



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



**CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME**

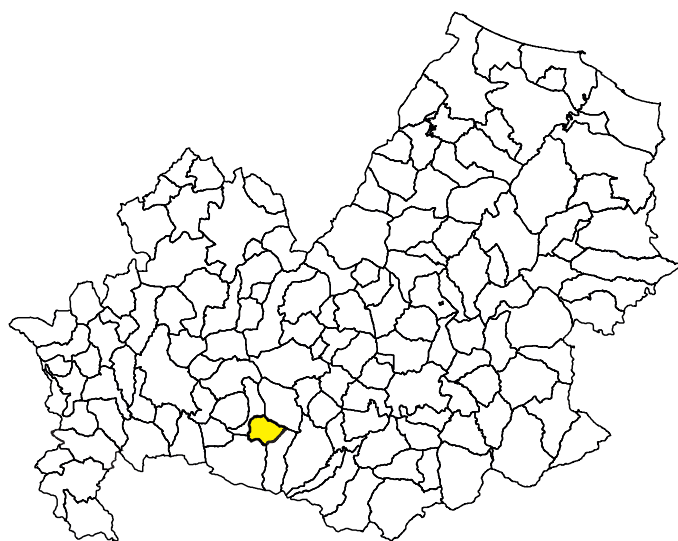
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

Regione Molise

Comune di Cantalupo nel Sannio



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Regione Molise	Università degli studi del Molise Dipartimento di Bioscienze e Territorio	Gennaio 2013

Sommario

1. Introduzione	pag. 1
2. Assetto geologico e geomorfologico dell'area	pag. 2
3. Elaborati cartografici	pag. 5
3.1. Carta delle indagini	pag. 5
3.2. Carta geologico-tecnica	pag. 6
3.3. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello 1)	pag. 9
3.4. Modello del sottosuolo	pag. 10
4. Commenti, incertezze ed indagini suggerite	pag. 12
5. Bibliografia	pag. 13
6. Allegati	pag. 15
a. Indagini pregresse (sondaggi geognostici, indagini geofisiche ecc.)	
b. Documentazione fotografica	
c. Sezioni	
d. Colonne stratigrafiche	
e. Microtremori	

1. Introduzione

Nell'ambito degli studi di microzonazione sismica, la realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica rappresenta il prodotto finale del livello I (Gruppo di lavoro MS, 2008; CTMS, 2012). Lo studio, finalizzato alla redazione della carta delle microzone omogenee, per il territorio del comune di Cantalupo nel Sannio (IS) ha riguardato la zona del centro abitato e la frazione di Taverna.

Il centro abitato è posto su di un rilievo a quota 589 m s.l.m., nel settore settentrionale del massiccio del Matese, ai margini della piana di Boiano. La frazione di Taverna, intesa come abitato, è localizzata nell'area pianeggiante, posta a nord di Cantalupo nel Sannio, del settore nord-occidentale della piana di Boiano, a quota 535 m s.l.m.. Le caratteristiche urbanistiche di tale comune sono rappresentate dalla presenza di diversi borghi, costituiti da pochi nuclei abitativi, dislocati sulle colline e/o lungo i versanti che circondano il centro storico. Nel redigere il presente studio e la relativa cartografia si è tenuto conto il più possibile, al di là degli aspetti di natura geologica, di tali caratteristiche.

Lo studio ha riguardato, in primo luogo, il reperimento delle informazioni pregresse di carattere geologico-geomorfologico, nonché delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche disponibili per l'area esaminata.

In seguito, è stato effettuato un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio a scala 1:5.000. Le attività di rilevamento e di analisi si sono avvalse della cartografia geologica, aggiornata, ufficiale del progetto CARG, relativa al Foglio n°405 "Campobasso" (ISPRA, in stampa), all'interno del quale il comprensorio comunale di Cantalupo del Sannio ricade. La caratterizzazione e l'analisi degli aspetti di natura geomorfologica hanno dovuto, invece, prescindere dalla disponibilità di una cartografia geomorfologica ufficiale, con la sola eccezione di quella relativa al progetto IFFI, la quale è stata consultata ed opportunamente integrata ed aggiornata.

L'analisi dei dati geologici e geomorfologici, che ha portato alla definizione di un modello geologico-tecnico e alla conseguente carta delle microzone omogenee per il centro abitato di Cantalupo nel Sannio e per la frazione di Taverna, è descritta nei paragrafi seguenti.

Vista l'ubicazione dei due siti e per una maggior comprensione di tutti gli aspetti analizzati, le informazioni sono state riportate per entrambi in un unico elaborato cartografico. Per questo motivo è stata realizzata un'unica carta delle indagini, un'unica carta geologico-tecnica ed un'unica carta delle microzone omogenee.

2. Assetto geologico e geomorfologico dell'area

L'area all'interno della quale ricade il comune di Cantalupo nel Sannio, da un punto di vista geologico-geomorfologico, si colloca nel settore assiale dell'Appennino centro-meridionale. In particolare, da un punto di vista oro-idrografico, essa è delimitata ad ovest ed a sud dal settore nord-occidentale del massiccio del Matese, a nord dalla Montagnola di Frosolone, ad est-sud est dall'estremità meridionale del bacino di Boiano.

L'assetto tettonico dell'area è il prodotto sia dalla deformazione compressiva neogenica, che ha portato alla sovrapposizione di diverse unità tettoniche, sia e soprattutto dalla successiva tettonica estensionale Plio-Quaternaria, disarticolando le precedenti strutture compressive e determinando l'apertura e la formazione del bacino intramontano di Boiano (Scrocca et al., 1995; Corrado et al., 1997; Di Bucci et al., 2005; Pappone et al., in stampa). Tutte le famiglie di faglie riconosciute sono il risultato di due episodi estensionali distinti, di cui il più antico è caratterizzato da un senso di estensione NW-SE ed un successivo, caratterizzato da un senso di estensione orientato NE-SW. Secondo alcuni autori, il primo episodio, databile al Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, si sarebbe esplicato tramite la formazione e l'attivazione di strutture transtensive in un contesto ancora compressivo, mentre il secondo, che inizia nel Pleistocene medio, si sarebbe esplicato attraverso lo sviluppo di faglie con cinematica estensionale pura su piani orientati NW-SE (Di Bucci et al., 1999; Pappone et al., in stampa e riferimenti interni). Indizi di attività quaternaria su faglie ad orientazione NW-SE e WNW-ESE si ritrovano nella zona di Serra S. Giorgio, posta poco a sud-ovest di S. Massimo (a sud-est dell'area di studio), nei depositi lacuo-palustri del Pleistocene medio dell'unità di S. Massimo, come già segnalato da Brancaccio et al. (1979) e da Di Bucci et al. (2005). Inoltre, l'analisi dei sondaggi nella piana di Boiano, localizzati proprio presso l'omonimo centro abitato, ha inoltre evidenziato come anche i depositi sepolti lacuo-palustri e fluvio-palustri del Pleistocene medio, di riempimento della piana, abbiano registrato un'attività tettonica, prodotta proprio da strutture ad orientazione appenninica, che hanno determinato dislocazioni dell'ordine dei 40 m nei depositi della successione (Amato et al., 2012; Pappone et al., in stampa e riferimenti interni).

Su alcune, infatti, di queste strutture estensionali si concentra un'intensa attività sismica, responsabile, in tempi storici, di alcuni forti terremoti (Valensise & Pantosti, 2001) come quello del 1805 d.C., associato all'attività delle strutture bordiere del bacino di Boiano (Blumetti et al., 2000; Galli & Galadini, 2003). Tali faglie sono, infatti, riportate anche nel database delle faglie attive DISS (Basili et al., 2008; DISS working group 2010).

Da un punto di vista stratigrafico, i versanti che caratterizzano i rilievi ai bordi del bacino sono contraddistinti dall'affioramento dei termini del substrato Mesozoico–Terziario, rappresentato da unità carbonatiche in facies di transizione scarpata–bacino e dalle unità di natura flyschioide. In particolare, le unità carbonatiche sono quelle dell'unità tettonica “Matese–Frosolone” (Ispra, in stampa; Pappone et al., in stampa), i cui litotipi principali alla base sono costituiti da calciruditi e calcareniti biancastre o grigio chiare, appartenenti alla Formazione PC–C10 o Formazione di Monte Calvello o Formazione dei Calcari Bio–Litoclastici con Rudiste, riferibile al Cretacico superiore–Paleocene (Cocco, 1971; Festa et al., 2006; Pappone et al., in stampa). La successione sopra descritta passa verso l'alto a litotipi calcareo–marnosi, stratificati, rispettivamente della Formazione Monaci, della Formazione Macchiagodena fino ai termini della Formazione di Longano (Cocco, 1971; Vezzani et al., 2004; Festa et al., 2006; Pappone et al., in stampa). Quest'ultima è costituita da marne calcaree e calcari marnosi, emipelagici, di colore grigio alternati a marne verdi in strati sottili con abbondanti foraminiferi planctonici, tra cui *Orbulina* sp., calcilutiti e calcareniti massive, parzialmente ricristallizzate (Pappone et al., in stampa).

Tuttavia, le unità tettono–stratigrafiche maggiormente affioranti nell'area di studio sono quelle di natura flyschioide, appartenenti all'unità sinorogeniche del Miocene superiore. Tra questi, in particolare, troviamo i termini appartenenti al Flysch del Molise (ISPRA, in stampa; Pappone et al., in stampa). Questa Formazione raggruppa tutte le successioni sin–orogene di avanfossa in contatto stratigrafico sui depositi calcareo–marnosi riferibili alle successioni della Formazione Longano, e che in letteratura sono denominati diversamente a seconda degli autori e della zona di affioramento: Arenarie di Frosolone (Selli, 1962), Flysch di Pietraroia (Selli, 1957), Arenarie di Agnone (Selli, 1962). Il Flysch del Molise è costituito da marne siltose, silt e argille plumbee in strati fini tabulari, alternate a torbiditi pelitico arenacee a granulometria fine. Nella parte bassa (MSO) prevalgono livelli pelitico–marnosi, mentre nella porzione intermedia (MSO) si rinvengono torbiditi di spessore massimo di qualche metro, costituite da arenarie con granulometria medio–grossolana. Nella parte alta della Formazione si riscontra un aumento delle torbiditi pelitico–arenacee (MSOa). Al tetto è presente un membro arenaceo (MSO1) caratterizzato da arenarie torbiditiche giallo–brunastre a grana grossa e strati da medi a spessi con base netta, con banchi solitamente amalgamati. Verso l'alto si osserva una diminuzione degli strati arenacei ed un aumento delle torbiditi pelitico–arenacee e arenaceo pelitiche. L'ambiente deposizionale è quello di avanfossa e le facies sono quelle di conoide/torbidite distale. Il membro arenaceo è in contatto stratigrafico con i

termini MSO e MSOa della Formazione. Lo spessore stimato non è inferiore a 400 m (ISPRA in stampa; Pappone et al., in stampa). L'età dei termini del Flysch del Molise è compresa tra il Tortoniano medio e il Messiniano inferiore. Da un punto di vista stratigrafico, al di sopra, del Flysch de Molise, in *unconformity*, è presente la Formazione delle Arenarie di Colle Riccio, che sono caratterizzate da arenarie giallo-grigiastre a grana medio-grossa e in strati di spessore variabile, compreso tra 30 e 100 cm. Localmente si rinvenno intercalazioni di corpi conglomeratici e la parte bassa della successione è contraddistinta da arenarie a grana medio fine con intercalazioni marnose. Lo spessore stimato è di circa 250 m e l'età presunta è messiniana (Pappone et al., in stampa).

Per quanto riguarda i depositi di copertura quaternari, essi sono costituiti da depositi olocenici derivanti dalla disgregazione fisica dei versanti, quali le falde detritiche, coltri eluvio-colluviali e dai depositi di ambiente fluvio-palustre e lacustre che costituiscono il riempimento del bacino intramontano di Boiano (Amato et al., 2012). Le falde detritiche e le coltri eluvio-colluviali sono costituite principalmente da sedimenti argilloso-siltosi e limoso-sabbiosi. I depositi fluvio-palustri e lacustri del riempimento del bacino si riferiscono al Sintema di Boiano con età compresa tra il Pleistocene superiore e l'Olocene (Pappone et al., in stampa). La parte alta del Sintema di Boiano è costituita dai termini alluvionali ed è, per questo motivo, caratterizzato da alternanze di livelli ciottolosi eterogenei ed eterometrici con o senza matrice argilloso-limosa di colore bruno-marrone e di livelli pedogeneizzati di materiali argillosi e sabbiosi di colore bruno-scuro (Ispra, in stampa).

Da un punto di vista geomorfologico, l'area indagata è caratterizzata sia dalla presenza di forme strutturali sia dalla presenza di forme legate al deflusso delle acque superficiali. Le prime sono connesse, in particolar modo, alle caratteristiche litologiche del substrato; le seconde sono il prodotto di fenomeni di ruscellamento concentrato, quindi riconducibili a incisioni fluviali. Anche tali forme sono, in taluni casi, influenzate dalle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti, e per questo possono essere più o meno ampie e profonde. Sono, inoltre, presenti forme legate alla gravità, quali quelle connesse a fenomeni franosi, che interessano soprattutto i termini marnoso-argillosi delle formazioni affioranti.

3. Elaborati cartografici

3.1 Carta delle indagini

La carta delle indagini, relativa al centro abitato del comune di Cantalupo nel Sannio e la frazione di Taverna, è stata realizzata riportando tutte le informazioni riguardanti le indagini pregresse disponibili per tale sito e le misure dei microtremori realizzate dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

In essa è indicata l'ubicazione d'indagini geotecniche e geofisiche. La documentazione originale delle indagini pregresse è riportata nell'allegato (a). Per quanto riguarda la documentazione relativa alle misure di microtremore, si rimanda alla specifica relazione (allegato e).

Tra le indagini geotecniche n° 18 sono i sondaggi geognostici realizzati a carotaggio continuo.

I sondaggi P13, P14 e P17 sono ubicati all'interno del centro abitato, i sondaggi P1, P3 e P11 sono ubicati nei dintorni del centro abitato, mentre i restanti sono ubicati nella zona pianeggiante in corrispondenza della frazione di Taverna.

La profondità dei sondaggi è compresa tra i 7 m ed i 30 m. Tutti i sondaggi geognostici ad eccezione dei sondaggi P6, P7 e P9, ubicati all'interno della piana, intercettano il substrato geologico ad una profondità dal piano campagna compresa tra 0.5 m e 7.7 m.

La profondità della falda, secondo quanto riportato nella documentazione originale, varia tra 7.4 m (P14), 9.6 m (P11) dal piano campagna per quanto riguarda i dati a disposizione per i sondaggi nei dintorni del centro abitato; mentre è compresa tra 1.3 m (P8) e 5.5 m (P9), con valori medi intorno ai 4 m dal piano campagna per i sondaggi nell'area pianeggiante della frazione di Taverna (vedi documentazione originale, allegato a).

In alcuni sondaggi sono stati prelevati dei campioni per indagini di laboratorio; in questo caso si rimanda alla documentazione originale dell'allegato (a).

Sono inoltre presenti n° 12 prove penetrometriche dinamiche, realizzate tra l'abitato di Cantalupo nel Sannio e la frazione di Taverna.

Per quanto riguarda le indagini geofisiche pregresse, la carta delle indagini riporta l'ubicazione di n° 4 prove *down-hole* e n° 15 indagini sismiche a rifrazione. Sono inoltre presenti n° 4 prove tipo MASW.

Riguardo alle misure di microtremore, sono state realizzate n° 13 misure a stazione fissa all'interno del centro abitato di cui n° 9 sono state realizzate ex-novo dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

3.2 Carta geologico–tecnica

Nella carta geologico–tecnica relativa al centro abitato di Cantalupo nel Sannio sono riportati tutti gli elementi e i dati geologici utili per la definizione di un modello geologico di superficie e di sottosuolo. A tal fine, in essa sono rappresentati, anche gli elementi geomorfologici più significativi, quali gli orli di scarpata morfologica, crinali e picchi isolati. Gli orli di scarpata maggiore di 20 m e quelli compresi tra 10 e 20 m indicano la presenza di un versante ad alta pendenza; la loro ubicazione è strettamente connessa alla presenza di elementi lito–strutturali, tra cui le caratteristiche litologiche dei litotipi affioranti. Un orlo di scarpata con valori compresi tra 10 e 20 m borda il settore occidentale del rilievo su cui si erge il centro storico. Si segnala, inoltre, la presenza di picchi isolati e crinali, la cui genesi è da mettere ugualmente in relazione con le caratteristiche litologiche dei litotipi affioranti. Crinali, più o meno accentuati, contraddistinguono il settore orientale della carta.

Da un punto di vista geologico, il rilievo, sul quale si erge il centro storico di Cantalupo nel Sannio, ed in versanti circostanti sono caratterizzati dall'affioramento dei termini del substrato geologico. In particolare, da un punto di vista litotecnico, s'individua la presenza di un'unica unità rappresentata da alternanza di litotipi stratificati (ALS). Tuttavia è possibile fare una differenza in due sottoclassi: ALSa, ALSb.

La prima (ALSa), inferiore, è caratterizzata da un'alternanza di calcareniti, calcilutiti biancastre e argille marnose di colore grigio–beige. La stratificazione è sempre visibile e gli strati presentano uno spessore variabile da 50 cm a 10 cm, a seconda se affiorano rispettivamente i termini calcarenitici o calcilutitici e marnosi (Fig. 1, allegato b). Tali litotipi sono riconducibili ai depositi della Formazione Longano (ISPRA, in stampa; Pappone et al., in stampa) ed affiorano in zone piuttosto limitate nel settore sud–occidentale della carta. In particolare, essi affiorano lungo il versante posto a monte di “Contrada del Re” ed in alcuni punti lungo la strada che porta a suddetta contrada, dove si possono apprezzare anche i contatti con i termini sovrastanti della sottoclasse ALSb (Fig. 2, allegato b). Il contatto tra i litotipi di ALSa e ALSb è sempre di natura tettonica (Fig. 2, allegato b) ad eccezione di un caso, ad E di località S. Biagio, in cui il contatto è di natura stratigrafica in accordo con le caratteristiche geologico–stratigrafiche dell'area. La seconda (ALSb) è costituita da un'alternanza di sabbie giallastre, arenarie giallo–grigie, marne e argille marnose di colore grigio–verde, riferibili ai termini delle Formazione del Flysch del Molise, in particolare a MSO, MSOa e MSO1, ed ai termini della Formazione delle Arenarie di Colle Riccio (ISPRA, in stampa; Pappone et al., in stampa). La stratificazione è quasi sempre ben evidente e gli strati

presentano spessori variabili da 30 cm a 100 cm circa (Fig. 3, allegato b). Tali litotipi affiorano diffusamente lungo i versanti dell'area analizzata. Le caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche dei depositi di natura flyschioide ed in particolare torbidity, tipiche di ALSb non hanno permesso una differenziazione, in termini di rappresentazione cartografica, le varie litofacies della successione, che mostrano una scarsa continuità laterale. Anche, i sondaggi ben evidenziano la presenza di alternanze di litotipi per questa sottoclasse (vedi sondaggio P17 all'interno del centro abitato). Ad ogni modo, si sottolinea la presenza di zone, discontinue e molto limitate arealmente dove affiorano prevalentemente i termini arenacei della successione, in particolare: in corrispondenza del rilievo sul quale si erge il centro storico di Cantalupo nel Sannio (Fig. 4, allegato b); a nord-ovest del centro storico, nei pressi di "Borgata Papaccio" (Fig. 5, allegato b); lungo il versante che costeggia la strada statale n°17 nei pressi della ex fornace ed infine in corrispondenza del rilievo a nord-ovest della frazione di Taverna. Nei restanti settori prevalgono le fitte alternanze dei termini sabbiosi e argillosi (Fig. 6, allegato b). Tali alternanze, nel settore orientale della carta, sono evidenziate dalla presenza di vallecole a fondo concavo (Fig. 7, allegato b), piuttosto svasate, con eluvio-colluvioni spesse meno di 3 m all'interno, nonché di fenomeni di soliflusso e talvolta colamento. In alcuni punti, ad esempio ad est della "Borgata di S. Biagio", altri elementi che suggeriscono la presenza di alternanza tra sabbie e argille sono rappresentati da piccole sorgenti, che si formano per limite di permeabilità.

Per quanto concerne i depositi di copertura, tra essi si distinguono depositi eluvio-colluviali e falde detritiche, caratterizzati da depositi sabbioso-limosi, poco addensati (13). Tali depositi si rinvengono soprattutto nel settore settentrionale della carta, in particolare nella zona di raccordo tra i versanti e la piana sottostante, nonché, nel caso delle eluvio-colluvioni nelle vallecole più ampie. Nella zona immediatamente a nord del cimitero, si sottolinea il carattere principalmente eluviale di tali depositi. Nel settore nord-occidentale della carta sono presenti depositi di conoide di deiezione, rappresentati per lo più da argille ghiaiose e sabbiose poco consistenti (25). Lo spessore di detti depositi nella zona più distale è di circa 5 m. L'area pianeggiante a nord e a E-ESE è caratterizzata da depositi di tipo fluvio-palustre che costituiscono la porzione sommitale della successione di riempimento del bacino. Nel settore più settentrionale prevalgono depositi sabbioso-argillosi poco addensati (13), ad eccezione dell'alveo del Torrente Rio, all'interno del quale sono presenti depositi con granulometria maggiore. Al di sotto di essi sono presenti alternanze di sabbie, ghiaie argille tipiche di un ambiente deposizionale alluvionale con una variazione laterale di

facies (argine, barra, canale e piana) non cartografabile o rappresentabile in dettaglio mediante sezioni con i dati di sottosuolo a disposizione. Tali depositi, con molta probabilità si trovano, in parte, anche al di sotto dei depositi sabbioso-limosi riferibili ad eluvio-colluvioni. Depositi a granulometria più fine, quali argille limoso-sabbiose caratterizzano il settore a sud dell'abitato di Taverna, nell'area dell'ex fornace, e la restante parte di piana, posta ad E. Si tratta di depositi poco consistenti (25) di piana alluvionale o palustri (*flood basin*) all'interno di un bacino intramontano. Nel settore di piana più orientale, alla base, questa unità è caratterizzata dalla presenza di un'alternanza di depositi grossolani e non riferibili ad un ambiente fluviale (vedi sondaggio P9).

La restante parte delle coperture è rappresentata, poi, da cumuli di frana, presenti nella carta geologico-tecnica all'interno delle aree contraddistinte da instabilità di versante. Tali aree sono localizzate nel settore sud-occidentale della carta, là dove affiorano i termini argilloso-marnosi sia della sottoclasse ALSa sia della sottoclasse ALSb.

La tipologia dei fenomeni è complessa; generalmente si tratta di fenomeni di scorrimento-colamento, che quindi si generano per scorrimento rotazionale, ma che evolvono in colamenti. Per quanto riguarda lo stato di attività dei fenomeni franosi, si evidenzia sia la presenza di fenomeni attivi, sottolineata dal cedimento parziale di qualche opera di contenimento, di sede stradale e qualche abitazione (Fig. 8, allegato b), sia la presenza di fenomeni quiescenti (dati riferiti al rilevamento effettuato nel mese di Dicembre 2012).

Da un punto di vista strutturale, le giaciture degli strati, in generale, mostrano una stratificazione dei litotipi del substrato con immersione verso sud e sud-est.

I due siti sono contraddistinti da faglie dirette ad alto angolo, nella maggior parte dei casi, direttamente osservabili sugli affioramenti. In particolare, nel settore sud-occidentale della carta sono presenti due famiglie di faglie, rispettivamente con orientazione appenninica (NW-SE) ed anti-appenninica (NE-SW). Tali faglie mettono in contatto, come accennato precedentemente, i termini della sottoclasse ALSa con quelli dell'ALSb (Fig. 2, allegato b). Tali sistemi sono compatibili con l'assetto tettonico e strutturale dell'area. Per quanto riguarda le faglie all'interno del bacino posto alla base del rilievo esse presentano un'orientazione circa E-W e NW-SE. Si tratta di faglie ad alto angolo, connesse con il sistema di faglie "bordiere" del bacino di Boiano. In particolare, la faglia, che borda il versante alle spalle della stazione ferroviaria di Cantalupo nel Sannio, con orientazione NW-SE, pur facendo parte del sistema di faglie del bacino di Boiano, ma non si sa con certezza se essa rappresenti un segmento attivo. Nel database delle sorgenti sismogenetiche italiane (Basili et al., 2008; DISS working group

2010) e nei lavori di letteratura (Pappone et al., in stampa e riferimenti interni) non c'è un riferimento specifico a questo segmento di faglia. L'assetto geometrico dell'area esaminata è schematizzato nelle sezioni geologiche (allegato c) discusse in seguito.

3.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello 1)

Le informazioni derivanti dallo studio geologico-tecnico hanno permesso la realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

La carta delle microzone omogenee relative all'abitato di Cantalupo nel Sannio è contraddistinta da n° 7 zone, di cui: una rappresenta zone stabili; quattro zone stabili suscettibili di amplificazioni locali; due zone suscettibili d'instabilità.

Le aree stabili sono caratterizzate dall'affioramento del substrato geologico che si presenta costituito da entrambi le sottoclassi dell'alternanza di litotipi stratificati (ALS).

La zona 1, ovvero zona stabile suscettibile di amplificazioni locali, corrisponde a tutte le aree caratterizzate da sabbie limose poco addensate, riferibili a depositi eluvio-colluviali e di falda detritica, poggianti o direttamente su substrato costituito da una alternanza di litotipi stratificati (ALSb), o su argille limoso-sabbiose con spessore da 1 a 5 m. Spessore stimato fino a 4 m.

La zona 2 è caratterizzata dall'affioramento di argille limoso-sabbiose e argille ghiaiose poco consistenti, con spessore stimato compreso tra 3 m e 5 m, riferibili a depositi di conoide di deiezione, poggianti su substrato rappresentato da un'alternanza di litotipi stratificati (ALSb).

La zona 3 costituita da sabbie argillose poco addensate, con spessore stimato fino a 3 m, riferibili a depositi fluvio-palustri all'interno di un bacino intramontano, poggianti su una alternanza di ghiaie limose-argillose e argille limoso-sabbiose di origine alluvionale.

La zona 4 rappresentata da argille limose poco consistenti, passanti verso il basso ad argille sabbioso-limose, riferibili rispettivamente a depositi fluvio-palustri all'interno di un bacino intramontano, con spessore stimato compreso tra 3 a 6 m, poggianti sia su substrato geologico rappresentato da un'alternanza di litotipi stratificati (ALSb) sia su depositi alluvionali di tipo ghiaioso-sabbiosi.

La zona suscettibile d'instabilità individua tutte quelle aree contraddistinte da fenomeni d'instabilità di versante di tipo complesso, caratterizzate da uno stato di attività quiescente e attivo.

Le colonnine riepilogative per le singole zone distinte in carta e mostranti i rapporti stratigrafici tra le diverse unità riconosciute sono riportate nell'allegato (d).

Per eventuali approfondimenti delle amplificazioni topografiche, si riporta nella carta una traccia di sezione topografica.

Nella carta delle microzone omogenee sono riportati, inoltre, i punti di misura del rumore ambientale con i relativi valori di f_0 .

3.4 Modello del sottosuolo

L'assetto geologico del sottosuolo dell'area del comune di Cantalupo nel Sannio viene mostrato dalle sezioni geologico-tecniche (allegato c) A-A' e B-B', C-C' e D-D', ricostruite rispettivamente per il centro abitato e per la frazione di Taverna.

La sezione A-A' presenta un'orientazione S-N e intercetta una delle faglie dirette che contraddistinguono il rilievo a monte del centro abitato. In particolare, questa faglia con orientazione appenninica e nord-est immergente disloca il substrato rappresentato dal litotipo ALSb relativo alla Formazione del Flysch del Molise. La giacitura mostra la presenza di una struttura monoclinica sud-immergente; in particolare nel settore centrale e settentrionale della sezione si osserva un leggero piegamento degli strati.

La sezione B-B' è orientata W-E. Anche in questo caso è possibile notare la struttura monoclinica est-immergente, con un aumento dell'inclinazione degli strati nel settore orientale della sezione, che caratterizza il substrato definito dal litotipo ALSb. Nel settore orientale sono presenti depositi di copertura, il cui spessore rimane incerto, con un massimo di 3 m, riferibili ad eluvio-colluvioni costituite da sabbie limose poco addensate.

La sezione C-C' è orientata SW-NE. In essa sono messi in evidenza i rapporti tra i depositi di copertura e di riempimento del bacino intramontano presenti nell'area pianeggiante con il substrato geologico che affiora lungo il versante. In particolare, in questa sezione viene intercettata la faglia normale ad alto angolo con orientazione E-W presente all'interno della piana di Boiano. Il substrato è rappresentato dai termini del litotipo ALSb ed è caratterizzato da una monoclinale fagliata sud-ovest immergente. L'inclinazione degli strati è maggiore nel *footwall* della faglia. In quest'ultimo sono inoltre presenti depositi di copertura, i cui spessori e le geometrie sono dedotte dai pochi dati di sottosuolo a disposizione. La parte superiore di tali coperture è costituita da sabbie limose poco addensate in facies eluvio-colluviale e in contatto eteropico con depositi sabbioso-argillosi poco addensati di ambiente fluvio-palustre all'interno del bacino intramontano. Al di sotto di tali depositi, sulla base della stratigrafia relativa al sondaggio P7, si ipotizza la presenza di depositi argilloso-ghiaiosi in contatto eteropico latero-verticale. Lo spessore stimato delle coperture nel settore settentrionale della sezione è di almeno 12 m.

La sezione D-D' orientata NW-SE. Come per la sezione C-C' il substrato è rappresentato dai termini del litotipo ALSb ed è caratterizzato da una monoclinale fagliata sud-est immergente. Il substrato è affiorante nel settore nord-occidentale della sezione. I depositi di copertura sono rappresentati dal litotipo SM relativo alle coltri eluvio-colluviali che lateralmente passa ad argille limose fluvio-palustri. Lo spessore dei depositi argillosi è di circa 6.8 m come indicato dal sondaggio P19 e P18 (vedi documentazione originale, allegato a).

4. Commenti, incertezze ed indagini suggerite

Il rilevamento geologico e geomorfologico effettuato nel comune di Cantalupo nel Sannio ha permesso la definizione di un quadro geologico–tecnico e di un modello geologico piuttosto chiaro, tuttavia non mancano alcune incertezze.

Per quanto riguarda il substrato, le incertezze riguardano la successione flischioide che risulta costituita da alternanze di litotipi e le cui porzioni più arenacee o più pelitiche si presentano, per loro natura, estremamente discontinue sia lateralmente che verticalmente, e per questo motivo non distinguibili cartograficamente.

L'altra incertezza riguarda gli spessori delle coperture. In particolare, nella zona pianeggiante nei dintorni della frazione di Taverna non si conosce con precisione, a causa della mancanza di un numero sufficiente di dati di sottosuolo, lo spessore dei depositi eluvio–colluviali, nonché dei depositi di riempimento del bacino. Riguardo a questi ultimi non si conosce in dettaglio, al di là delle grandi unità che costituiscono il Sintema di Boiano, l'architettura stratigrafica del riempimento più superficiale del bacino ed i rapporti tra i vari litotipi presenti; nei paragrafi 3.2, 3.3 e 3.4, infatti, si è proceduti a sottolineare l'alternanza di depositi ghiaiosi ed argillosi, indicandone il carattere eteropico. Considerando le caratteristiche sismotettoniche del Bacino di Boiano, il maggior dettaglio dell'architettura stratigrafica della porzione superiore del riempimento del bacino riveste importanti implicazioni sia di carattere scientifico sia e soprattutto applicativo in chiave di studi di pericolosità e microzonazione sismica.

Per questo motivo si consiglia la programmazione di alcuni sondaggi geognostici a carotaggio continuo, che intercettino il substrato, con prova *down-hole* da realizzarsi nei dintorni dell'abitato di Taverna.

Inoltre, viste le caratteristiche morfologiche del rilievo sul quale si erge il centro abitato, si rimarca la possibilità di amplificazioni topografiche.

5. Bibliografia

Amato V., Aucelli P.P.C., Russo Ermolli E., Roskopf C.M., Cesarano M. & Pappone G. (2012). *Quaternary morpho-evolution, tectonic and environmental changes in the Boiano intermontane basin (central-southern Italy)*. Rendiconti online della Società Geologica Italiana, 21, 1225–1227.

Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008). *The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology*. Tectonophysics, 453, 20–43, [doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014](https://doi.org/10.1016/j.tecto.2007.04.014)

Blumetti A.M., Caciagli M., Di Bucci D., Guerrieri, L. Michetti A.M. & Naso G. (2000). *Evidenze di fagliazione superficiale olocenica nel bacino di Boiano (Molise)*. In: Atti 19_ GNGTS/01.09, 9 p., CD-ROM. Prospero Editions, Trieste, Italy.

Brancaccio L., Cinque A., Orsi G., Pece R., Rolandi G. & Sgrosso I. (1979). *Lembi residui di sedimenti lacustri pleistocenici sospesi sul versante settentrionale del Matese, presso S. Massimo*. Bollettino della Società dei Naturalisti di Napoli, 88, 275–286.

Cocco E. (1971). *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 161 "Isernia"*. Servizio Geologico d'Italia, 35 pp.

Commissione Tecnica per il supporto e monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (CTMS) (2012). *Microzonazione sismica. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica, vs 2.0*. Roma, 81 pp.

Corrado S., Di Bucci D., Leschiutta I., Naso G. & Trigari, A. (1997). *La tettonica quaternaria della Piana d'Isernia nell'evoluzione strutturale del settore molisano*. Quaternario 10 (2), 609–614.

Di Bucci D., Naso G. Corrado S. & Villa I.M. (2005). *Growth, interaction and seismogenic potential of coupled active normal faults (Isernia Basin, central-southern Italy)*. Terra Nova, 17, 44–55. doi: 10.1111/j.1365-3121.2004.00582.x

Di Bucci D., Corrado S., Naso G., Parotto M. & Praturlon A. (1999). *Evoluzione tettonica neogenico-quaternaria dell'area molisana*. Bollettino della Società Geologica Italiana, 118, 13–30.

DISS Working Group (2010). *Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas*. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, © INGV 2010 – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

- Festa A., Vezzani L. & Ghisetti F. (2006). *Note illustrative della Carta Geologica del Molise. Scala 1:100000*. Regione Molise, 93 pp.
- Galli P. & Galadini F. (2003). *Disruptive earthquakes revealed by faulted archaeological relics in Samnium (Molise, southern Italy)*. *Geophysical Research Letters*, 30, 1266. doi: 10.1029/2002GL016456.
- Gruppo di lavoro MS (2008). *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.
- ISPRA (in stampa). *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000*. Foglio 405 "Campobasso".
- Pappone G., Aucelli P.P.C., Cesarano M., Putignano M.L. & Ruberti D. (in stampa). *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 405, Campobasso*. Servizio Geologico d'Italia (ISPRA), Roma.
- Valensise G. & Pantosti D. (2001). *Database of Potential Sources for Earthquakes Larger than M 5.5 in Italy*. *Annali di Geofisica*, 44, Suppl., CD-ROM.
- Scrocca D., Tozzi M. & Parotto M. (1995). *Assetto strutturale del settore compreso tra il Matese, le Mainarde e l'unità di Frosolone. Implicazioni per l'evoluzione neogenica del sistema di sovrascorrimenti nell'Appennino centro-meridionale*. *Studi Geologici Camerti*, Volume speciale 1995/2, 408–418.
- Selli R. (1957). *Sulla Trasgressione del Miocene nell'Italia meridionale*. *Giornale di Geologia*, s.2 26, 1–54.
- Selli R. (1962). *Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia meridionale*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 3, 737–790.
- Vezzani L., Ghisetti F., Festa A. & Follador U. (2004). *Carta Geologica del Molise*. Regione Molise. S.E.L.C.A. Firenze.

6. Allegati

- a. Indagini pregresse (sondaggi geognostici, indagini geofisiche ecc.)
- b. Documentazione fotografica
- c. Sezioni
- d. Colonne stratigrafiche
- e. Microtremori