

## PIAZZA ISI – SAIE BOLOGNA 2022

Speech a cura di ISI (gruppo BORGHI STORICI) – sabato 22 ottobre

### **IL BORGO DI CASTIGLIONE DEL TERZIERE (MS)**

CONTRIBUTI DI:

**ING. BATTISTI ALESSANDRO**

**PROF. COISSON EVA**

**ING. DE MARTINO EMMANANDA**

**ING. DI LAURO GENNARO - AIRES INGEGNERIA SRL**

**ING. FOGACCI FEDERICO**

**DR. GEOL. MAZZETTI GIANPIETRO**

**ARCH. MIRABELLI FRANCESCO**

**DR. SSA SOFIA LUDOVICI - RICCI SPA**

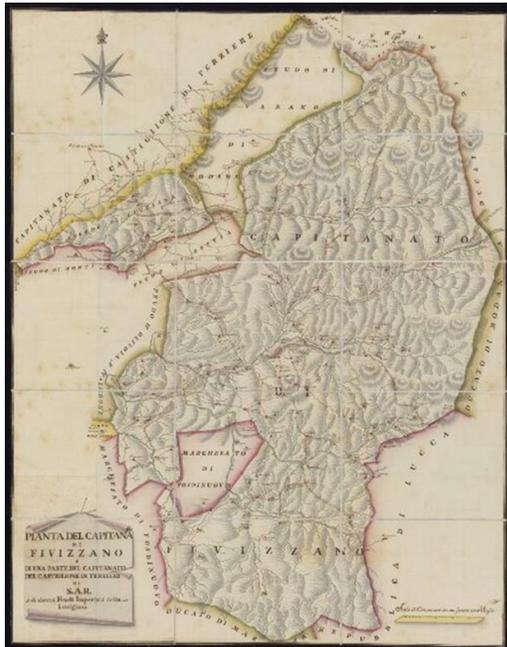
**ING. PRANDI CORRADO**

**ING. OELKER ALBERTO**

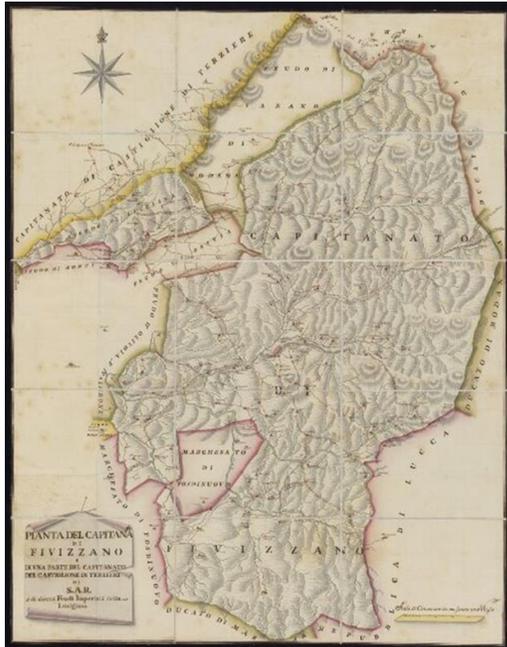
**DR. GEOL. TRICHES RICCARDO**

**ING. TRUTALLI DAVIDE**

**PROF. DENISE ULIVIERI**



**PIAZZA ISI – SAIE BOLOGNA 2022**  
***IL BORGO DI CASTIGLIONE DEL TERZIERE***



***ANALISI STORICA***  
***RILIEVO***  
***MODELLAZIONE***

***CARATTERIZZAZIONE DINAMICA, VULNERABILITA'***  
***CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI***  
***AMBITO URBANISTICO TERRITORIALE***  
***TERRENI***

***RISCHIO SISMICO***  
***PROPOSTE PROGETTUALI PRELIMINARI***

## PERIODO BIZANTINO



## CORBELLARI



## MALASPINA



## FIRENZE



**episodi sismici**  
**1481-1497**  
**(Mw 5,6-5,9)**

**1767 (Mw 5,4)**

### VI-XI SECOLO

RIDOTTA MILITARE CON MANSIONI DI DIFESA ED AVVISTAMENTO A TUTELA DEL PORTO DI LUNI E SUCCESSIVO EMBRIONE DI UN NUCLEO RESIDENZIALE.

### XII SECOLO

AMPLIAMENTO DEL CASTELLO PER LE NUOVE FUNZIONI RESIDENZIALI E AGGIUNTA DELLA TORRE QUADRILATERA; FORMAZIONE DEL NUCLEO DEL BORGO ADERENTE AL CASTELLO, SUCCESSIVAMENTE PERSO.

### XIII-XIV SECOLO

BORGO E CASTELLO ASSUMONO LA FISIONOMIA E DIMENSIONI ATTUALI, RACCHIUSI TRA MURA RECIPROCAMENTE CONNESSE E COERENTI ALL'OROGRAFIA DEL LUOGO; COSTRUZIONE DEL TORRIONE CIRCOLARE.

### XVI SECOLO

RESTAURO DELLE MURA, DEL PALAZZO ED EDIFICAZIONE DI NUOVE DIMORE LUNGO L'ASSE VIARIO DEL BORGO, SECONDO DIGNITOSE FORME ARCHITETTONICHE OLTRE A FUNZIONI AMMINISTRATIVE NEL CASTELLO SONO PRESENTI NEL BORGO LA CANCELLERIA, ISTITUZIONI RELIGIOSE E OSPEDALE.

### XVIII SECOLO

DEMOLIZIONE DELLA VECCHIA E COSTRUZIONE DELLA NUOVA CHIESA CON TAGLIO DEI COLLEGAMENTI TRA MURA DEL CASTELLO E DEL BORGO.



**REGNO D'ITALIA**



**episodi sismici**

**1834**

(Mw 5,8)

**1920**

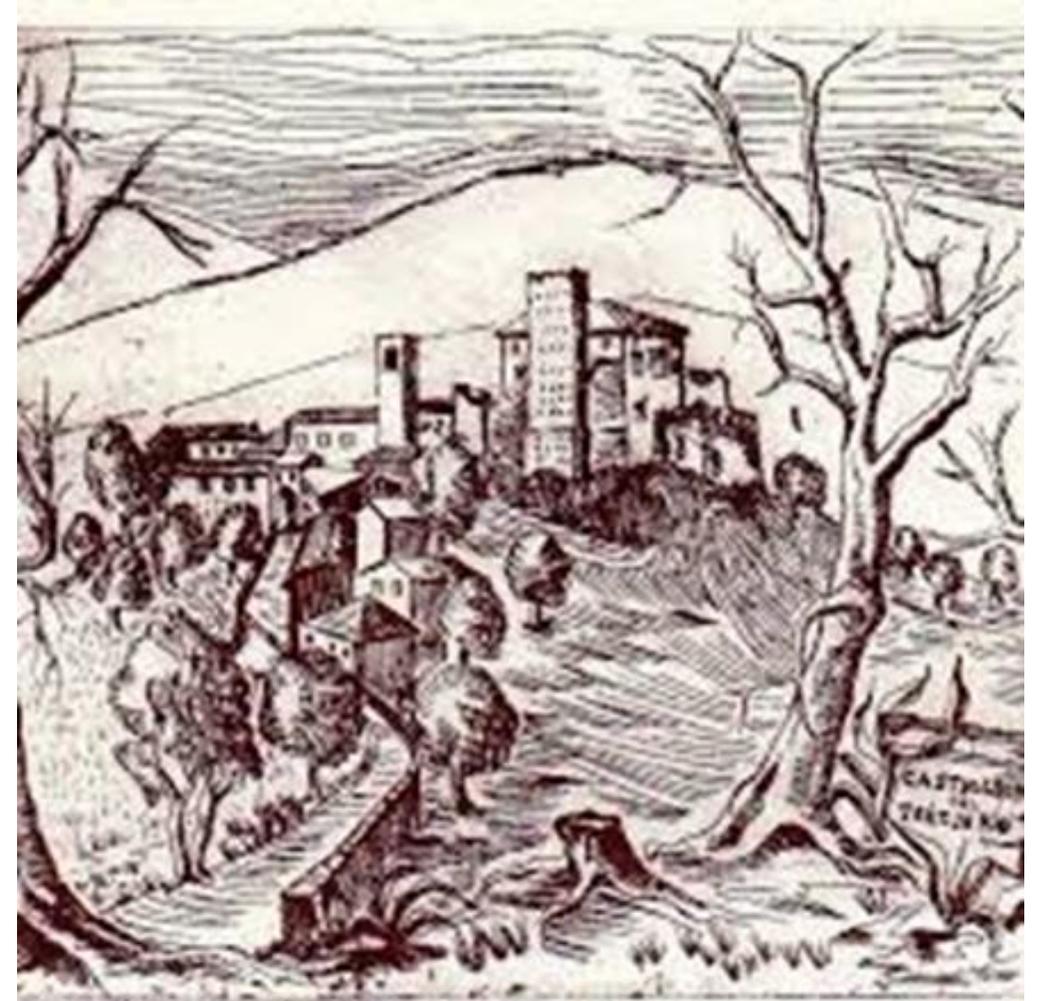
(Mw 6,5)

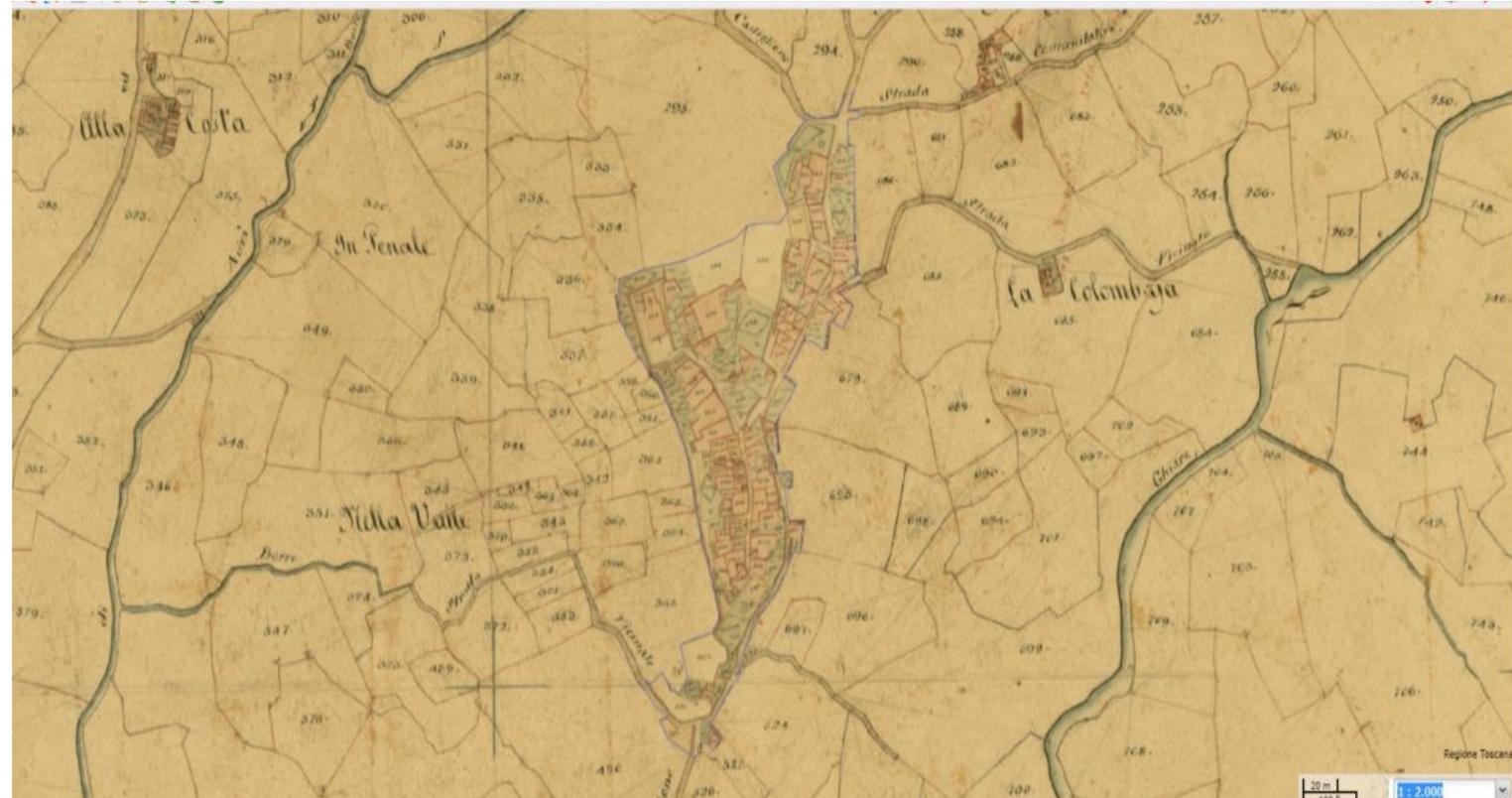
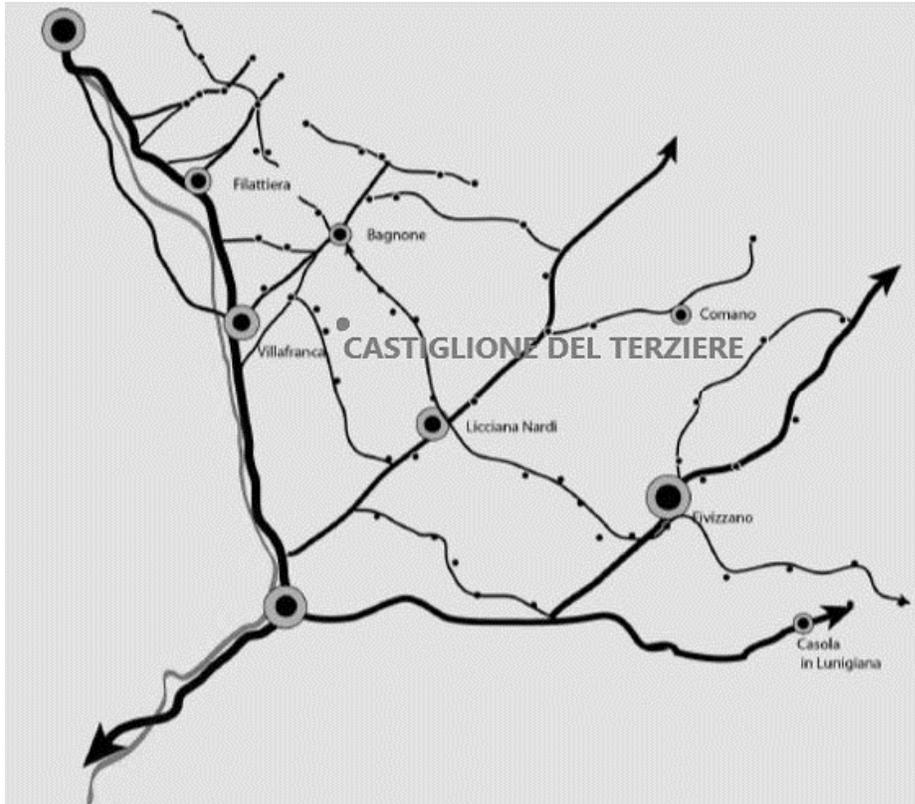
**XIX – XX SECOLO**

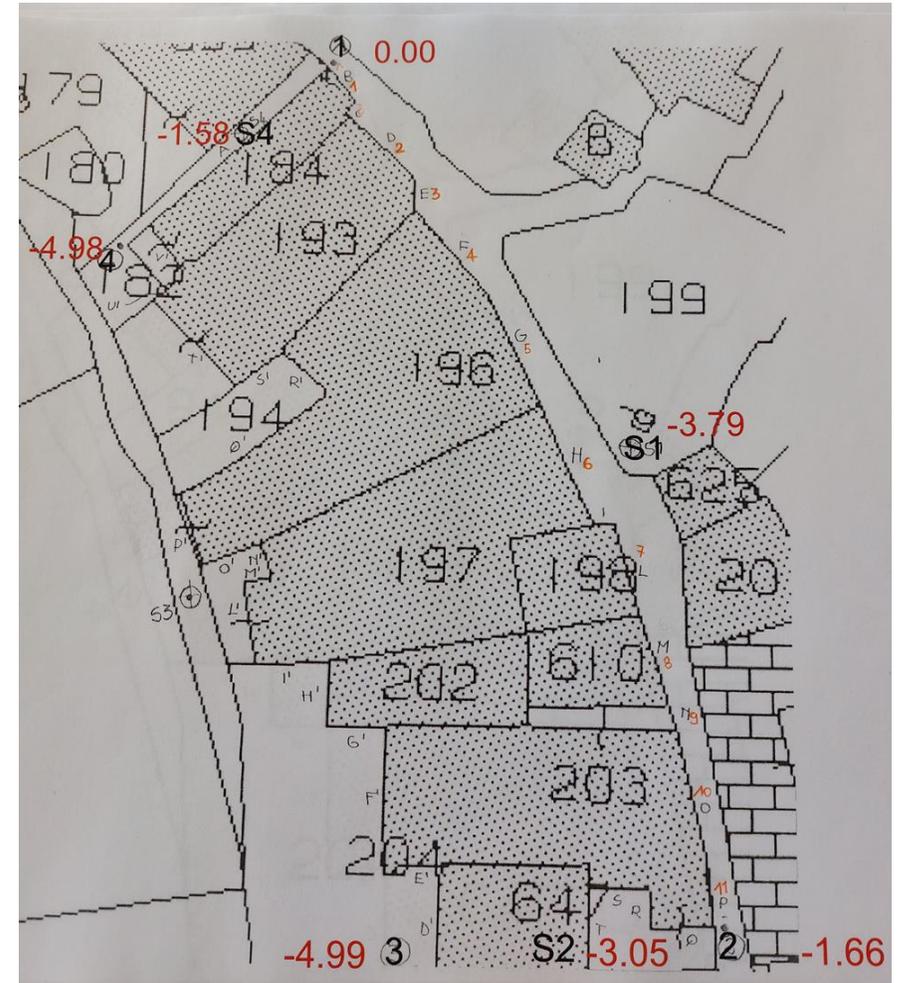
**PERDITA DI RILEVANZA** DELLA LOCALITA'  
CONTENIMENTO DEMOGRAFICO, **INCURIA**,  
ESPOSIZIONE ALLE CALAMITA' NATURALI

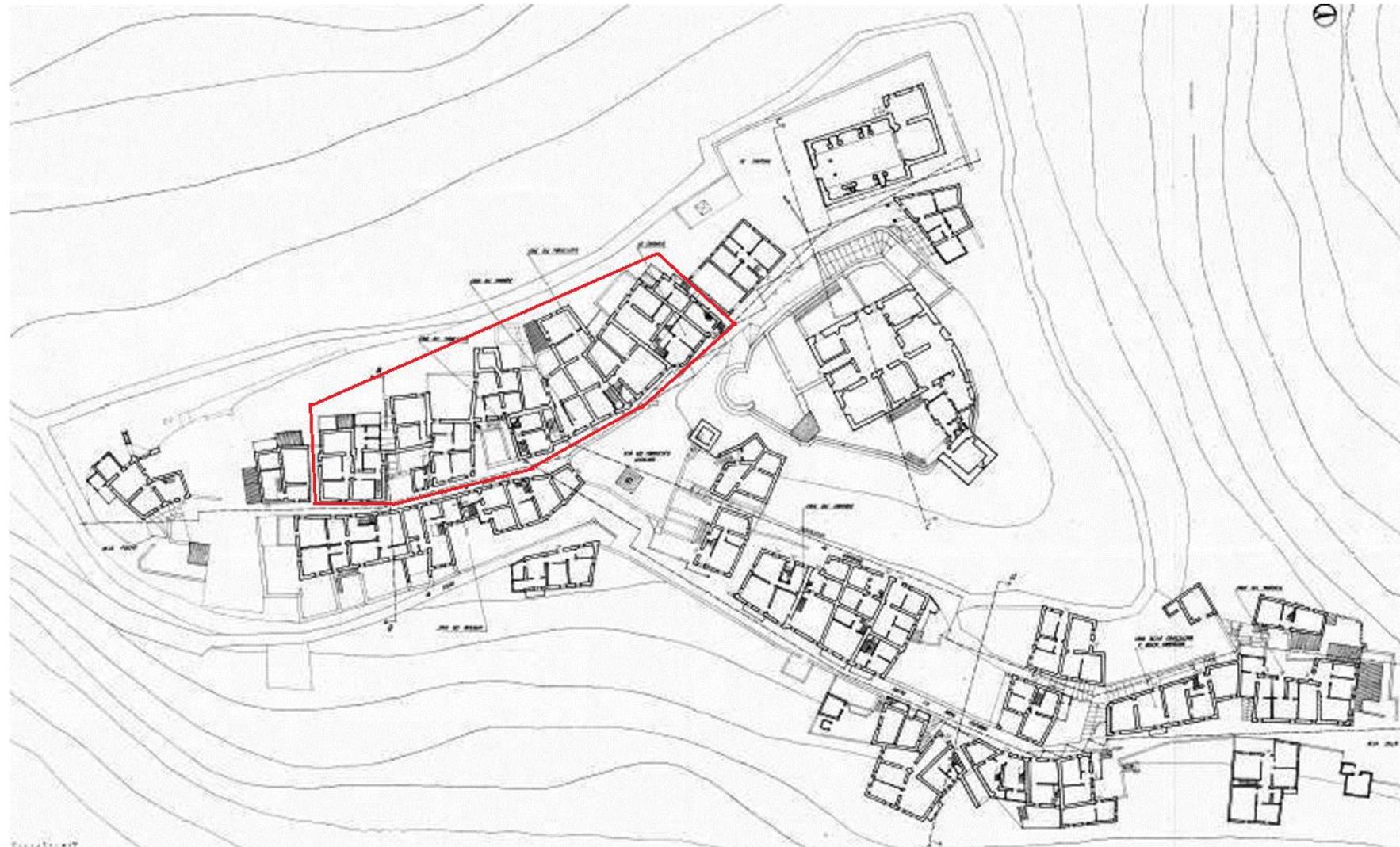
Giurisdizione	Indicazione		Quantità delle Parrocchie e Villaggi	Quadro della popolazione al 1833 <sup>2</sup>	N. dei proprietari danneggiati	Fabbricati loro stato			
	Comunità	Capiluoghi e villaggi				rovinati	minaccianti	di facile restauro	puntellati
Pontremolese	Pontremoli	città	n 5	3685	127	1	30	96	/
Pontremolese	Pontremoli	villaggi	" 36	5565	392	43	151	319	/
Pontremolese	Zeri	villaggi	" 18	4068	157	26	63	94	/
Pontremolese	Caprio	villaggi	" 8	1163	38	2	6	33	/
Bagnonese	Bagnone	paese e villaggi	" 9	5667	69	0	24	48	/
Bagnonese	Filattiera	paese e villaggi	" 3	835	55	1	14	45	/
			N. 79	N. 20983	N. 838	N. 73	N. 288	N. 635	//

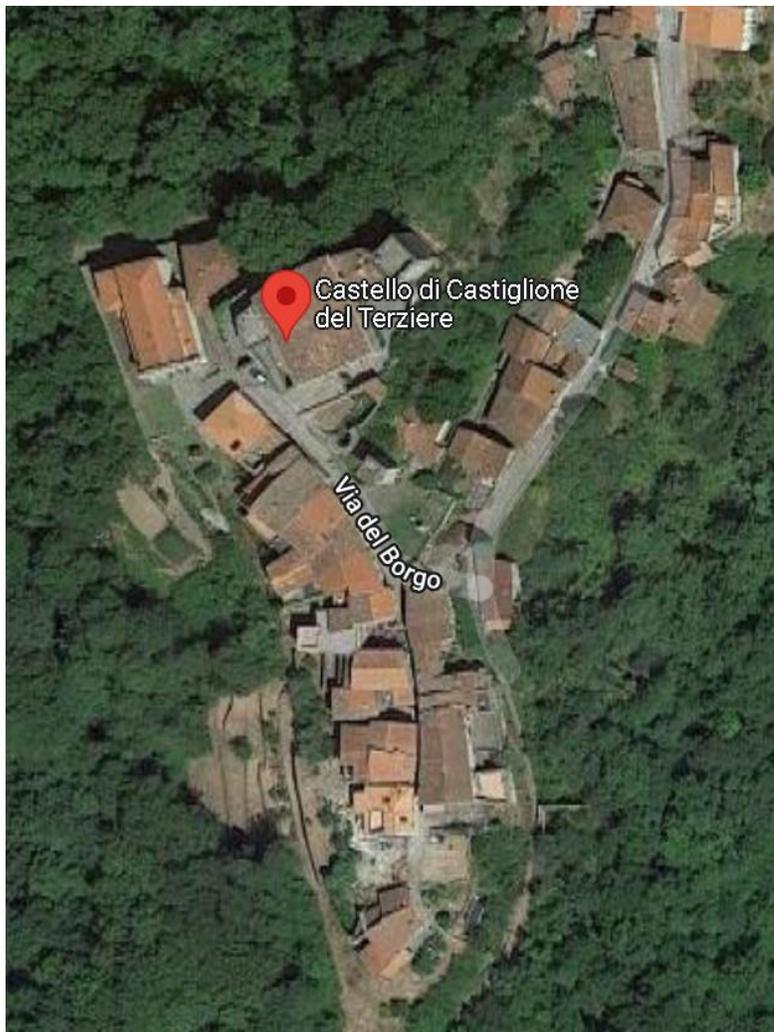
Bagnone "...gravemente danneggiato." LA NAZIONE, 9/9/1920  
 Bagnone "...morti 1 e tutto il comune inabitabile..." Stralcio da giornale non identificato, 9/9/1920  
 Bagnone "...1 morto e feriti..." LA NAZIONE, 10/9/1920  
 Bagnone "...le case sono danneggiate gravemente, un morto e parecchi feriti; le frazioni sono tutte inabitabili." LA NAZIONE, 11/9/1920  
 Bagnone "Comune di Bagnone: danneggiato, 1 morto e 9 feriti." LA NAZIONE, 19/9/1920  
 Bagnone "... ancor meno..." (di Filetto, n.d.a.) DE STEFANI, 1920  
 Bagnone "...più o meno colpiti e scossi: Pontremoli... Bagnone... Comuni (danneggiati n.d.a.)... Bagnone 1 (morto n.d.a) e 9 (feriti n.d.a) RADDI, 1921.  
 I Mercalli secondo Ingrao 1927: VII-VIII  
 I MCS secondo il presente lavoro: VIII





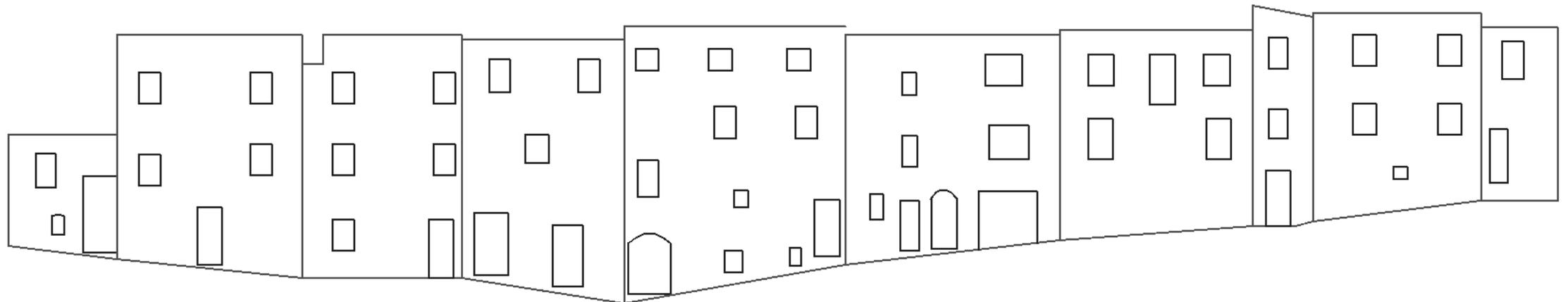


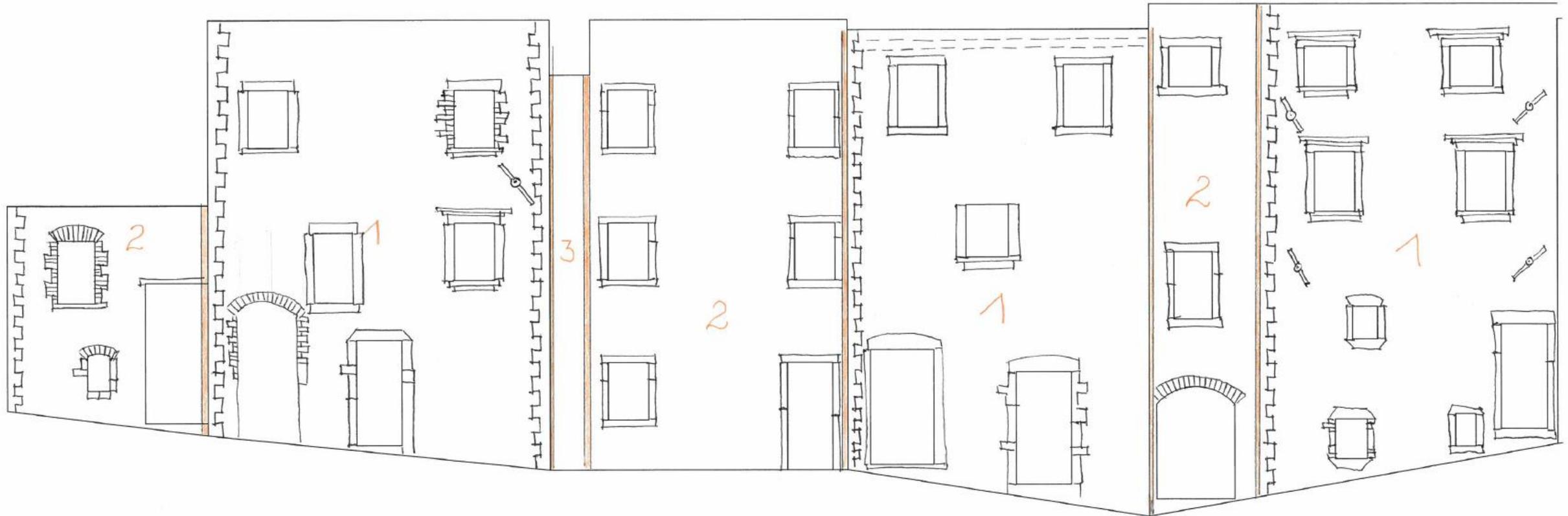


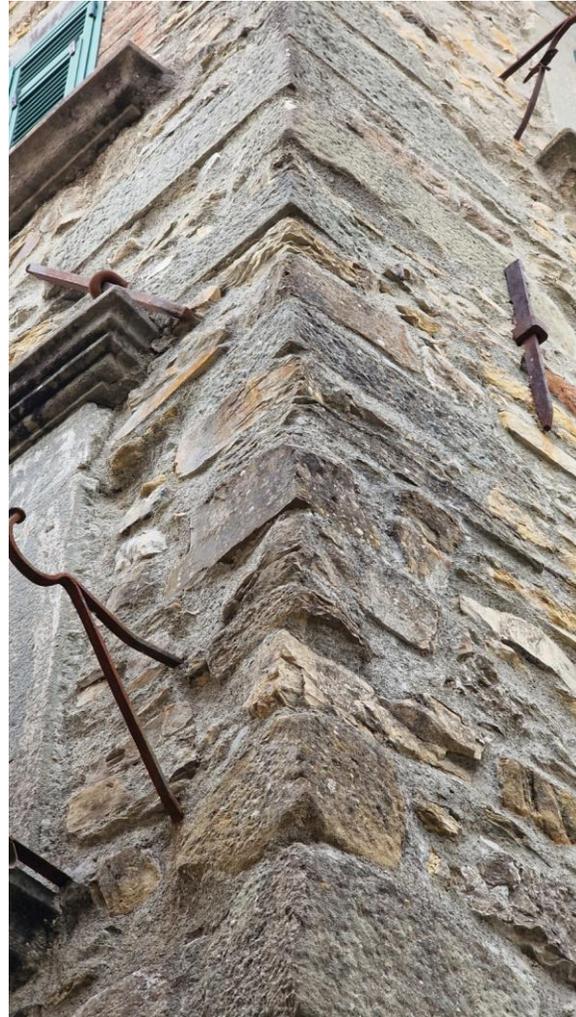


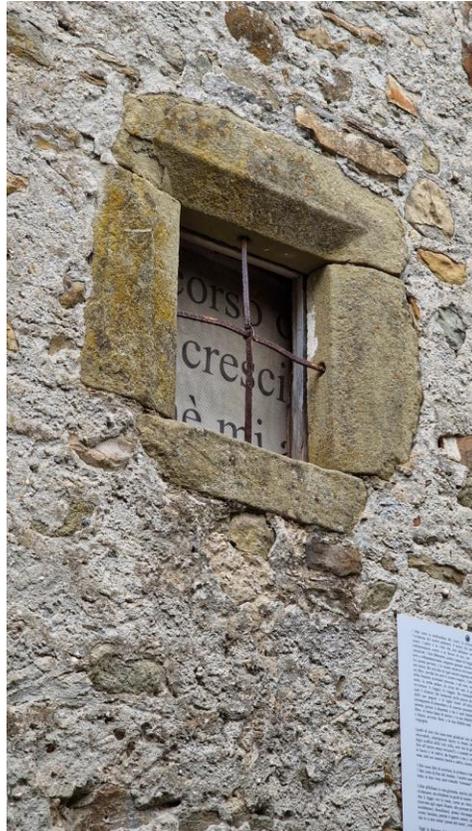












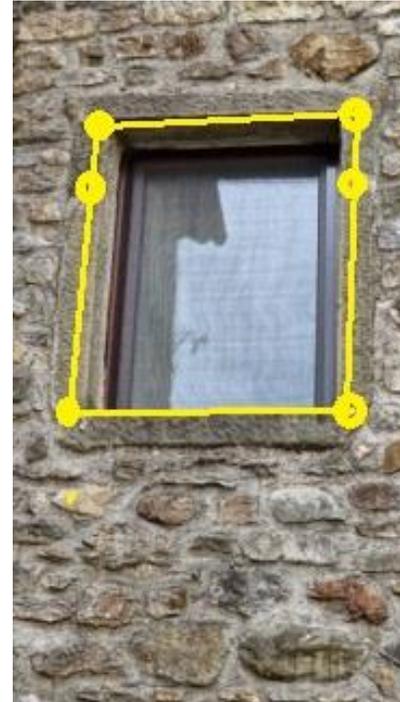


**l'impiego del laser-scanner e del drone favoriranno il rilievo degli articolati fronti a sud e dell'andamento coperture**



continuità

accostamento



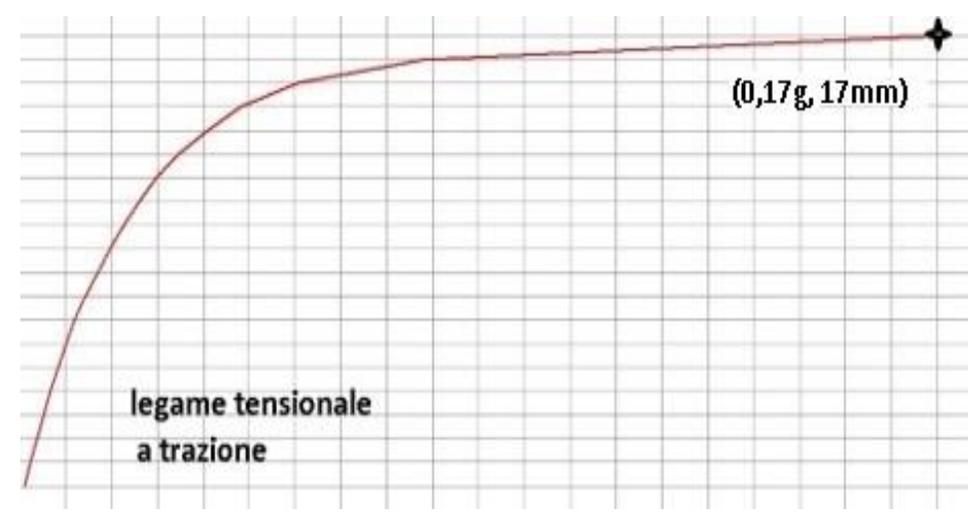
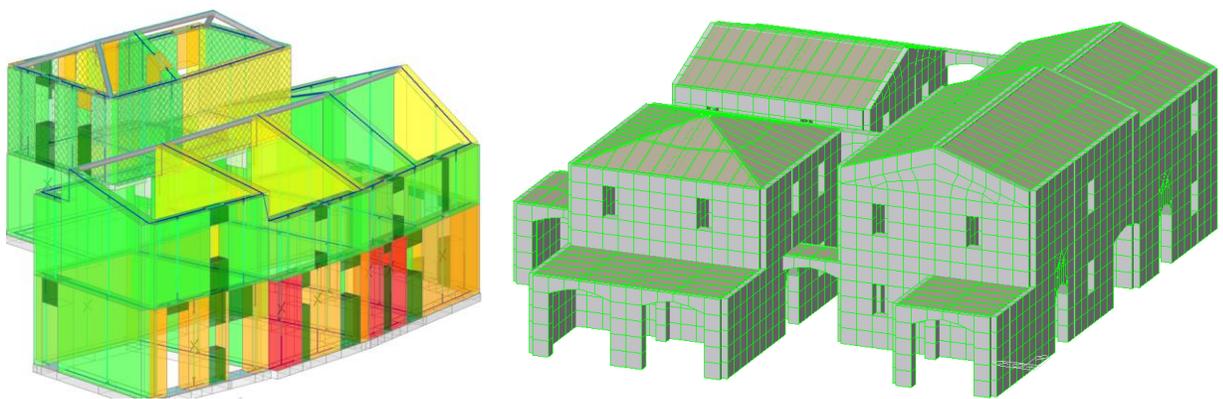
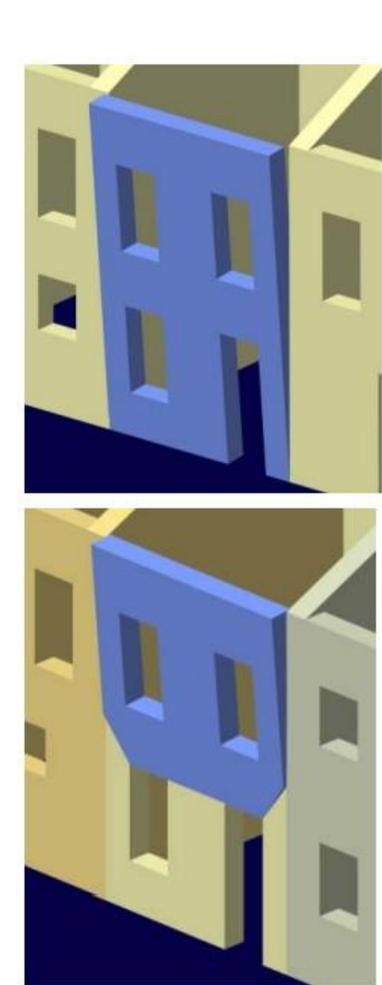
articolazione

articolazione



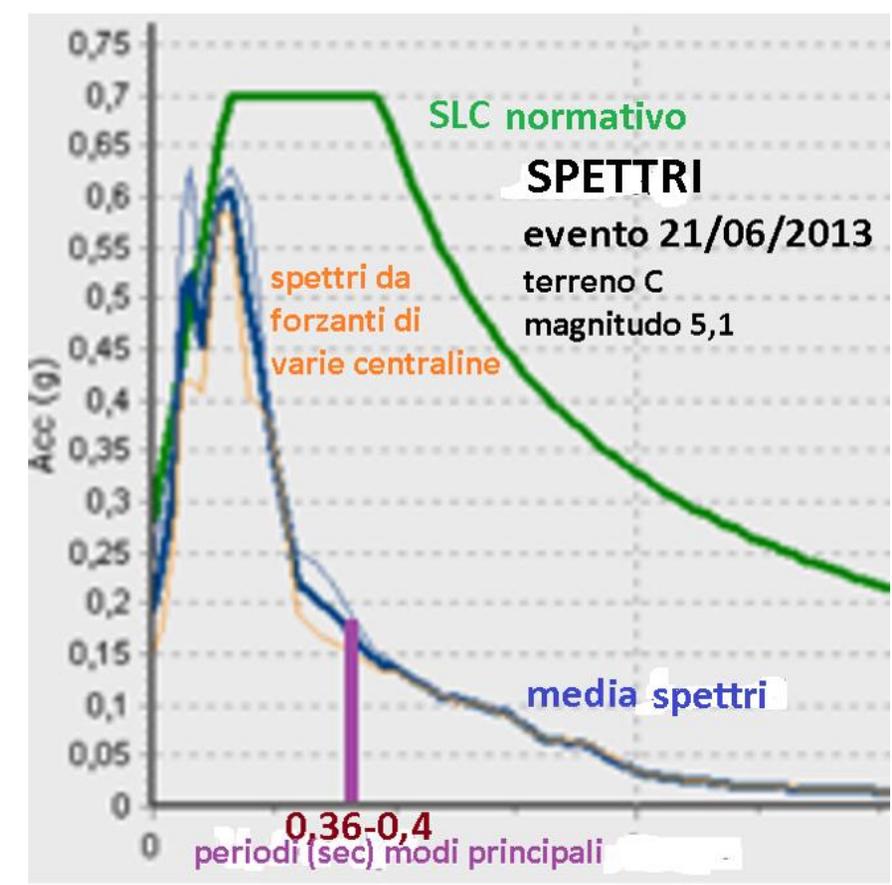
# MODELLAZIONE

(MODELLAZIONE GLOBALE, RISPOSTA SISMICA LOCALE  
CINEMATISMI DI COLLASSO, ANALISI DINAMICA LINEARE, ANALISI STATICA NON LINEARE, SPETTRO DA RSL)



Analisi statica non lineare

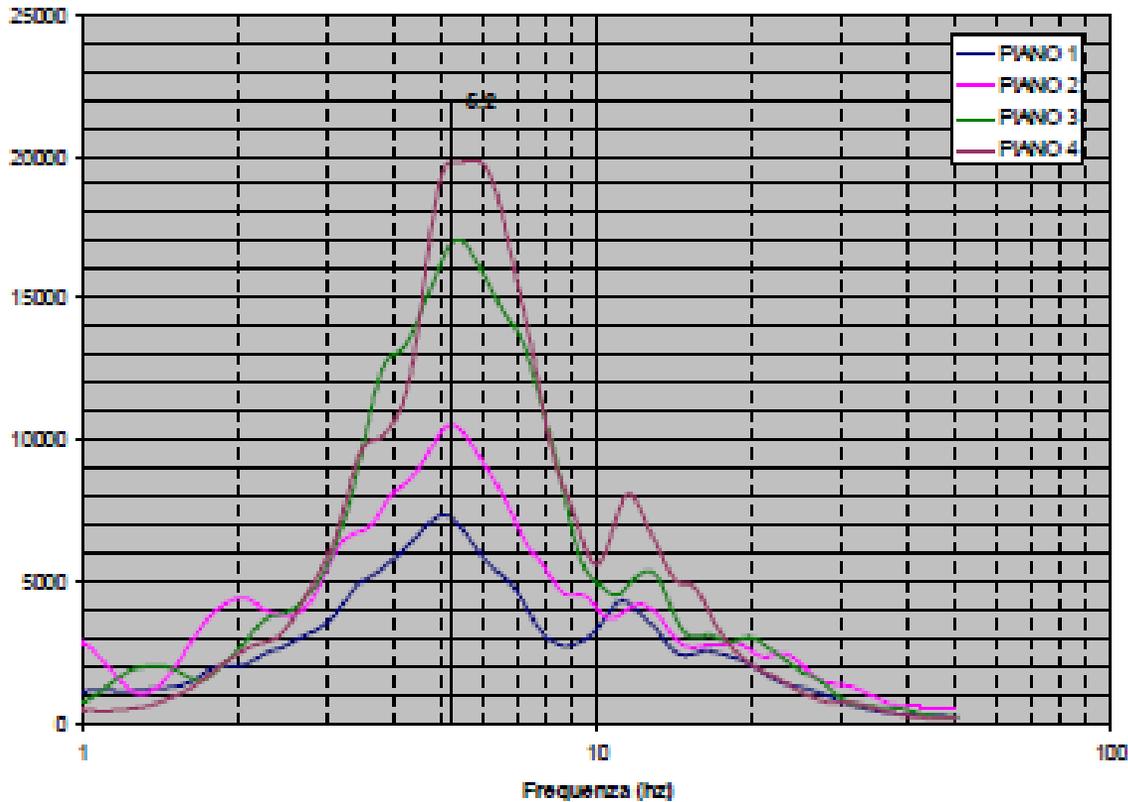
Analisi della risposta sismica locale



rilevazione dei periodi di  
vibrazione dalla modellazione

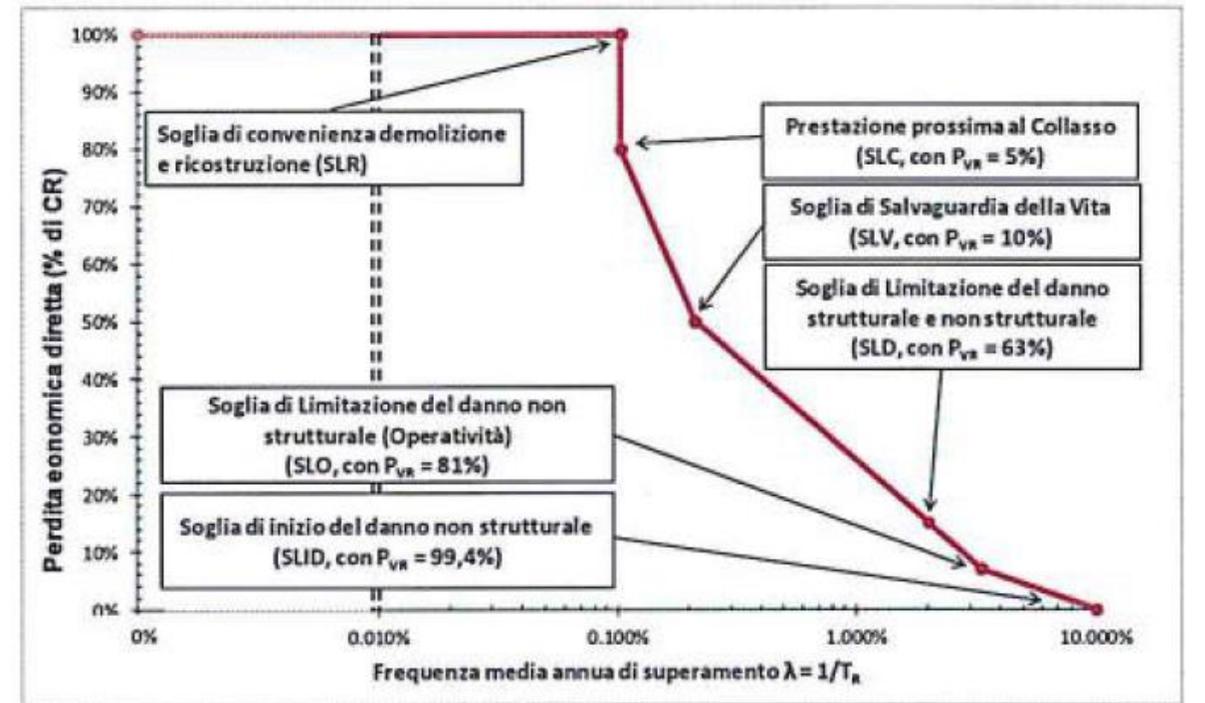
Period (sec)
0.3623
0.3514
0.3344

Rilevazione strumentale delle frequenze



Indice di Sicurezza	Classe IS-V
$100\% < IS-V$	$A^+_{IS-V}$
$100\% \leq IS-V < 80\%$	$A_{IS-V}$
$80\% \leq IS-V < 60\%$	$B_{IS-V}$
$60\% \leq IS-V < 45\%$	$C_{IS-V}$
$45\% \leq IS-V < 30\%$	$D_{IS-V}$
$30\% \leq IS-V < 15\%$	$E_{IS-V}$
$IS-V \leq 15\%$	$F_{IS-V}$

Perdita Media Annua attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM \leq 0,50\%$	$A^+_{PAM}$
$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$	$A_{PAM}$
$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	$B_{PAM}$
$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	$C_{PAM}$
$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	$D_{PAM}$
$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	$E_{PAM}$
$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	$F_{PAM}$
$7,5\% \leq PAM$	$G_{PAM}$



# CARATTERIZZAZIONE DINAMICA, DETERMINAZIONE DELLA VULNERABILITA' (METODO MS® I)

## Scala Macrosismica Europea (EMS-98)

TIPO DI STRUTTURA	Classi di Vulnerabilità					
	A	B	C	D	E	F
MURATURA	ciottoli, pietre naturali	○				
	adobe (mattoni in terra cruda)	○	○			
	a conci (pietra semplice sbazzata)	○	○	○		
	a blocchi lapidei squadrati	○	○	○	○	
	non armata, con elementi di pietra lavorata o blocchetti	○	○	○	○	
CEMENTO ARMATO (CA)	strutture a telaio senza progettazione antisismica (PA)	○	○			
	strutture a telaio con moderato livelli di progettazione antisismica PA	○	○	○		
	strutture a telaio con alto livello di PA	○	○	○	○	
ACCIAIO	strutture a pareti senza PA	○	○			
	strutture a pareti con moderato livello di PA	○	○	○		
	strutture a pareti con alto livello di PA	○	○	○	○	
LEGGNO	strutture in legno	○	○			

○ Classe di vulnerabilità più probabile; — gamma possibile; .....gamma di casi meno probabili o eccezioni

## Linee Guida Decreto MIT 65/17

Classe di vulnerabilità					
V <sub>6</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>
(=A <sub>EMS</sub> )	(=B <sub>EMS</sub> )	(=C <sub>EMS</sub> )	(=D <sub>EMS</sub> )	(=E <sub>EMS</sub> )	(=F <sub>EMS</sub> )

## Metodo MS® I: associazione tra classi di vulnerabilità e indici di vulnerabilità per ogni tipologia strutturale

Classe EMS	A	B	C	D	E	F
98						
Iv (medio)	60	40	20	0	-20	(-40)

Indice di vulnerabilità:

$$Iv = I_{b,1}(k) + \Delta_{i(k)} * (i-1)/5 + \Delta_{j(k)} * (j-1)/5 + \text{Classif}(k) + \sum_r F_r$$

Indice di vulnerabilità di base, in base alla tipologia di costruzione

Vulnerabilità di base I<sub>b</sub> murature, c.a. ed acciaio

Riferimenti AeDES per solai/pareti	A (Unkn.)	B Irregol. senza c.	C Irregol. con c.	D Regolare senza c.	E Regolare con c.	F
1 - unknown	57	65	60	55	50	In presenza di colonne isolate aggiungere +5
2 - volte senza catene	67	75	70	65	60	
3 - volte con catene	62	70	65	60	55	
4 - soletta deformabile	57	65	60	55	50	
5 - soletta demirigida	52	60	55	50	45	
6 - soletta rigida	47	55	50	45	40	

Riferimenti AeDES	Fattori di regolarità			
	1 irreg-2 irreg	1 irreg-2 reg	1 reg-2 irreg	1 reg-2 reg
7 - Telai ca	55	50	50	45
8 - Pareti ca	50	45	45	40
9 - Acciaio	45	40	40	35

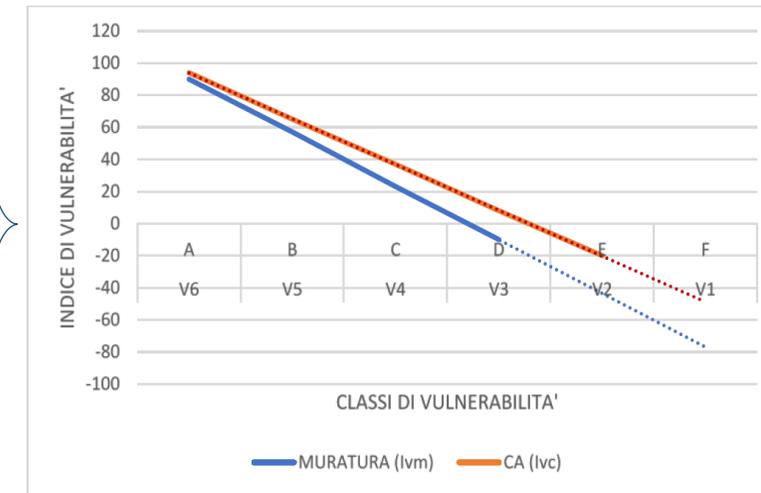
Delta<sub>i</sub>(k): in base all'epoca di costruzione

Delta<sub>j</sub>(k): in base allo stato di conservazione

Classificazione (k): in base alla data di classificazione sismica se inferiore alla data di ultima ristrutturazione

Fr: altri fattori tipologici

CLASSI VULNERABILITA' LINEE GUIDA	V6	V5	V4	V3	V2	V1
CLASSI VULNERABILITA' LINEE EMS98	A	B	C	D	E	F
MURATURA (I <sub>vm</sub> )	90	57	23	-10		
CA (I <sub>vc</sub> )		65	37	8	-20	



Rischio sismico di base:

$$R' = P \times V = PGA \times Iv$$

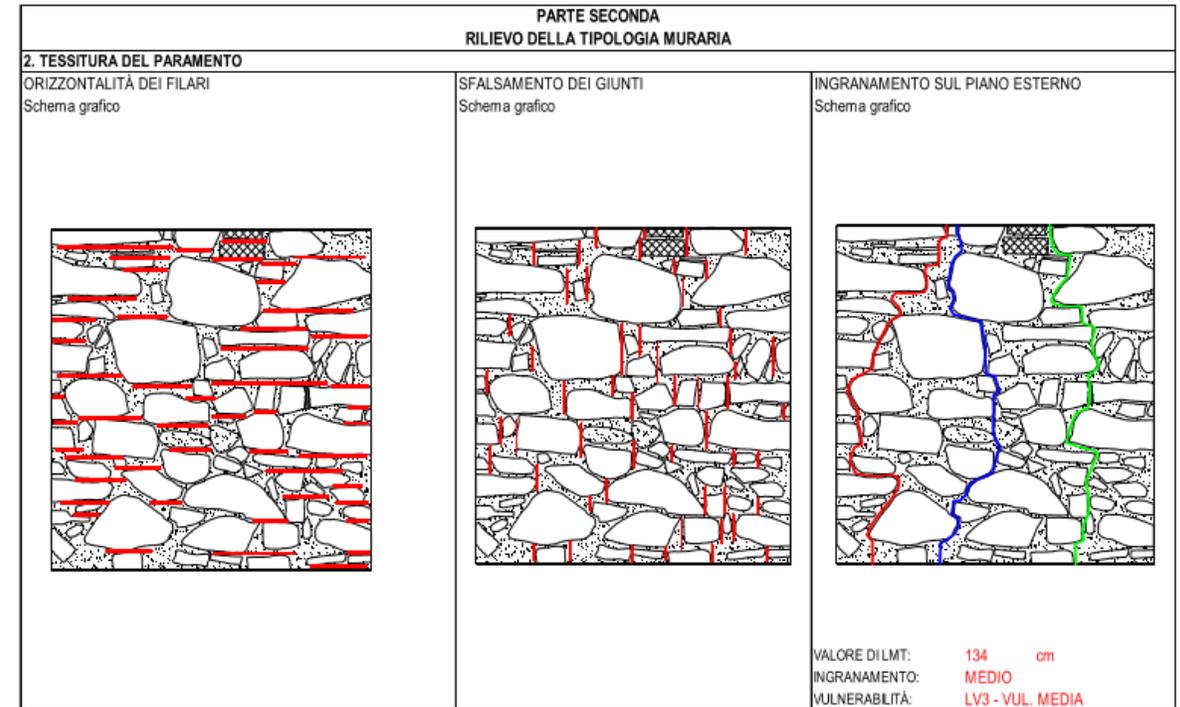
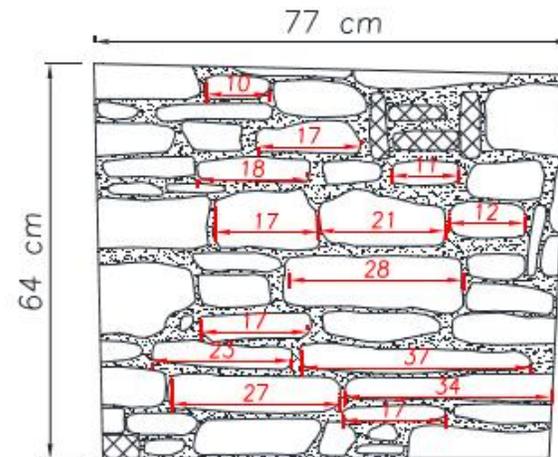
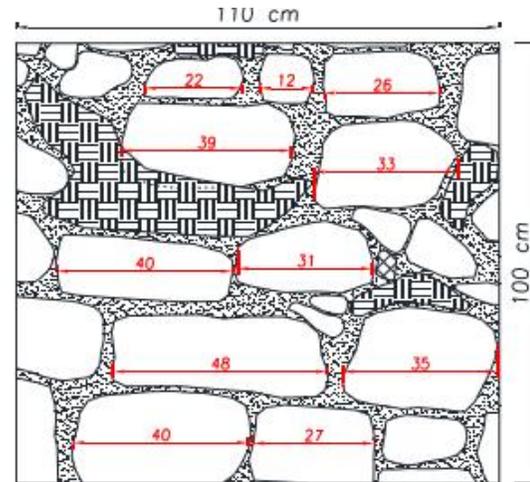
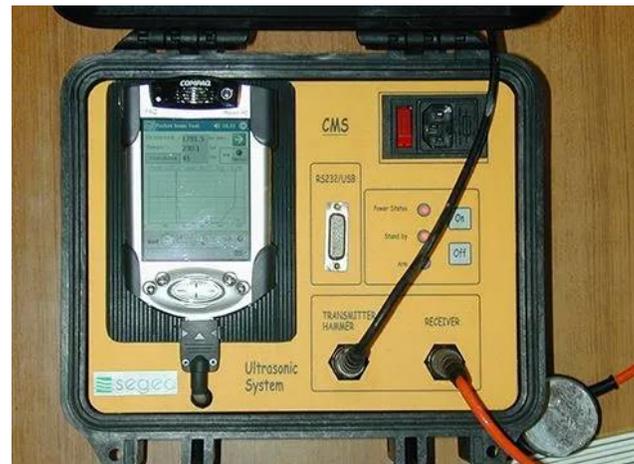


Figura 16: Schemi grafici: (a) orizzontalità dei filari, (b) sfalsamento dei giunti e (c) ingranamento sul piano esterno.

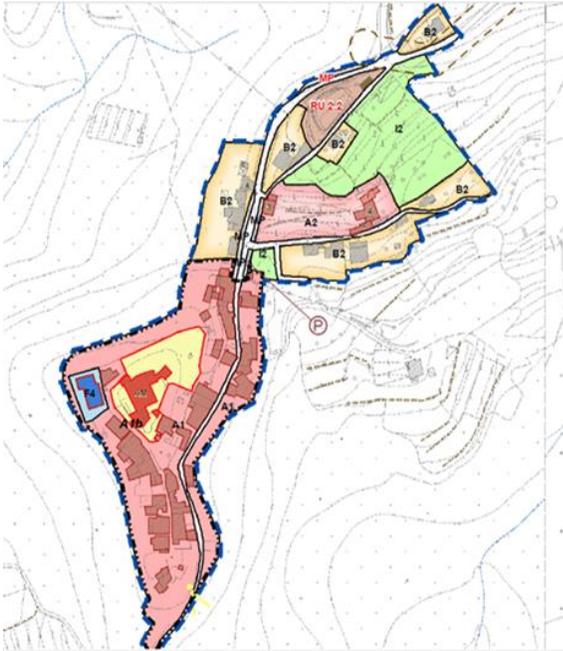
**INDICE DELLA QUALITA' MURARIA**



### Comune di Bagnone:

Disciplina urbanistica per il governo del territorio

- **PS** = Piano strutturale (in itinere)
- **RU** = Regolamento Urbanistico come modificato e integrato dalla Variante Generale (2014)



Il **Borgo storico** di Castiglione, così come perimetrato fa parte dei **Centri e nuclei di antica formazione (A1b)**

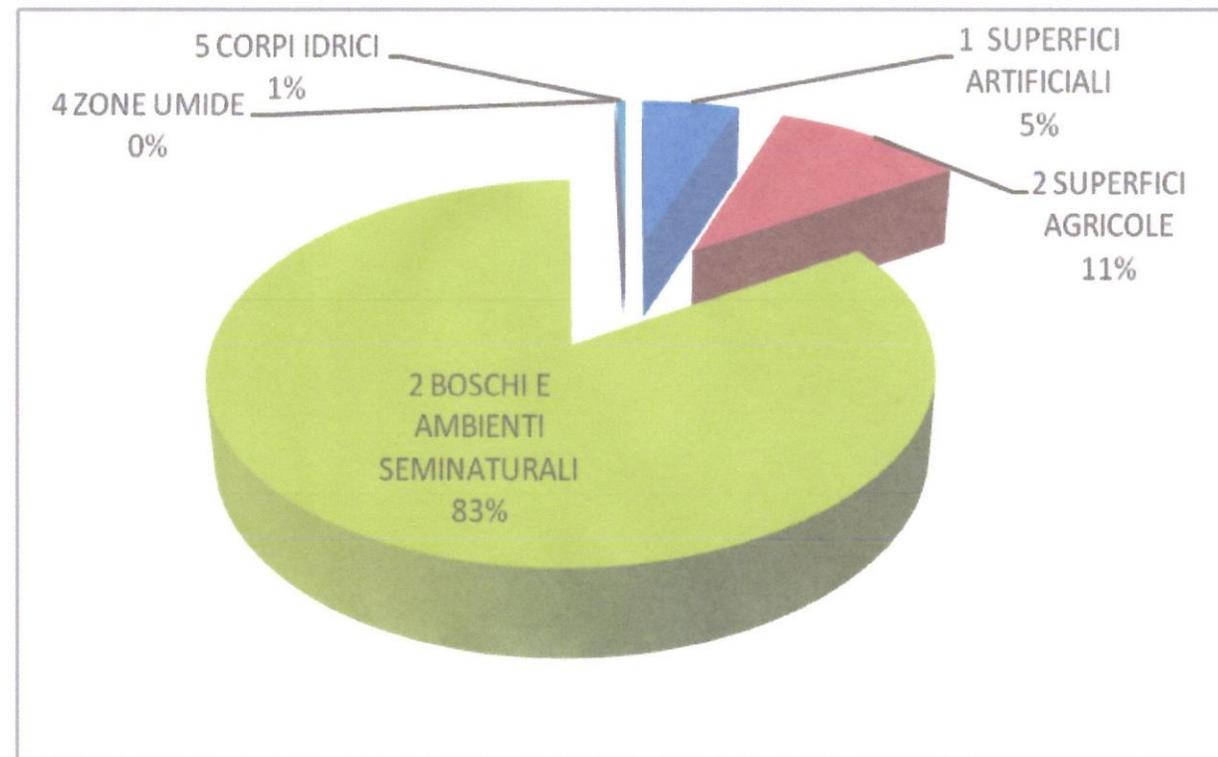
	residenziale	ind/artigianale	commerciale	turistico/ricettivo	direzionale	servizio	comm. all'ingrosso	agricolo
Monumenti di rilevante valore storico testimoniale (AM)	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
Centri e nuclei storici e di antica formazione (A1)	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>
Spazi e attrezzature di interesse pubblico e generale (F4)	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>

### Tabella di Correlazione

- Zonizzazioni presenti all'interno del perimetro del Borgo storico di Castiglione
- Destinazioni d'uso ammissibili

## Indici territoriali (IT) - Bagnone

IT del territorio urbanizzato ST del territorio urbanizzato / ST comunale (mq/mq)	IT dei singoli tessuti delle urbanizzazioni storiche e contemporanee SC edificato / ST tessuto di riferimento (mq/mq)				SC edificato Bagnone / Sup. TU (mq/mq)	IT del territorio rurale (mq/mq)	IT totale dei suoli artificializzati ST TU + ST. urbanizzazioni in TR / ST comunale (mq/mq)
	storico	residenziale	misto	produttivo			
0,012	0,11	0,11	0,14	0,12	0,13	0,009	0,021

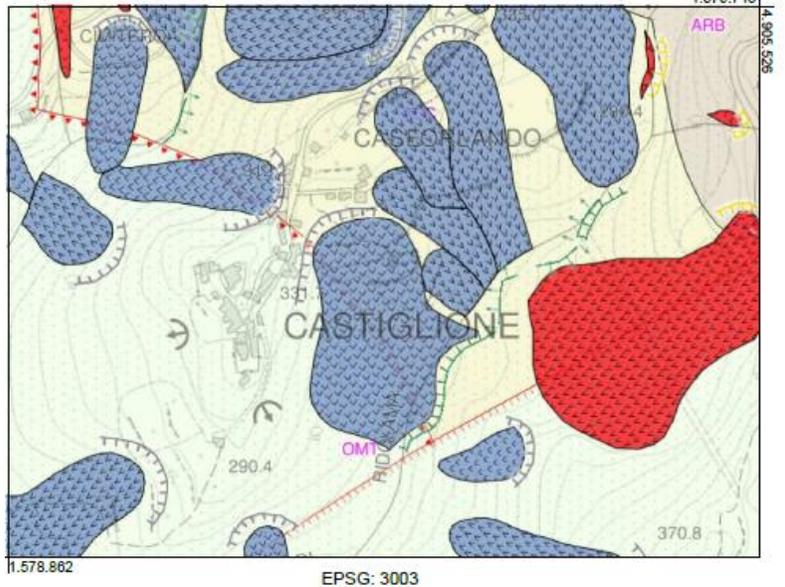


Comune	Valutazione del Rango del comune in relazione al quadro di riferimento socio - demografico	% degli edifici residenziali non occupati	Valutazione del rango del comune in rapporto all'indicatore considerato	N. Famiglie in affitto	Valutazione del rango del comune in rapporto all'indicatore considerato	% edifici ante 1945 sul totale degli edifici (vetusta del patrimonio edilizio esistente)	Valutazione del rango del comune in rapporto all'indicatore considerato	Rango (valutazione di sintesi dei dati)
AULLA	++	24	++	1032	++	28	=	++
<b>BAGNONE</b>	=	<b>62</b>	-	<b>103</b>	-	<b>53</b>	++	=
CASOLA L.	=	63	-	49	-	19	-	-

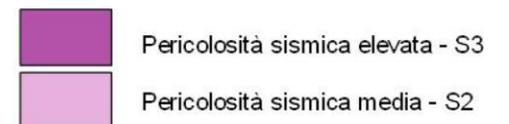
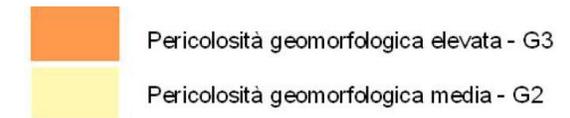
### Dati demografici e struttura della popolazione.

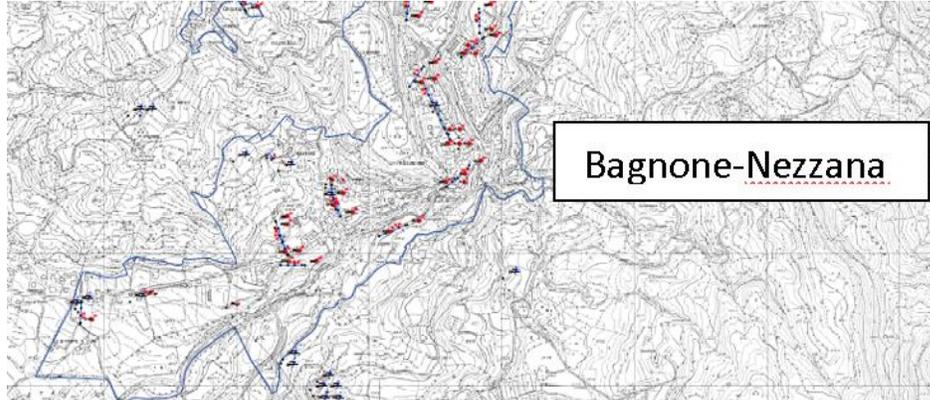
Comune	Abitanti	N. medio famiglie	Popolazione straniera (%)
Bagnone	1.836	1,95	7,8

# TERRENI SITO REGIONE TOSCANA ( GEOMORFOLOGIA, ACCLIVITA', IDROGEOLOGIA, PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA-IDROGEOLOGICA-SISMICA)



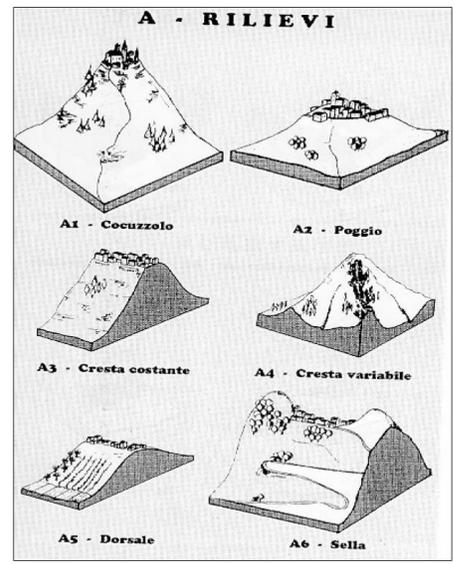
	DEPOSITI ALLUVIALI ATTIVI Onde limose, di ghiaie sabbiose limose		Cric di scarpate attive
	Sovrascoglimento		Cric di scarpate di frana quiescente
	Faglia		Frana quiescente
	Frana attiva continua, stagionale, con tempo di ritorno pluriennale o pluridecennale		Conio d'acqua con tendenze alla migrazione laterale dell'innalzamento e all'erosione di sponda
	Frana non cartografabile		DOMINIO SUBLIGURE ARENARIE DI PORTE SPATICA Abitanze antiche: pellicole in strati scisti e madi con arenarie tra scisti Intercalazioni di scisti marnosi e argille silicee. Oligocene - Miocene inf.
	DEPOSITI CONTINENTALI VILLA FRANCHIANE Sabbie ghiaiose - conglomerato		DOMINIO LIGURE ESTERNO FLYSH DI OTTONE - MONTEVERDI Calcarei, calcari marnosi, marni ed argille calcaree turbiditiche con intercalazioni di arenarie e scisti (OMT), (P)sh e arenatiti, Flysh di Ottone Completato inf. - sup. Mesozoico inf.
	ARGILLE E CALICHE DI CINETOLO Argille da tegole e scaglie con intercali strati madi e scisti di caliche Pliocene sup. - Socine med.		





Bagnone-Nezzana

### Microzonazione sismica da estendere a Castiglione



- Zone (colore blu)
- Edifici pubblici (colore giallo)
- Viabilità primaria (colore rosso)
- Impianti sportivi (colore verde)
- Espansione residenziale (colore arancio)
- Centro storico (colore marrone)
- Commerciale e industriale (colore rosa)

aspetti geologici, geomorfologici, unità litologiche, aspetti idrogeologici da estendere a Castiglione, prescindendo dalle limitazioni antropiche

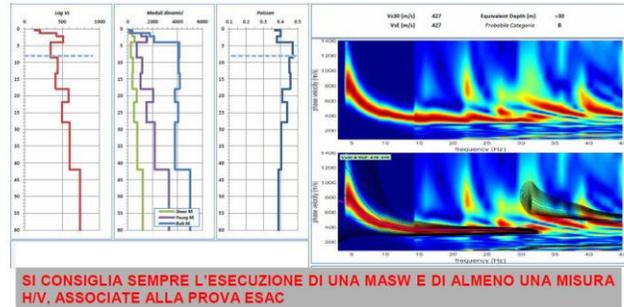
### Valutazione del regolamento regionale per:

- indagini geofisiche,
- Indagini geotecniche,
- criteri di amplificazione sismica,
- indicazioni per risposta sismica locale.

**Tabella 3B2 – Elenco delle prove geotecniche in sito**

Nome della prova	Norma di riferimento	Approccio	Parametri determinabili
Penetrometrica statica (CPT, CPTU, SCPT)	ASTM D3441-94	C	$c_{1u}$ , $\tau_{cyc,u}$ , $\phi'$ , $G_o$
Penetrometrica dinamica (SPT)	ASTM D1586-84	C	$\tau_{cyc,u}$ , $\phi'$ , $G_o$
Carico su piastra (PLT)	ASTM D1194-93, D1195-93, D1196-93, D4394-84, D4395-84	B	Deformabilità
Dilatometrica (DMT)	-	B,C	Resistenza, Deformabilità
Pressiometrica (SBPT)	ASTM D4719-87, D4971-89	B	Resistenza, Deformabilità
Scissometrica (FVT)	ASTM D2573-94	B	$c_u$
Penetrometrica dinamica (DPT)	-	B	$\tau_{cyc,u}$ , $\phi'$ , $G_o$

### GEOFISICA DI SUPERFICIE – Prove passive 2D con onde superficiali



**Fig.10** – Schermata del portale della banca dati del Programma VEL. a) Finestra di selezione dei criteri di ricerca delle curve dinamiche  $G(\gamma)$  e  $D(\gamma)$ ; b) Elenco di tutte le curve estrapolate sulla base dei criteri di ricerca adottati; c) finestra per il download delle curve medie

## Matrici di Rischio

Indice di R		classe di V			
classe di P = 4		4	3	2	1
classe di E		alta	medio-alta	medio-bassa	bassa
4	alta	4	4	4	3
3	medio-alta	4	4	3	3
2	medio-bassa	4	3	3	2
1	bassa	3	3	2	2

Indice di R		classe di V			
classe di P = 3		4	3	2	1
classe di E		alta	medio-alta	medio-bassa	bassa
4	alta	4	4	3	3
3	medio-alta	4	3	3	2
2	medio-bassa	3	3	2	2
1	bassa	3	2	2	1

Indice di R		classe di V			
classe di P = 2		4	3	2	1
classe di E		alta	medio-alta	medio-bassa	bassa
4	alta	4	3	3	2
3	medio-alta	3	3	2	2
2	medio-bassa	3	2	2	1
1	bassa	2	2	1	1

Indice di R		classe di V			
classe di P = 1		4	3	2	1
classe di E		alta	medio-alta	medio-bassa	bassa
4	alta	3	3	2	2
3	medio-alta	3	2	2	1
2	medio-bassa	2	2	1	1
1	bassa	2	1	1	1

$$IR = P + V + E$$

Rischio sismico	Valore di IR	Classe di Rischio
alta	$IR \geq 10$	4
medio-alta	$8 \leq IR < 10$	3
medio-bassa	$6 \leq IR < 8$	2
bassa	$IR < 6$	1

## ***una ipotesi ....***

- ❖ *soluzioni distributive e partizioni compatibili con la configurazione dei setti esistenti ,*
- ❖ *interventi di miglioramento strutturale coerenti alle caratteristiche delle strutture storiche,*
- ❖ *coibentazioni alle pareti e in copertura , infissi, convogliatori di luce solare in copertura,*
- ❖ *energia per l'uso dei locali parzialmente derivata da impianti fotovoltaici con accumulo,*
- ❖ *reti idriche di alimentazione e di scarico integrate alle caratteristiche ambientali dei luoghi.*

..... ?



## PIAZZA ISI – SAIE BOLOGNA 2022

Speech a cura di ISI (*gruppo BORGHI STORICI*) – sabato 22 ottobre

# Grazie per l'attenzione

***ING. CORRADO PRANDI***

*COORDINATORE DEL GRUPPO BORGHI STORICI*

*ingprandi@gmail.com*

Si ringraziano l'Arch. Stefano Milano e l'Amm. Comunale di Bagnone per la preziosa documentazione e suggerimenti



[www.ingegneriasismicaitaliana.com](http://www.ingegneriasismicaitaliana.com)