

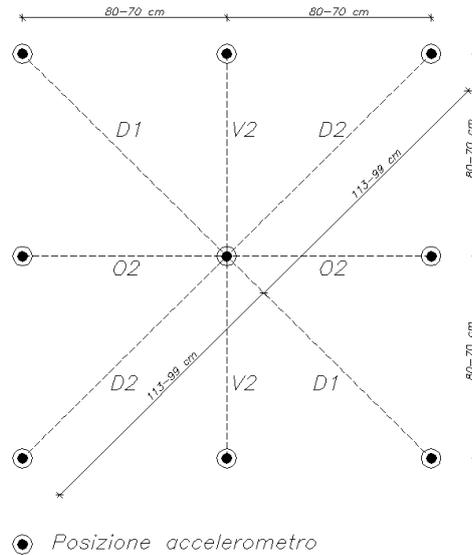
## RELAZIONE INDAGINI SONICHE

I giorni xxxxxxx sono state effettuate n°19 indagini microsismiche presso xxxxxxxxxxx.

Le indagini microsismiche sfruttano la propagazione nel materiale di onde elastiche di compressione generate da un breve impatto elasto-meccanico sulla superficie, per indagare la condizione del materiale nel suo interno, ovvero per localizzare eventuali disomogeneità, vuoti e difettosità presenti nella sezione indagata; con questa tipologia di indagine è inoltre possibile determinare il valore del Modulo di Elasticità Dinamico dell'elemento di muratura indagato (a sua volta dipendente dal valore del Modulo di Poisson e della densità dell'elemento di muratura indagato).

Un martello non strumentato o strumentato (ossia dotato di una cella di carico nella testa d'impatto, e collegato ad un sistema di acquisizione che consente di registrare la funzione tempo-ampiezza della forza esercitata all'impatto) é la fonte dell'onda acustica (generalmente di frequenza inferiore ai 10 kHz) che si genera dall'impatto della massa battente sulla superficie di prova. L'energia meccanica si trasforma in energia acustico-vibrazionale e l'onda si propaga nel semispazio omogeneo isotropo, se tale é il materiale indagato, come fronti d'onda approssimativamente semisferici di compressione e di taglio, mentre sulla superficie si propagano in maniera concentrica dal punto di battuta le onde superficiali. Le onde di compressione, per la loro maggiore velocità rispetto a quelle di taglio e per la loro maggiore energia nella direzione d'impatto sono quelle generalmente sfruttate nelle indagini microsismiche. Un sensore ricevente (o più sensori riceventi) s'incarica di registrare e trasmettere al sistema di acquisizione la risposta del materiale alla propagazione del segnale nella sezione, risposta che verrà registrata come forma d'onda che rappresenta le variazioni di ampiezza delle vibrazioni avvenute alla superficie in un breve lasso di tempo. La propagazione dell'onda nel materiale sarà infatti influenzata dalla geometria della sezione oltreché dalle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale o dei materiali attraversati. Ogni singola battuta di prova consta quindi di una lettura puntuale, localizzata all'intorno della regione di materiale dove stazione trasmittente e stazione ricevente sono posizionate. Per ovviare a questo, su materiali fortemente disomogenei quali gli apparecchi murari, si predispongono più stazioni di misura entro aree omogenee di muratura, generalmente disponendo i punti di battuta ai nodi di griglie con maglia di dimensioni opportune. Si riporta di seguito la griglia di posizionamento degli accelerometri nei 4

allineamenti indagati (2 diagonali, 1 orizzontale e 1 verticale, 3 accelerometri per ogni allineamento: l'impulso è stato dato in prossimità dell'accelerometro di estremità di ogni allineamento indagato).



Dalla disposizione relativa tra trasmittente e ricevente si diversificano varie tecniche di conduzione delle indagini microsismiche. Tra queste le principali sono: **per trasmissione diretta del segnale**, ossia **per trasparenza** (quando la stazione trasmittente e ricevente si trovano sulle due superfici opposte della parete); **per trasmissione indiretta del segnale**, ossia **per trasmissione superficiale**, quando stazione trasmittente e ricevente sono collocate sulla stessa superficie di prova ma distanziate tra loro; **per riflessione del segnale**, quando trasmittente e ricevente sono adiacenti sulla stessa superficie.

Le indagini microsismiche relative a questa campagna di prove, effettuate su n° 19 elementi in muratura, sono state tutte sviluppate per trasmissione indiretta del segnale (trasmissione superficiale e riflessione).

In ogni caso, i parametri estratti da ciascuna delle forme d'onda registrate – quella prodotta dall'emittente e quella acquisita dal ricevitore – sono generalmente l'attenuazione subita dal segnale lungo il percorso di propagazione e il cosiddetto “tempo di volo” ossia il tempo intercorso tra l'inizio del segnale trasmesso e l'inizio del segnale ricevuto. I risultati ottenuti sono stati espressi in forma tabellare nell'Allegato 6, unitamente alla documentazione fotografica delle indagini eseguite.

**PARTICOLARI FOTOGRAFICI INDAGINI SN01-SN02**



**S01**



**S02**

**SCHEDE RIASSUNTIVE INDAGINI SN01-SN02**

SN01									
distanza D (cm)	distanza O/V (cm)	spessore (cm)	$\delta$ (daN/m <sup>2</sup> )	$\nu$					
113	80	49	1900	0,25					
	l(t) (s)	px_l(t) (#)	px_picchi 1 (#)	t (s)	px_picchi 2 (#)	t (s)	V1 (m/s)	V2 (m/s)	
D1_V,	0,0025	80	52	0,001625	46	0,001438	696	787	
D1_Vr,	0,0025	80	41	0,001281	-----	-----	226	-----	
D2_V,	0,0025	80	52	0,001625	63	0,001969	696	575	
D2_Vr,	0,0025	80	45	0,001406	-----	-----	206	-----	
O2_V,	0,0025	80	39	0,001219	48	0,001500	656	533	
O2_Vr,	0,0025	80	28	0,000875	-----	-----	331	-----	
V2_V,	0,0025	80	30	0,000938	42	0,001313	853	610	
V2_Vr,	0,0025	80	49	0,001531	-----	-----	189	-----	
							V <sub>max</sub> (m/s)	676	
							V <sub>avr</sub> (m/s)	238	
Tipologia Muratura (S01)					Muratura in pietra media consistenza				
Stato Muratura					Muratura in mediocre stato con presenza di grossi vuoti interni, si rileva qualche cavillatura di irrilevante entità				
Mod di elasticità dinamico		14744	(daN/cm <sup>2</sup> )						
Mod di elasticità		13884	(daN/cm <sup>2</sup> )						

SN02									
distanza D (cm)	distanza O/V (cm)	spessore (cm)	$\delta$ (daN/m <sup>2</sup> )	$\nu$					
113	80	105	1800	0,2					
	l(t) (s)	px_l(t) (#)	px_picchi 1 (#)	t (s)	px_picchi 2 (#)	t (s)	V1 (m/s)	V2 (m/s)	
D1_V,	0,0025	80	25	0,000781	25	0,000781	1448	1448	
D1_Vr,	0,0025	80	20	0,000625	-----	-----	1360	-----	
D2_V,	0,0020	128	65	0,001016	50	0,000781	1114	1448	
D2_Vr,	0,0020	128	39	0,000609	-----	-----	1395	-----	
O2_V,	0,0025	80	20	0,000625	20	0,000625	1280	1280	
O2_Vr,	0,0025	80	25	0,000781	-----	-----	1088	-----	
V2_V,	0,0025	80	19	0,000594	19	0,000594	1347	1347	
V2_Vr,	0,0025	80	20	0,000625	-----	-----	1360	-----	
							V <sub>max</sub> (m/s)	1339	
							V <sub>avr</sub> (m/s)	1301	
Tipologia Muratura (S02)					Muratura in mattoni pieni				
Stato Muratura					Muratura in buono stato, non si rilevano cavillature o fessure				
Mod di elasticità dinamico		59229	(daN/cm <sup>2</sup> )						
Mod di elasticità		55771	(daN/cm <sup>2</sup> )						

**PARTICOLARI FOTOGRAFICI INDAGINI SN03-SN04**



**S03**



**S04**

**SCHEDE RIASSUNTIVE INDAGINI SN03-SN04**

SN03									
distanza D	distanza O/V	spessore	$\delta$	$\nu$					
(cm)	(cm)	(cm)	(daN/m <sup>2</sup> )						
113	80	102	1500	0,2					
	l(t)	px_l(t)	px_picchi 1	t	px_picchi 2	t	V1	V2	
	(s)	(#)	(#)	(s)	(#)	(s)	(m/s)	(m/s)	
D1_V <sub>r</sub>	0,0020	103	52	0,001010	40	0,000777	1120	1457	
D1_V <sub>r</sub>	0,0020	103	42	0,000816	-----	-----	1005	-----	
D2_V <sub>r</sub>	0,0025	80	29	0,000906	29	0,000906	1248	1248	
D2_V <sub>r</sub>	0,0025	80	27	0,000844	-----	-----	972	-----	
O2_V <sub>r</sub>	0,0025	80	21	0,000656	22	0,000688	1219	1164	
O2_V <sub>r</sub>	0,0025	80	25	0,000781	-----	-----	1050	-----	
V2_V <sub>r</sub>	0,0025	76	22	0,000724	16	0,000526	1105	1520	
V2_V <sub>r</sub>	0,0025	76	28	0,000921	-----	-----	890	-----	
							V <sub>max</sub> (m/s)	1260	
							V <sub>max</sub> (m/s)	979	

Tipologia Muratura (S03)

Muratura in mattoni semipieni

Stato Muratura

Muratura in buono stato, non si rilevano cavillature o fessure

Mod di elasticità dinamico 43714 (daN/cm<sup>2</sup>)  
 Mod di elasticità 41162 (daN/cm<sup>2</sup>)

SN04									
distanza D	distanza O/V	spessore	$\delta$	$\nu$					
(cm)	(cm)	(cm)	(daN/m <sup>2</sup> )						
113	80	83	1500	0,2					
	l(t)	px_l(t)	px_picchi 1	t	px_picchi 2	t	V1	V2	
	(s)	(#)	(#)	(s)	(#)	(s)	(m/s)	(m/s)	
D1_V <sub>r</sub>	0,0025	80	22	0,000688	19	0,000594	1646	1905	
D1_V <sub>r</sub>	0,0025	80	29	0,000906	-----	-----	695	-----	
D2_V <sub>r</sub>	0,0050	80	13	0,000813	16	0,001000	1392	1131	
D2_V <sub>r</sub>	0,0050	80	12	0,000750	-----	-----	840	-----	
O2_V <sub>r</sub>	0,0020	128	38	0,000594	39	0,000609	1347	1313	
O2_V <sub>r</sub>	0,0020	128	64	0,001000	-----	-----	630	-----	
V2_V <sub>r</sub>	0,0010	107	60	0,000561	76	0,000710	1427	1126	
V2_V <sub>r</sub>	0,0010	107	85	0,000794	-----	-----	793	-----	
							V <sub>max</sub> (m/s)	1411	
							V <sub>max</sub> (m/s)	740	

Tipologia Muratura (S04)

Muratura in mattoni semipieni

Stato Muratura

Muratura in buono stato, non si rilevano cavillature o fessure

Mod di elasticità dinamico 54797 (daN/cm<sup>2</sup>)  
 Mod di elasticità 51598 (daN/cm<sup>2</sup>)