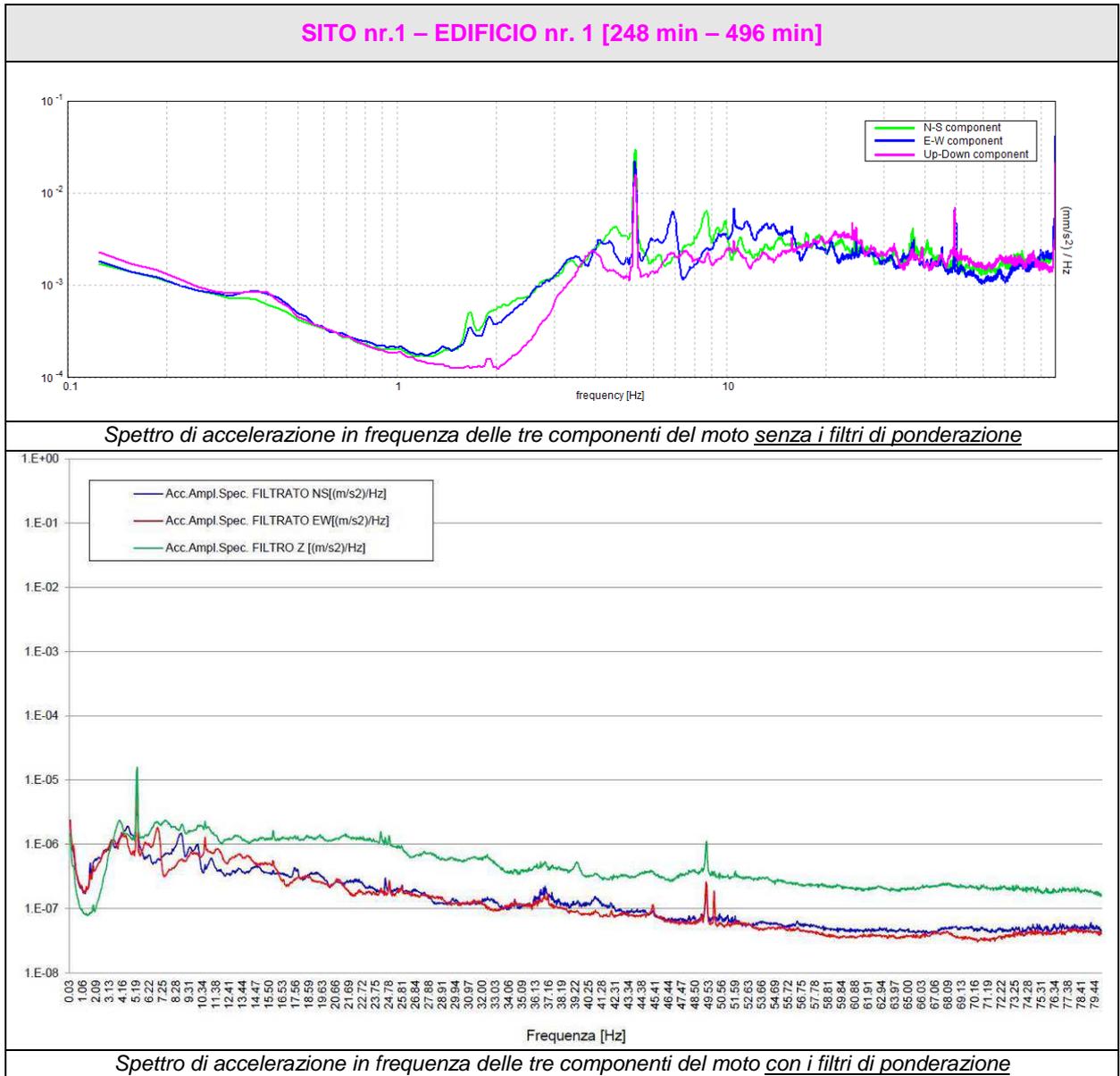
Fig. 3 — Filtri di ponderazione

A seguire vengono riportati i risultati ottenuti e visto il gran numero di campioni registrati si è ritenuto opportuno suddividere le diverse registrazioni in finestre temporali minori.

SITO 1 – EDIFICIO 1 – ora inizio 8:30 del 06/02/2017

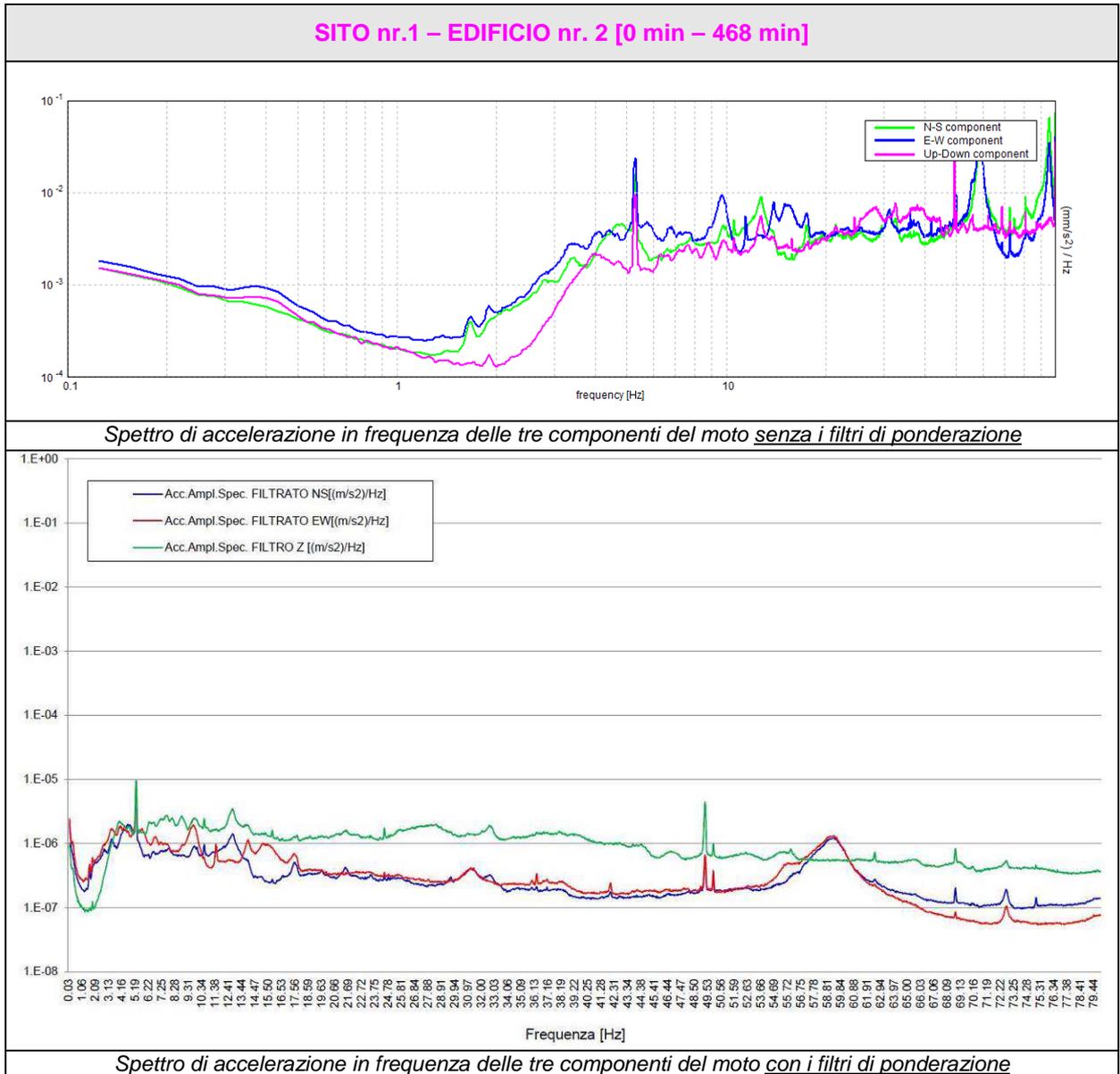


Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione		Valore limite più cautelativo	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS $2.31 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $2.54 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Up	Max. Z $2.94 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato



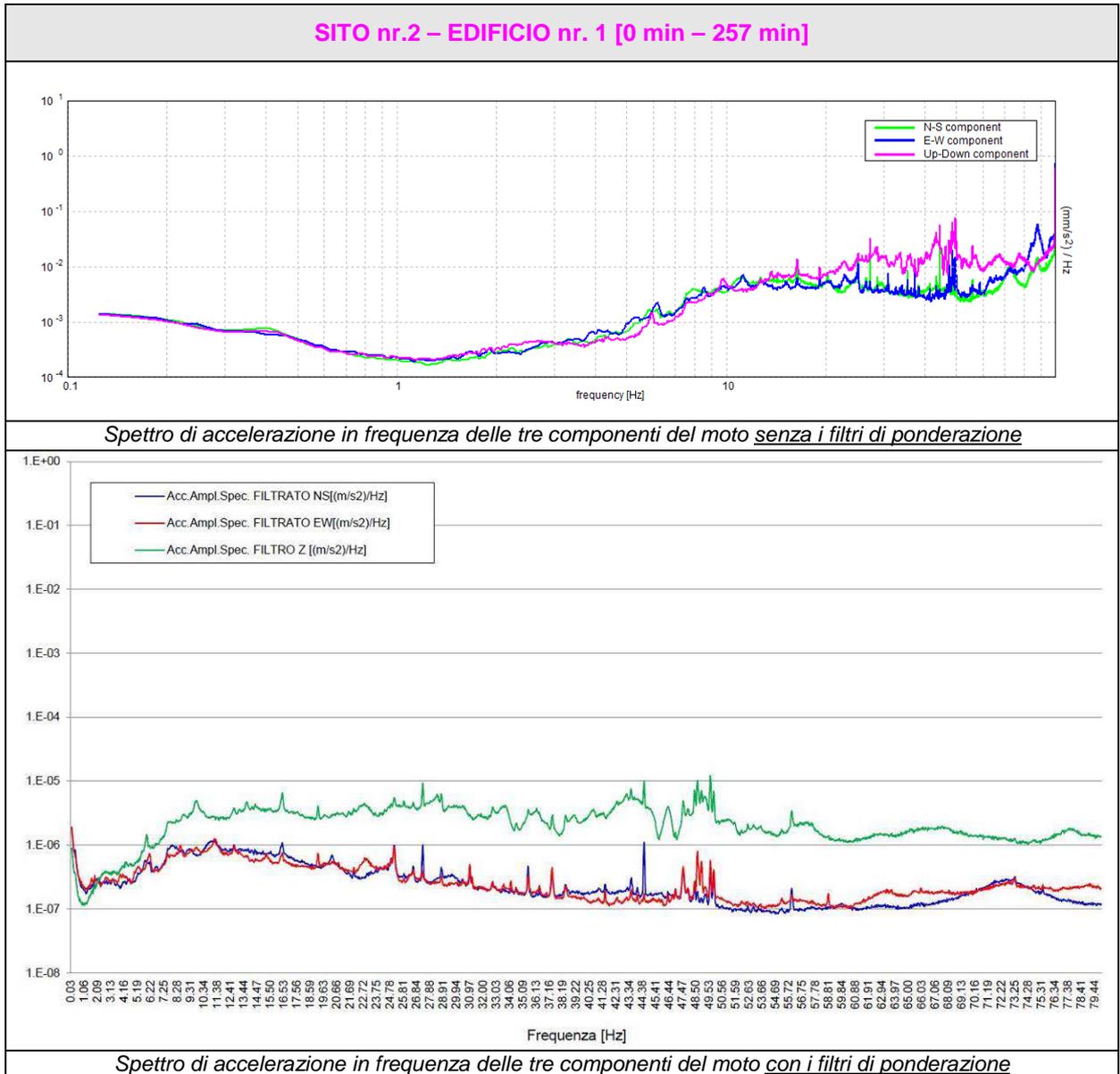
Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione		Valore limite più cautelativo	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS $1.12 \cdot 10^{-5}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $8.46 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Up	Max. Z $1.59 \cdot 10^{-5}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato

SITO 1 – EDIFICIO 2 – ora inizio 8:45 del 06/02/2017



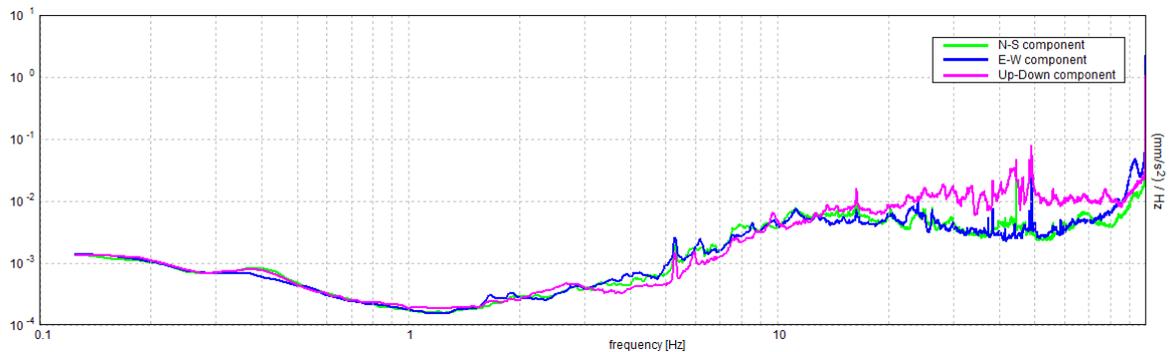
Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione	Valore limite più cautelativo	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS $6.10 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²] Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $9.01 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²] Non superato
Componente Up	Max. Z $9.52 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²] Non superato

SITO 2 – EDIFICIO 1 – ora inizio 8:30 del 06/02/2017

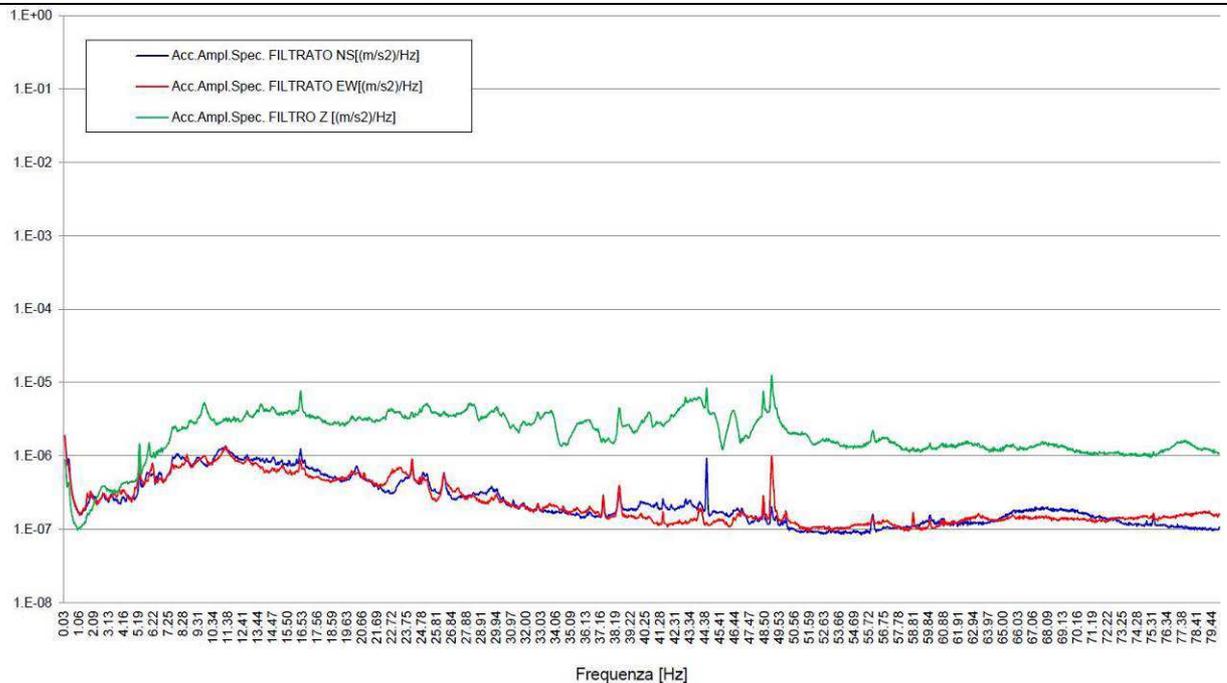


Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione	Valore limite più cautelativo	Verifica	
Componente Nord-Sud	Max. NS $1.90 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $1.91 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Up	Max. Z $1.22 \cdot 10^{-5}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato

SITO nr.2 – EDIFICIO nr. 1 [257 min – 514 min]



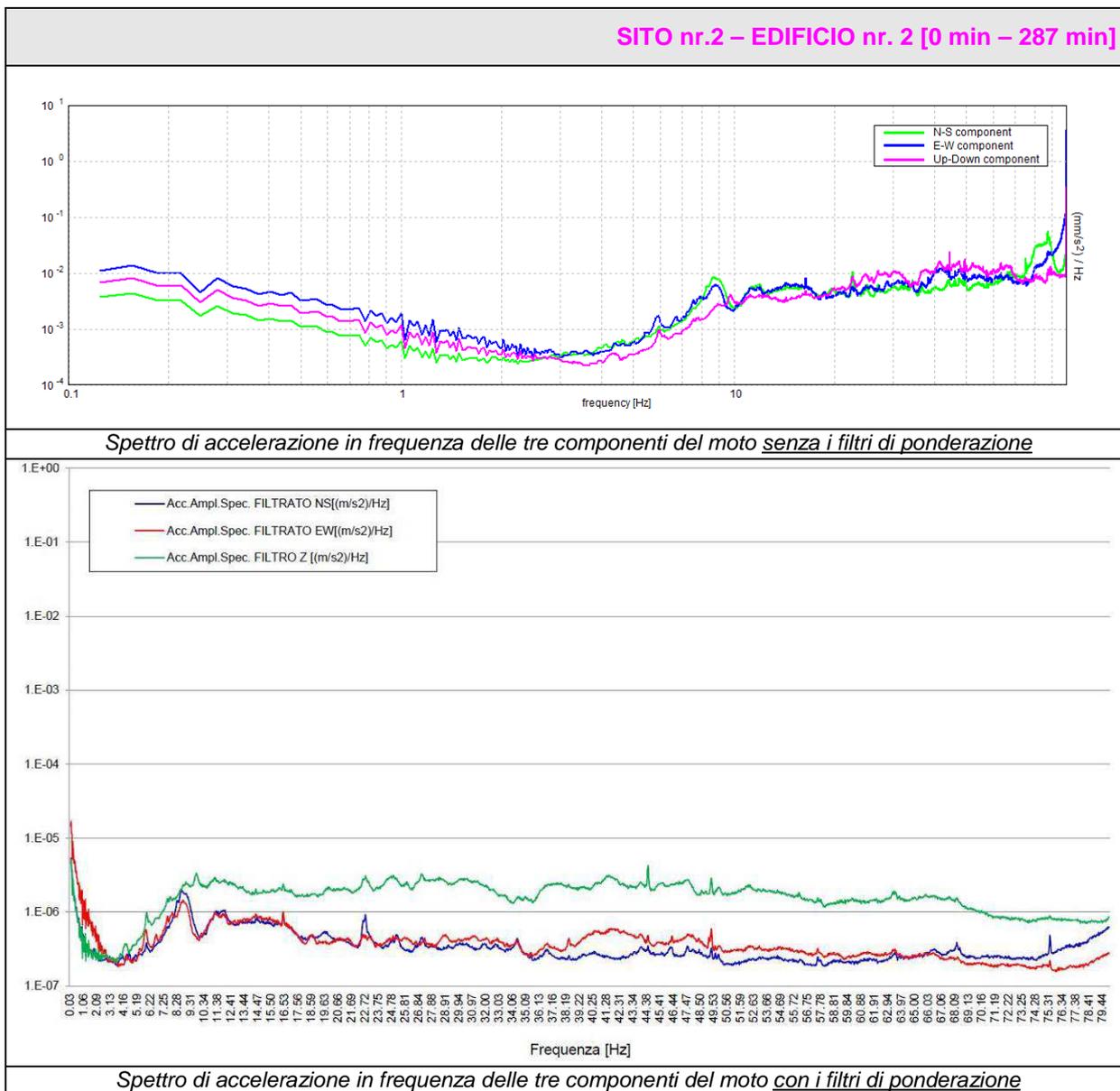
Spettro di accelerazione in frequenza delle tre componenti del moto senza i filtri di ponderazione



Spettro di accelerazione in frequenza delle tre componenti del moto con i filtri di ponderazione

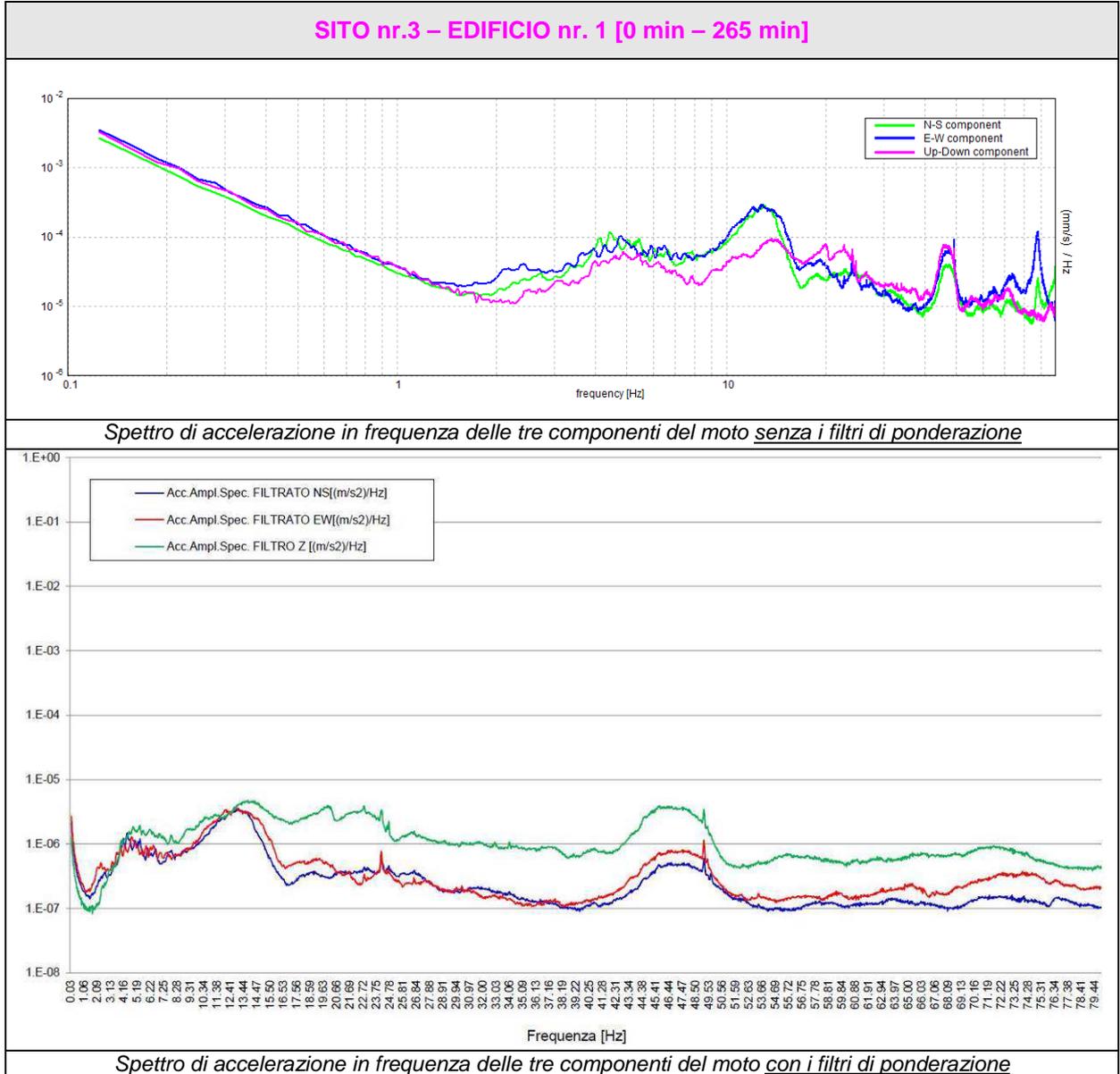
Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione		Valore limite più cautelativo	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS $1.90 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $1.87 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Up	Max. Z $1.26 \cdot 10^{-5}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato

SITO 2 – EDIFICIO 2 - ora inizio 8:30 del 06/02/2017



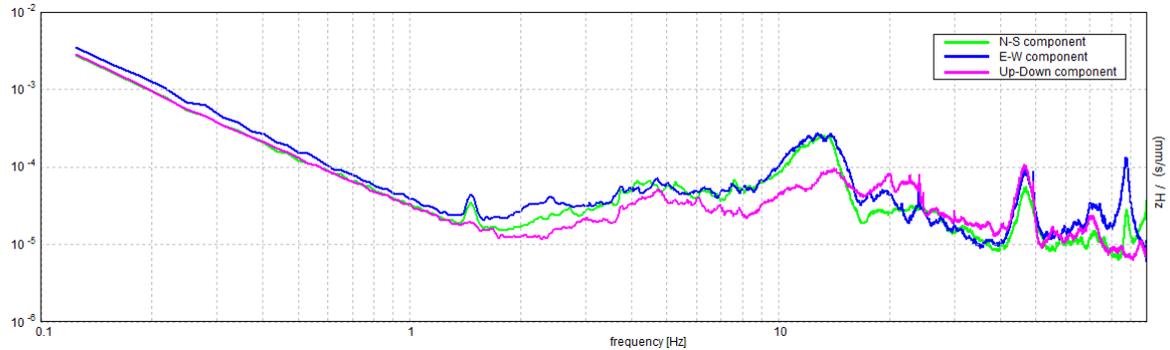
Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione	Valore limite più cautelativo	Verifica	
Componente Nord-Sud	Max. NS $5.41 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $1.70 \cdot 10^{-5}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Up	Max. Z $5.19 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato

SITO 3 – EDIFICIO 1 – ora inizio 8:45 del 07/02/2017

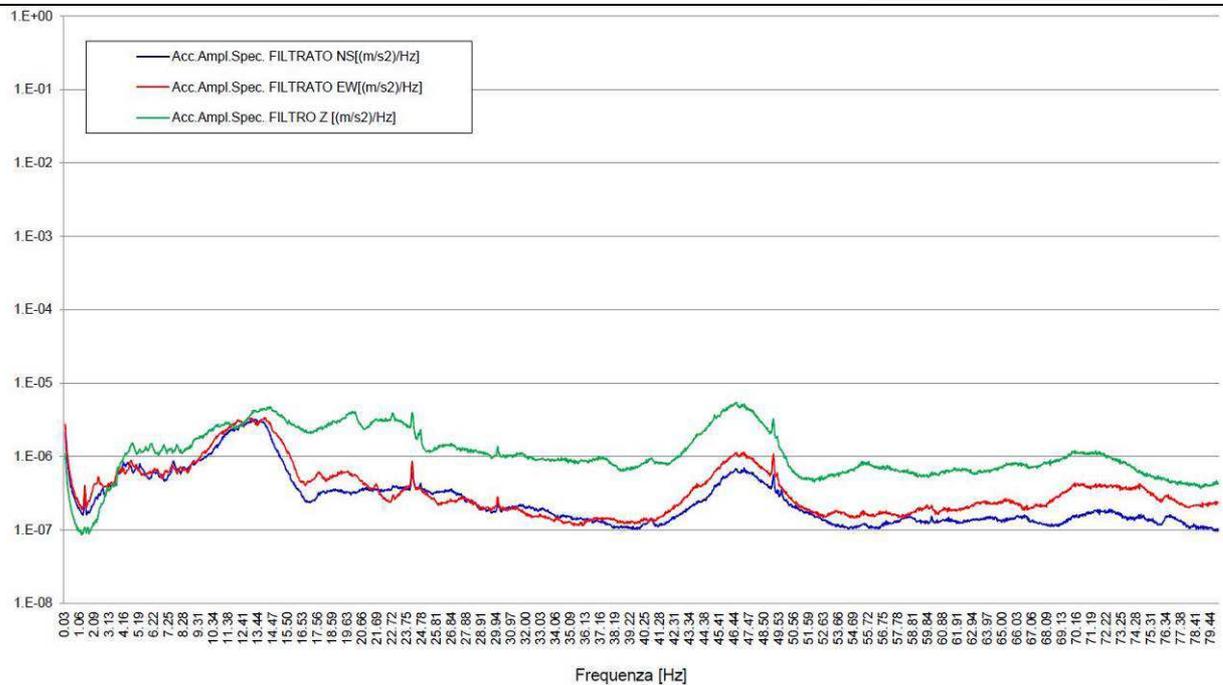


Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione	Valore limite più cautelativo	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS $3.58 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²] Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $3.67 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²] Non superato
Componente Up	Max. Z $4.78 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²] Non superato

SITO nr.3 – EDIFICIO nr. 1 [265 min – 529 min]



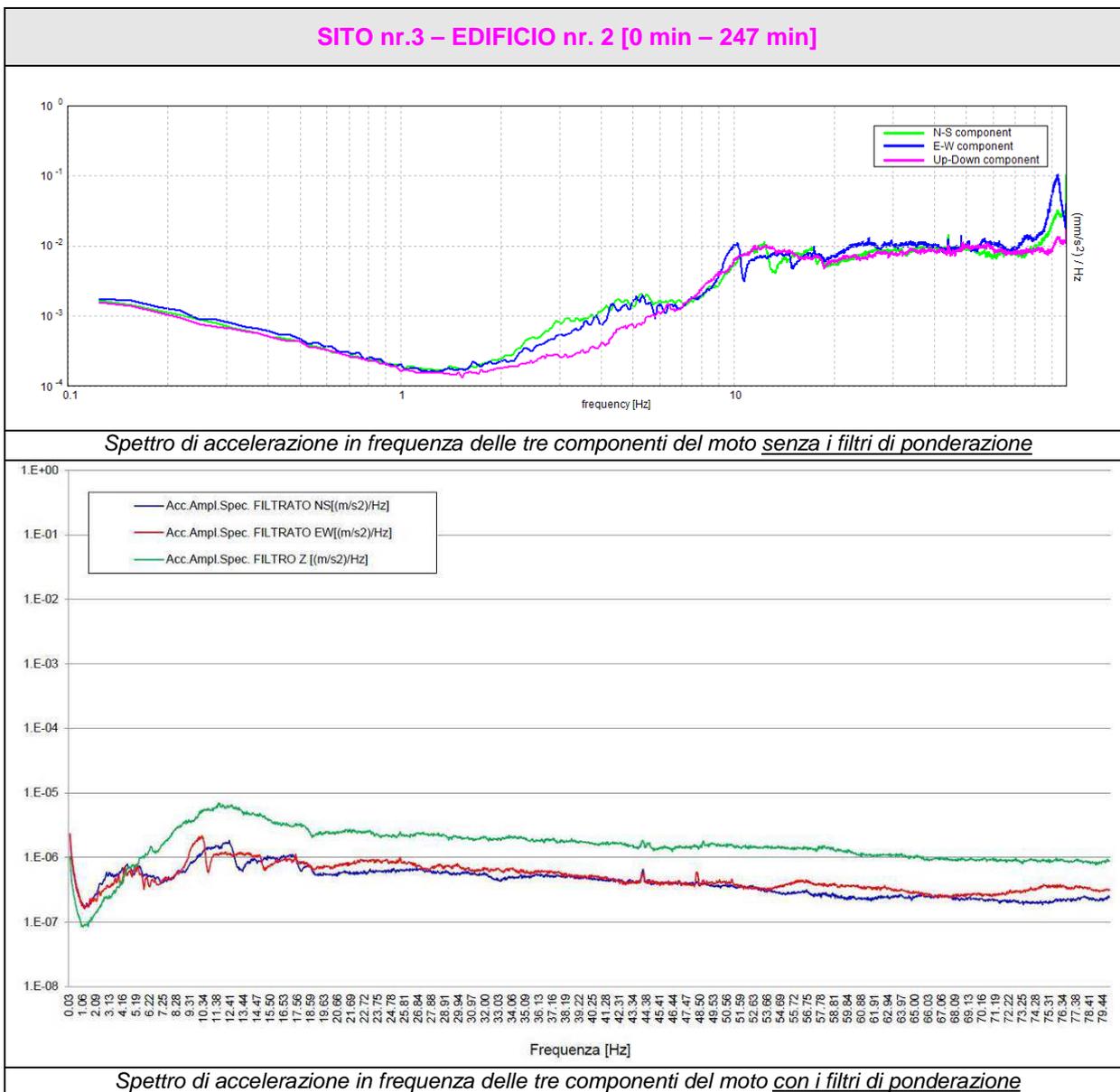
Spettro di accelerazione in frequenza delle tre componenti del moto senza i filtri di ponderazione



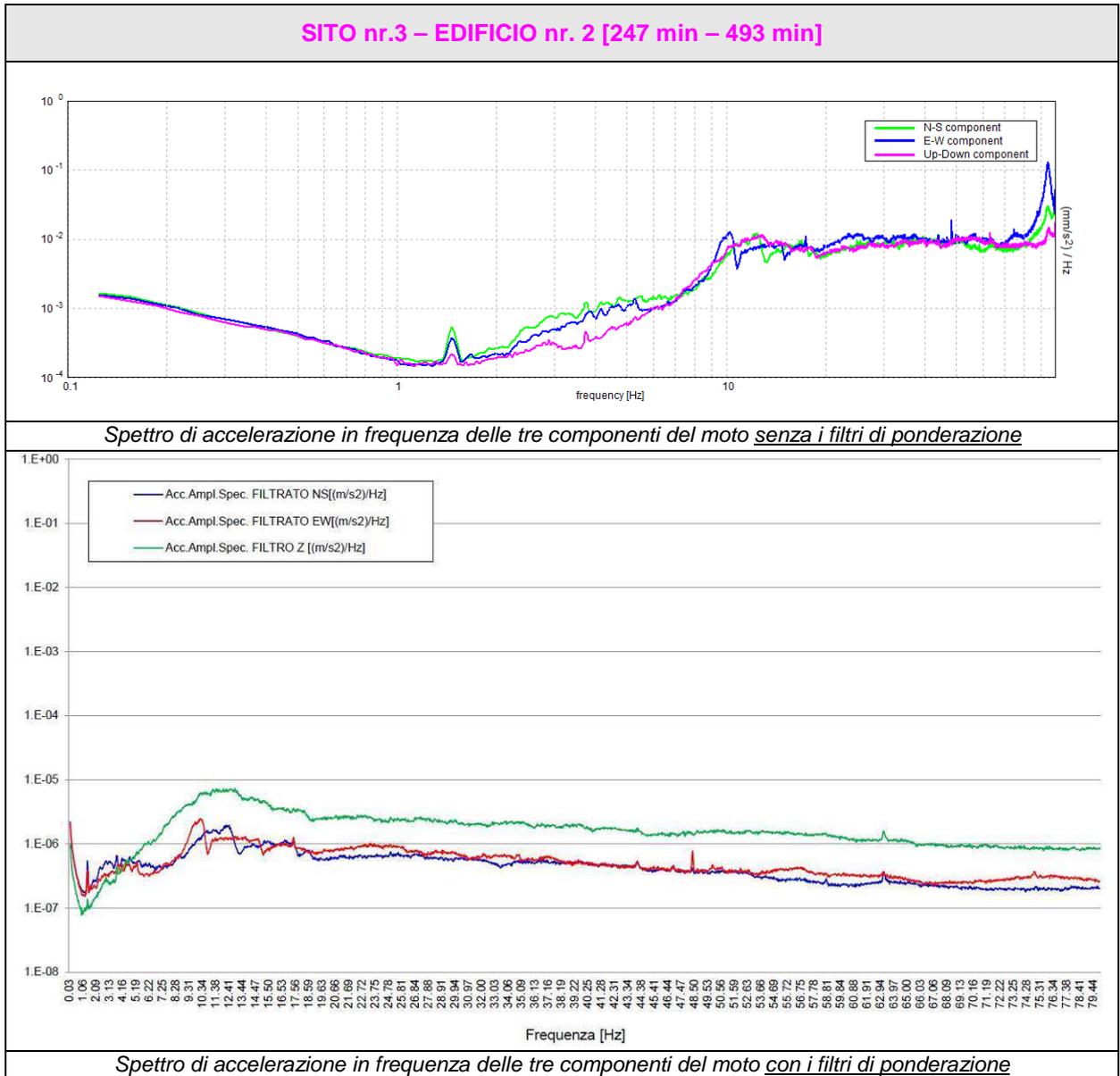
Spettro di accelerazione in frequenza delle tre componenti del moto con i filtri di ponderazione

Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione	Valore limite più cautelativo	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS $3.21 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²] Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $3.39 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²] Non superato
Componente Up	Max. Z $5.43 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²] Non superato

SITO 3 – EDIFICIO 2 – ora inizio 8:55 del 07/02/2017



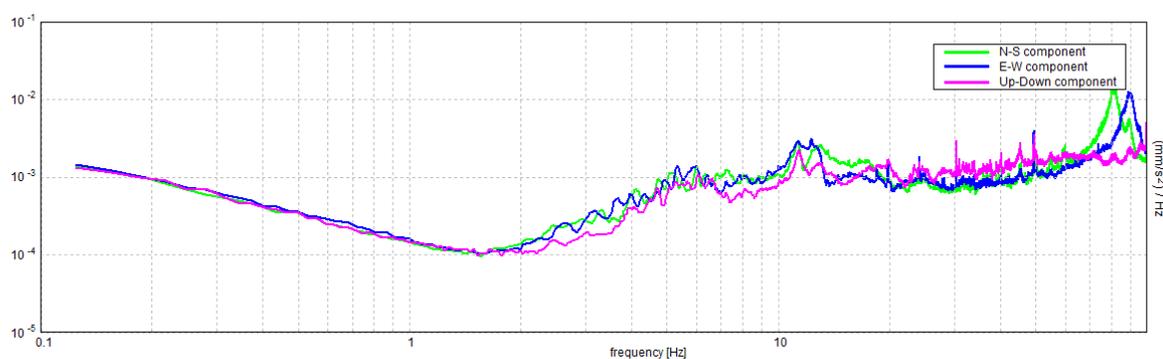
Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione	Valore limite più cautelativo	Verifica	
Componente Nord-Sud	Max. NS $2.23 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $2.36 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Up	Max. Z $6.97 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato



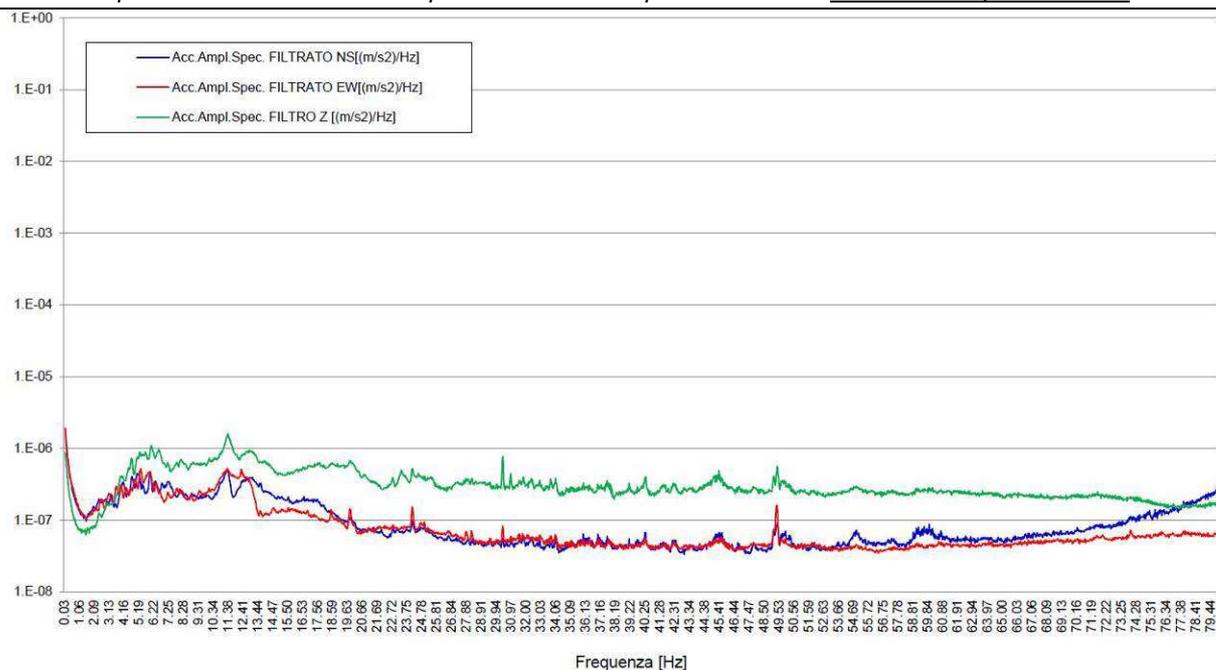
Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione		Valore limite più cautelativo	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS $2.21 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $2.48 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Up	Max. Z $7.33 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato

SITO 4 – EDIFICIO 1 – ora inizio 8:10 del 07/02/2017

SITO nr.4 – EDIFICIO nr. 1 [0 min – 264 min]

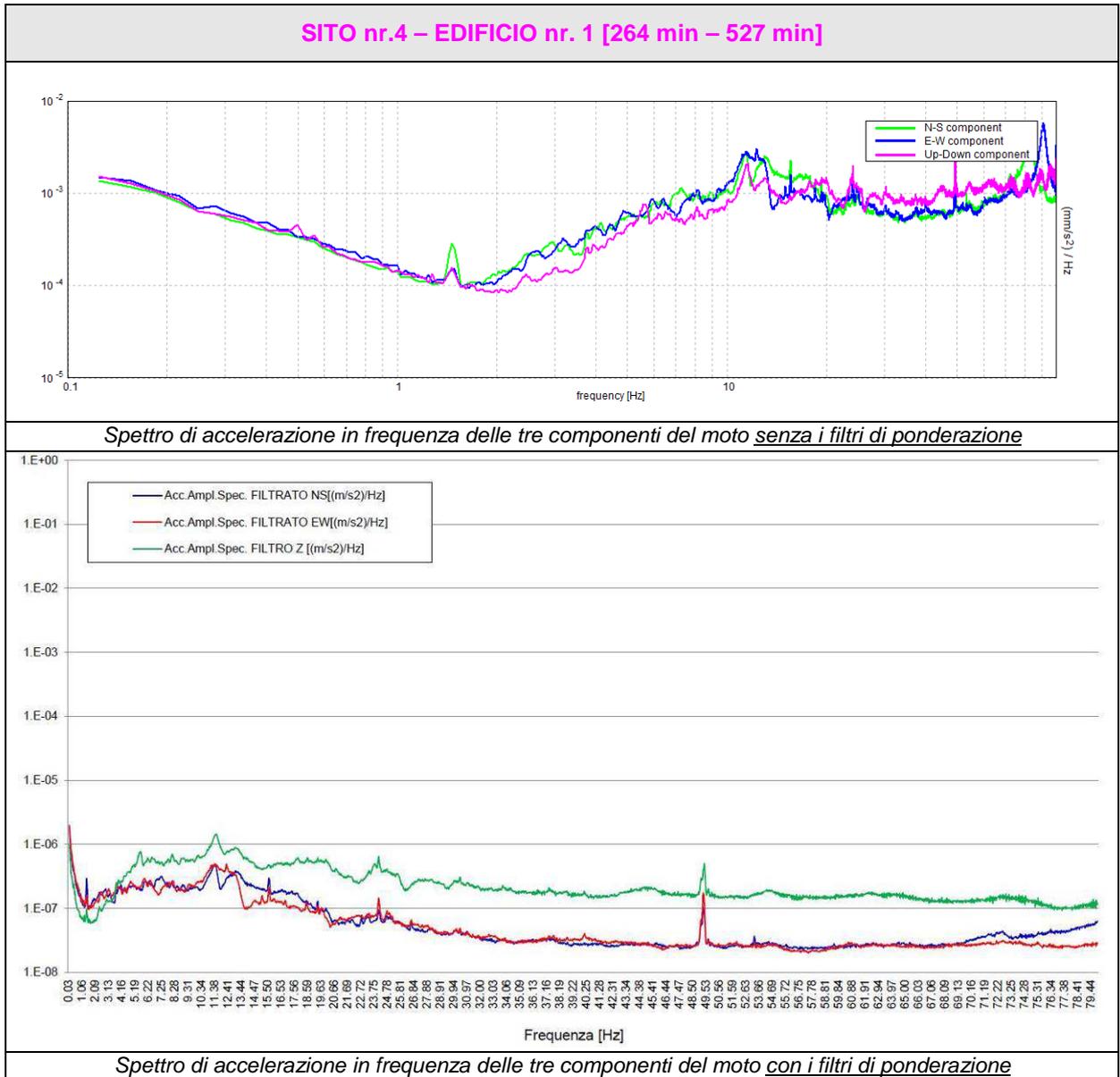


Spettro di accelerazione in frequenza delle tre componenti del moto senza i filtri di ponderazione



Spettro di accelerazione in frequenza delle tre componenti del moto con i filtri di ponderazione

Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione	Valore limite più cautelativo	Verifica	
Componente Nord-Sud	Max. NS $1.89 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $1.92 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Up	Max. Z $1.59 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato



Valori di picco dell'accelerazione relativi a ciascuna componente del moto con i filtri di ponderazione		Valore limite più cautelativo	Verifica
Componente Nord-Sud	Max. NS $1.81 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Est-Ovest	Max. EW $2.0 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$5,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato
Componente Up	Max. Z $1.45 \cdot 10^{-6}$ [m/s ²]	$7,0 \cdot 10^{-3}$ [m/s ²]	Non superato



CONCLUSIONI

Nei giorni 6 e 7 febbraio 2017 sono state eseguite, nei Comuni di Piovene Rocchette e di Cogollo del Cengio, alcune misure accelerometriche e vibrometriche per valutare l'entità delle vibrazioni indotte su alcune strutture oggetto d'indagine

È stato analizzato n°1 punto all'interno di ciascun fabbricato per un totale di n°7 fabbricati. Le misure sono state condotte osservando la UNI 9916 e la UNI 9614.

Sia per le misure accelerometriche che per quelle vibrometriche **non c'è mai stato il superamento dei limiti consentiti.**

Vicenza, 23 febbraio 2017

Collaboratori
Dott. Nicola Montagnini

Il Responsabile del Laboratorio
(Dott. Paolo Cornale)
Documento firmato digitalmente ex D.Lgs 82/2005