

# ***REGIONE MOLISE***

## **MICROZONAZIONE SISMICA**

## **COMUNE DI CASALCIPRANO**



## **RELAZIONE GEOLOGICA DESCRITTIVA**

CAMPOBASSO Lì, GENNAIO '08

Dr. geologo Antonio D'Abramo

1.PREMESSA _____	PAG. 3
2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E MORFOLOGICO D'INSIEME”	4
3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE_____”	7
4. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE_____”	14
5. ASPETTI GEOMORFOLOGICI_____”	15
6.CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOFISICA DEI TERRENI_”	17
7. ANALISI DEL DANNO_____”	29

0 0 0 0 0

## A L L E G A T I

- Stralcio Planimetrico del centro urbano con ubicazione delle tracce di sezioni – Scala 1 : 5000 ;
- N.3 Sezioni relative al centro urbano – Scala : ( H =1:2500 e L= 1:5000) ;

### **1. PREMESSA**

Previo incarico del Presidente della Giunta Regionale del Molise, in attuazione del Decreto Commissariale n°.27 del 06/08/2003, è stato espletato

*Comune di Casalciprano(CB) - Microzonazione sismica – relazione geologica descrittiva*  
dallo scrivente uno studio geologico - tecnico sul territorio urbanizzato del  
Comune di Casalciprano (CB).

Le attività di studio in argomento sono state articolate nelle seguenti fasi:

- a) Raccolta dati attraverso lettura e interpretazione della Cartografia geologica esistente, acquisizione dei risultati di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche già svolte nelle stesse aree d'interesse del presente studio;
- b) Rilevamento geologico – tecnico e geomorfologico dell'area in studio con la coordinazione dei proff.ri G.Pappone e C.Roskopf dell'Università degli Studi del Molise, Dipartimento di Scienze della Terra, rispettivamente per la parte geologica e morfologica, per definire l'assetto stratigrafico – strutturale, geomorfologico dei luoghi e la caratterizzazione geotecnica e geofisica dei terreni rilevati.

In secondo luogo è stata programmata una fase d'indagini dirette, costituite da n.6 misure di microtremori con il metodo Nakamura.

A conclusione l'acquisizione di tutti i dati geologici, geomorfologici, geotecnici e geofisici è stata finalizzata alla caratterizzazione in termini litotecnici del sottosuolo del centro urbano in esame.

Da aggiungere, infine, che, sulla scorta della Mappa del danno e della relativa relazione, redatte dall'Ing. Vito Cianci e dal Geom. Angelo Sticca, si riportano nella presente relazione brevi commenti circa la distribuzione del danno, verificatosi a seguito del sisma del 2002, in relazione ai litotipi rinvenuti nell'area in studio.

## **2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E MORFOLOGICO D'INSIEME**

Il territorio del Comune di Casalciprano (CB), dal punto di vista geografico, si colloca nella sezione centrale della Regione Molise ed è topograficamente

individuabile mediante la tavoletta I.G.M. in scala 1 : 25.000, IV S.O. “Baranello” del F.162 “Campobasso”, in scala 1 : 100000, della Carta d’Italia, ovvero per mezzo della Carta Tecnica Regionale, scala 1 : 5000, sull’ elemento n.405034 “Casalciprano”.

Il centro abitato risulta posizionato a quote diversificate, che in media vanno dai 600 m. ai 660 m. s.l.m., ed edificato prevalentemente su aree di colmo. Esso è raggiungibile mediante la strada provinciale n.145 “Casalciprano – F. V. Biferno” con provenienza dalla S.S.n.647 “Fondo Valle del Biferno”, ovvero, sempre da quest’ultima, tramite la provinciale “Cipranense” n.42 e la sua diramazione, strada provinciale n.43. L’aspetto tipico del paesaggio è collinare con rari spazi pianeggianti, di cui qualche esempio potrebbe essere una piccola porzione del nucleo storico, che tra l’altro è lievemente acclive.

Le aree riguardanti il centro abitato, escludendo quella appena accennata e qualche altra ad essa circostante, quale “Largo della Vittoria”, sono caratterizzate da acclività marcate che si accentuano ulteriormente appena all’esterno dell’abitato, mentre lungo la provinciale n.43, “diramazione cipranense”, secondo la direzione N, all’altezza di via Veneto (Via Giardino) ed a SW nel tratto terminale di via Garibaldi, appaiono più contenute.

I versanti sono localmente interessati da piccole incisioni, nessuna di notevoli dimensioni, da dove iniziano piccoli corsi d’acqua con reticolo, limitatamente, ramificato ed a regime decisamente stagionale e, quindi, attivi in periodi piogge intense e disgelo.

L’intero territorio ricade nel Bacino imbrifero del Fiume Biferno mediante una serie di torrenti di cui, ad W del centro abitato, il “Rio di Casalciprano”, che risulta il più rappresentativo, sia per portata che per capacità erosiva. Affluenti di quest’ultimo e in sinistra idrografica, sono il “Rio Cerasiello” che scorre a NW del centro abitato e più a valle, ma sempre a NW, il “Fosso Valle Giulia”, che borda ad occidente l’abitato. Gli alvei di detti torrenti sono in approfondimento, unitamente a quello del “Vallone della Rocchetta”, ubicato a NE, mentre incisioni più modeste si riscontrano in prossimità dell’abitato, come ad es. ad W in località “Aia Cassetta” e “Piede d’Agneri”, a S in località “Nevera” e “Carrello” e a E in più parti del versante, compresa la località “Lamacchione”.  
Casalciprano – Foto n.1 e 2: vedute da NE



Casalciprano - Foto n.3 : veduta da E





Casalciprano - Foto n.4 : veduta da W ;



### **3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE**

I terreni affioranti sul territorio comunale di Casalciprano sono stati interessati da una tettonica di prevalente ricoprimento, originatasi dai grandi movimenti che

hanno delineato la catena dell'Appennino centro – meridionale. Nell'ambito territoriale, esternamente al centro abitato, la Carta geologica ufficiale riporta la presenza di due faglie lungo la direzione di scorrimento di due corsi d'acqua quali il "Vallone della Rocchetta", impostato ad E – NE dell'abitato, ed il "Rio di Casalciprano", ad W.

Si esaminano e descrivono brevemente qui di seguito le caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti, le quali sono rappresentate nella Carta Geologica. Dette formazioni vengono elencate dalle più antiche alle più recenti.

Foto n. 5 : AVS rinvenute a seguito della realizzazione di un tratto della rete fognante – Località Nevera – direzione S;



Foto n.6 : Affioramenti di AVS a SW dell'abitato;





### ***SAN2a. Flysch di S.Bartolomeo***

Argille marnose e marne argilloso – siltose di colore grigio – azzurro molto compatte e a frattura concoide con rare intercalazioni di sabbie ed arenarie.

A luoghi i livelli più pelitici possono ridursi fino a scomparire lasciando posto a livelli arenacei di spessore metrico.

La porzione medio – bassa della successione è costituita da alternanze arenaceo – pelitiche rappresentata da sabbie compatte e arenarie quarzoso feldspatiche di colore generalmente giallo chiaro o marroncino, in strati e banchi di spessore da 20 cm a 6 – 8 m, talora mostranti gradazione e/o laminazioni, variabili in frequenza e spessore, di argille azzurre o grigio – verdastre e marne. A differenti altezze stratigrafiche (prevalentemente nella parte medio – bassa della successione) sono presenti lenti di conglomerati poligenici di spessore talora superiore al decametro. I conglomerati sono formati da elementi sub – arrotondati (talvolta di natura ignea) compresi in matrice arenacea (Tortoniano superiore – Messiniano).

Tale formazione affiora in preponderanza sull'intero territorio comunale e può considerarsi il substrato locale in quanto costituisce le dorsali lungo le quali è impostato tutto il centro abitato, escludendo alcune zone a margine di



esso e un paio di aree lungo la dorsale maggiore di cui una a NE ove risultano ubicate le scuole e l'altra a valle, secondo la direzione S - SW, tratto terminale di via Garibaldi, nelle quali sono state rilevate depositi di copertura.

Foto n.7 e 8: Centro abitato – Via Maddalena e via S.Maria : Arenaria cementata affiorante;



Foto n.9, 10 e 11 – Centro abitato: Esempi di fondazioni poggianti sull'arenaria cementata;

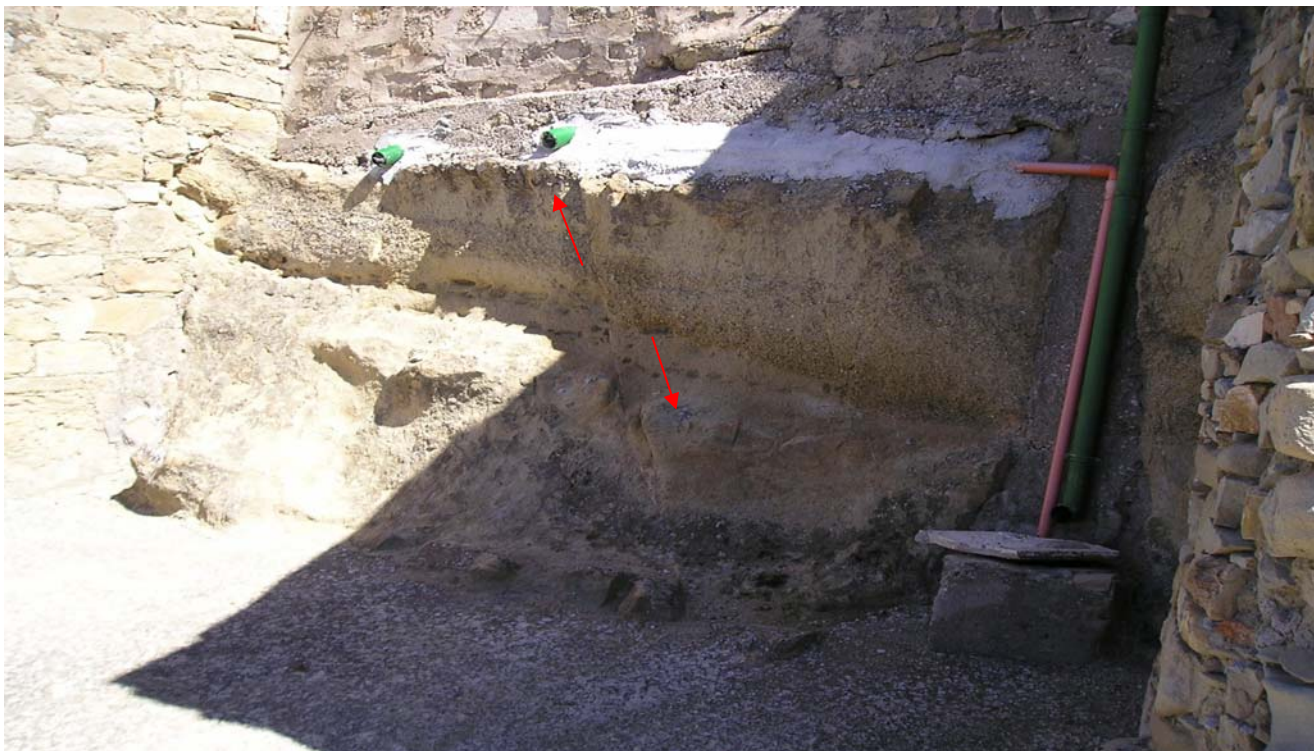








Foto n.12 - Aff.n.7° (Via S.Maria): Arenaria cementata interessata da una piccola faglia normale;





Si è riscontrata la presenza delle AVS al di sotto del terreno di copertura in località Neviera (direzione S), in seguito alla realizzazione di un tratto della rete fognante, e nella parte terminale di Via Garibaldi (direzione SW), in seguito al rifacimento di un tratto della rete idrica.

Foto n.13 - 14: AVS rinvenute a seguito del rifacimento di un tratto della rete idrica – tratto terminale di via Garibaldi;





## **TERRENI DI COPERTURA**

### ***c - Depositi di frana***

I cumuli di frana, generati da movimenti gravitativi, lenti e superficiali, sono stati rilevati ad E ed a S dell'abitato e vengono distinti in base alle prevalenti granulometrie presenti:

**ce** - a granulometria mista (detrito + matrice fine, es. debris – flow);

### ***ter - Depositi eluvio - colluviali***

Terreni essenzialmente fini talora detritici derivanti dal disfacimento del locale substrato (eluvium, suolo, suolo agrario, terre rosse) o dall'accumulo di suolo, di depositi detritici e/o piroclastici che hanno subito un trasporto lungo il versante.

Tali depositi sono stati distinti in due classi di spessori: (**ter1**) con spessore compreso tra 0,5 e 2,00 m; (**ter2**) con spessore > 2,00 m.

Il rilevamento di campagna ha evidenziato la presenza di tali depositi in più zone e per lo più a margine dell'abitato.

#### **4. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE**

In considerazione delle caratteristiche fisico – meccaniche, i litotipi presenti nell'area in studio sono stati riuniti in due unità litotecniche omogenee, di cui una appartenente al substrato e l'altra alla copertura.

##### **a) Unità Litotecnica di Substrato**

Nella presente unità sono stati rilevati:

- L3.1 Materiali granulari cementati o molto addensati a basso grado di cementazione, costituiti da arenaria di colore variabile dal grigio al giallastro in strati e/o ammassi. Trattasi di materiali caratterizzati da un comportamento scarsamente competente e con risposta geomeccanica tipica dei terreni a basso grado di cementazione.

##### **b) Unità litotecnica di copertura**

- L5b: Materiali sciolti granulari o poco addensati a prevalenza sabbiosa, costituiti da sabbie limose grigie. Il comportamento geomeccanico di tali materiali si può equiparare a quello di materiali sciolti o scarsamente addensati, la cui resistenza agli sforzi deformativi è fornita essenzialmente dalla componente attritiva.

Nelle unità di substrato è stato individuato soltanto un complesso litologico costituito prevalentemente da sabbie argillose e/o argilloso – siltose, arenarie giallastre con intercalazioni sottili di argille marnose e marne argillose, mentre nell'unità di copertura sono stati determinati i depositi eluvio – colluviali con entrambe le classi di spessore (ter 1 e 2) e i depositi di frana a granulometria mista (ce).

Il litotipo L3.1, a luoghi mediamente fratturato, costituisce le dorsali con fianchi piuttosto acclivi e, laddove affiora, in genere appare alterato sia per l'azione di umificazione che per quella antropica e delle acque meteorico – vadose.



## **5. ASPETTI GEOMORFOLOGICI**

Le caratteristiche morfologiche riscontrabili sul territorio di Casalciprano sono in relazione con la natura litologica delle formazioni affioranti e con il loro particolare assetto strutturale. Il profilo altimetrico è per lo più concavo verso il basso con emergenza a monte delle formazioni più tenaci.

La principale caratteristica morfologica rilevata è costituita dalla presenza di due piccole dorsali, di cui una più estesa, intersecantesi in modo sub – ortogonale. L'orientamento della maggiore è NE – SW, con deviazione a valle verso SE, mentre quello dell'altra è W – E. Ebbene, come già accennato,

l'intero abitato risulta edificato lungo queste due dorsali, le quali alle loro estremità assumono una configurazione a guisa di sperone. Da aggiungere che gli edifici realizzati di recente risultano distribuiti prevalentemente lungo i tratti terminali della dorsale più allungata, laddove c'è più disponibilità di suoli ed a NE, ai bordi del nucleo abitato principale (edifici IACP).

Oltre a ciò, mediante il rilevamento geomorfologico, si sono individuati altri morfotipi che vengono di seguito riferiti:

- Due piccole dorsali, oltre alle precedenti dianzi accennate, che nel settore N si allontanano perpendicolarmente alla principale e di cui una con andamento verso SE e l'altra in direzione NW;
- Creste strette ed allungate lungo i crinali, orli di scarpate di cui alcuni ubicati ai bordi delle dorsali ed altri sparsi e di natura artificiale;
- Picco roccioso ubicato in prossimità dell'estremità settentrionale della dorsale principale all'altezza dell'intersezione ortogonale con un'altra secondaria;
- Versanti che delimitano le morfostrutture anzidette, incisi da solchi impluviali da ruscellamento concentrato, che evidenziano in maniera diffusa aree interessate da fenomeni di dilavamento prevalentemente concentrato;
- Superfici dissestate da "soliflusso", un'ampia zona è presente a valle dell'abitato, con andamento SW, mentre un'altra poco estesa, caratterizzata da "creep", è in posizione S.

Le analisi degli studi esistenti, unitamente a quelli eseguiti, hanno evidenziato ai bordi dell'abitato e lungo il versante E e SE, fenomeni di instabilità in fase di quiescenza.

In particolare, risultano evidenti due relitti di nicchia di frana, entrambi esterni all'abitato, uno ad E e l'altro a SE, manifestatisi nel passato. A valle di quest'ultimi si distinguono tre movimenti franosi con coronamenti e corpi di frana, di cui uno è più a valle, posizionato a sud e con andamento W – E, tutti da più anni in uno stato di quiescenza.

I suddetti fenomeni riguardano coltri eluvio-colluviali, derivanti dal disfacimento del locale substrato o dall'accumulo di materiale prevalentemente pelitico, poste in condizione morfologica di versante.

Un paio di studi esistenti, datati 2002-2003 e 2004, aventi per oggetto "Difesa del suolo – dissesto idrogeologico" – "Area circostante scuola materna", interessanti aree poste a NE rispetto al nucleo storico, descrivono : a) il dissesto che ha interessato la scuola anzidetta, manifestatosi alla fine degli anni 70; b) il consolidamento eseguito mediante "ampliamento delle fondazioni"; c) il sopralluogo dei tecnici della Protezione Civile e dei VV. FF. con emissione del decreto di "inagibilità"; d) l'ulteriore intervento di consolidamento con messa in opera di micropali lungo il lato a valle della struttura.

Ebbene, in estrema sintesi, da tali studi emerge quanto segue:

- presenza di "terreno di riporto" nell'intera area in argomento, per cui la struttura scolastica risulta completamente edificata su tale suolo scadente;
- influenza negativa della circolazione idrica superficiale, profonda e dell'escursione del livello di falda superficiale sui parametri geotecnici locali;
- esclusione in loco di "fenomeni gravitativi di massa o superficiali".

## **6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOFISICA DEI TERRENI**

### **6.a INDAGINI ESISTENTI**

Sul territorio comunale di Casalciprano sono state effettuate nel recente passato delle campagne di indagini per la caratterizzazione geotecnica e geofisica dei terreni. Nell'ambito urbano le indagini eseguite sono state le seguenti:

- 1) Variante al P.d.F. (Piano di Fabbricazione), Anno 1997;
- 2) Difesa del suolo – dissesto idrogeologico (Area circostante scuola materna), Anno 2002 - 2003;
- 3) Difesa del suolo – dissesto idrogeologico (Area circostante scuola materna), Anno 2004.

La campagna indagini n.1 è consistita in:

- Esecuzione di 6 sondaggi geognostici, a carotaggio continuo, spinti fino ad un massimo di 15,00 m dal p.c. identificati come S1DA, S2DA, S3DA, S4DA, S5DA, S6DA;
- Prelievo di n.4 campioni indisturbati nei primi 4 sondaggi con relative prove di laboratorio;
- Prove dinamiche SPT (n.2 prove nel sondaggio S3DA e n.2 prove nel sondaggio S4DA);
- Prove geofisiche del tipo Down - Hole in tutti i 6 sondaggi.

Si riportano, di seguito, i principali parametri geotecnici scaturiti dalle prove tecniche di laboratorio sui campioni indisturbati sopra indicati.

Sondaggi	S1DA	S2DA	S3DA	S4DA
Camp.i.	C1	C1	C1	C1
Prof.tà (m.)	-2,00	-3,00	-8,50	-2,00
Contenuto In acqua (W %)	26,36	23,14	19,75	23,02
Peso di Volume (γ) (g/cmc)	1,97	2,01	1,88	1,91
Peso specifico dei grani (γ <sub>s</sub> ) (g/cmc)	2,68	2,74	2,67	2,70
Grado di Saturazione (Sr)	0,98	0,92	0,75	0,84
Ghiaia %	2,60	=	=	=
Sabbia %	73,88	28,09	71,50	18,80
Limo %	23,52	15,55	28,50	27,41
Argilla %	=	56,36	=	53,79
Limite di Liquidità (%)	=	52,74	=	49,53
Limite di plasticità (%)	=	23,19	=	25,83



Indice di plasticità (%)	=	25,55	=	23,70
Indice di Consistenza	=	1,16	=	1,12
Angolo di attrito ( $\phi'$ )°	=	27°	=	26°
Coesione drenata (Kg/cmq) (c')	=	0,25	=	0,23
Coesione non drenata (Kg/cmq) (cu)	=	1,03	=	0,82
Classificazione AGI	Sabbia limosa	Argilla con sabbia limosa	Sabbia con limo	Argilla con limo sabbiosa
Carta della plasticità	=	CH	=	CL

Dall'analisi di tali parametri emerge che siamo in presenza di argille inorganiche, da media ad alta plasticità, con un contenuto di sabbia significativo per i campioni dei sondaggi S1DA ed S3DA, mentre per i campioni dei sondaggi S2DA e S4DA con valori dell'angolo di attrito interno ( $\phi'$ )° e della coesione drenata (c') tipici dei terreni sabbiosi.

Le prove dinamiche del tipo S.P.T. nei fori di sondaggio S3DA ed S4DA hanno restituito i seguenti valori:

#### S.P.T.

Sondaggio	Quote	Numero di colpi
S3	3,00 – 3,15 m	4
	3,15 – 3,30 m	4
	3,30 – 3,45 m	5
S4	1,00 – 1,15 m	4
	1,15 – 1,30 m	5
	1,30 – 1,45 m	5

Tali valori denotano terreno “sciolto”.

I sondaggi in argomento hanno intersecato nei tratti superficiali e per profondità variabili, ma in genere limitate, ad eccezione del sondaggio S3DA,

*Comune di Casalciprano(CB) - Microzonazione sismica – relazione geologica descrittiva*  
fino a 4,30 m dal p.c. circa materiali di copertura prevalentemente derivanti dal disfacimento del locale substrato (ter 1 e ter 2) ed a luoghi di riporto.

Le indagini sismiche del tipo “Down – Hole”, effettuate in tutti i 6 fori di sondaggio, hanno consentito di definire lo stato geodinamico del sottosuolo lungo la verticale dei sondaggi; dall’esame delle velocità delle onde Vs si è, inoltre, delineato un modello di sottosuolo a 2 o 3 strati e, unitamente alle risultanze delle prove tecniche di laboratorio e quant’altro, si è determinato la rigidità sismica. Si riporta, qui di seguito, lo schema a due e tre strati ottenuto con tali prove ed il valore della rigidità.

#### Sondaggio S1

Sismostrati	Profondità (m)	Densità (g/cmc)	Velocità (Vs)(m/s)
1° Sismostrato	1,50	1,80	243,30
2° Sismostrato	13,50	1,97	742,93

$$\text{Rigidità sismica (R1)} = 1,95 * 0,693 = 1,35$$

#### Sondaggio S2

Sismostrati	Profondità (m)	Densità (g/cmc)	Velocità (Vs)(m/s)
1° Sismostrato	1,40	1,82	140,30
2° Sismostrato	13,60	2,01	689,21

$$\text{Rigidità sismica (R2)} = 1,99 * 0,638 = 1,27$$

#### Sondaggio S3

Sismostrati	Profondità (m)	Densità (g/cmc)	Velocità (Vs)(m/s)
1° Sismostrato	4,50	1,77	90,00
2° Sismostrato	3,70	1,86	127,00
3° Sismostrato	6,80	1,88	348,00

$$\text{Rigidità sismica (R3)} = 1,84 * 0,216 = 0,39$$

Sondaggio S4

Sismostrati	Profondità (m)	Densità (g/cmc)	Velocità (Vs)(m/s)
1° Sismostrato	2,00	1,78	170,29
2° Sismostrato	13,00	1,91	807,57

$$\text{Rigidità sismica (R4)} = 1,89 * 0,722 = 1,36$$

Sondaggio S5

Sismostrati	Profondità (m)	Densità (g/cmc)	Velocità (Vs)(m/s)
1° Sismostrato	1,50	1,80	181,93
2° Sismostrato	13,50	1,92	757,24

$$\text{Rigidità sismica (R5)} = 1,91 * 0,700 = 1,34$$

Sondaggio S6

Sismostrati	Profondità (m)	Densità (g/cmc)	Velocità (Vs)(m/s)
1° Sismostrato	2,00	2,00	886,00
2° Sismostrato	8,00	2,10	1070,00

$$\text{Rigidità sismica (R6)} = 2,08 * 1,033 = 2,15$$

Nella campagna indagini n.2, per la difesa del suolo – dissesto idrogeologico (area circostante scuola materna), anno 2002 – 2003, sono stati eseguiti:

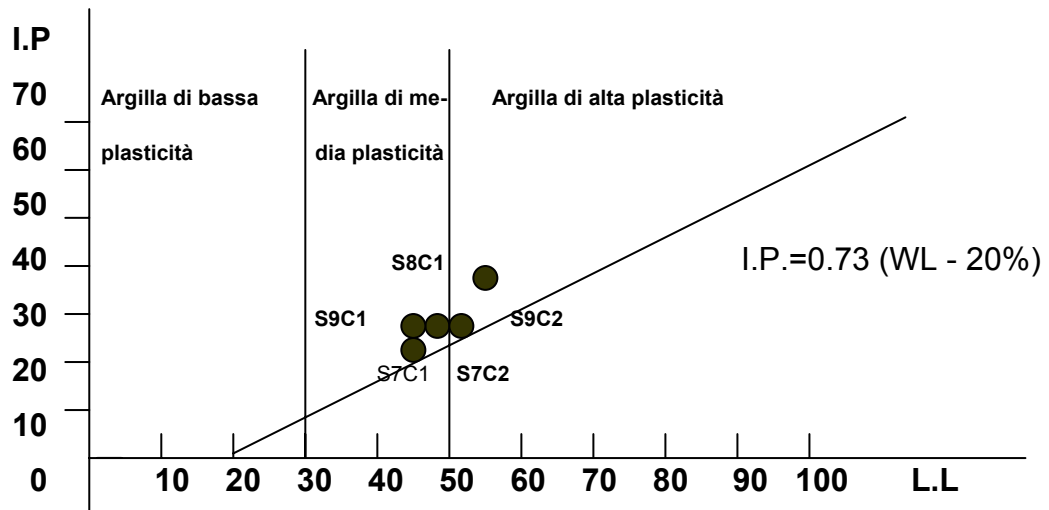
- N.3 sondaggi geognostici, muniti di piezometri a t.a e spinti fino a 20 m dal p.c., (identificati come S7DA, S8DA, S9DA);
- N.6 prelievi di campioni indisturbati nei fori di sondaggio e sottoposti a prove tecniche di laboratorio;
- N.3 prove penetrometriche dinamiche fino a 4,40 - 5,40 m di profondità.

Si riportano, di seguito, i principali parametri geotecnici ottenuti dalle prove tecniche di laboratorio sui campioni indisturbati, prelevati nei fori di sondaggio sopra indicati.

*Comune di Casalciprano(CB) - Microzonazione sismica – relazione geologica descrittiva*

Sondaggi	S7DA	S7DA	S8DA	S8DA	S9DA	S9DA
Camp.i.	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Prof.tà (m.)	3,00-3,60	9,40-10,00	4,00-4,50	7,40-8,00	4,00-4,50	13,20-13,7
Contenuto in Acqua (W%)	24,33	23,85	27,37	26,88	28,70	25,02
Peso di Volume ( $\gamma$ ) g/cmc	1,95	2,00	1,94	1,97	1,93	2,03
Densità secca ( $\gamma_d$ ) (g/cmc)	1,57	1,61	1,52	1,55	1,50	1,62
Peso specifico dei grani ( $\gamma_s$ ) (g/cmc)	2,60	2,69	2,71	2,66	2,62	2,73
Indice dei Vuoti (e)	0,66	0,67	0,78	0,72	0,74	0,68
Porosità (n)	39,76	40,04	43,86	41,76	42,59	40,64
Grado di Saturazione (Sr)	0,96	0,96	0,95	1,00	1,00	1,00
Ghiaia %	=	=	=	=	=	=
Sabbia %	28,00	15,00	22,00	53,00	35,00	17,00
Limo %	35,00	30,00	35,00	37,00	33,00	36,00
Argilla %	37,00	55,00	43,00	10,00	32,00	47,00
Limite di Liquidità (%)	46,00	50,00	49,23	=	47,65	51,21
Limite di Plasticità (%)	26,40	26,08	25,42	=	25,23	25,58
Indice di Plasticità (%)	19,60	23,93	23,81	=	22,43	25,63
Indice di Consistenza	1,11	1,09	0,92	=	0,86	1,02
Angolo di Attrito ( $\phi$ )°	20°	22°	19°	25°	23°	26°
Coesione drenata (Kg/cm <sup>2</sup> ) (c')	0,11	0,14	0,11	0,07	0,10	0,18
Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> ) (cu)	0,57	0,77	0,47	=	0,59	1,03
Classificazione AGI	Argilla con limo e con sabbia	Argilla con limo sabbiosa	Argilla con limo sabbiosa	Sabbia con limo debil. argilloso	Sabbia con limo e con Argilla	Argilla con limo sabbiosa
Carta della Plasticità	CL	CH	CL	=	CL	CH





Secondo la carta della plasticità emerge che siamo in presenza di argille inorganiche, da media ad alta plasticità, con uno stato da “solido – plastico” a “semisolido” in base al valore dell’indice di consistenza (I.C.).

Le caratteristiche volumetriche presentano valori del peso di volume ( $\gamma$ ) compresi nell’intervallo  $1,93 \div 1,95 \text{ g/cm}^3$ , per i campioni superficiali, e  $1,97 \div 2,03 \text{ g/cm}^3$ , per quelli profondi; i valori della densità secca ( $\gamma_d$ ) e quelli del peso specifico ( $\gamma_s$ ) risultano compresi rispettivamente nei seguenti intervalli:  
 $1,50 < \gamma_d < 1,57$  e  $1,55 < \gamma_d < 1,62$  ;  $2,60 < \gamma_s < 2,71 \text{ g/cm}^3$ ,  $2,66 < \gamma_s < 2,73 \text{ g/cm}^3$ .

A seguire si riportano le prove penetrometriche dinamiche:

#### Prova n.1

Profondità (m)	Nspt medio equivalente	Resist. dinamica (Kg/cmq)	Peso di Volume ( $\gamma$ ) (g/cmc)	Angolo di attrito ( $\varphi^\circ$ )	Coesione non Drenata (Cu) (Kg/cmq)
1,00	3	21,63	1,82	22	0,2
4,40	9	49,66	1,95	27	0,6
5,20	12	62,74	1,96	28	0,8

Prova n.2

Profondità (m)	Nspt medio equivalente	Resist. dinamica (Kg/cm <sup>q</sup> )	Peso di Volume ( $\gamma$ ) (g/cm <sup>c</sup> )	Angolo di attrito ( $\varphi^\circ$ )	Coesione non Drenata (Cu) (Kg/cm <sup>q</sup> )
0,80	6	44,06	1,81	24	0,4
1,60	16	109,44	1,92	30	1,07
2,60	48	302,43	1,95	35	3,22
4,20	108	604,21	1,97	40	5,01

Prova n.3

Profondità (m)	Nspt medio equivalente	Resist. dinamica (Kg/cm <sup>q</sup> )	Peso di Volume ( $\gamma$ ) (g/cm <sup>c</sup> )	Angolo di attrito ( $\varphi^\circ$ )	Coesione non Drenata (Cu) (Kg/cm <sup>q</sup> )
1,60	6	41,04	1,82	24	0,4
2,40	18	115,23	1,90	31	1,21
4,20	63	352,46	1,94	40	4,22
5,40	23	118,70	1,90	30	1,54

Dall'analisi delle risultanze delle prove tecniche di laboratorio dei campioni indisturbati, prelevati nei sondaggi geognostici, posizionati in prossimità della "scuola materna", e di quelle penetrometriche dinamiche, ubicate all'esterno della scuola, emerge una sostanziale affinità di valori, che consente di ipotizzare una omogeneità litotecnica, sia verticale che areale dell'area in studio attinente la scuola.

Gli studi geologici esistenti riferiscono della presenza di falde acquifere locali di "limitata potenzialità" con la superficie piezometrica nei termini più superficiali.

Le misure sono state rilevate nei sondaggi geognostici S7, S8 ed S9, muniti di piezometro a t.a. e realizzati in prossimità della scuola materna.

La campagna indagini per la difesa del suolo – dissesto idrogeologico (Area circostante scuola materna), anno 2004 è consistita in:

- N.1 sondaggio geognostico a 30 m, identificato come S10 DA;
- N.1 campione indisturbato, prelevato e sottoposto a prove tecniche di laboratorio;
- N.1 prospezione sismica del tipo “Down – Hole”;
- N.2 prospezioni geofisiche con il metodo geoelettrico – S.E.V.1 e S.E.V.2.

Si riportano, di seguito, i principali parametri geotecnici scaturiti dalle prove tecniche di laboratorio sul campione indisturbato C1S10.

Sond S10	Camp C1	Prof. 3,10 – 3,60	W(%) 30,29	( $\gamma$ ) (g/cmc) 1,91	( $\gamma_d$ ) (g/cmc) 1,47	Peso Spec ( $\gamma_s$ )(g/cmc) 2,72	e 0,855	n 46,09	Sr 0,93
			Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	L.L. %	L.P. %	I.P. %
			=	19,50	32,50	48,00	49,55	24,86	24,69
		I.C.  0,78	( $\phi'$ )°  17,30	c' Kg/cmq 0,16	cu Kg/cmq 0,85	Classificaz. AGI Argilla con limo sabbiosa	Carta della Plastici- tà CL		

Trattasi di argilla sabbiosa con limo che, in base al diagramma di Casagrande, può essere classificata come “argilla inorganica di media plasticità”.

L'indagine sismica del tipo “down – hole” è stata eseguita nel foro S10 DA sino alla profondità di 30 m dal p.c.; tale prospezione ha permesso di determinare in situ la velocità di propagazione delle onde sismiche longitudinali o di compressione ( $V_p$ ) e quella delle onde sismiche trasversali o di taglio ( $V_s$ ) dei terreni.

La medesima, inoltre, ha consentito di valutare quantitativamente i seguenti parametri elastici:

- ✓ coefficiente di Poisson ( $\nu$ );
- ✓ modulo di Young (E);
- ✓ modulo di taglio (G).

Sul piano geodinamico, nel foro di sondaggio in argomento, si sono rilevati tre sismostrati che si riportano di seguito, unitamente alle rispettive velocità e ai parametri elastici.

#### S10 DH

Sismostrati	Vp (m/s)	Vs (m/s)	$\nu$	E (Kg/cm <sup>2</sup> )	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1 (1,0-6,0 m)	710	215	0,45	2,52E+03	8,69E+02
Strato 2 (6,0-15,0 m)	1620	410	0,47	9,52E+03	3,25E+03
Strato 3 (15,0-30,0 m)	1950	580	0,45	1,92E+04	6,61E+03

Dall'analisi della stratigrafia del sondaggio verticale (S10) è stato possibile correlare le velocità sismiche, ricavate, con la litologia locale secondo il seguente schema:

- 1° Strato - dal p.c. a 6,00 m circa di profondità : “terreno di riporto e terreno vegetale”;
- 2° Strato - da 6,00 m a 15,00 m circa di profondità : “materiale di bassa consistenza, eterogeneo e caratterizzato da argilla marnosa, argilla sabbiosa e sabbia medio fine”;
- 3° Strato - da 15,00 m fino a fondo foro : “argille marnose e marne argillose con orizzonti di arenaria, mediamente fratturati”.

Per di più attraverso l'esame delle velocità delle onde sismiche è stato possibile individuare il bedrock a partire da circa 15,00 m di profondità.

Inoltre, il valore delle velocità delle onde sismiche di taglio Vs<sub>30</sub>, che nella fattispecie è pari a circa 390 m/s, ha permesso di associare il suolo di fondazione dell'area in studio alla categoria “B”.

Sono state, inoltre, eseguite n.2 sezioni verticali con il metodo geoelettrico, la cui profondità massima di investigazione indagata è stata di 30 m dal p.c. Le due prospezioni sono state eseguite, rispettivamente, a monte ed a valle della



scuola materna inagibile e sono state finalizzate ad accertare la distribuzione verticale della litologia a differente resistività elettrica. In entrambi gli stendimenti elettrici sono stati interpretati due successioni elettrostratigrafiche con caratteristiche litologiche simili, che vengono di seguito riportate.

#### S.E. 1

Strati	Profondità	Resistiv. (Ohm*m)	Terreno
Strato 1	P.c. ÷ 4,00 m	19,6-15,9	Terreno di riporto
Strato 2	4,00 ÷ 30,00 m	9.7-8.7-10,2	Litologia argillosa

#### S.E. 2

Strati	Profondità	Resistiv. (Ohm*m)	Terreno
Strato 1	P.c. ÷ 4,00 m	17,7-31,7	Terreno di riporto
Strato 2	4,00 ÷ 30,00 m	5,4-6,4-12,6	Litologia argillosa

### 6.b INDAGINI ESEGUITE

A corredo dello studio di microzonazione sismica sono state eseguite misure di microtremori in campo libero in n.6 punti, di cui due in prossimità dell'edificio "Scuola materna", uno nel settore centrale, "Largo della Vittoria", e i rimanenti nella periferia dell'abitato.

Tali misure, effettuate con il metodo HVSR o di Nakamura, hanno consentito di stimare la frequenza fondamentale di vibrazione del sottosuolo mediante il rapporto spettrale fra la componente orizzontale e quella verticale del moto del suolo.

Le misure effettuate hanno fornito i seguenti valori del rapporto spettrale HVSR:

1. N1: presenta un picco per  $f_0 \approx 1.5$  Hz;
2. N2: presenta un picco per  $f_0 \approx 2.2$  Hz;
3. N3: presenta un picco per  $f_0 \approx 1.5$  Hz e un debole rialzo per  $8 < f_0 < 10$ ;
4. N4: presenta un rapporto spettrale piatto;
5. N5: presenta un rapporto spettrale piatto;
6. N6: presenta un rapporto spettrale piatto.

## **7.OSSERVAZIONI SULLA DISTRIBUZIONE DEL DANNO EDILIZIO IN RELAZIONE AL COMPORTAMENTO DEI TERRENI**

In generale, dall'analisi della "Carta della distribuzione del danno" del centro abitato del comune di Casalciprano, emerge all'istante un'elevatissima percentuale di "edifici non censiti", che risultano distribuiti in maniera diffusa nell'intero tessuto urbano, ed un piccolo numero di quelli con "danno nullo", ripartiti secondo una certa uniformità sull'intero abitato. Molteplici risultano le abitazioni con "danno significativo" e per lo più dislocate nel centro storico lungo entrambe le dorsali. Gli edifici con "danno grave" e con "danno gravissimo" risultano di numero piuttosto esiguo e altrettanto quelli con "danno preesistente", e sono distribuiti sempre nel centro storico, lungo le due dorsali.

I danni più consistenti si riscontrano, quindi, nelle abitazioni del centro storico lungo i due crinali che si intersecano, precisando che in tale area, da molteplici anni, gran parte dei fabbricati non ha subito interventi di ristrutturazione né di recupero funzionale. D'altronde dette costruzioni, essendo in genere assai vetuste, non sono state certamente realizzate con tecniche antisismiche.

Nelle aree di completamento e di espansione, a ridosso del centro storico e contemplate dal Piano di Fabbricazione, laddove le costruzioni sono state realizzate nel recente passato, non si rilevano danni "gravi" e neanche "gravissimi", ma soltanto qualche danno "significativo".

Sul piano del comportamento litodinamico occorre precisare, come già illustrato, che l'intero abitato, salvo qualche eccezione come ad es. l'edificio della "scuola -materna", risulta impostato sui litotipi SAN2a, che, tra l'altro, lungo le dorsali (centro storico) sono caratterizzati da arenaria mediamente cementata e, quindi, con caratteristiche geomeccaniche migliori rispetto a quelle delle aree periferiche. Tuttavia, per via della locale condizione morfologica di cresta stretta ed allungata e di orlo di scarpata strutturale, le abitazioni impostate lungo le due dorsali e per lo più in pendenza marcata hanno subito danni maggiori per via della molto probabile amplificazione sismica dovuta all'effetto cresta, tenendo in debita considerazione la mancanza di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria su gran parte degli edifici medesimi.

Campobasso lì, gennaio 2008

dr. geol. A. D'Abramo