

CITTÀ DI GINOSA



PROVINCIA DI TARANTO

STUDIO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI GINOSA

(Prot. n° 14169 del 24.05.2017)



STUDIO GEOMORFOLOGICO

ARKE'

Ingegneria s.r.l.

Via Imperatore Traiano n.4 - 70126 Bari

Prof. Ing. Alberto Ferruccio PICCINNI
Ordine degli Ingegneri di Bari n. 7288

Dott. Ing. Giocchino ANGARANO
Ordine degli Ingegneri di Bari n. 5970
(Direttore Tecnico)

Dott. Geol. Sergio Calabrese
Ordine dei Geologi della Puglia n.214

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Responsabile Settore VI - Area LL.PP.
Ing. Giovanni ZIGRINO

SCALA -	CODICE ELABORATO D1	Relazione
DATA GENNAIO 2018		



Sommario

1. PREMESSA	2
2. GEOLOGIA	3
2.1. Inquadramento.....	3
2.2. Stratigrafia.....	5
2.3. Tettonica	15
3. GEOMORFOLOGIA	18
4. IDROGEOLOGIA	23
4.1. Permeabilità	23
4.2. Acque sotterranee	24
4.3. Acque superficiali	26
5. SISMICITA'	29
6. PAI – PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	35
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	39
8. STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO – SEZIONI GEOLOGICHE.....	42
9. DISSESTI	47
9.1. Dissesti di versante	47
9.2. Dissesti in gravina e nel centro storico	54
9.2.1. Eventi precedenti al 2014.....	56
9.2.2. Gli eventi del 2014	62
9.2.3. Eventi recenti (2017).....	70
9.3. Cavità rilevate nel centro storico.....	72
10. VERIFICA DEL PAI	80
10.1. Norme Geologiche di Attuazione del P.R.G.....	80
10.2. Aree di versante.....	83
10.3. Centro storico	92
11. CONCLUSIONI E INDICAZIONI SUGLI INTERVENTI.....	100



1. PREMESSA

Nel presente studio vengono delineate le caratteristiche geologiche e geomorfologiche degli abitati di Ginosa e Marina di Ginosa in relazione all'individuazione degli elementi di criticità ivi presenti legati ai connotati di pericolosità geomorfologica del territorio, anche in riferimento agli eventi calamitosi culminati nel Gennaio 2014 con il crollo di una tratto della Via Matrice nel centro storico di Ginosa.

Tale indagine è parte integrante dello *"Studio geologico e Idrogeologico del territorio del Comune di Ginosa"* di cui l'Amministrazione comunale ha inteso dotarsi quale strumento di conoscenza propedeutico alla individuazione e programmazione degli interventi di mitigazione e prevenzione necessari, e più in generale per le determinazioni da assumere in ordine alle linee programmatiche di governo del territorio.

Il presente studio è finalizzato all'aggiornamento del PAI e all'individuazione di una proposta di interventi di mitigazione per la messa in sicurezza del centro abitato di Ginosa (TA). A tal fine è stata analizzata la documentazione geologica relativa a vari studi e indagini compiuti sul territorio nell'ultimo periodo, sono stati verificati i necessari riscontri direttamente sul campo. Le risultanze sono esposte nella presente relazione che ha come obiettivo lo studio geologico-geomorfologico mirato alla ripermetrazione della pericolosità geomorfologica del territorio di Ginosa.



2. GEOLOGIA

2.1. Inquadramento

L'area in studio si colloca al margine sud-orientale della *Fossa Bradanica* (*Migliorini C., 1937*) un'ampia depressione allungata da nord-ovest a sud-est originatasi nel plio-quadernario fra la catena appenninica e la piattaforma carbonatica dell'avampese murgiano.

L'ingressione marina portò alla sedimentazione di depositi prevalentemente sabbioso-argillosi sul substrato calcareo ribassato a gradinata verso sud-ovest secondo un sistema di faglie dirette ad andamento appenninico. Nel Pleistocene inferiore un sollevamento regionale in blocco ed il conseguente ritiro del mare verso l'attuale linea di costa determinò l'emersione dell'area bradanica e la formazione di una serie di terrazzi marini e alluvionali connessi con brevi fasi di arresto del ciclo regressivo e di trasgressioni di piccola entità.

In generale lo schema stratigrafico dei depositi plio-pleistocenici della Fossa Bradanica risulta così costituito: in trasgressione sul substrato mesozoico, formato da calcari e calcari dolomitici (*Calcare di Altamura*) si trovano depositi calcarenitici (*Calcareniti di Gravina*) in parte eteropici in parte sottostanti ad argille marnose grigio-azzurre con livelli sabbiosi (*Argille subappennine*); seguono i termini di chiusura del ciclo sedimentario bradanico, rappresentati da sabbie calcareo-quarzose giallastre (*Sabbie di Monte Marano*) eteropiche con calcareniti grossolane giallastre (*Calcareniti di Monte Castiglione*) sottostanti a depositi ciottolosi-conglomeratici e sabbiosi di colore ocraceo-rossastro (*Conglomerato di Irsina*).

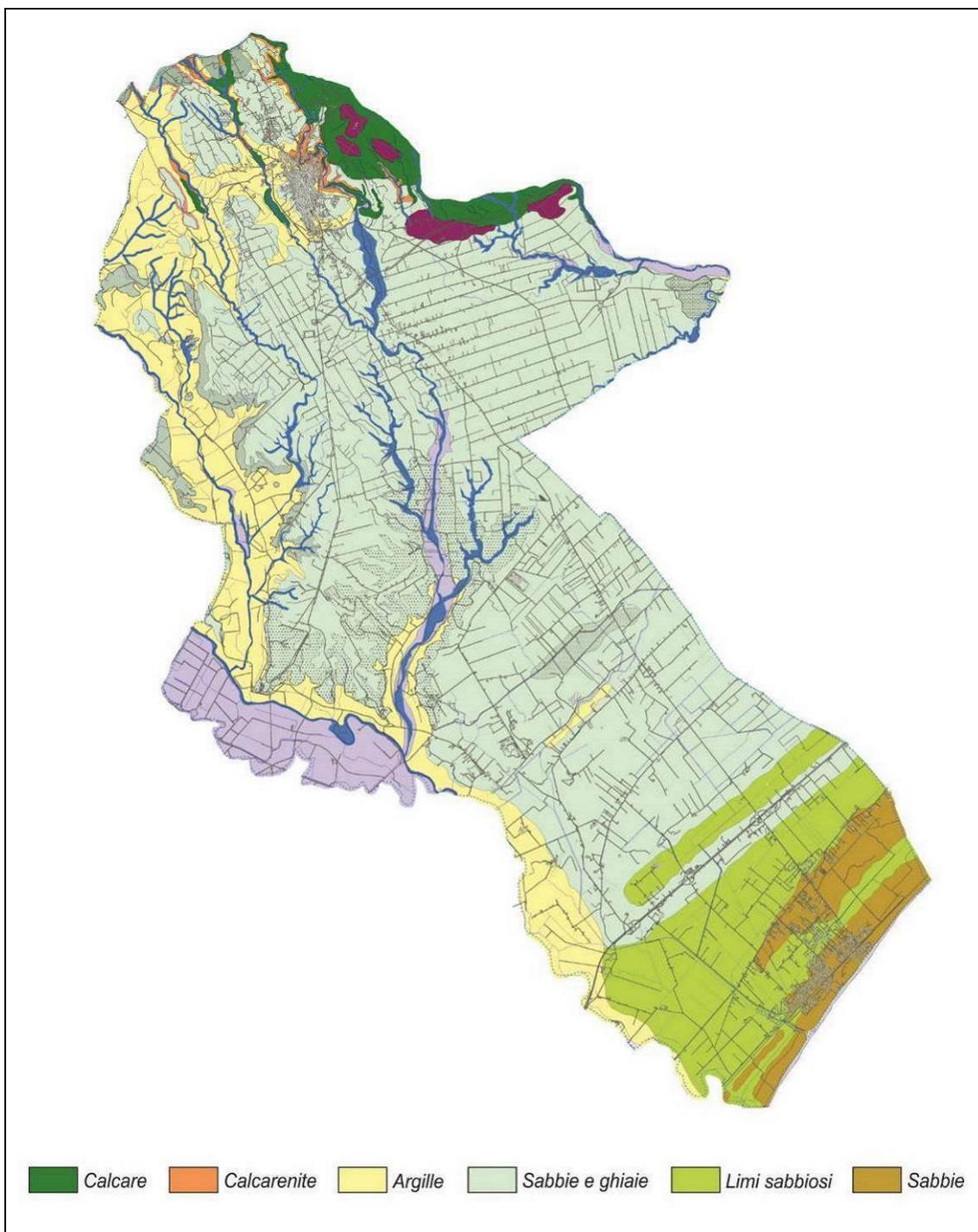


Fig. 1 - Carta geolitologica del territorio di Ginosa

Nell'entroterra del Golfo di Taranto ai sedimenti fin qui descritti è sovrapposta la serie dei cosiddetti depositi marini terrazzati post-Calabrian, prevalentemente sabbioso-limosi e sabbioso-conglomeratici, riconoscibili in otto ordini differenti disposti



parallelamente all'attuale linea di costa e digradanti verso il mare, riferibili ad una successione di brevi cicli sedimentari. In prossimità del mare affiorano i depositi sabbiosi e sabbioso-limosi di spiaggia di età olocenica. Nei fondovalle affiorano i depositi alluvionali olocenici antichi, recenti ed attuali.

2.2. Stratigrafia

Sulla base delle risultanze dei rilievi effettuati e dei dati geognostici rivenienti dal novero delle indagini dirette e indirette disponibili per il territorio in esame è stata realizzata la carta geologica in scala 1:10.000 allegata (cfr. *Fig. 1* e *Tav. D2. 1*).

La successione delle unità litologiche riconosciute in affioramento, descritte nel seguito dalla più antica alla più recente, è la seguente:

Depositi continentali	<i>Depositi alluvionali attuali e recenti</i>
Serie di spiaggia	<i>Dune costiere e spiagge attuali</i>
{ Serie di piana costiera	<i>Depositi argillosi</i>
	<i>Depositi sabbiosi</i>
Serie dei dep. marini terrazzati	<i>Depositi marini terrazzati</i>
{ Serie della Fossa Bradanica	<i>Conglomerato di Irsina</i>
	<i>Sabbie di M. Marano</i>
	<i>Argille subappennine</i>
	<i>Calcarenite di Gravina</i>
Serie dei calcari delle Murge	<i>Calccare di Altamura</i>



Calcarea di Altamura (Senoniano)

Questa è la formazione più antica affiorante nell'area ed è costituita da calcari micritici stratificati di colore bianco, ai quali si intersecano banchi e strati di calcari dolomitici di colore grigio scuro, in prossimità del letto e del tetto della formazione.

Costituiscono la propaggine più meridionale ed occidentale delle *Murge*, al confine con la regione lucana. Nell'area rilevata occupano la parte nord-orientale (località *La Difesella*), ma si rinvencono anche in diversi lembi disposti ad andamento nord-ovest/sud-est in località *Canale Il Palombaro* (a nord-ovest del centro abitato di Ginosola).

Queste rocce si presentano in strati con spessore variabile di 30-150 cm, sono fra l'altro fortemente fratturate e carsificate, con direzione di strato che varia da NO-SE con immersione a sud-ovest, ad O-E con immersione a sud, ed inclinazione degli strati di 20°-25°.

Durante la perforazione di pozzi artesiani lo spessore del Calcarea di Altamura nella zona oggetto di studio è risultato superiore ai 300 m.

L'età è riferita al Senoniano (E. Luperto Sinni, 1965-1966).

- ***Calcarenite di Gravina (Calabriano)***

Sono rocce costituite da clasti calcarei che derivano dal disfacimento dei calcari murgiani, e da grani di natura organogena costituiti da fossili di organismi marini e frammenti di gusci (Foraminiferi, Brachiopodi, Echini, Molluschi), cementati fra loro da sostanza calcitica o calcitico-argillosa; molto scarsa risulta la presenza di granuli di quarzo e miche.



I granuli hanno un dimensione variabile di 0.2-0.7 mm, e solo raramente raggiungono i 2-3 mm. Sono rocce molto porose, poco compatte ed aspetto massiccio, di colore giallo chiaro quando sono alterate, e bianco-giallastre quando invece sono integre.

Ben evidenti sono i segni della tettonica post-calabrianica, che li ha fratturati; queste fratture risultano in alcuni casi rinsaldate per effetto di un cemento calcitico di ricristallizzazione. Le Calcareniti di Gravina poggiano in discordanza angolare sui Calcari di Altamura con un contatto trasgressivo che evidenzia la presenza di una lacuna stratigrafica.

Questa formazione è presente nell'area oggetto di studio in prossimità del centro abitato di Ginosa, lungo l'alveo del Torrente Lagnone (immersione a S ed inclinazione di 15°), lungo il Can. Il Palombaro (immersione a NO e SE con inclinazione di 10°), lungo il canale in località Lucignano (immersione ad est inclinazione di 15°), ed in località il Casone Pugliese ad est del centro abitato del Comune di Ginosa (immersione a sud ed inclinazione di 10°).

L'età è attribuita al Calabriano.

- ***Argille subappennine (Calabriano)***

Questa formazione è costituita da argille marnose e siltose grigio-azzurre, con lenti argilloso-sabbiose e a luoghi sabbioso-argillose, al passaggio con le formazioni sovrastanti. Le argille grigio-azzurre affiorano in continuità stratigrafica al tetto della Calcarenite di Gravina, con un piano di contatto generalmente orizzontale, o leggermente inclinato.



A luoghi sono state rinvenute direttamente sul Calcare di Altamura (località Torrente Gravinella, ad ovest del centro abitato di Ginosa; località Lucignano, al Km 2 della strada Ginosa-Montescaglioso).

Lo spessore di questa formazione raggiunge nell'area studiata, la potenza di circa 120 m (loc. *Zampognara*, Km 4 della strada Ginosa-Montescaglioso).

Questa formazione affiora diffusamente nell'area studiata, è presente nel settore nord-occidentale, cinge il centro abitato di Ginosa da nord a sud sul lato occidentale (*T. Fiumicello, Vallone della Rita*), ed affiora anche a SE in località *Passo di Giacobbe*; costituisce inoltre il substrato su cui si sono successivamente sedimentati i depositi marini terrazzati.

L'età delle *Argille subappennine* è attribuita al Calabriano.

- ***Sabbie di Monte Marano (Calabriano)***

Questo deposito è costituito da sabbie quarzose-calcarifere, a luoghi cementate, con colore variabile dal grigio-giallastro al giallo ocraceo.

Affiorano generalmente nella parte alta dei rilievi della Fossa Bradanica, in concordanza con le *Argille subappennine*; passano lateralmente con un contatto eteropico alle coeve *Calcareniti di Monte Castiglione* (affioranti a nord di Ginosa in loc. *Facciata degli Orti*). I granuli hanno generalmente spigoli vivi, con dimensioni comprese tra 0.5÷1.0 mm.

Lo spessore di questa formazione, è difficilmente valutabile, per via del passaggio graduale alle sottostanti *Argille subappennine*; nell'area studiata comunque tale spessore è di circa 7÷8 m.

La loro età è riferita al Calabriano.



- **Conglomerato di Irsina (Calabriano)**

Il Conglomerato di Irsina rappresenta il termine di chiusura del ciclo sedimentario Plio-Calabriano, ed affiora nell'area studiata in continuità stratigrafica sulle unità sottostanti.

Questo deposito è costituito da un conglomerato poligenico, i cui ciottoli di provenienza appenninica hanno dimensioni di pochi cm., e sono immersi in una matrice sabbiosa di colore giallo-rossastra per alterazione.

I ciottoli sono prevalentemente di natura silicea quarzosa, con forma appiattita, ellissoidale o sferoidale. Nell'area studiata si rinviene in località *Il Palombaro* e loc. *Facciata degli Orti*, con spessore valutabile in circa 3 m.

In relazione alla sua posizione stratigrafica al Conglomerato di Irsina viene attribuita un'età Calabriana.

SERIE DEI DEPOSITI MARINI TERRAZZATI

Nel Pleistocene inferiore un sollevamento regionale in blocco ed il conseguente ritiro del mare verso l'attuale linea di costa determinò l'emersione dell'area bradanica e la formazione di una serie di terrazzi marini e alluvionali connessi con brevi fasi di arresto del ciclo regressivo e di trasgressioni di piccola entità.

Tali depositi marini terrazzati si estendono da Capo Spulico a Taranto, con una variazione di ampiezza, natura litologica, potenza, e con inclinazione sempre rivolta verso il mare, che risulta essere maggiore dove l'ampiezza è minore e viceversa (Cotecchia V. Magri G., 1967).



L'ampiezza dei terrazzi (distanza fra le antiche linee di costa e i cigli delle scarpate verso mare) aumenta progressivamente andando dall'Appennino calabro-lucano verso Taranto, mentre la potenza dei depositi risulta più esigua nell'area posta a nord-est del F. Bradano.

Anche la natura litologica dei sedimenti varia lungo l'anfiteatro ionico in relazione alla natura litologica del substrato e degli apporti fluviali. Essi risultano essere di tipo ghiaioso-sabbiosi e limosi tra il F. Sinni e il F. Bradano, diventano invece calcarenitici e ghiaiosi a nord-est del F. Bradano. Il substrato è costituito dalle *Argille subappennine*, dalle *Calcareniti di Gravina*, dai Calcari di Altamura; nell'area studiata sono trasgressive sulle Calcareniti di Monte Castiglione ed sulle Sabbie di Monte Marano.

Nell'entroterra Ionico, da Capo Spulico a Taranto, sono riconoscibili otto ordini di terrazzi marini, digradanti dal più antico al più recente, tutti rinvenibili in affioramento nel territorio di Ginosola muovendo da monte verso il mare.

- ***Depositi marini terrazzati del I e II ordine (Siciliano)***

I depositi marini del I ordine costituiscono i più antichi sedimenti post-calabrianici esistenti nell'area studiata, poggiano trasgressivamente sulle *Argille subappennine* e sulle *Sabbie di Monte Marano*, lungo una superficie debolmente inclinata verso sud-sudest.

Si estendono ad una quota compresa tra 350÷270 m s.l.m., con uno spessore complessivo di circa 20 m.

Sono costituiti da un livello basale di conglomerato poligenico ad elementi rotondeggianti, di provenienza appenninica, da calcareniti giallastre o rossastre, con



stratificazione incrociata, mentre la parte alta è costituita da ciottoli e ghiaie di provenienza appenninica immersi in una matrice sabbiosa di colore rossastra.

Questi depositi affiorano estesamente con la facies calcarenitica a N e NE dell'abitato di Ginosa, in località *Facciata Degli Orti*, *Pescarella* e il *Palombaro*.

I depositi del II ordine poggiano trasgressivamente sulle Argille subappennine e sulle sabbie di Monte Marano ad una quota che varia tra 185 e 270 m s.l.m., debolmente inclinati verso sud-est.

In questi depositi si distinguono vari livelli (Palmentola G., 1967). Il livello basale è costituito da sabbie con livelli calcarenitici; la parte intermedia è costituita da conglomerati a matrice calcarenitica, ben cementati, mentre l'orizzonte più elevato, che costituisce la chiusura del ciclo, è costituito da ciottoli e ghiaie immersi in matrice sabbiosa di colore rossastra.

Lo spessore totale di questo deposito è di circa 30 m, e costituisce il terrazzo su si estende gran parte dell'abitato di Ginosa, ben osservabile lungo la vallecchia di Via Matteotti. Nei dintorni affiorano estesamente in località *Casone Ricciardi*, a sud-ovest del centro abitato, e in località *Difesa Le Cesine* con la facies calcarenitica.

A questi depositi è riconosciuta un'età siciliana e post-siciliana.

- ***Depositi marini terrazzati di VIII ordine (Tirreniano)***

I depositi dell'VIII ordine costituiscono l'ultimo della serie di terrazzamenti digradanti verso mare.

Sono costituiti da un conglomerato basale, da una parte fina intermedia, e nella parte alta da ciottoli e ghiaie in matrice sabbiosa rossastra. Il substrato è costituito dalle *Argille subappennine* e dai depositi del terrazzo di ordine inferiore.



Questo terrazzo si caratterizza per la presenza di una peculiarità morfologica che lo contraddistingue dagli altri, infatti presenta una serie di dossi arrotondati, che si allungano per qualche chilometro parallelamente all'attuale linea di costa, separati tra loro da deboli depressioni. Queste forme prendono il nome di "*givoni*" e i dossi corrisponderebbero a cordoni litorali costituiti da sedimenti conglomeratici clinostratificati. La parte depressa di queste forme presenta in alcuni casi piccoli reticoli idrografici i cui corsi d'acqua sono paralleli alle strutture stesse.

I dossi fra l'altro sono stati anche sede in passato di zone acquitrinose, nelle quali si sono depositati sedimenti sabbioso-ciottolosi provenienti dagli stessi cordoni, colmati da sedimenti più fini di tipo argilloso-sabbioso.

L'età dei depositi di ottavo ordine è riferita al Tirreniano.

SERIE DI PIANA COSTIERA

I depositi di questa serie si estendono da nord-est a sud-ovest, e sono limitati verso l'interno del terrazzo marino di ottavo ordine e verso lo esterno dai cordoni dunari del litorale.

In questa zona è interessante segnalare la presenza di un piccolo lago di sbarramento costiero, il lago Salinella, circa due km a nord-est della foce del F. Bradano.

Questo lago si sarebbe formato per effetto dell'abbandono del vecchio alveo da parte del F. Bradano, con conseguente sbarramento della vecchia foce, ormai abbandonata, da parte di un cordone litorale. Attualmente questo lago è attivo soltanto nei periodi più piovosi.



- ***Depositi sabbiosi (Olocene)***

Questi depositi sono costituiti da sabbie debolmente argillose di colore grigio-marroncino per la presenza di abbondanti resti organici di natura vegetale.

La composizione di tali sabbie è prevalentemente di tipo quarzoso. Presentano uno spessore di circa 4-5 m., con lamine di tipo piano-parallelo. Poggiano in continuità stratigrafica sui depositi marini terrazzati di ottavo ordine. L'età è riferita all'Olocene.

- ***Depositi argillosi (Olocene)***

Questo tipo di depositi, spesso circa 1 m., è stratigraficamente sovrapposto ai depositi sabbiosi. Sono costituite da argille ed argille-sabbiose di colore grigio-scuro, per via dell'abbondante sostanza organica di natura vegetale in essi contenuta.

I depositi argillosi occupano le zone più depresse della piana costiera, quelle che un tempo erano sede di acquitrini permanenti, e che successivamente sono state bonificate.

Per la loro posizione stratigrafica l'età è riferita all'Olocene.

SERIE DI SPIAGGIA

Questa serie è costituita da depositi sabbiosi delimitati verso l'entroterra della piana costiera, e verso il mare dal livello di bassa marea. Tutto il corpo sedimentario che costituisce la spiaggia è stato messo in posto dalle onde, e da esse viene continuamente ad essere rimaneggiato, così come tutte le strutture sedimentarie in esso contenute.



- ***Dune costiere e spiagge (Olocene)***

Le dune costiere sono costituite da sabbie quarzose, costipate e poco cementate, disposte in cordoni allineati parallelamente alla linea di costa. L'ampiezza di questi cordoni varia nell'area studiata tra 50-100 m..

Si estendono in direzione NE/SO interrompendosi in prossimità della foce del *T. Galaso* e del *F. Bradano*, ed ancora in corrispondenza del centro urbano di Ginosa Marina (perchè hanno subito un forte processo di antropizzazione). Questi cordoni presentano una quota massima di circa 13 m., con laminazione di tipo piano-parallela, hanno sommità arrotondata, e sono in buona parte ricoperti da vegetazione arborea ed erbacea.

I depositi di spiaggia emersa si estendono tra le dune costiere e il livello di alta marea, per una lunghezza di circa 8 Km (dalla foce del F. Bradano a circa 1,0 Km di distanza dalla spiaggia di Riva dei Tessali). Il litorale ha andamento sinuoso, con apice che si protende verso mare in corrispondenza della foce del T. Galaso. Questi depositi sono costituiti da sabbie fini di colore marroncino molto chiaro, a composizione prevalentemente quarzosa, talvolta con sottili livelli di ciottoli piccoli ed appiattiti; le sabbie hanno laminazione piano-parallela con immersione rivolta verso il mare.

La spiaggia ha una ampiezza media di circa 50 m. Il litorale è soggetto attualmente ad un fenomeno di erosione, con formazione di un gradino alto circa 1 m., la pendenza della spiaggia è di 3° 30', l'angolo di battigia 8°.

L'età è riferita all'Olocene.



DEPOSITI CONTINENTALI

Sono i più recenti tra i depositi affioranti nell'area studiata: sono di origine fluviale o alluvionale.

- ***Depositi alluvionali recenti e attuali (Olocene)***

I depositi alluvionali recenti sono costituiti da ciottoli e ghiaie di medie e piccole dimensioni, e da terreni argillosi-sabbiosi con colore che va dal giallastro al grigio-scuro.

Questi depositi con spessore di 1÷2m. presentano spesso una copertura di terriccio scuro e poggiano sui Calcari di Altamura o sulle Calcareniti di Gravina.

Affiorano al fondo dei principali corsi d'acqua (*T. Lagnone, T. Fiumicello, F. Bradano*) e sono incisi dagli alvei attuali.

La natura litologica dei depositi alluvionali attuali dipende dalla composizione delle rocce che costituiscono il bacino idrografico dei vari corsi d'acqua: generalmente si tratta di ciottoli e ghiaie di natura calcarea-calcarenitica e limi di natura argilloso-sabbiosa.

Le dimensioni dei ciottoli, così come lo spessore di questi depositi sono molto variabili. L'età è riferita all'Olocene.

2.3. Tettonica

Posta sul margine orientale della Fossa Bradanica al confine con l'avampaese murgiano, l'area esaminata è caratterizzata dagli effetti riferibili a differenti fasi tettoniche, sia a carattere compressivo, che hanno determinato il dislocamento dei calcari murgiani, sia a carattere disgiuntivo, che hanno interessato sia i terreni pliocenici che il substrato pre-pliocenico.



Lo stile tettonico dell'area si inserisce quindi nello schema strutturale complessivo della Fossa Bradanica a del Tavolato Murgiano (Carissimo L. et al., 1962).

La prima fase tettonica, verificatasi dopo il Cretaceo, ha determinato il sollevamento dell'area che ha portato alla formazione delle Murge, ed è stato causato da una serie di sforzi tettonici di tipo compressivo (con direzione SO-NE) che hanno piegato e dislocato i calcari Cretacei, con la produzione di un sistema di faglie dirette (con andamento appenninico NO-SE), perpendicolari alla direzione di compressione.

Nel tardo Pliocene la seconda fase tettonica ha interessato sia i terreni pliocenici che il substrato pre-pliocenico, ed ha prodotto un sistema di faglie dirette trasversali alle precedenti, che conferiscono al promontorio carbonatico un assetto ad *horst*, con inclinazione degli strati verso SSO.

Sul territorio in esame i segni di questa fase tettonica sono riconoscibili in particolarità morfologiche, brusche variazioni nell'assetto degli strati, allineamenti lungo i quali si sono impostati corsi d'acqua, e nella fratturazione a carico dei calcari murgiani.

Tali faglie, con andamenti NNO-SSE, concentrate nel settore settentrionale dell'area, interessano il canale *Lucignano*, il canale *Il Palombaro*, il *T. Gravinella*, la *V. dell'Arciprete L'Oscurusciuto*, il can. *S. Pellegrino*, la *Gravina di Laterza*, il *T. Fiumicello*.

Ad ovest dell'abitato di Ginosola, lungo il *T. Gravinella*, si osserva un contatto tettonico tra le *Argille subappennine* ed i *Calcari di Altamura*, giustificabile attraverso una finestra tettonica formatasi per l'azione erosiva che ha scavato la coltre di ricoprimento fino a raggiungere i terreni autoctoni del substrato calcareo.



Questa situazione si osserva anche più ad ovest del *T. Gravinella*, lungo il canale *Lucignano*.



3. GEOMORFOLOGIA

Il territorio del comune di Ginosa, posto sul limite orientale della Fossa Bradanica, si estende da una quota topografica di circa 350 m a monte fino a livello del mare e si presenta piuttosto variabile sotto l'aspetto morfologico, ed è pertanto possibile differenziarlo in tre zone omogenee (Boenzi F., Palmentola G., Valduga A., 1976):

1. Un tratto del massiccio murgiano
2. Una zona collinare interna
3. Un tratto dell'entroterra del Golfo di Taranto.

La parte del rilievo murgiano ha un'altitudine compresa tra 140 e 350 m s.l.m., ed è caratterizzata da una serie di bassi rilievi collinari con superfici debolmente ondulate. Queste superfici sono prevalentemente costruite da calcari cretacei, e – a luoghi – da una copertura calcarenitica pleistocenica.

Fenomeni carsici superficiali sono abbastanza evidenti nei calcari cretacei che sono caratterizzati dalla presenza di campi carreggiati allineati secondo fratture preesistenti.

Fra le caratteristiche morfologiche del territorio l'elemento di maggior rilievo è costituito sicuramente dalla presenza della "*Gravina di Ginosa*", tipica incisione erosiva di origine carsica, con pareti a V molto ripide, fondo piatto ed andamento sinuoso di tipo meandriforme, profondità media di circa 40m, incisa parte nel tufo e parte nel calcare. Sui fianchi della gravina si rilevano numerose cavità di interstrato di



dimensioni decimetriche in altezza ma molto allungate in senso orizzontale, spesso riempite di materiali residuali di degradazione della roccia madre. Diretta da nord a sud, la Gravina di Ginosa nasce da *Murgia Terlecchia* (10 Km a NNO del centro abitato). Questa gravina è dovuta probabilmente ad un fenomeno di sovraimposizione, rappresentando un'idrografia impostasi sui depositi plio-pleistocenici per effetto di un sollevamento post-Calabriano, (Trevisan, 1948).

Oltre a queste forme carsiche maggiori, l'area murgiana è caratterizzata dalla presenza di forme minori, quali solchi a doccia, crepacci, vaschette, fori carsici.

Nell'area studiata, il massiccio murgiano occupa la parte nord-orientale, allungato in direzione NO-SE.

La zona collinare interna è compresa tra l'abitato di Ginosa e la Contrada Lucignano (ovest del centro urbano), caratterizzata dalla presenza di depositi argillosi e sabbioso-conglomeratici. Lo stesso centro urbano del comune di Ginosa sorge proprio su uno di questi rilievi tabulari, ad una elevazione massima di circa 250 m s.l.m. nel suo nucleo originario, digradante lungo gli orli periferici verso scarpate argillose a modesta pendenza, mediamente inferiore a 10°.

Questi depositi hanno superfici suborizzontali, o debolmente inclinate a S-SE, in alcuni casi ondulate, interrotte in corrispondenza di gradini morfologici costituiti da orli di antichi terrazzi marini. Le argille di quest'area sono incise da lame superficiali, ed aggredite da fenomeni erosivi che danno luogo a tipiche forme calanchive.

Il tratto dell'entroterra del Golfo di Taranto digrada verso il mare attraverso una serie di depositi sabbioso-conglomeratici. Questi depositi hanno superfici debolmente inclinate verso S-SE, la cui continuità si interrompe soltanto in prossimità di incisioni e



fossi, in alcuni casi anche abbastanza ampi, che solcano la pianura in direzione nord-sud e NE-SO.

Per le finalità del presente studio, partendo dal modello digitale del terreno (DTM) fornito dalla Regione Puglia, è stata elaborata in ambiente GIS la *Carta Clivometrica* relativa al territorio di Ginosola (cfr. *Tav. D2.6 e figure seguenti*) rappresentativa della pendenza naturale dei versanti.

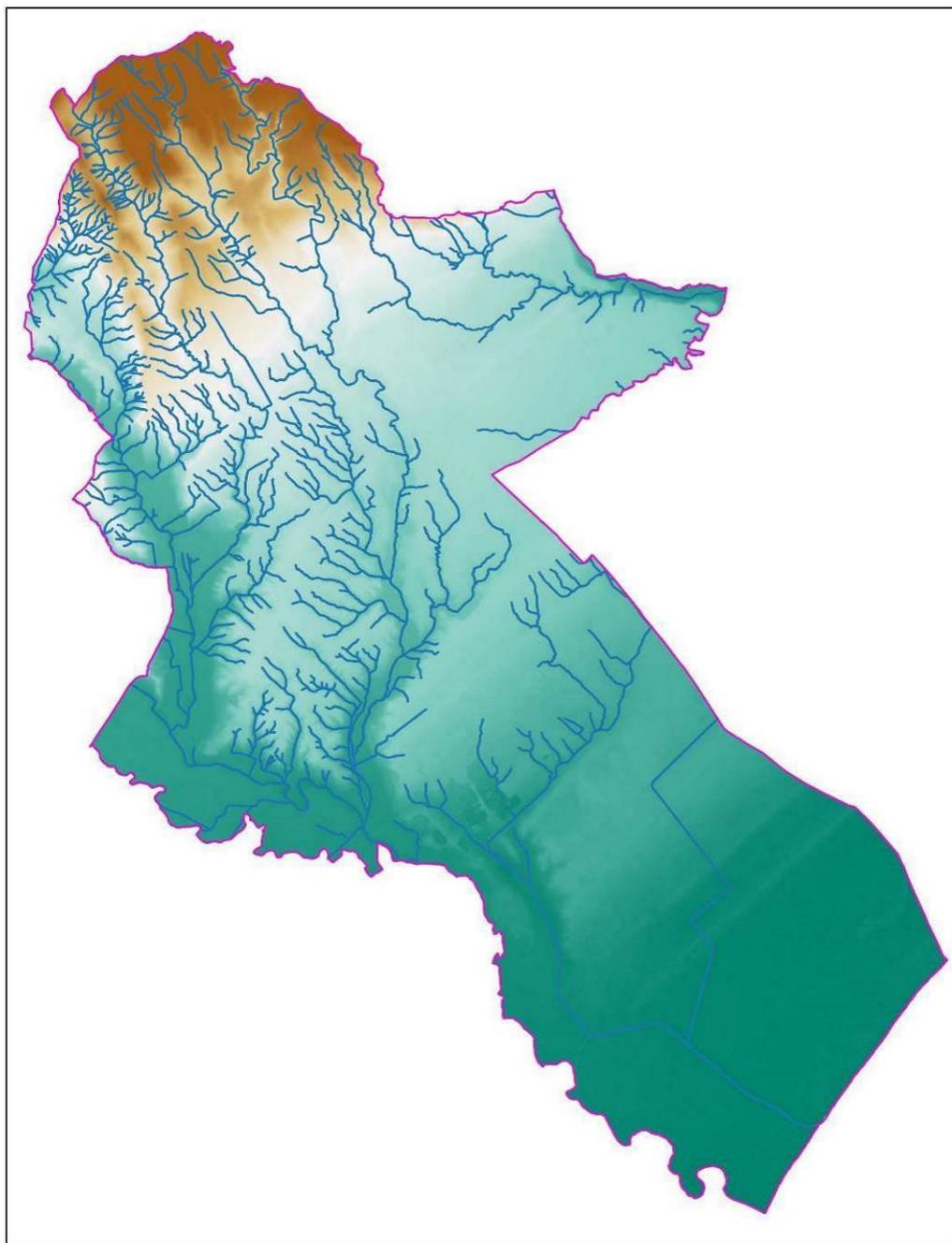


Fig. 2 - DTM - Modello digitale del terreno

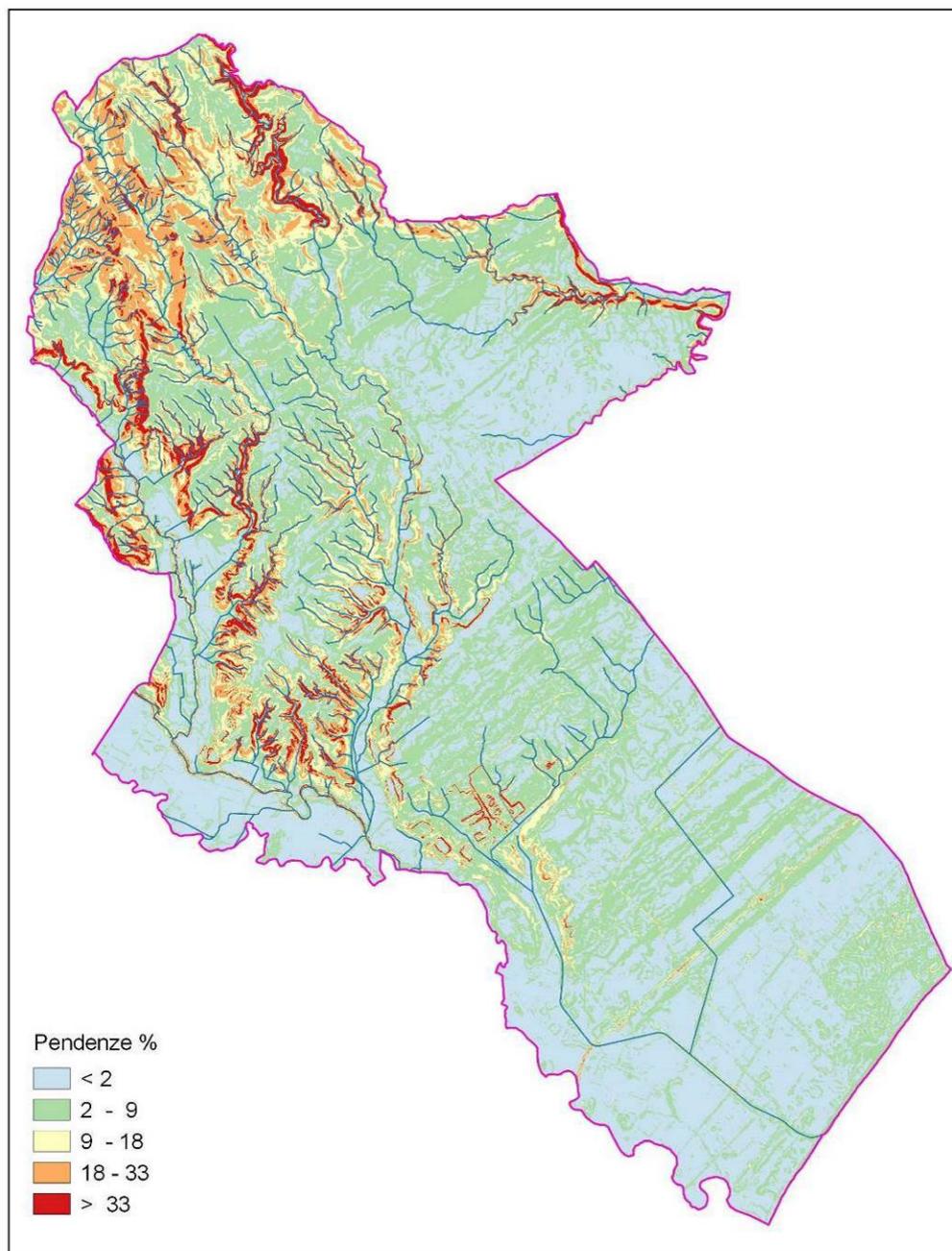


Fig. 3 - Carta dell'acclività del terreno



4. IDROGEOLOGIA

4.1. Permeabilità

Sulla scorta dei caratteri litologici e strutturali fin qui evidenziati è possibile individuare sul territorio in esame diverse unità idrogeologiche, differenziabili in base al tipo e grado di permeabilità, ossia in base alle modalità con cui i terreni interessati si lasciano attraversare dalle acque meteoriche di infiltrazione superficiale.

Sotto questo aspetto le rocce affioranti in tutto il territorio possono essere suddivise in tre tipi fondamentali (cfr. *Tav. D2.3 – Carta idrogeologica*):

Permeabilità delle rocce	
Tipo	Grado
<i>rocce permeabili per fessurazione e carsismo</i>	ALTO
<i>rocce permeabili per porosità di interstizi</i>	MEDIO
<i>rocce impermeabili</i>	BASSO

Al primo tipo appartengono le rocce carbonatiche del Gruppo dei Calcari delle Murge che affiorano nella parte settentrionale del territorio.

Queste rocce infatti presentano una elevata permeabilità dovuta alle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso (giunti di stratificazioni, fratture, ecc.) sebbene alla scala del campione risultino anche molto compatte. Tali fratture vengono poi allargate dalla stessa azione dell'acqua di percolazione oltre che per dissoluzione carsica.



Per la gran parte dei terreni affioranti nel territorio di Ginosa, sia quelli calcarenitici che sabbiosi e conglomeratici, l'attitudine a lasciarsi percolare dalle acque di infiltrazione è subordinata alla presenza di una fitta rete di vuoti intergranulari che sono fra loro comunicanti (*permeabilità per porosità di interstizi*). Questo comportamento è offerto dalle Calcareniti di Gravina, dai livelli conglomeratici dei Depositi marini terrazzati e delle alluvioni recenti, oltre che – in misura minore - dagli orizzonti più sabbiosi della formazione delle Argille subappennine.

I termini più francamente argillosi o limoso-argillosi di quest'ultima unità presentano invece una permeabilità tanto bassa da poter essere considerati *impermeabili* agli effetti pratici. Ciò avviene a causa della mancanza di comunicazione fra i vuoti intergranulari, pure presenti all'interno dell'ammasso dei sedimenti, in modo da rendere impossibile il flusso idrico.

4.2. Acque sotterranee

In base alle caratteristiche di permeabilità dei terreni che caratterizzano l'assetto litostratigrafico entro il territorio di Ginosa è possibile rinvenire due differenti strutture acquifere principali, sovrapposte e separate.

Quella più superficiale è localizzata nei depositi sabbiosi e conglomeratici calabriani e post-calabriani permeabili per porosità ed è sostenuta dal sottostante complesso argilloso impermeabile.

La seconda, di tipo profondo, interessa le formazioni calcaree mesozoiche fortemente permeabili per fratturazione.



Oltre a questi, livelli idrici secondari possono essere rinvenuti isolatamente entro la piana costiera più prossima al mare ed all'interno dei corpi alluvionali dei corsi d'acqua principali.

La **falda acquifera superficiale** trova alimentazione negli apporti meteorici ricadenti sugli stessi affioramenti sabbioso-conglomeratici entro cui ha sede: per questa ragione le sue potenzialità sono piuttosto modeste, e comunque crescono man mano che ci si avvicina alla linea di costa, fino a portate di oltre 50 l/s.

Le profondità di rinvenimento di questa falda variano sensibilmente fra circa 15÷20 m a nord fino a oltre 100 m dal p.c. più a sud, in funzione della quota di rinvenimento del letto argilloso di base. In generale la circolazione avviene a pelo libero, tranne che nella fascia di territorio corrispondente ai terrazzi marini di ordine superiore (VI, VII e VIII) dove, a causa di una spiccata eterogeneità litologica nella struttura stratigrafica del sottosuolo, l'acqua circola anche in pressione ed in alcuni casi si verificano condizioni di artesianismo, con risalita del livello idrico al di sopra del piano di campagna.

La **falda profonda** fa parte di un sistema acquifero molto vasto ed importante a livello dell'intera regione pugliese, traendo alimentazione dagli apporti ricadenti su tutto il massiccio calcareo delle Murge. Qui le acque di precipitazione si infiltrano nel sottosuolo ed attraverso una fitta rete di discontinuità strutturali e cavità carsiche raggiungono i livelli più profondi dove si raccolgono sostenute dalle acque marine di invasione continentale su cui galleggiano per la minore densità.

Dati disponibili su scala regionale testimoniano dell'intensa salinizzazione a carico della falda profonda, causata da uno sfruttamento spesso incontrollato ed



irrazionale avvenuto in passato mediante emungimenti spinti ben oltre le possibilità di rigenerazione della stessa falda.

Le profondità di rinvenimento variano a seconda dell'altitudine dei luoghi e della profondità del substrato carbonatico, fino a circa 500 m dal p.c. nelle zone più meridionali.

Osservazioni sui livelli statici della falda, variabili in generale da circa 15 m s.l.m. fino a pochi decimetri al disopra del livello del mare, sembrano evidenziare due diverse direzioni preferenziali di deflusso rispettivamente secondo le direttrici NE-SO e NO-SE.

La circolazione idrica entro gli **acquiferi alluvionali** presenta caratteristiche sensibilmente variabili da luogo a luogo a causa della forte eterogeneità che contraddistingue la successione litostratigrafica dei materassi alluvionali dei principali corsi d'acqua (*T. Fiumicello, V.ne della Rita, F. Bradano*).

In generale si tratta di falde che scorrono per lo più in pressione, suddivise su più orizzonti. Nei casi più favorevoli, si arriva a registrare portate anche superiori a 60 l/s

Nella *Tav. D2.3 - Carta idrogeologica* sono evidenziate le caratteristiche fin qui descritte con riferimento ai corpi idrici sotterranei individuati nel PTA (*Piano di Tutela delle Acque*) della Regione Puglia e alla relativa codifica.

4.3. Acque superficiali

Le caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo sono in stretta connessione anche con il reticolo idrografico superficiale, essendo quest'ultimo più evidente e significativo in corrispondenza dei territori caratterizzati da una minore permeabilità



che limita di fatto l'infiltrazione nel sottosuolo; di contro ove questa è più attiva, per un maggior grado di permeabilità del sottosuolo, si riscontra un'idrografia superficiale meno sviluppata, o del tutto assente come negli ambienti carsici.

Il territorio di Ginosola è interessato da una rete idrografica abbastanza sviluppata soprattutto in corrispondenza degli affioramenti sabbioso-conglomeratici e limoso-argillosi costituenti la serie dei Depositi marini terrazzati post-calabrianici.



Fig. 4 - Rete idrografica [AdB - Carta idrogeomorfologica Reg. Puglia]



Nel settore centro-occidentale del territorio in esame spicca la presenza del *T. Fiumicello* che, dopo aver ricevuto l'affluente *Can.le Della Vicina*, recapita le sue acque in sinistra del *F. Bradano*, che interessa direttamente il territorio comunale solo per un breve tratto.

Cingono l'abitato del comune capoluogo – rispettivamente ad ovest e ad est – il *T. Gravinella* e il *T. Lagnone* ("*Gravina*" di Ginosola) che, dopo la confluenza dell'uno nell'altro, danno luogo al sistema *Lama di Palo – Vall.ne della Rita* prima di riversarsi in sinistra *Bradano*.

Nel settore meridionale, subito a ovest di Ginosola Marina, il torrente *Il Gàlaso* riversa in mare le acque drenate nelle zone palustri a monte, oggi drenate da una serie di canali di bonifica.

Nella fascia della scarpata pedemurgiana, a est di Ginosola, si evidenzia la presenza di una serie di brevi solchi erosivi che sono percorsi da acqua solo in occasione degli eventi meteorici più significativi. Il più importante fra questi, la *Gravina di Laterza*, segna il confine amministrativo del comune di Ginosola sul suo lato nord-orientale.



5. SISMICITA'

Secondo la classificazione sismica del 2006, elaborata in recepimento dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, l'intero territorio del Comune di Ginosola rientra nella **Zona 3** a sismicità bassa, con un valore dell'azione sismica espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido pari **0.15 g**, nella quale possono verificarsi terremoti anche forti ma rari.

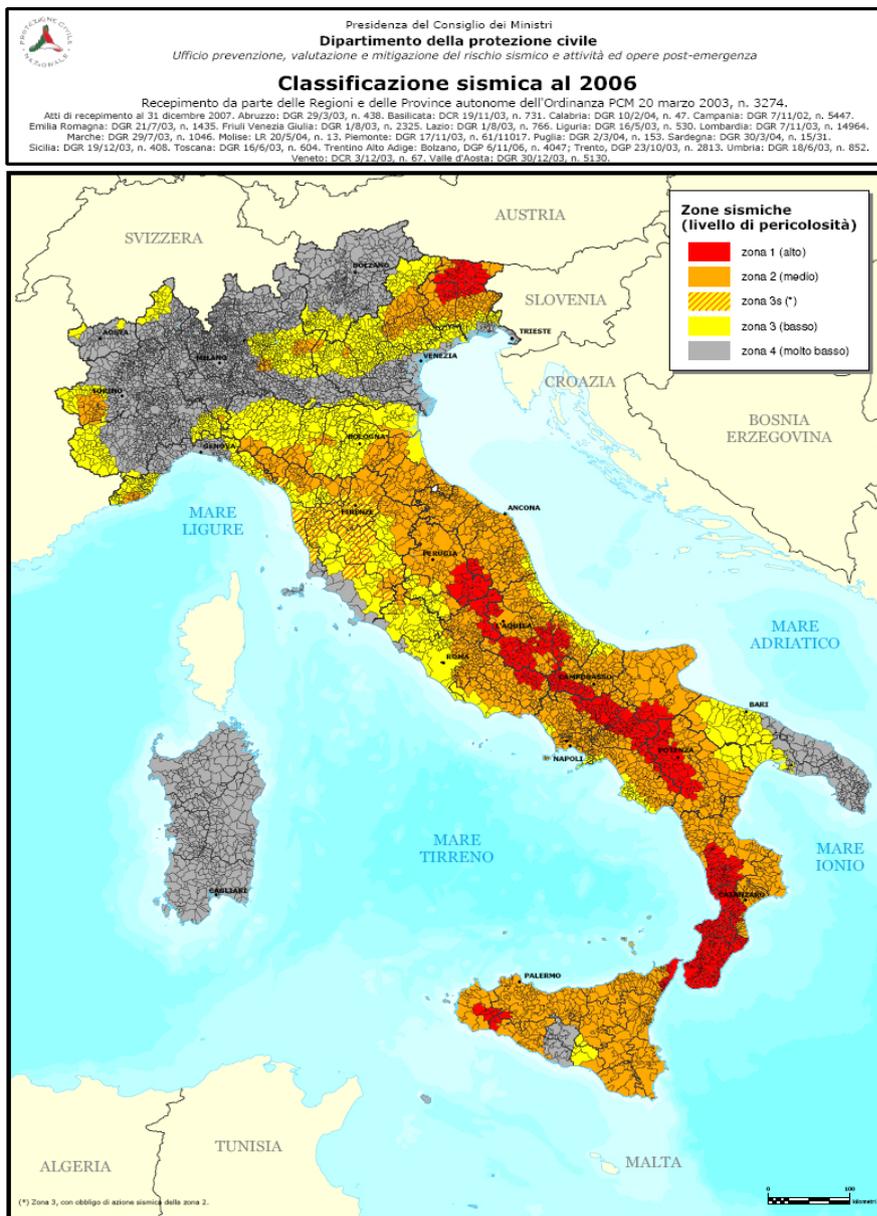


Fig. 5 - Zone sismiche al 2006

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 ha fornito uno strumento aggiornato per la classificazione del territorio, introducendo intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle zone sismiche, secondo cui per Ginosola risulta $0.150 < ag \leq 0.175$.

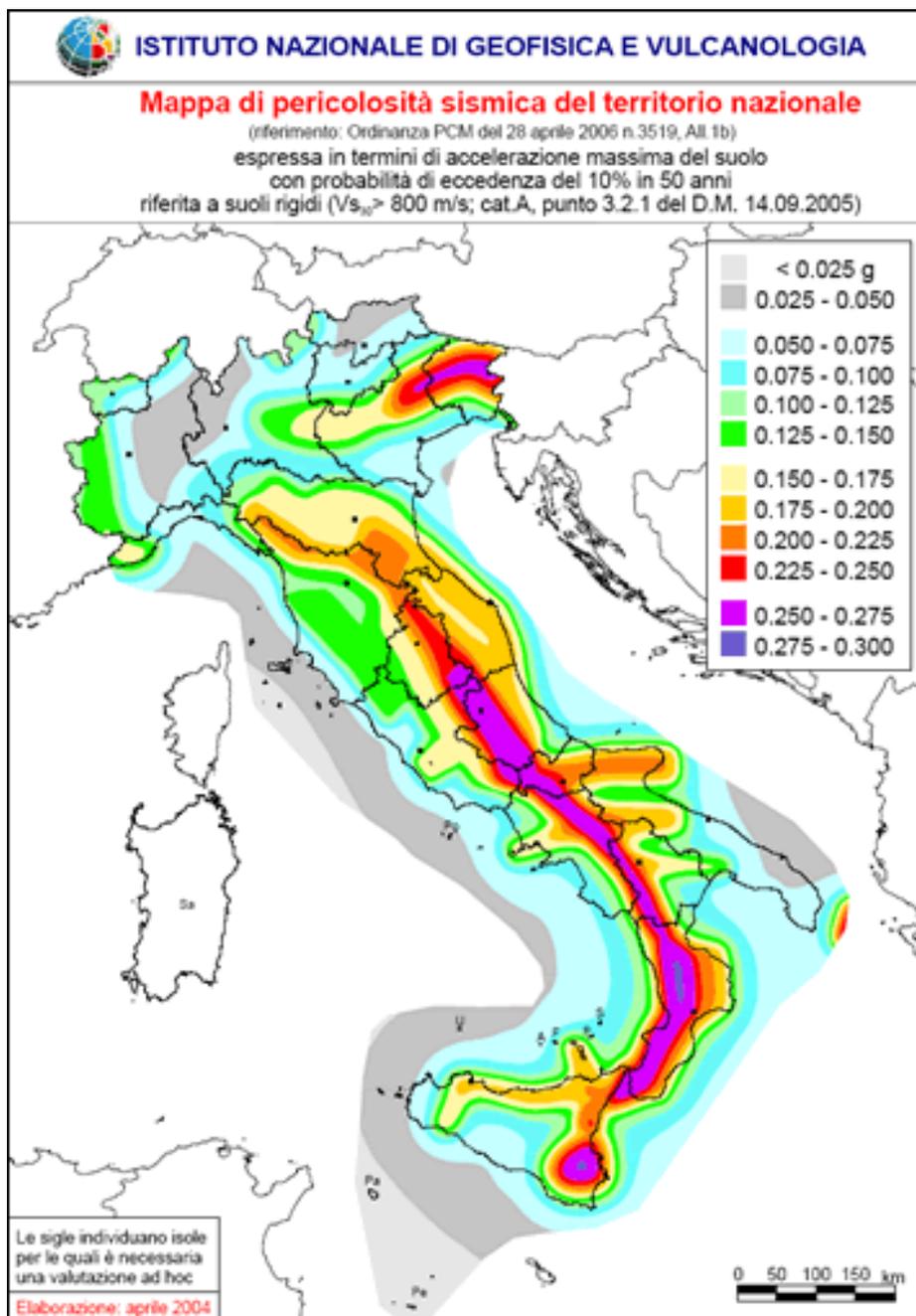


Fig. 6 - Mapa di pericolosità sismica del territorio

La *storia sismica* delle località sul territorio nazionale, può essere ricostruita dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano – DBMI15 che fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale dall'anno 1000 al 2014, sulla base di 122701 dati di intensità relativi a 3212



terremoti. (Locati M., et al. (2016) - DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database - INGV)

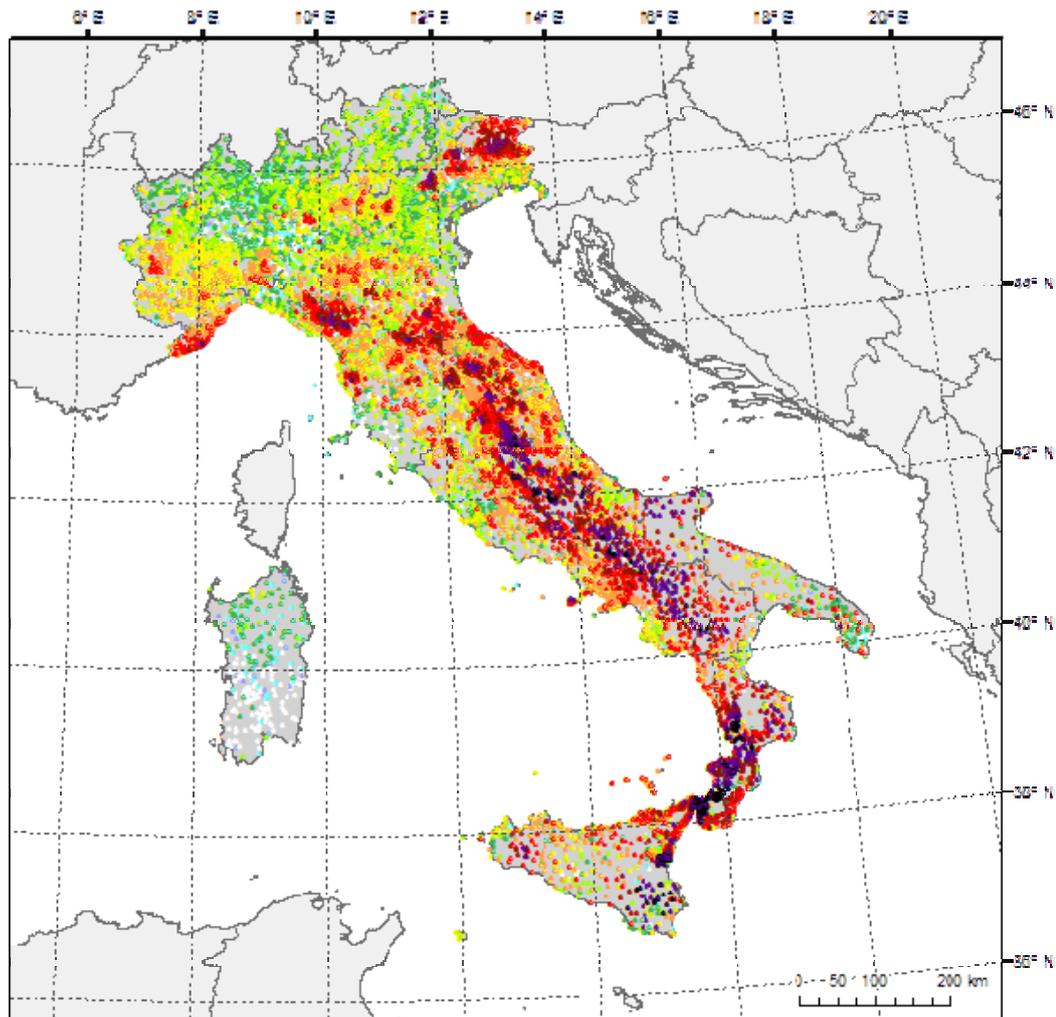


Fig. 7 - Distribuzione delle intensità massime osservate per le 15213 località italiane



Ginosa PlaceID IT_62448 Coordinate (lat, lon) 40.578, 16.758
 Comune (ISTAT 2015) Ginosa Provincia Taranto Regione Puglia
 Numero di eventi riportati 21

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1836	04	25	00	20		Calabria settentrionale	44	9	6.18
7-8	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
2-3	1894	05	28	20	15		Pollino	122	7	5.01
4	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11
3-4	1897	02	11	23	33	0	Ionio meridionale	96	5	5.03
4	1897	05	28	22	40	0	Ionio	132	6	5.46
5-6	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
5	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
4	1932	03	30	09	56	2	Bassa Murgia	28	5	4.54
5	1951	01	16	01	11		Gargano	73	7	5.22
5	1956	01	09	00	44		Materano	45	6	4.72
5	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6	4.75
5-6	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1988	04	13	21	28	2	Golfo di Taranto	272	6-7	4.86
2-3	1990	02	18	20	10	4	Adriatico centrale	46		4.24
5-6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
4-5	1991	04	18	19	24	0	Piana di Metaponto	26		4.13
4-5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
NF	1994	01	07	18	30	1	Golfo di Taranto	26		4.03
2	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
NF	2006	06	22	19	34	5	Costa calabro settentrionale	161		4.70

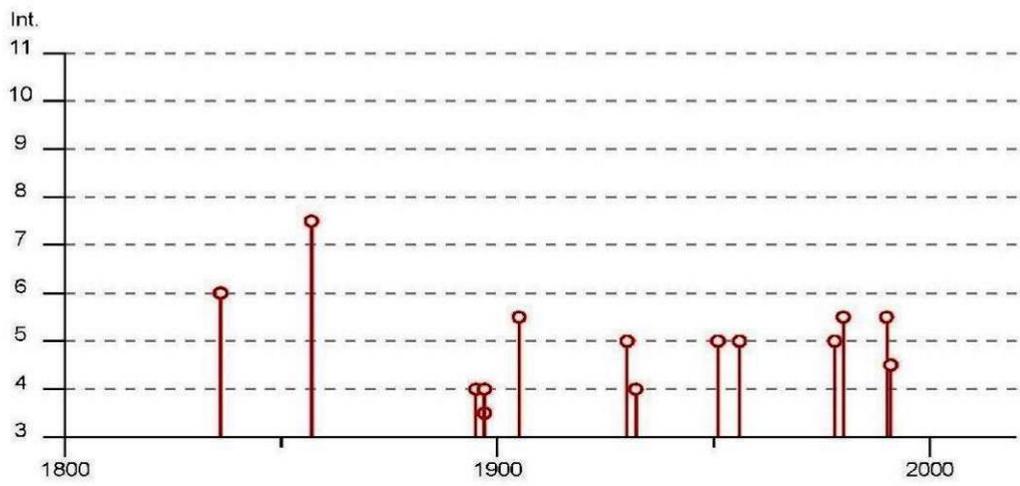


Fig. 8 - Storia sismica di Ginosa, DBMI15 (2016)



Marina di Ginosa PlaceID IT_62449 Coordinate (lat, lon) 40.428, 16.890
Comune (ISTAT 2015) Ginosa Provincia Taranto Regione Puglia
Numero di eventi riportati 5

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	1991	04	18	19	24	0	Piana di Metaponto	26		4.13
3-4	1994	01	05	13	24	1	Tirreno meridionale	148		5.82
3	1995	05	29	20	44	2	Val d'Agri	103	5	4.18
3	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15

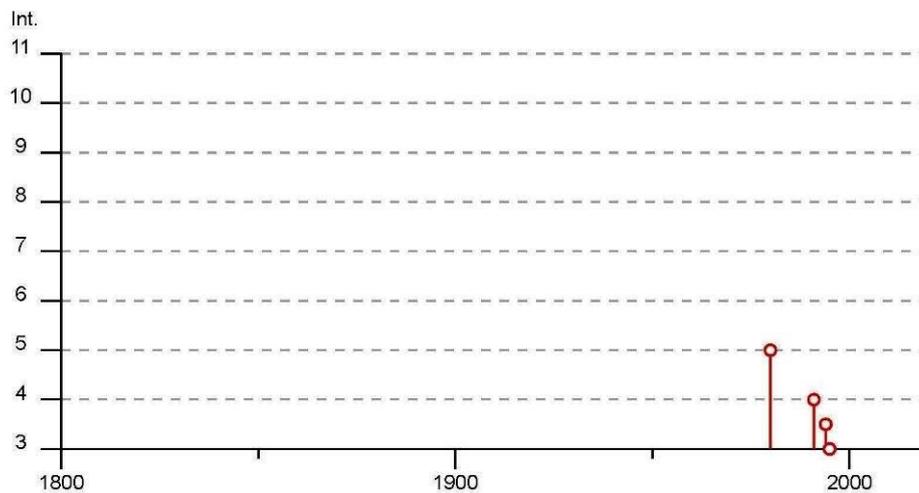


Fig. 9 - Storia sismica di Marina di Ginosa, DBMI15 (2016)

Dalla consultazione dei dati macrosismici relativi al territorio di Ginosa si evince che il terremoto percepito con maggiore intensità risale al 1857 (*Basilicata, Intensità epicentrale 11 MCS, Int. locale 7-8*); per Ginosa Marina non risultano registrazioni antecedenti al sisma in Irpinia del 1980, percepito localmente con Intensità 5, a cui fanno seguito altri eventi con intensità minori di 4.



6. PAI – PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (**PAI**) è un piano territoriale che individua nel *bacino idrografico* l'ambito fisico di riferimento per gli interventi di pianificazione, gestione e tutela del territorio (L. 183/89) e contiene *“l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia, nonché le misure medesime”* (D.L. 180/98 e succ. mod. e int.).

In base alla sua conformazione fisica il territorio di Ginosa ricade in parte sotto la competenza dell'*Autorità di Bacino della Basilicata* (per il comune capoluogo), mentre l'abitato di Ginosa Marina rientra nella competenza dell'*Autorità di Bacino della Puglia*.

Con l'entrata in vigore del D.M. n.294/2016 è stata avviata la riorganizzazione delle modalità di governo in materia di difesa del suolo con il trasferimento delle competenze delle Autorità di Bacino regionali alla *Autorità di Bacino del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale*.

Nelle pagine che seguono si riportano gli stralci cartografici del PAI vigente, sia per Ginosa che per Marina di Ginosa, così come resi disponibili per la diffusione al pubblico tramite i siti web istituzionali dell'AdB di Basilicata e di Puglia.

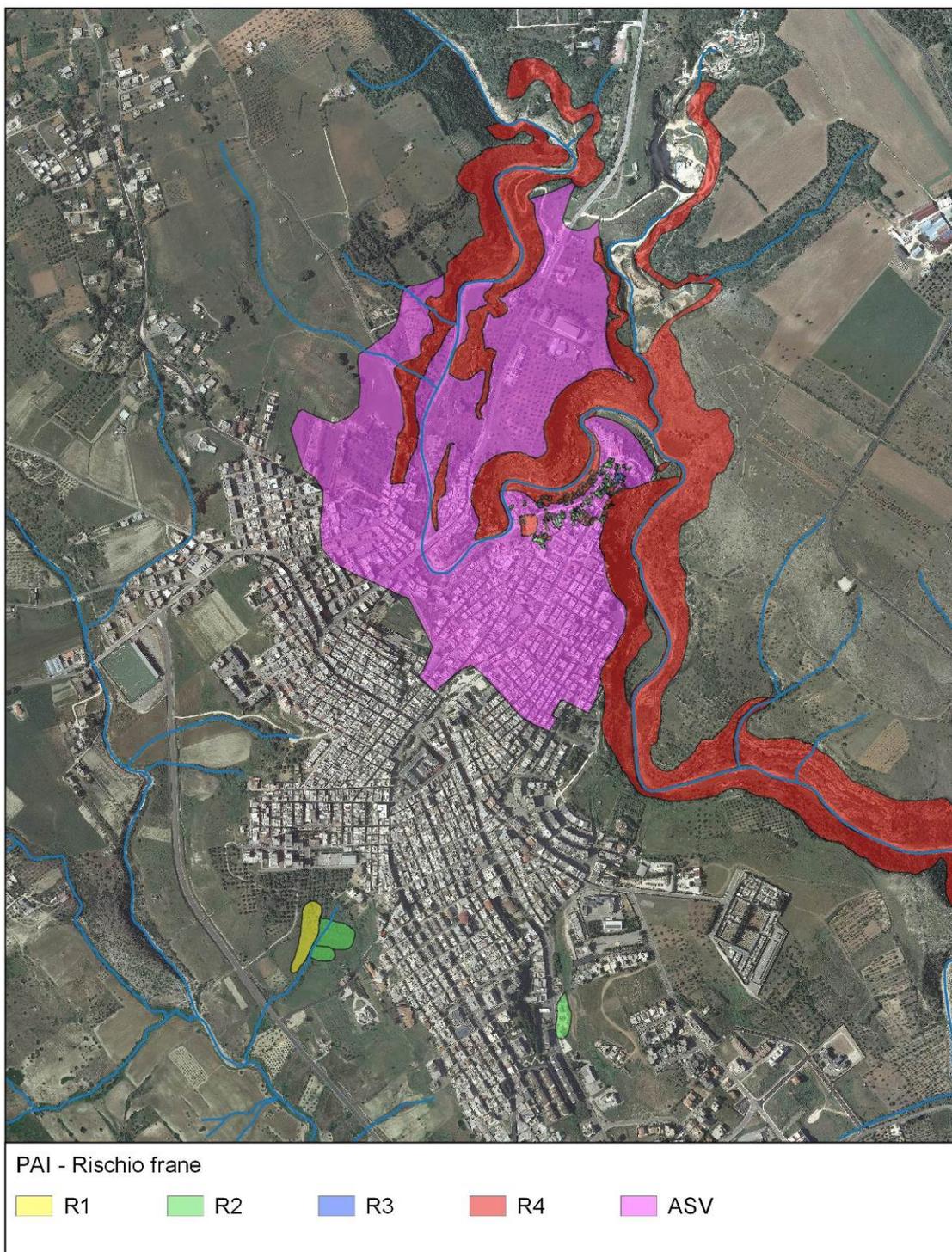


Fig. 10 - Ginosola, rischio frane (AdB Basilicata – PAI)

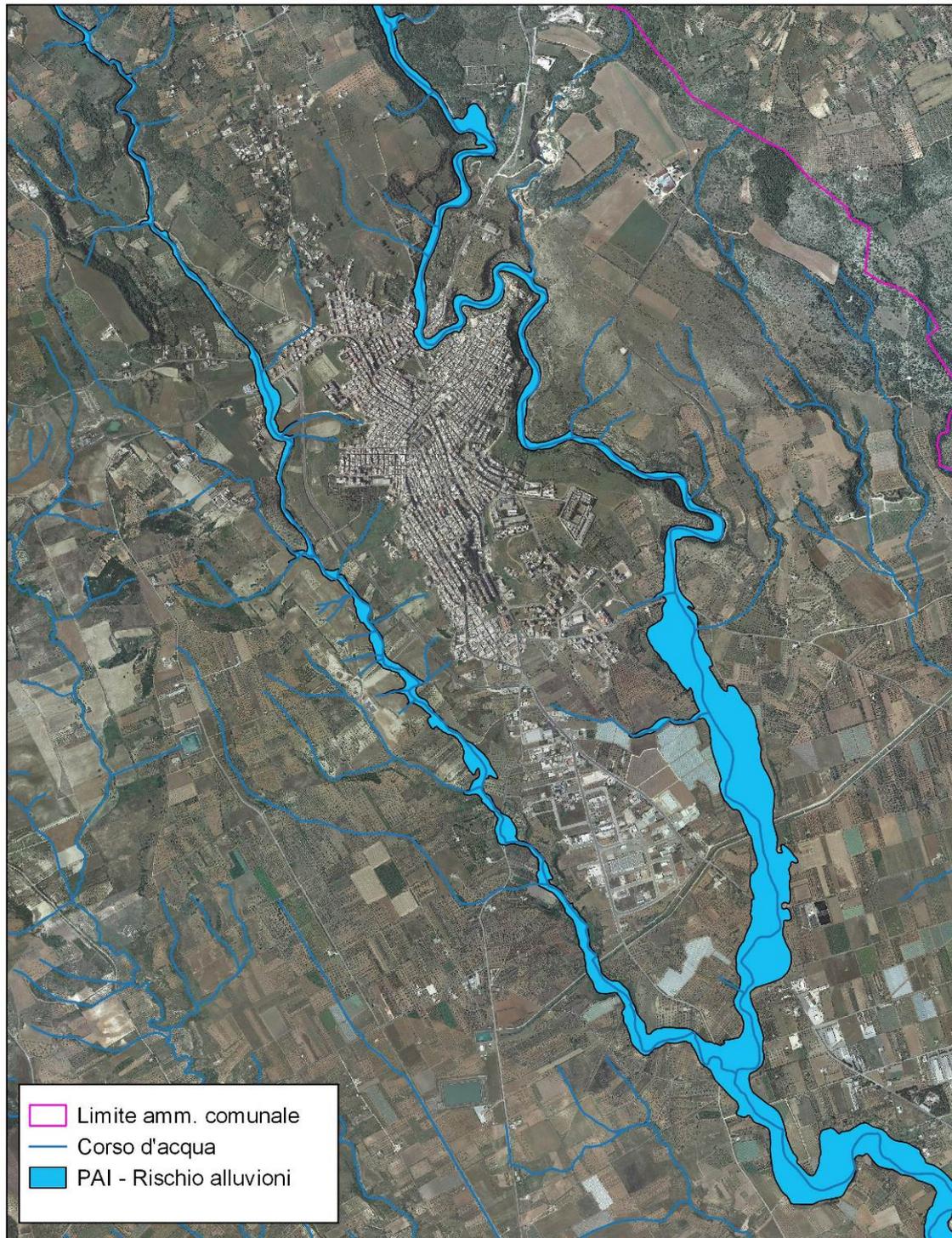


Fig. 11 - Ginosa, rischio alluvioni (AdB Basilicata – PAI)

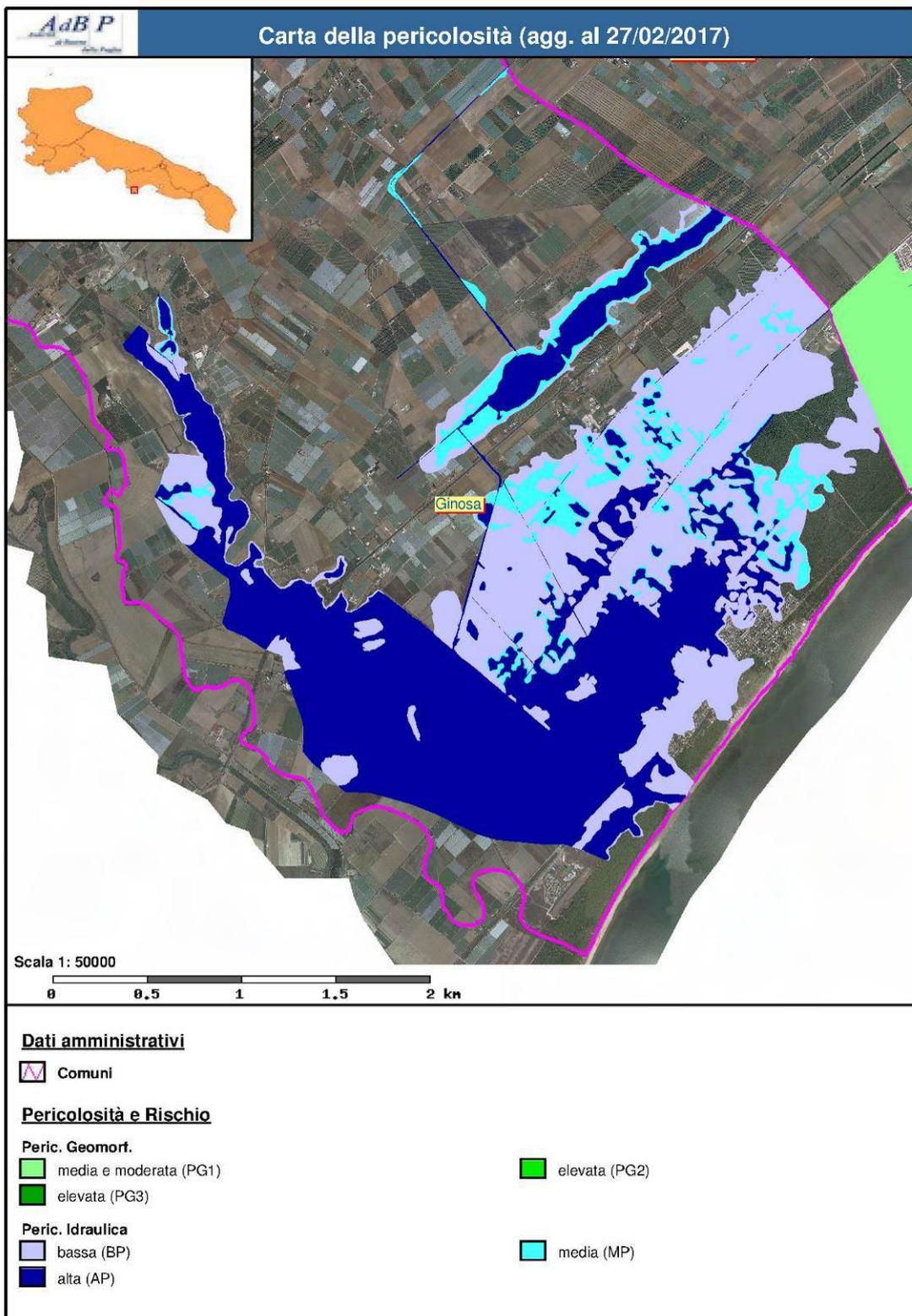


Fig. 12 - Marina di Ginosa, rischio alluvioni (AdB Puglia – PAI)



7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per conseguire gli obiettivi del presente studio, al fine di accertare l'assetto geologico e geomorfologico del territorio nei riguardi degli abitati di Ginosa e Marina di Ginosa, sono state effettuate specifiche indagini geognostiche consistite in :

- rilevamento geologico del territorio in esame;
- interpretazione fotogeologica delle foto aeree;
- raccolta ed analisi critica dei dati geognostici già disponibili, rinvenienti da precedenti studi applicativi e indagini geognostiche sul territorio.

Il dettagliato rilevamento geologico delle aree in esame, integrato dall'analisi fotogeologica, ha consentito di definire i caratteri stratigrafici e strutturali del sottosuolo, la natura litologica e la degradabilità delle formazioni affioranti, i lineamenti geomorfologici e la loro tendenza evolutiva, oltre che lo schema idrogeologico e i caratteri della circolazione idrica nel sottosuolo, così come fin qui esposti nei paragrafi che precedono.

Sulla base delle conoscenze acquisite è stata altresì elaborata la cartografia tematica analitica allegata alla presente.

Per quanto riguarda l'esame critico della documentazione geognostica disponibile è stato fatto riferimento alle risultanze dei seguenti lavori:

- *"Indagini geologiche e geotecniche nei rioni Giancipoli, Populicchio e Piantata dell'abitato di Ginosa"* (Regione Puglia-Ufficio del Genio Civile di Taranto, marzo 1985) realizzato ai fini della verifica delle zone urbane da consolidare ai sensi



della Legge 9.7 1908 n° 445.

Nell'ambito del suddetto studio furono realizzati n° 54 sondaggi meccanici a carotaggio continuo, integrati da analisi geotecniche di laboratorio e prospezioni sismiche.

- *"Indagini geognostiche relative al progetto di restauro della Chiesa Matrice in Ginosola"* (1992), ubicata nel centro storico al termine di Via Matrice prospiciente la gravina, con esecuzione di sondaggi meccanici e prospezioni geofisiche;
- *Studio geologico* a supporto della redazione del P.R.G. del Comune di Ginosola (1997), con esecuzione di sondaggi meccanici e prospezioni geofisiche nelle aree ubicate nel settore nord-occidentale dell'abitato di Ginosola;
- Studio geologico a supporto del *"Progetto dei lavori di potenziamento e ristrutturazione dell'impianto depurativo di Ginosola, sito in C.da Siero delle Vigne"* (Ginosola, 2000) a sud del centro urbano, con esecuzione di n° 5 sondaggi meccanici a carotaggio;
- *"Ispezioni speleologiche e rilievi di cavità presenti lungo una porzione del Centro Storico di Ginosola"* (Federazione Speleologica Pugliese – 2014);
- Relazione tecnica sulle *"Attività di studio del CNR-IRPI a seguito dei dissesti idrogeologici del 21 gennaio 2014"* (Ginosola, 2014);
- Relazione sulle attività di *"Monitoraggio del dissesto idrogeologico del 7-8/ottobre/2013"*, Ordine dei Geologi della Puglia, 2014;
- *"Crollo di Via Matrice - Lavori di indagine e rimozione dei materiali lapidei crollati e instabili"* (Ginosola, 2016), con esecuzione di sondaggi meccanici, profili georadar e rilievo laser scanner;
- Indagine geognostica per i lavori di realizzazione di un sottopasso ferroviario in Marina di Ginosola (1995);
- Indagini geognostiche per i lavori di realizzazione di un villaggio turistico e un sottopasso ferroviario in Loc. Torre Mattoni (Marina di Ginosola. 2003), con esecuzione di sondaggi meccanici e prove penetrometriche spt;



- Studio geologico a supporto del progetto dei lavori di *“Realizzazione dei sistemi di collettamento differenziati per le acque piovane”* in Ginosa e Marina di Ginosa (2004).

Le risultanze delle suddette indagini sono state criticamente analizzate ed integrate al fine di ricostruire il quadro generale dell'assetto litostratigrafico del sottosuolo nelle aree urbane e periurbane di Ginosa e Marina di Ginosa.

In allegato alla presente si riportano le schede stratigrafiche relative alle indagini geognostiche su menzionate, la cui ubicazione è cartografata negli elaborati *“Tav. D2.4.a-b – Ubicazione indagini”*.



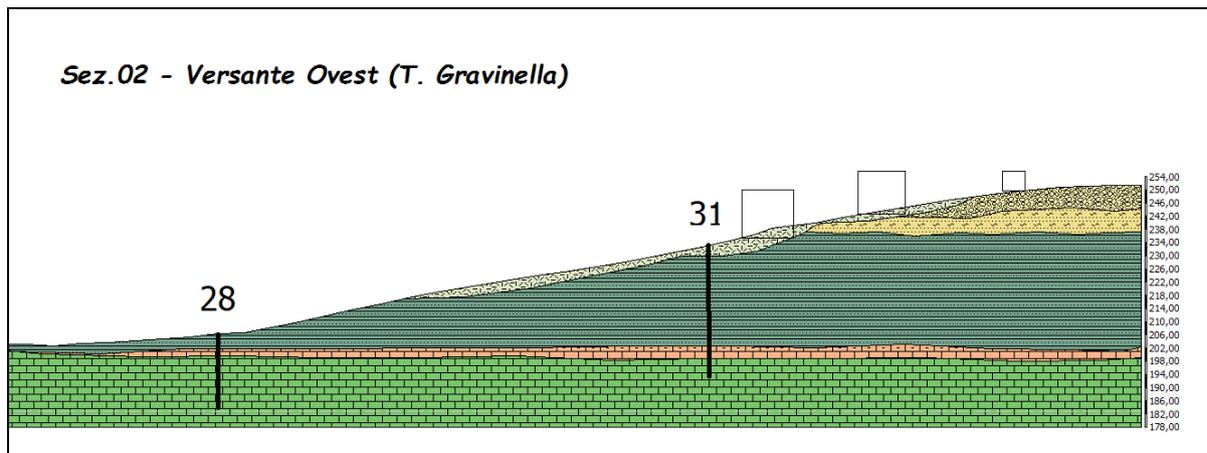
8. STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO – SEZIONI GEOLOGICHE

Sulla base della documentazione geognostica disponibile è stato ricostruito l'assetto litostratigrafico di dettaglio del sottosuolo, che in generale è risultato coerente con le indicazioni già delineate nell'inquadramento geologico generale dell'area.

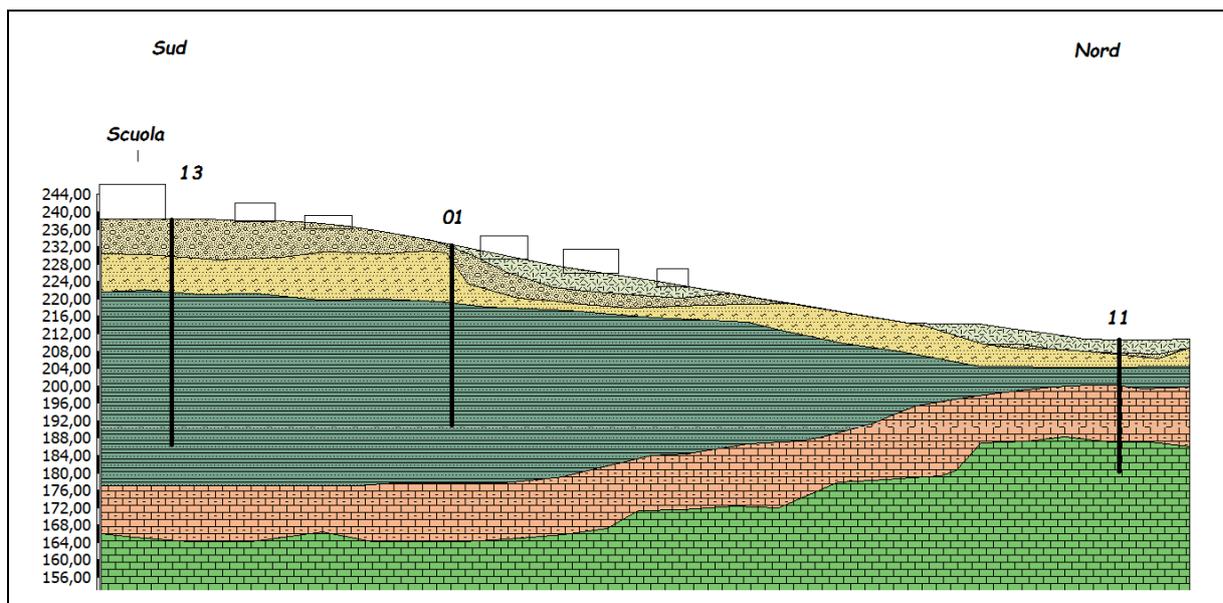
Per quanto riguarda Ginosola, il settore nord-occidentale dell'abitato ricade nelle zone di affioramento dei sedimenti sabbioso-conglomeratici del terrazzo marino di I ordine (*Depositi marini terrazzati*).

Al di sotto della copertura superficiale di suolo agrario si rinviene un'alternanza di orizzonti conglomeratici sabbioso-ghiaiosi, variamente cementati, alternati a livelli francamente sabbiosi ed a livelli calcarenitici, per una potenza di circa 20 m. Ad una quota di circa 282 m si rinviene un livello limoso-argilloso attinente alla formazione delle *Argille subappennine* con spessore di circa 2÷3 m, seguito a circa 280 m slm da un banco di sedimenti calcarenitici (Calcareniti di Gravina) con potenza superiore a 12 m.

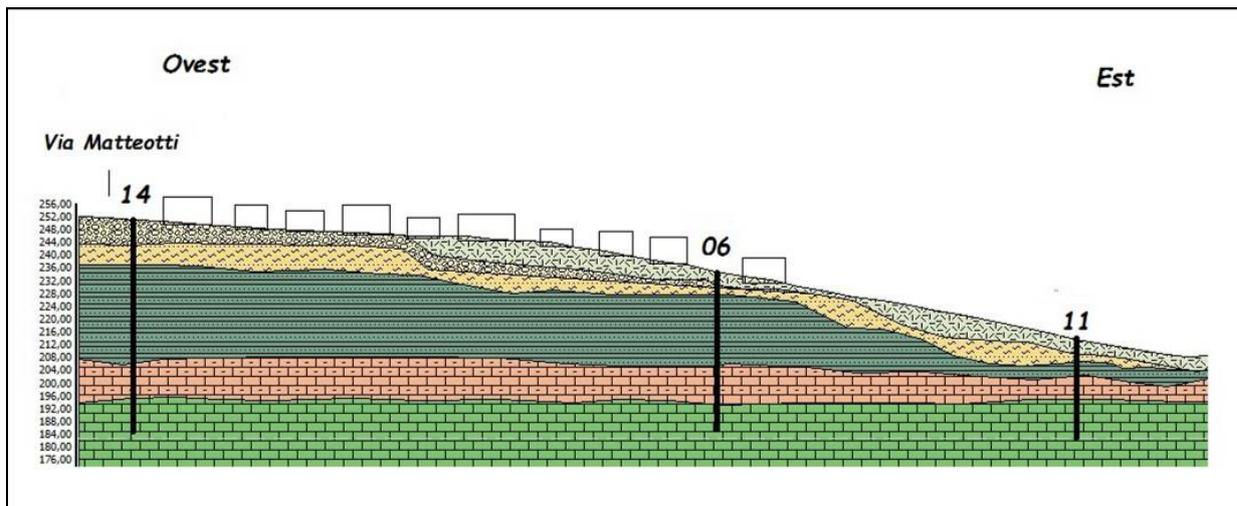
Lungo il pendio prospiciente il *T. Gravinella* i sondaggi disponibili evidenziano la profondità del substrato calcareo ad una quota media di circa 203 m, con uno strato sovrastante di calcarenite di spessore di circa 2÷3 m, seguito verso l'alto da una copertura di argille e sabbie di spessore fino a 40 m.



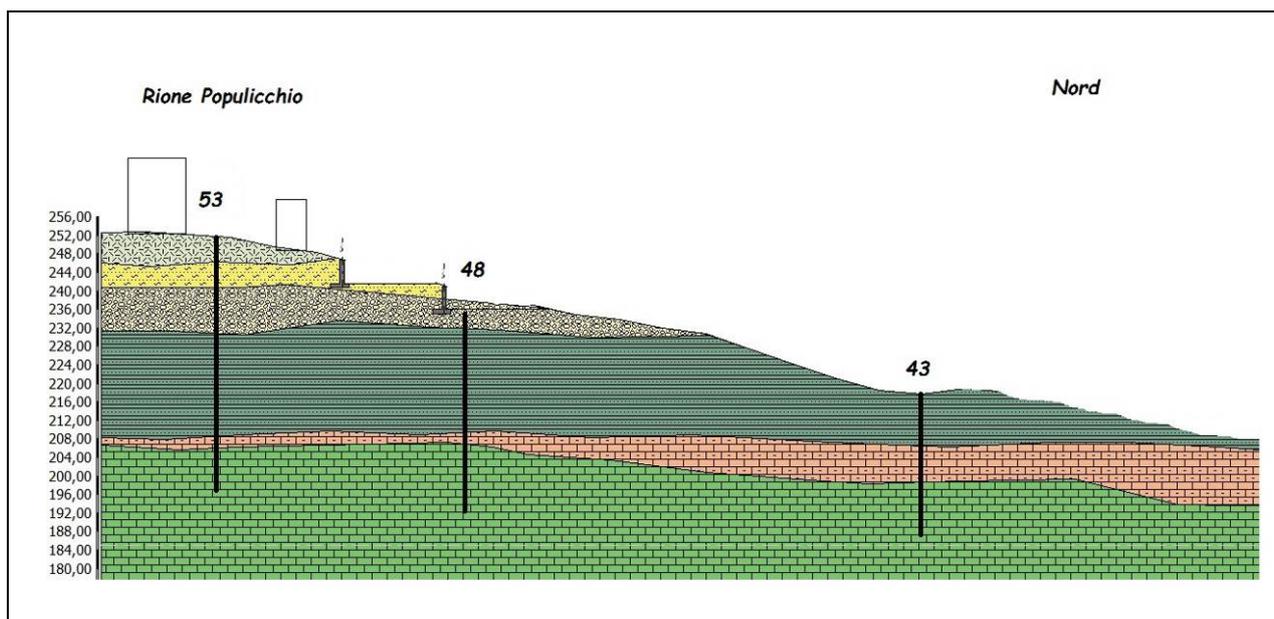
La quota di reperimento del substrato calcareo risulta sempre più approfondita spostandosi verso SSE.



Ad est dell'abitato, sul versante opposto verso la *Gravina (T. Lagnone)*, la situazione non è differente: la quota di rinvenimento del substrato calcareo varia intorno a circa 200 m slm, approfondendosi progressivamente verso sud ed innalzandosi in alcuni punti verso est. Gli spessori dei terreni di copertura vanno progressivamente diminuendo verso est.

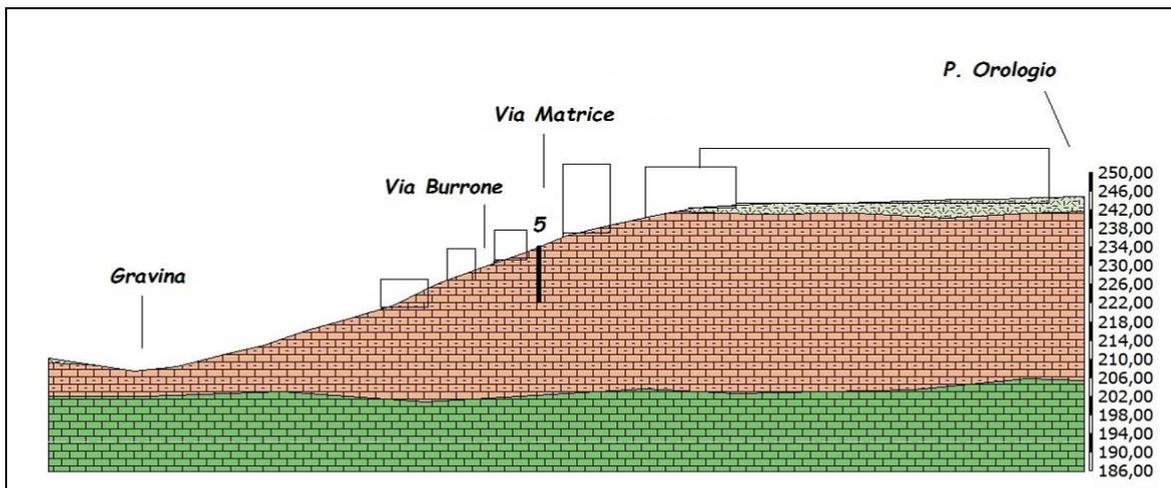


Anche nel settore centrale, lungo il pendio che digrada in direzione nord dal rione *Populicchio* verso il *T. Lagnone*, la formazione calcarea di base si rinviene intorno a 203 ÷ 205 m slm sotto il centro abitato, progressivamente ribassato verso la *Gravina*, mentre lo spessore dell'unità calcarenitica, quasi del tutto assente a monte, aumenta gradatamente fino a oltre 15 m.

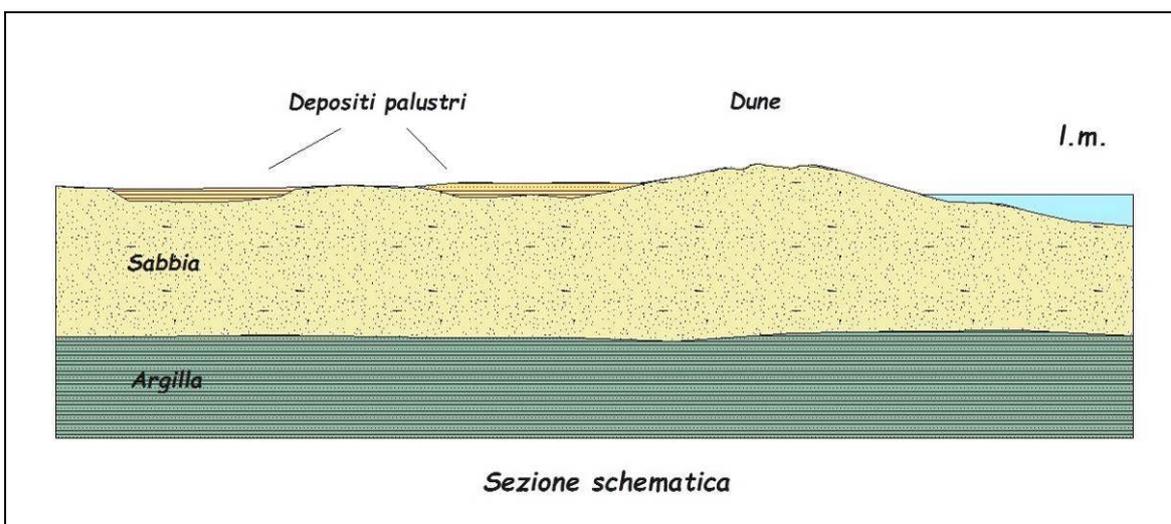




Per quanto riguarda il settore settentrionale, tutto il *Centro Storico* è interessato in affioramento direttamente dalla formazione delle *Calcareniti di Gravina* che presenta una potenza massima superiore a 20 m. Il basamento calcareo è stato rinvenuto sotto la *Chiesa Matrice* ad una profondità di media di circa 10 m, vale a dire ad una quota assoluta di circa 203-205 m slm.



Infine per quanto riguarda Ginosa Marina la situazione litostratigrafia è contraddistinta in generale dalla presenza di un deposito di natura sabbiosa rinvenuto con spessore di circa 10÷12 m che giace sul substrato limoso-argilloso rappresentato dalla formazione delle *Argille subappennine*. In superficie, nelle zone più depresse corrispondenti alla antica palude, si rinvengono sedimenti alluvionali di natura limoso-argillosa, di colore grigio scuro per abbondante presenza di sostanza organica, aventi uno spessore massimo di poco superiore al metro.





9. DISSESTI

Il territorio di Ginosola si estende dal margine meridionale delle Murge fino al Mar Jonio e pertanto presenta una notevole varietà di contesti morfologici e litologici che non di rado costituiscono motivo di criticità in riferimento sia alla pericolosità geomorfologica che alla pericolosità idraulica (*figg. 9 – 10 – 11*).

Per quanto riguarda gli aspetti legati al rischio idraulico, drammaticamente messo in evidenza dagli eventi calamitosi del 2011 a Marina di Ginosola e 2013 a Ginosola, si rimanda alla relazione specialistica dello studio idraulico annesso.

Le principali evidenze delle problematiche geomorfologiche presenti sul territorio comunale attengono essenzialmente al centro abitato di Ginosola e possono essere distinte in 2 differenti tipologie:

- dissesti di versante
- crollo di cavità nel centro storico e in gravina

9.1. Dissesti di versante

I fenomeni di dissesto superficiale associati ai versanti si evidenziano in modo particolare nella fascia collinare pedemurgiana e si rilevano in corrispondenza degli affioramenti delle *Argille subappennine* e dei soprastanti *Depositi marini terrazzati*, lungo i pendii che raccordano gli orli di terrazzo ai fondovalle. Si tratta in genere di fenomeni colamento superficiale e di accentuato dilavamento favorito dalla natura dei terreni affioranti, dall'acclività dei versanti, dalla mancanza di una copertura vegetale



adeguata e dalla concomitante azione dovuta alle acque di precipitazione meteorica e più in generale alle condizioni climatiche.

Le osservazioni di campagna nell'area studiata hanno permesso di rilevare e cartografare i fenomeni di dissesto più importanti. Tali fenomeni sono concentrati nella parte settentrionale e centro-occidentale dell'area, interessando i terreni della serie della Fossa Bradanica e quelli della serie dei Depositi marini terrazzati (*Tav. D2.2-a – Carta geomorfologica*).

Si tratta di fenomeni di dissesto a carico della porzione più superficiale dei terreni in posto (*dissesto del suolo*) che rappresentano l'esito dei processi di denudazione dei versanti ad opera delle acque di precipitazione, che allontanano i materiali di copertura mettendo a nudo la roccia sottostante, lasciandola suscettibile di imbibizione e di colamento verso valle sotto l'azione della forza di gravità.

Processi di questo tipo interessano i depositi argillosi e quelli sabbioso-conglomeratici, i quali sono soggetti a fenomeni di "*soliflusso*" e di "*creeping*", due processi a volte poco distinguibili l'uno dall'altro, che aggrediscono i versanti costituiti da terreni poco coerenti causando movimenti molto lenti (qualche dm/anno). Materiali limoso-argillosi, anche inglobanti detriti più grossolani, possono imbibirsi d'acqua e diventare plastici o quasi fluidi: sotto l'azione della gravità il terreno cola in massa verso valle, anche su superfici poco inclinate (<5°). Il terreno è interessato fino alla profondità raggiunta dall'imbibizione (1÷2 m) attraverso fessure di disseccamento.

I versanti più acclivi delle *Argille subappennine* sono interessati da fenomeni di *soliflusso* che si accentuano in concomitanza di eventi piovosi che innescano lenti movimenti di scorrimento di masse fluide molto viscosi. Tale colamento muove verso



il basso solo la parte più superficiale del suolo, dando luogo a lobi, terrazzetti e locali increspature del terreno.

Meno diffusi appaiono i fenomeni di *creep* (strisciamento), concentrati nei punti di contatto tra le Argille subappennine ed i sovrastanti Depositi marini terrazzati. Singoli elementi detritici di un terreno poco coerente possono essere interessati da movimenti di spostamento e discesa individuali, grano a grano, anche su deboli inclinazioni, dovuti non solo alla gravità, ma anche all'effetto cumulativo di gelo-disgelo, umidificazione ed essiccazione, dilatazioni e contrazioni termiche, crescita e movimento di radici vegetali. Tale processo si manifesta con scarpatine e decorticazioni del manto vegetale, solo per piccole profondità, con curvatura a uncino degli strati.

Ai suddetti fenomeni di colamento dei terreni che hanno subito imbibizione si associano i processi di erosione dovuti all'azione diretta di impatto delle acque piovane sul terreno con scorrimento superficiale: ne derivano processi di dilavamento ed erosione pluviale, di tipo laminare (*sheet erosion*) o lineare (*rill o gully erosion*).

I fenomeni di dissesto del suolo fin qui descritti si possono osservare lungo il *T. Fiumicello*, presso le località *Lucignano*, il *Palombaro*, *Facciata degli Orti*, *Difesa le Cesine*, e lungo la strada provinciale per Montescaglioso.

I medesimi fenomeni di dissesto si rilevano anche lungo i versanti argillosi che cingono il **centro urbano di Ginosa**. A questo riguardo particolarmente critica appare la situazione che si rileva ad ovest dell'abitato, lungo il versante prospiciente il *T. Gravinella*, che digrada dal *Rione Giancipoli-Poggio* verso la strada *Circonvallazione Sud*, sia sul lato di monte che a valle dell'asse viario.



Infatti proprio percorrendo la circonvallazione, oltre ai fenomeni di dissesto diffuso presenti sul pendio a monte, si rilevano segni di dissesto a carico dello stesso corpo stradale che in alcuni punti appaiono di una certa gravità, anche nei riguardi della fruibilità e della stabilità della strada.





Fig. 13 - Dissesti sulla strada circonvallazione sud



Si notano crepe e fessurazioni sulla pavimentazione, longitudinali e trasversali, che in alcuni punti hanno profondità di alcuni decimetri, segno di movimenti in atto della scarpata lato valle. Le opere in terra armata di sostegno della scarpata a monte in diversi punti risultano danneggiate e si evidenziano i segni di accentuati fenomeni di erosione incanalata con asportazione del materiale di riempimento dei materassi di sostegno ed invasione della sede stradale con acqua e fango.

Lungo il pendio a monte, che secondo la documentazione disponibile (Indagini geologiche e geotecniche nei rioni di Ginosola - Genio Civile Taranto, 1985) si estende al disopra di antichi corpi di antiche frane con segni di rimobilizzazione, si rilevano segni di instabilità dovuti a colamenti superficiali dei terreni argillosi ed in alto, lungo la fascia comprendente l'orlo del terrazzo costituito da conglomerati e sabbie, si nota la presenza di piccoli blocchi e accumuli detritici di materiali prodotti da fenomeni di crollo e scoscendimento. I versanti costituiti da depositi di tipo sabbioso-conglomeratico presentano in tutta l'area una falda detritica con superficie inclinata, che ricopre il piede del versante stesso.

Fenomeni della medesima tipologia si notano anche sul versante nord-orientale, a valle dell'area cimiteriale, sui fianchi della vallecchia di *Via Matteotti*, sul pendio del rione *Populicchio*, e sul versante della collina a monte della *Via Pescarella* a nord dell'abitato.



9.2. Dissesti in gravina e nel centro storico

Il centro storico di Ginosola sorge ad una quota media di circa 245 m s.l.m. su un vasto affioramento di roccia calcarenitica, contornato dall'alveo del *T. Lagnone* (*Gravina di Ginosola*) che localmente presenta un andamento sinuoso di tipo meandriforme ad S coricata.

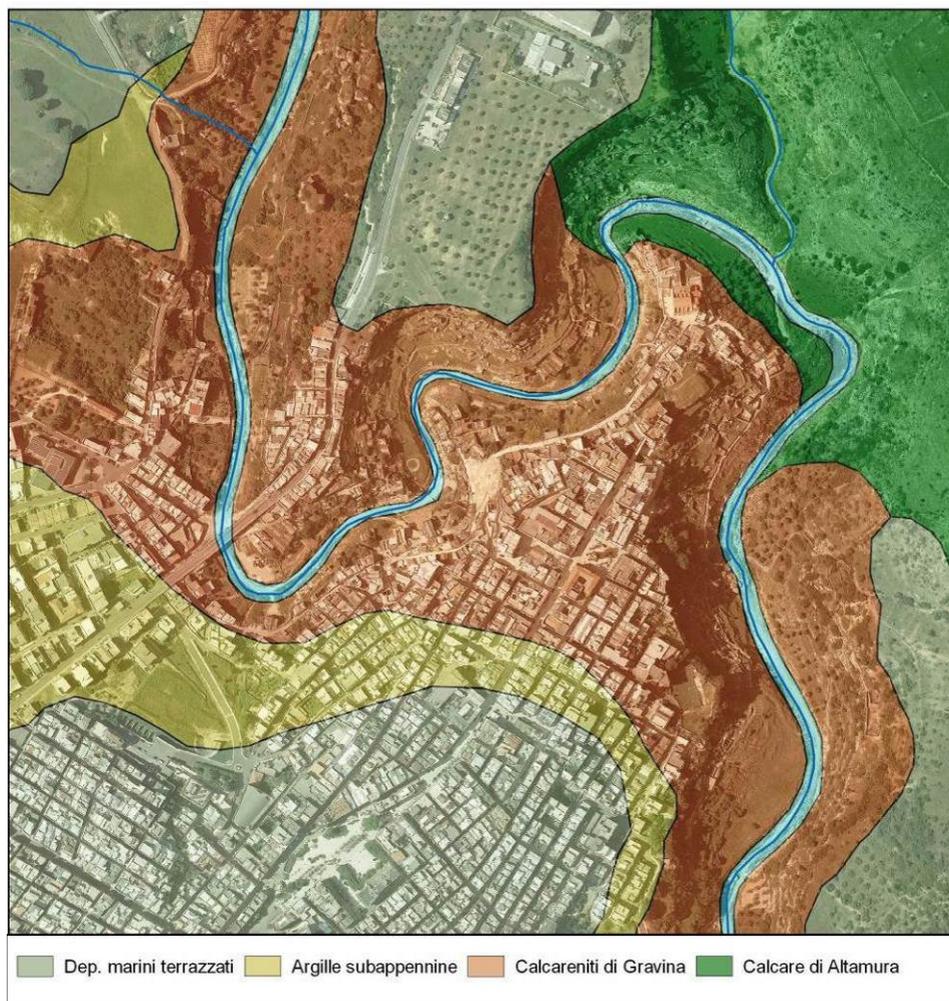


Fig. 14 - Ginosola, centro storico: stralcio carta geologica

Proprio la presenza sui fianchi della *Gravina* della roccia calcarenitica, relativamente tenera da scavare ma al tempo stesso abbastanza resistente, ha permesso e favorito lo sviluppo fin dalla preistoria della civiltà rupestre con insediamenti ipogei a destinazione abitativa, produttiva o religiosa (fig.15). Situazioni



analoghe a quella ginosina sono frequenti in tutte le gravine dell'arco jonico (Grottaglie, Massafra, Castellaneta, Laterza) e si ritrovano anche lungo l'intero bordo delle Murge (Matera, Altamura, Gravina, ecc..).



Fig. 15 - Gravina di Ginosa – Villaggio Rivolta

D'altro canto però la facilità di scavo offerta dalla calcarenite, se da un lato ha consentito lo sviluppo degli habitat rupestri, rappresenta pure il primo motivo di criticità per le gravine e per gli ambienti ivi insediatisi, poiché ne determina una forte vulnerabilità. Le gravine infatti molto frequentemente sono soggette a intensi fenomeni di dissesto idrogeologico a causa della concomitanza di azioni dovute al carsismo, agli agenti morfogenetici e a fattori meteo-climatici, che concorrono a determinare la particolare fragilità di tali ambienti.

In ultimo, la presenza sui fianchi delle gravine di un gran numero di cavità antropiche e naturali, che si approfondiscono anche per decine di metri e su più livelli sovrapposti – così come avviene a Ginosa – non fa che indebolire ulteriormente l'originaria resistenza dell'ammasso roccioso, accentuando quei processi involutivi di degradazione che possono portare a situazioni di grande pericolosità. Non di rado



infatti si verificano dissesti per collasso dell'ammasso roccioso e crollo di pareti o cavità senza che all'origine vi sia alcun evento esterno particolare, ma dovuti essenzialmente al continuo processo di naturale decadimento delle caratteristiche di resistenza dell'ammasso roccioso causato dall'azione degli agenti meteorici e dalla percolazione delle acque di infiltrazione superficiale nei meati e nelle fratture naturali della roccia.

A queste cause sono da imputare molti dei numerosi eventi di dissesto idrogeologico che si sono verificati a Ginosa nel corso degli anni, anche precedentemente agli eventi disastrosi del 2014.

9.2.1. Eventi precedenti al 2014

Gli eventi più antichi di cui vi sia traccia nella memoria storica del luogo risalgono all'anno 1857, ricordato come un anno terribile per il territorio di Ginosa.

Il primo tragico evento fu l'alluvione dell'11 gennaio. Dopo molti giorni di piogge insistenti, a causa delle infiltrazioni, venne giù il Casale (fig.16 - sito N in fig.21). La parte superiore della parete si staccò e cadde sul villaggio in grotta sottostante. I morti furono diciannove, furono distrutte quattro case; ma la contrada si salvò. ... Il 16 dicembre 1857 un terremoto devasta la Basilicata e la Puglia, colpendo anche Ginosa. Il Casale, già gravemente danneggiato, frana rovinosamente. Miracolosamente, questa volta non muore nessuno. ... Ma il Casale non esiste più. (D. Petrosino, *"Ginosa - Contrade, strade e piazze di un paese antico"*, Ed. Quaderni della Biblioteca Civica - 2004).

Quel terremoto così devastante fu percepito con intensità locale 7-8 MCS (intensità epicentrale 11 – magnitudo $M_w=7.12$) e nelle registrazioni del database



macrosismico italiano rimane in assoluto il più grave mai avvertito nella storia sismica di Ginosa (cfr. fig. 8).



Fig. 16 - Sponda sinistra della gravina di Ginosa, il Casale. Crollo del 1857 (sito N in fig.21)

L'8 dicembre 2001 al civico 34 di *Via Bacco* (sito L in fig.21) si verificò il crollo della volta di una cantina, scavata nel banco calcarenitico, ubicata al disotto del piano stradale in corrispondenza di *Via Matrice-Piazza Vecchia*. Il locale è composto da 2 vani su piani sfalsati di circa 1 m l'uno dall'altro e il crollo interessò la parte sinistra del vano antistante, coinvolgendo tanto il banco lapideo naturale costituente la volta quanto i materiali di base della sovrastruttura stradale.



Nel crollo si ebbe la rottura sia della rete fognante che dell'acquedotto, mentre la tubazione del gas – pur rimanendo a vista – non riportò danneggiamenti evidenti (fig.17 – sito L in fig.21).

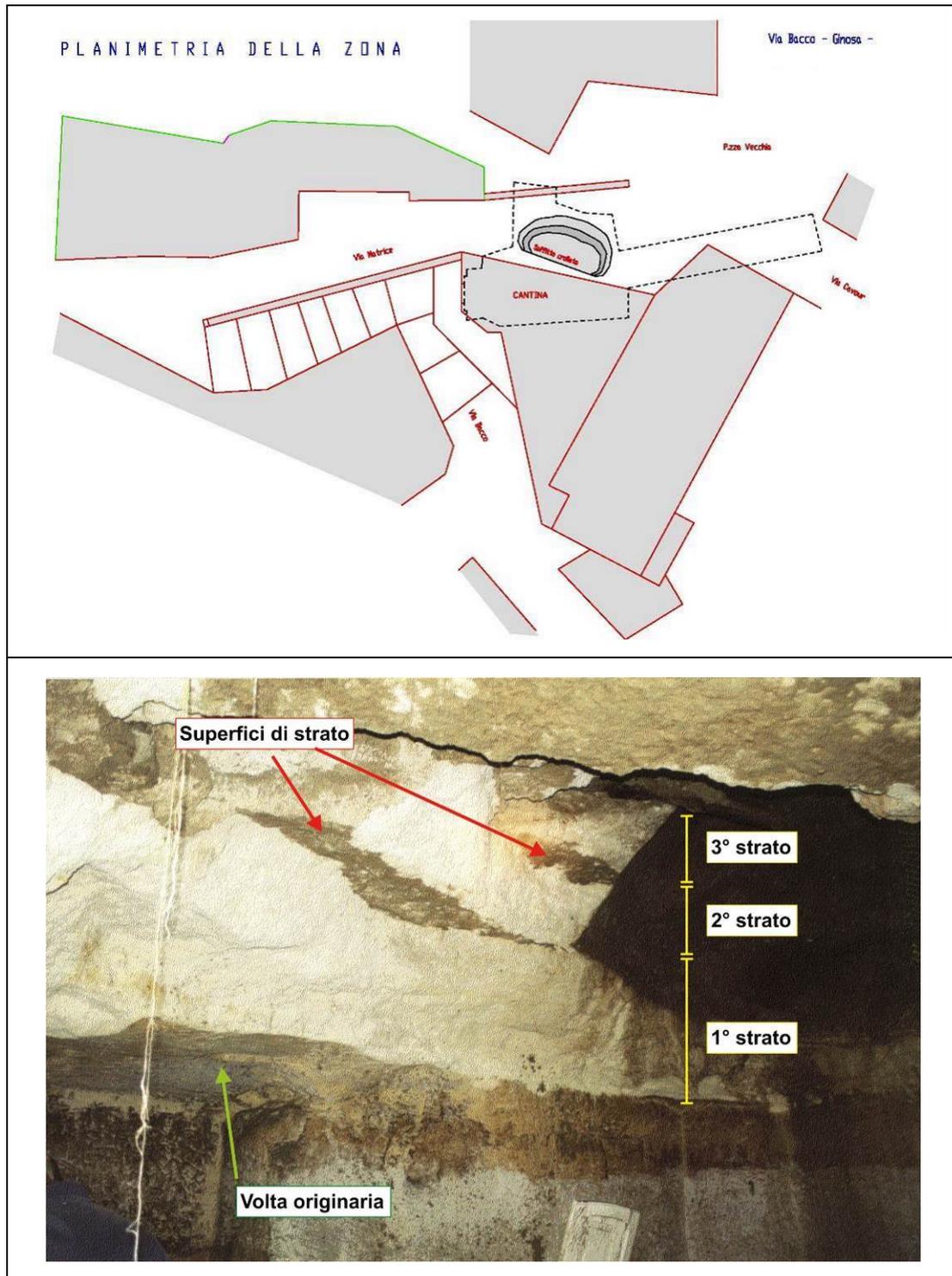


Fig. 17 - Volta crollata in Via Bacco, 2001

Il 28 febbraio 2009, nei pressi del civico 27 di *Via Pescarella*, alla periferia settentrionale dell'abitato, il costone corrispondente al ciglio del versante in destra idrografica del *T. Lagnone (Gravina di Ginosa)* crollò sulla sottostante *Via Il Fornace*. La parete crollata costituiva la porzione di accesso ad una delle numerose cave ipogee presenti in zona, utilizzate nel passato per l'estrazione della calcarenite. Il crollo interessò quasi interamente la sede viaria di *Via Pescarella*, tutt'ora chiusa al traffico, e arrivò a lambire la palazzina posta sul lato opposto della strada, che conseguentemente fu sgomberata.

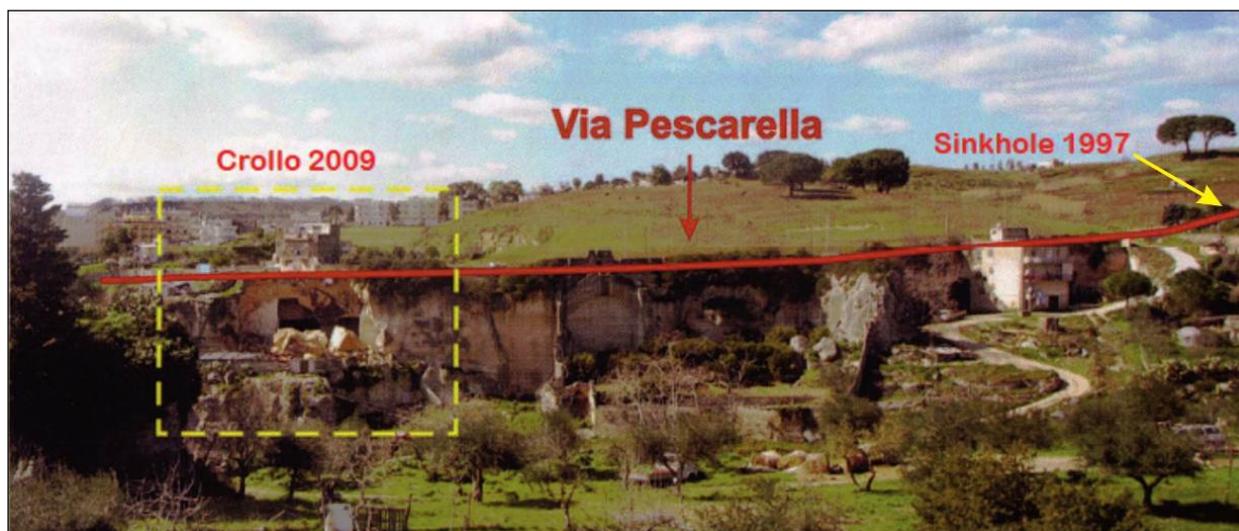


Fig. 18 - Ubicazione dissesti Via Pescarella (ortofoto Google Earth)

L'ammasso roccioso su cui è fondato l'immobile presenta evidenti sistemi di discontinuità che isolano cunei e pilatri di roccia potenzialmente soggetti a ulteriori crolli e distacchi (cfr. fig. 19).

Il suddetto crollo non rappresenta l'unico evento riconducibile alle numerose cave presenti in quella zona. Infatti nel 1997, circa 200 m più a nord sulla stessa *Via Pescarella*, sul lato destro della strada, si verificò lo sprofondamento del piano di campagna antistante una villetta presente poco più a monte (fig. 20).



Fig. 19 - Dissesti su Via Pescarella: crollo ingresso cava (sinistra) - fratturazione ammasso roccioso (destra)



Fig. 20 - Sprofondamento piano campagna in Via Pescarella (ortofoto Google Earth)



Considerata la diffusa presenza di cave abbandonate in quell'area, al fine di individuare le condizioni di eventuale rischio residuo e quindi prevenire situazioni di pericolo connesse a nuovi possibili dissesti, bisognerà disporre il rilievo plano-altimetrico delle cavità per poter determinare lo sviluppo degli ambienti ipogei nonché le condizioni dell'ammasso roccioso.

9.2.2. Gli eventi del 2014

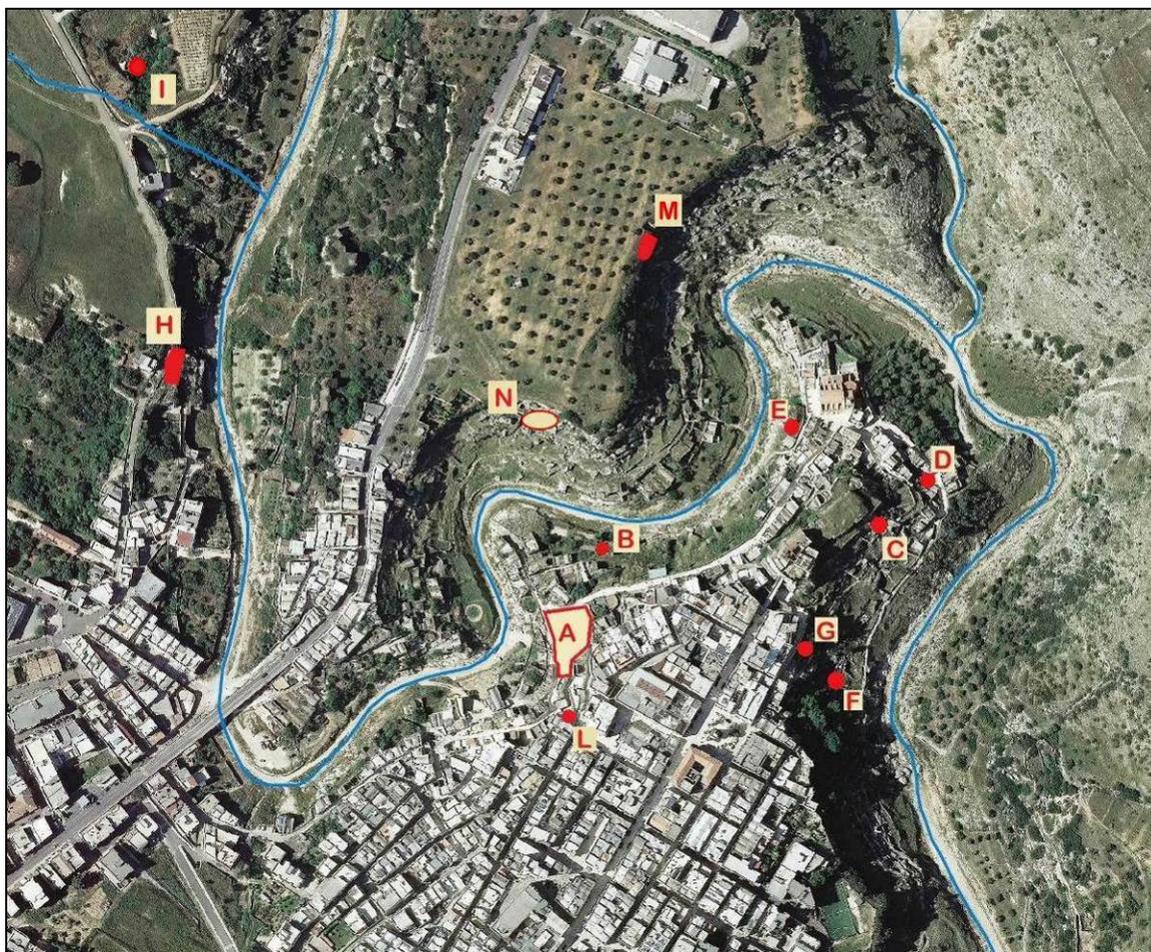


Fig. 21 - Ubicazione dissesti su ortofoto: Via Matrice (A, B) – pianoro Castello (C) – Via San Giovanni (D) – vicinanze Chiesa Matrice (E) – villaggio Riolta (F) – Via Garibaldi (G) – Via Pescarella (H, I) – Via Bacco (L) – chiesa rupestre SS. Medici (M) – Casale (N)

Gli eventi alluvionali di ottobre e dicembre 2013 hanno duramente colpito il territorio di Ginosa provocando 4 vittime, oltre a causare ingenti danni e numerose situazioni di dissesto idrogeologico ad essi direttamente collegate, di seguito elencate:



Fig. 22 - Alluvione di Ginosa (2013)

- danni all'alveo della Gravina: sul fondovalle è stato scavato un solco erosivo profondo in alcuni punti 2,5÷3 m e sono state innescate numerose frane (fig.23)



Fig. 23 - Alluvione di Ginosa: scalzamento al piede delle sponde (2013)



- crollo di un rudere a valle di Via Matrice (fig.24 - sito B in fig. 21)



Fig. 24 - Rudere crollato a valle di Via Matrice (Rapporto CNR-IRPI 2014)

- frana da scorrimento rotazionale nei depositi colluviali al margine del pianoro del *Castello* (fig. 25– sito C in fig.21)



Fig. 25 - Scorrimento rotazionale sul pianoro del Castello (Rapporto CNR-IRPI 2014)

- crollo all'ingresso di una cavità in Via San Giovanni, ad est del pianoro del Castello, alle spalle della *Chiesa Matrice* (fig.26 – sito D in fig. 21)



Fig. 26 - Crollo in Via San Giovanni (situazione pre e post crollo)



- 21 gennaio 2014 - crollo in Via Matrice (fig.27 – sito A in fig. 21)

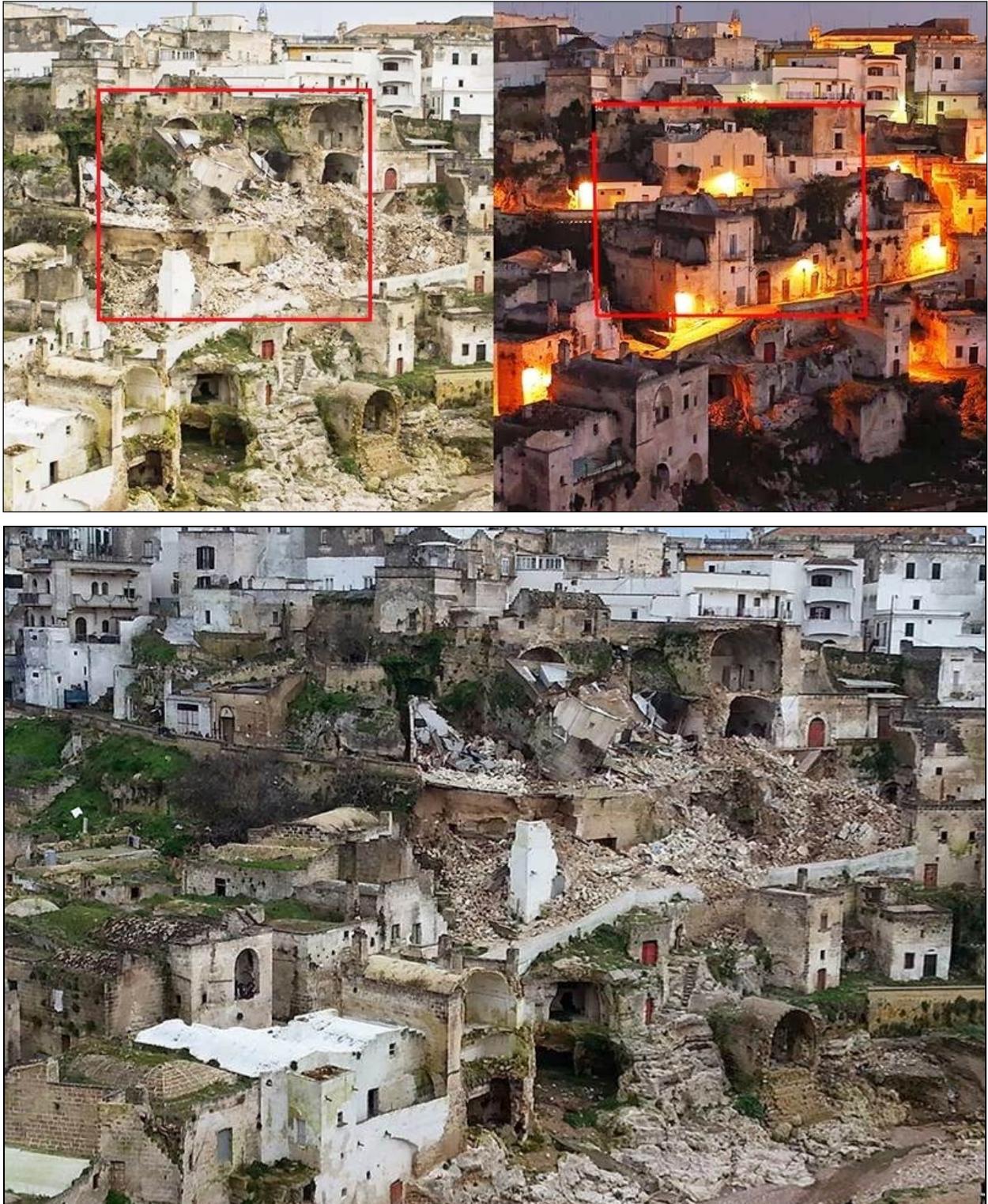


Fig. 27 - Crollo del 21 gennaio 2014 in Via Matrice (fonte internet -Photo©F.Rochira)

- 5 febbraio 2014 - crollo di una cavità nei pressi del Villaggio Rivolta (fig.28 – sito F in fig.21)



Fig. 28 - Ginosa, villaggio Rivolta: sprofondamento connesso a cavità antropica (rapporto CNR IRPI, 2014)

- crollo di un rudere nei pressi della Chiesa Matrice (fig. 229 – sito E in fig. 21)



Fig. 29 - Rudere crollato nei pressi della Chiesa Matrice (sito E in fig. 16)

- apertura di fori per infiltrazioni d'acqua su cavità antropica a valle di Via Garibaldi (fig. 30 – sito G in fig. 21)

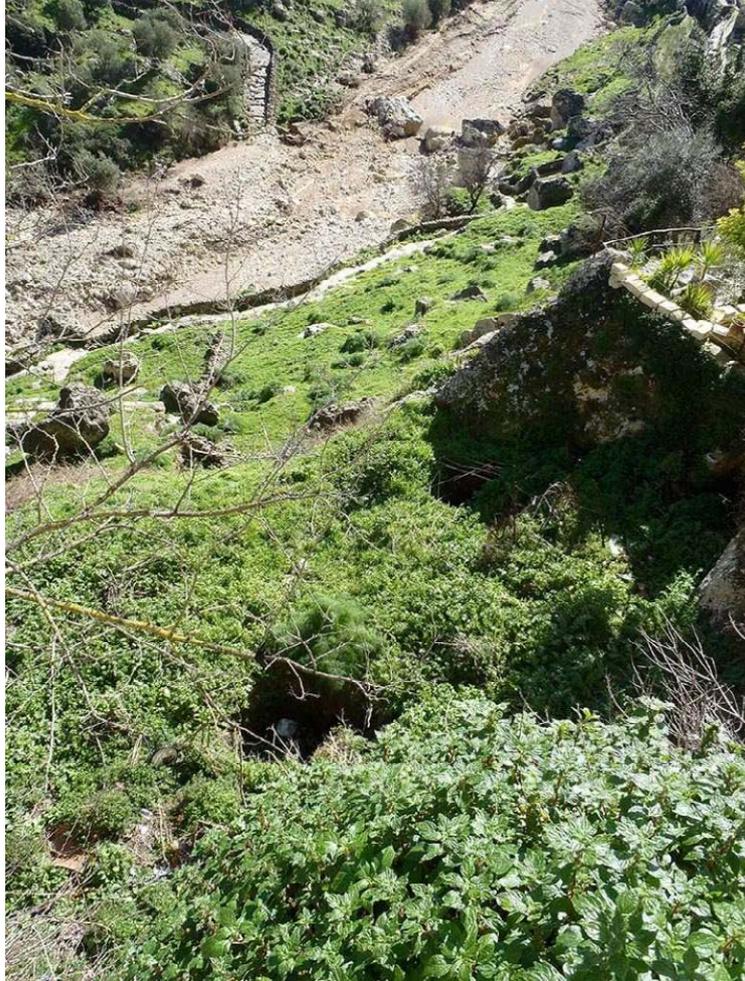


Fig. 30 - fori per infiltrazioni d'acqua su cavità (sito G in fig.16)

Il dissesto del 21.1.2014 ha avuto una larga estensione, interessando il costruito su via Matrice e propagandosi a monte ed a valle fin sotto via Burrone.

L'evento fu un crollo dell'ammasso calcarenitico per taglio della roccia lungo i percorsi di debolezza creati dall'attività di scavo in superficie ed in sotterraneo e dalle numerose fratture caratterizzanti l'ammasso, alcune delle quali diagnosticate già prima del crollo. Le forze agenti furono il peso proprio della parte di ammasso coinvolta e degli edifici sovrastanti. Il collasso dell'ammasso roccioso ha a sua volta



provocato il crollo degli edifici sovrastanti e le macerie ed il disequilibrio determinato hanno propagato il fenomeno di crollo ad ulteriori porzioni dell'ammasso e del costruito circostante. La presenza di tre grossi blocchi calcarenitici dislocati ed inclinati ... fanno ipotizzare essere stata questa la zona di innesco delle rotture che hanno devastato il tratto di versante a monte di via Matrice ed a valle di via Burrone. (*Prof. G. Spilotro, Relazione CTU - dic. 2016*).

L'evento disastroso fu conseguenza quindi dell'attività antropica secolare esplicita attraverso cavatura in superficie ed in sotterraneo, e la costruzione alla superficie, in continuità con i vuoti dell'ammasso calcarenitico. Su tale scenario, fenomeni naturali di lungo e corto periodo hanno aggiunto i loro effetti. (*G. Spilotro, CTU 2016*).

L'evento fu determinato dunque da una serie di fattori concorrenti, fra cui: la natura della roccia calcarenitica, che presenta ampia variabilità petrografica intrinseca che può peggiorare le caratteristiche meccaniche di resistenza in condizioni di imbibizione vadosa e/o capillare; le condizioni dell'ammasso calcarenitico, fratturati e stratigraficamente non omogeneo; la presenza di blocchi calcarenitici in condizioni di giacitura critiche, inglobati nella attività edilizia; la diffusa presenza di cavità ipogee su più livelli stratificati; edificazione di abitazioni in continuità sull'ambiente preesistente, con costruzioni incassate nell'ammasso e a tratti intersecate ad esso; l'assenza di regimentazione delle acque di pioggia che si infiltrano nell'ammasso calcarenitico e nei vani ipogei. (*G. Spilotro, CTU 2016*).

Precedenti studi geologici per privati (*Relazione geologica dr. F. Sozio, 2011*) indicavano inequivocabili segnalazioni di rottura da carico verticale su pilastri e pareti all'interno di locali ipogei sottostanti *Via Matrice*. Le cavità presenti nella zona erano



state oggetto di un sopralluogo alcuni giorni prima del crollo da parte del CNR-IRPI, nel corso del quale erano state osservate evidenti situazioni di pericolo, connesse alla presenza di pilastri notevolmente deformati e lesionati, oltre allo sviluppo di estesi sistemi di lesioni su diverse cavità poste a valle di Via Matrice (*Rapporto CNR-IRPI 2014*).

9.2.3. Eventi recenti (2017)

Ai fenomeni di dissesto idrogeologico fin qui ricordati che si sono succeduti nell'ambiente naturale della *Gravina di Ginosola* si aggiunge un ulteriore evento verificatosi recentemente.

La mattina del 3 dicembre 2017 una consistente porzione della parete costituente il ciglio superiore del fianco del *T. Lagnone (gravina)* in sinistra idrografica è crollato sulla sottostante Via Villa Glori. Il crollo non ha provocato danni a persone o cose (figg. 31 e 32 – sito M in fig. 21).



Fig. 31- Crollo del 3 dicembre 2017



Fig. 32 - Crollo del 3 dicembre 2017

Il sito interessato dal crollo si inserisce a monte dell'insediamento storico del *Casale*, su una parete caratterizzata dalla presenza di una fitta rete di cavità ipogee, ed è ubicato alla sinistra di due chiese rupestri censite nel Catasto delle Grotte e Cavità Artificiali, la chiesa di *Santi Medici* (codice catasto: PU_CA_283) e la chiesa di *Ecce Homo* (cod.: PU_CA_278).

L'evento non è da imputare a cause esterne scatenanti ma solo al processo di degrado naturale dell'ammasso roccioso, come già evidenziato per altre situazioni analoghe. Sarà necessario effettuare il rilievo tecnico delle condizioni di staticità che si sono venute a determinare in seguito al crollo a carico dei blocchi e della superficie di distacco, al fine di valutare le eventuali situazioni di pericolosità e i rischi residui (fig.32).



9.3. Cavità rilevate nel centro storico

All'indomani degli importanti fenomeni di dissesto idrogeologico verificatisi successivamente agli eventi alluvionali del 2013 furono avviate una serie di attività di rilievo e di studio sul territorio atte a soddisfare la necessità di acquisire conoscenza e consapevolezza delle problematiche emerse a seguito gli eventi occorsi e delle situazioni di pericolosità e di rischio ad esse connesse.

Furono attivate collaborazioni con gli Ordini professionali di Ingegneri e Geologi per attività di verifica dei danni subiti e di prevenzione monitoraggio e verifica per la mitigazione dei rischi insistenti sul territorio. Nei giorni immediatamente successivi al crollo il CNR-IRPI fu attivato dal Dipartimento della Protezione Civile, in qualità di Centro di Competenza, in relazione ai dissesti geomorfologici in atto nel Comune di Ginosola. Successivamente l'Amministrazione Comunale promosse iniziative progettuali al fine di dare avvio ad una ulteriore fase di approfondimento degli studi e rilievi nella zona del crollo nonché ai lavori di indagine e rimozione dei materiali lapidei crollati e instabili.

Un fondamentale contributo alla conoscenza dello stato luoghi è stato determinato dall'attività del CNR-IRPI che, avvalendosi della collaborazione con la Federazione Speleologica Pugliese, ha potuto procedere al censimento e al rilievo tecnico delle cavità antropiche presenti al di sotto del centro storico al fine di verificare il loro sviluppo il riferimento a manufatti e strade e di valutare le condizioni di stabilità dell'ammasso calcarenitico.

Lo studio ha interessato i 2 settori del centro storico destinatari delle ordinanze di sgombero emanate a seguito del crollo del 21 gennaio 2014 (fig. 33). Sono state



così rilevate, analizzate, catalogate e cartografate su base georiferita n. 92 cavità antropiche (fig. 34).

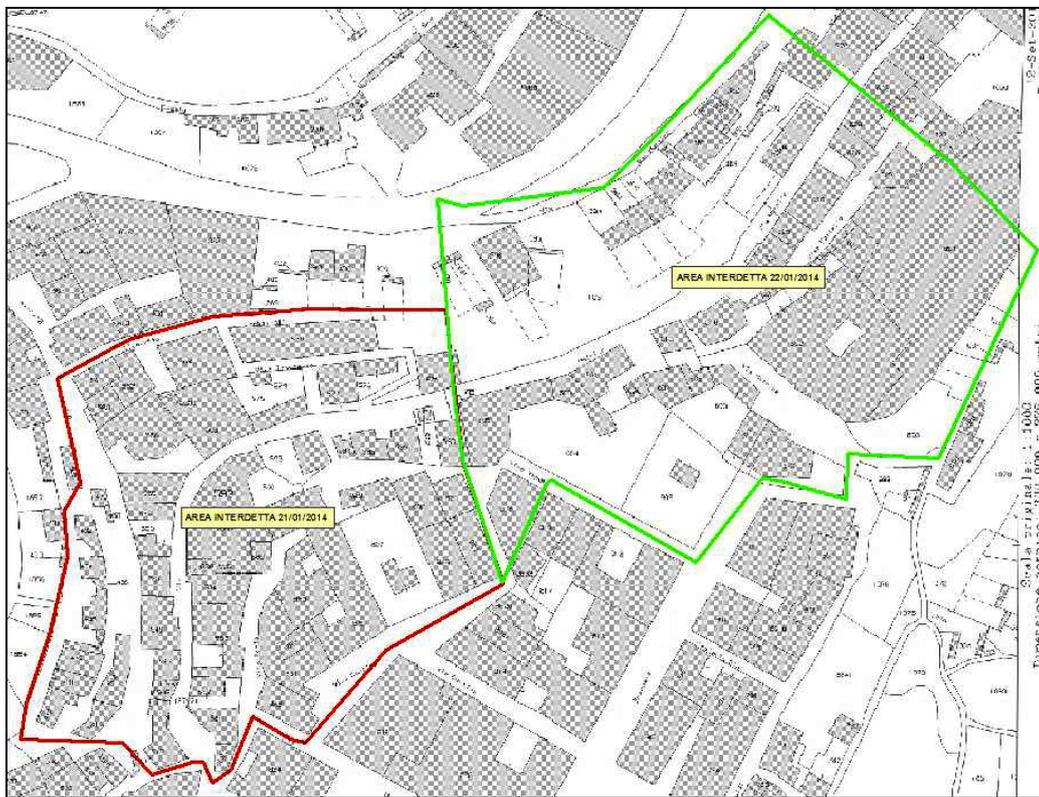


Fig. 33 - Aree interdette A e B del centro storico

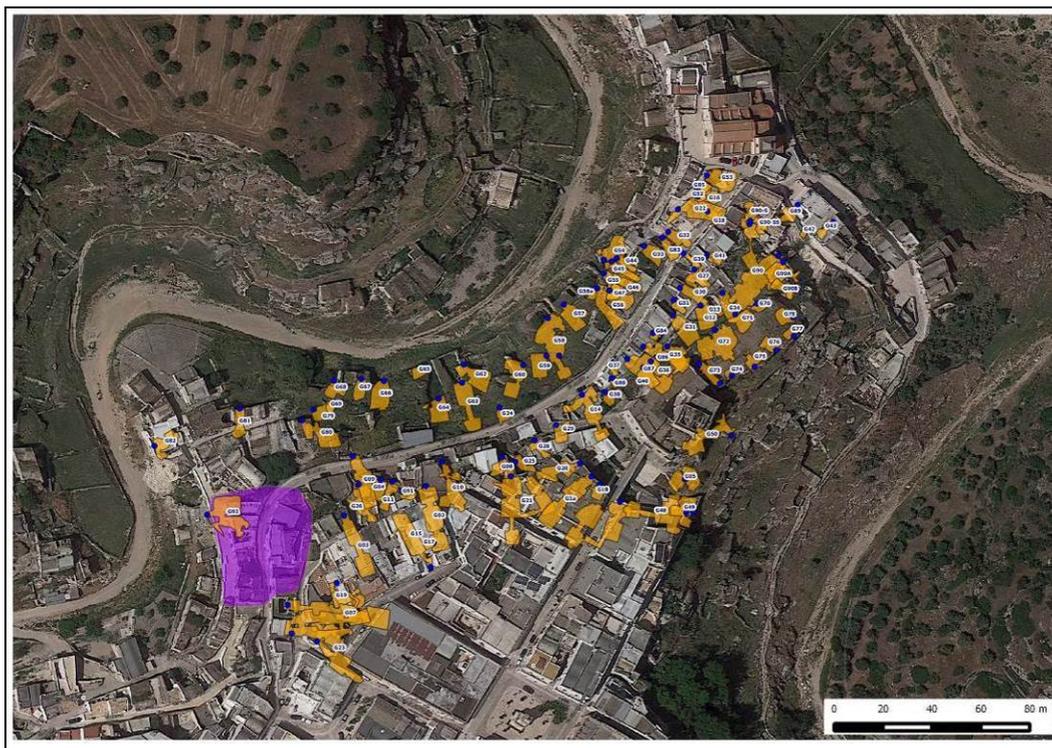




Fig. 34 - Cavità antropiche rilevate dal CNR-IRPI

Nelle schede elaborate dal CNR-IRPI ciascuna delle 92 cavità esaminate è descritta ed illustrata mediante il rilievo plano-altimetrico e la relativa documentazione fotografica; è stato inoltre eseguito il rilievo lito-tecnico degli elementi connessi a dissesti, in atto o potenziali (litologia, discontinuità, ecc.), secondo gli standards internazionali (ISRM, 1978).

Le risultanze dei rilievi effettuati, integrate dalle osservazioni sul campo delle eventuali evidenze di dissesto e/o della presenza di elementi a rischio, hanno consentito di pervenire alla definizione preliminare di una suscettibilità da crolli per ciascuna cavità che comprende le seguenti 4 classi: bassa, media, medio-alta, alta (fig. 35).

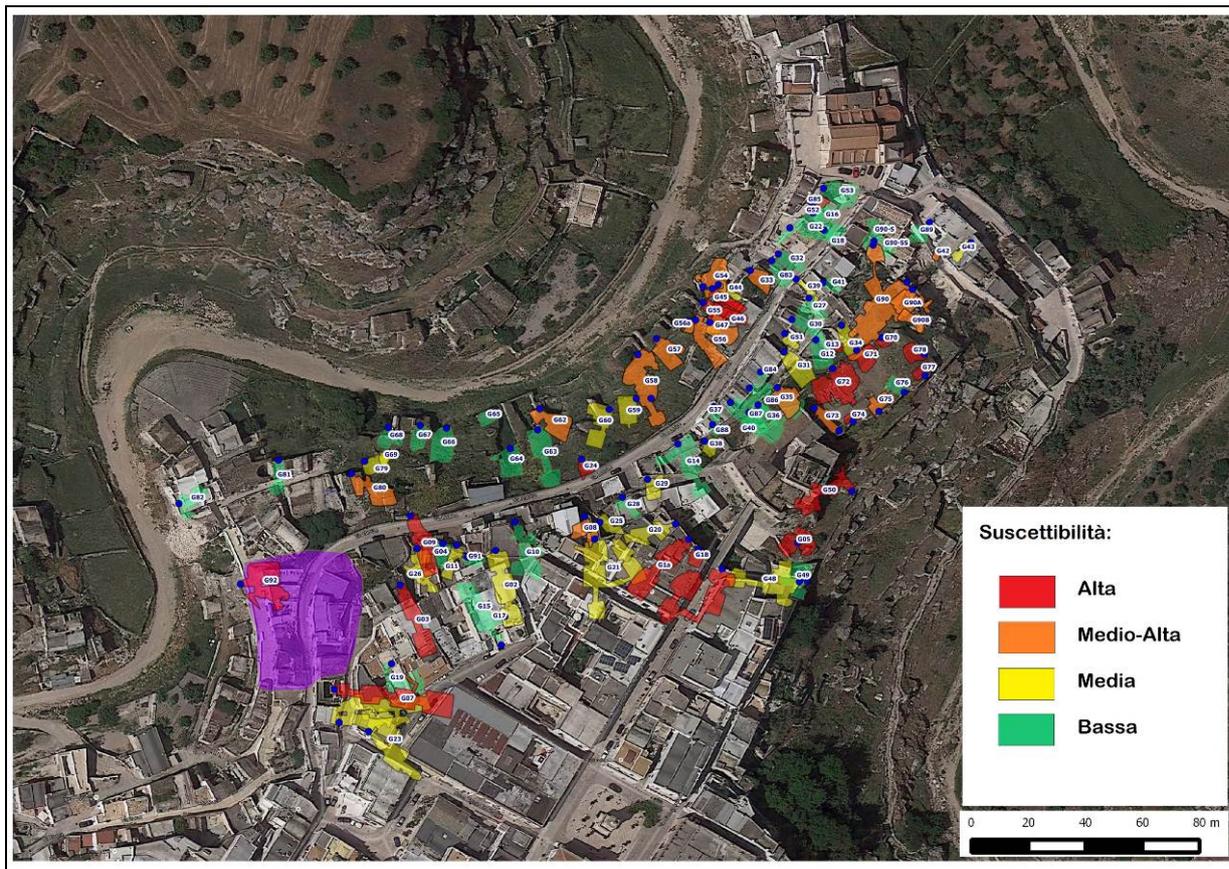


Fig. 35 - Suscettibilità al crollo delle cavità rilevate - CNR-IRPI

Un ulteriore notevole contributo alla conoscenza dello stato dei luoghi in ordine alla consistenza delle cavità antropiche presenti nel sottosuolo del centro storico è venuto dalle risultanze dei rilievi eseguiti nella zona direttamente interessata dal crollo del 2014 nell'ambito dei *"Lavori di indagine e rimozione dei materiali lapidei crollati e instabili"* (Apogeo Srl – 2016).

La campagna di indagini e monitoraggi eseguita all'interno della *"zona rossa"* ha consentito di accertare che il crollo ha coinvolto 13 complessi edilizi fra abitazioni e ipogei, ed ha messo in luce l'esistenza di numerose cavità di cui, in fase di progettazione degli stessi lavori, non si aveva conoscenza a causa della impossibilità di accesso per la presenza delle macerie.



I lavori di indagine e rimozione delle macerie sono stati preceduti in prima battuta dalla esecuzione di un rilievo topografico di dettaglio mediante tecnologia *laser scanner* che ha consentito di ottenere un modello digitale 3D della superficie dell'ambiente, rappresentare e georeferenziare le presenze antropiche coinvolte nel dissesto, valutare gli spessori dei paramenti murari di separazione fra le varie cavità.

Sulla base dei rilievi effettuati sono state individuate **n.32** cavità antropiche, disposte su 6 differenti livelli sovrapposti, con una differenza di quota fra il primo e l'ultimo livello di circa 23 m, ed accessi così distribuiti (dall'alto verso il basso – fig.36):

- livello 6: n.2 cavità (W-X) con accessi da Vico Storto;
- livello 5: n.8 cavità (Y-Q-R-S-T-U-V-ST6) con accessi da Via Matrice;
- livello 4: n.8 cavità (M-N-O-P-Z-ST3-ST4-ST5) con accessi tra V.Bacco-V.Burrone;
- livello 3: n.3 cavità (J-K-ST2) con accessi tra Via Burrone-Via Merlo;
- livello 2: n.5 cavità (G-H-ST1-I-L) con accessi da Via Merlo;
- livello 1: n.6 cavità (A-B-C-D-E-F) con accessi da Via Ellera.

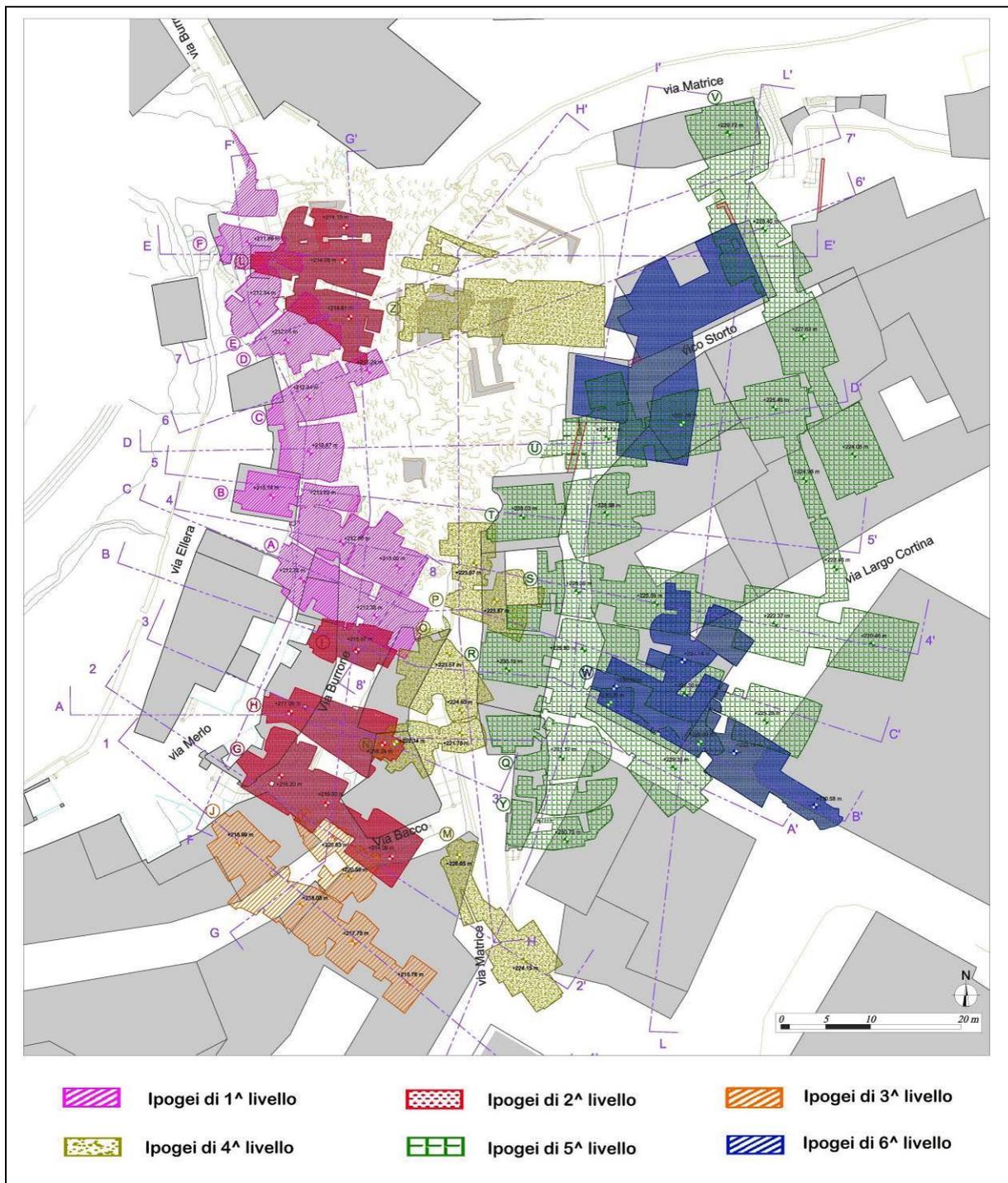
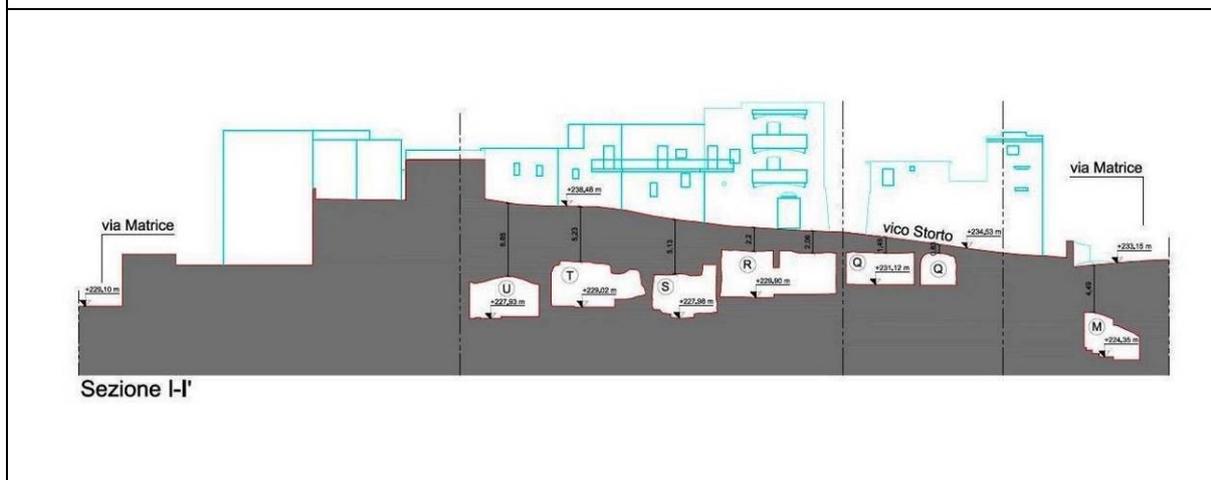
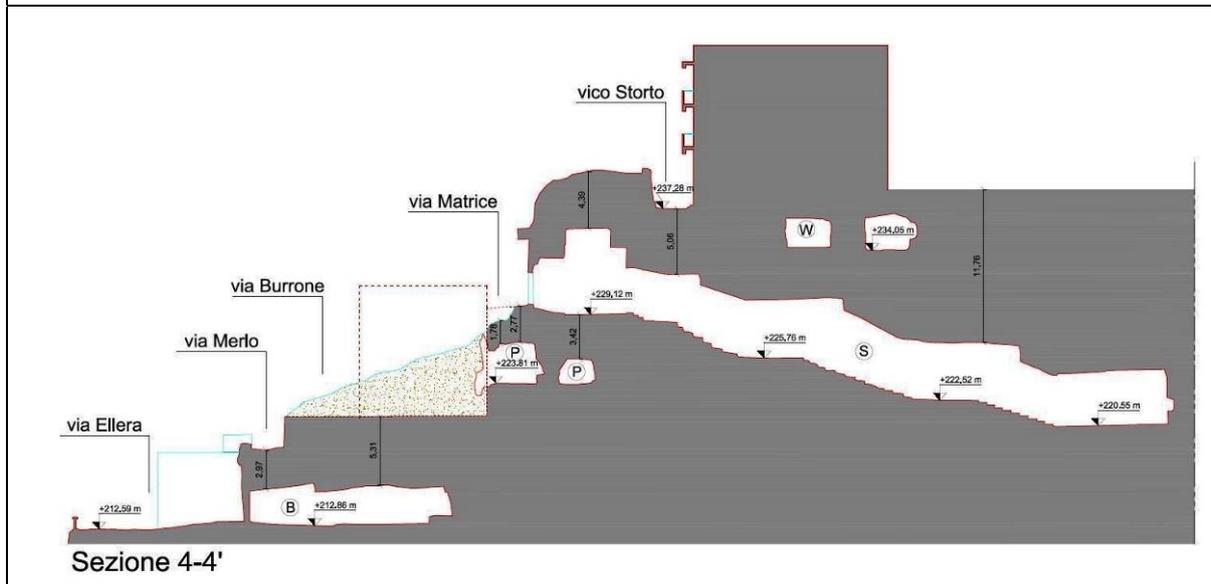
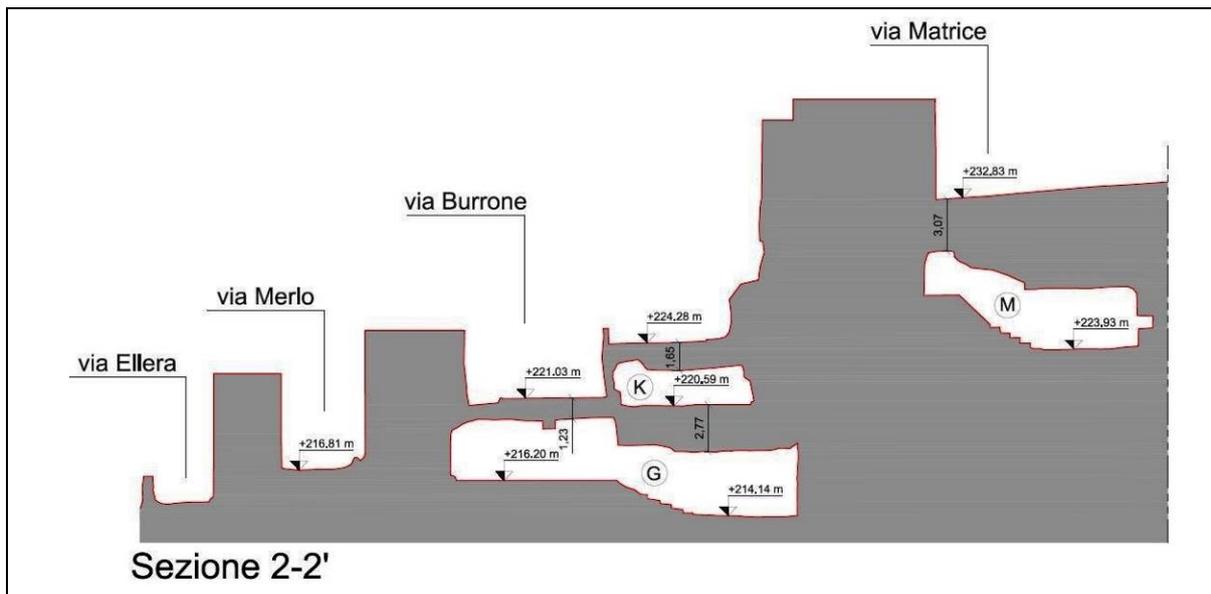
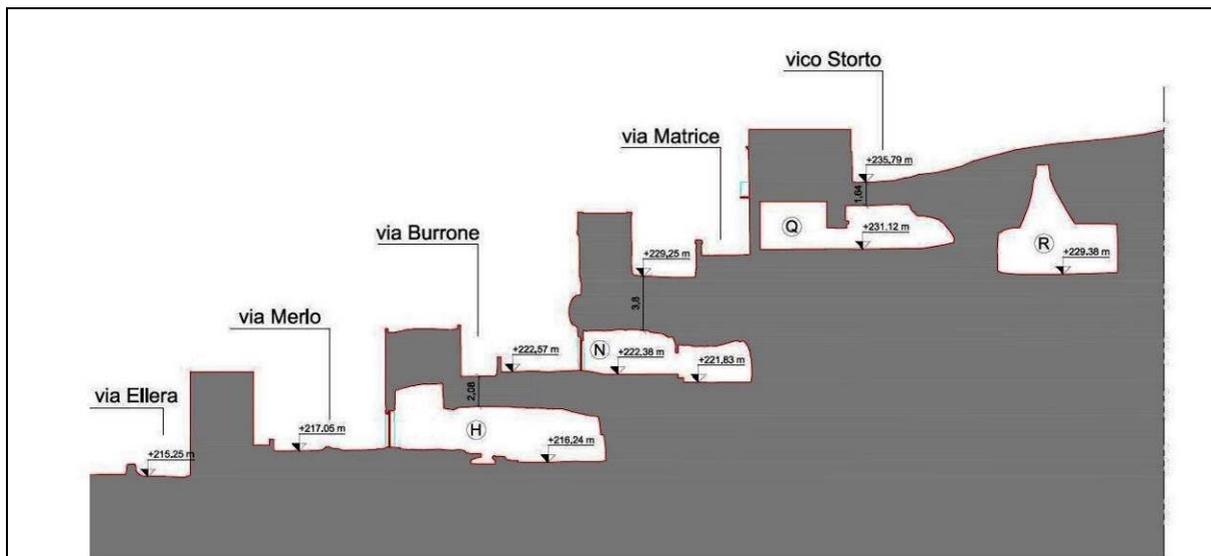


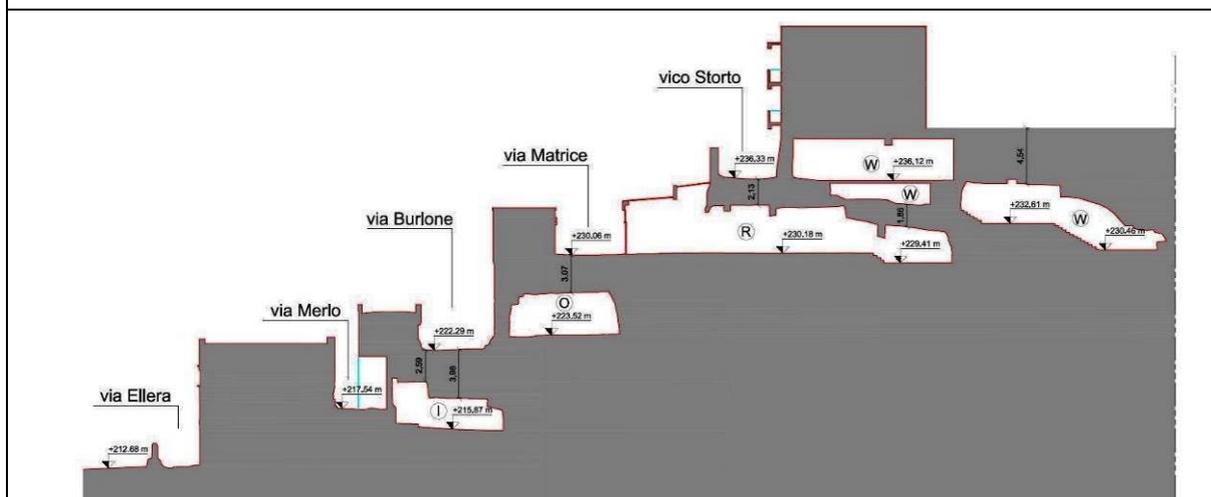
Fig. 36 - Rilievo delle cavità antropiche nella zona del crollo (Apogeo srl - 2016)

Si riportano nel seguito alcune sezioni significative tratte dal report della ditta Apogeo srl.

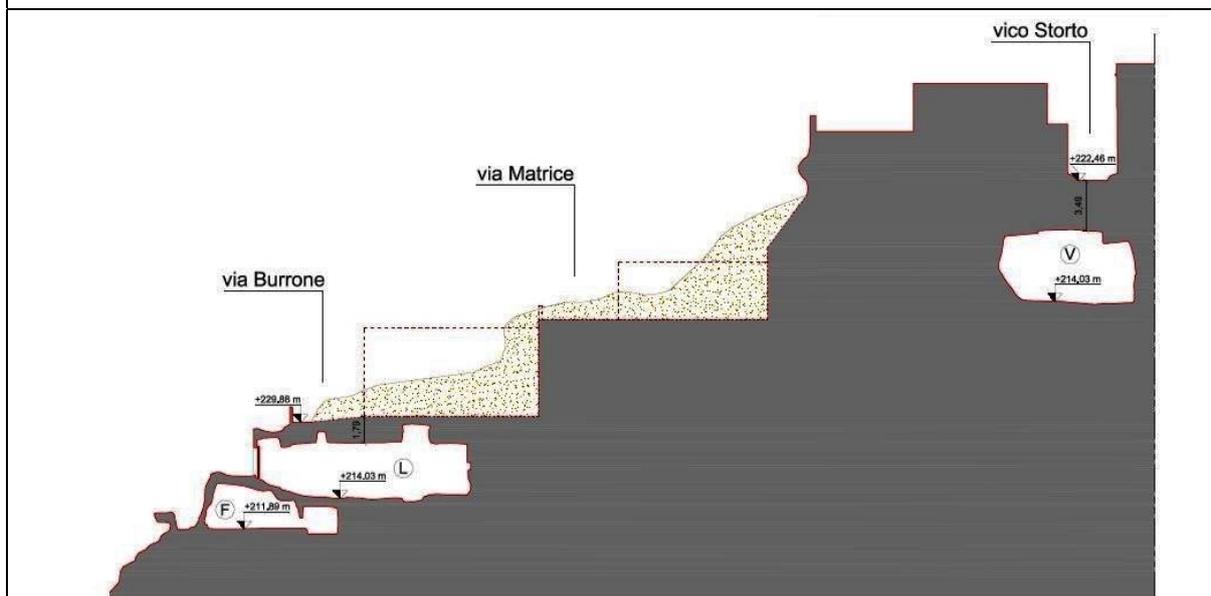




Sezione A-A'



Sezione B-B'



Sezione E-E'



10. VERIFICA DEL PAI

Sulla base dei rilievi effettuati e degli elementi conoscitivi acquisiti a seguito degli studi e indagini realizzati sul territorio di Ginosa successivamente ai gravi fenomeni di dissesto verificatisi 2013-2014 è possibile rapportare le risultanze del presente studio con le perimetrazioni relative al Rischio Idrogeologico adottate nel Piano stralcio di Assetto Idrogeologico attualmente vigente.

Più specificatamente, per quanto riguarda il centro urbano di Ginosa le aree perimetrate sono riportate nelle tavole n. 492024 e 492023 della Carta del Rischio del "Piano stralcio delle aree di versante" (aggiornamento 2015) dell'AdB della Basilicata (*cfr. Fig. 10*).

Per Marina di Ginosa il PAI della AdB della Puglia attualmente vigente (aggiornato al 27/02/2017) non riporta perimetrazioni di aree a rischio per pericolosità geomorfologica (*cfr. Fig. 12*).

10.1. Norme Geologiche di Attuazione del P.R.G.

In tema di pianificazione territoriale e urbanistica il Comune di Ginosa è dotato di Piano Regolatore Generale (approvato in data 12/12/2000 e riapprovato in data 21/08/2015). L'attuazione del PRG per gli aspetti geologici è disciplinata dalle Norme Geologiche di Attuazione e dalla relativa tavola "All.6 – Zonizzazione e Suscettività d'uso del territorio", attualmente vigenti.

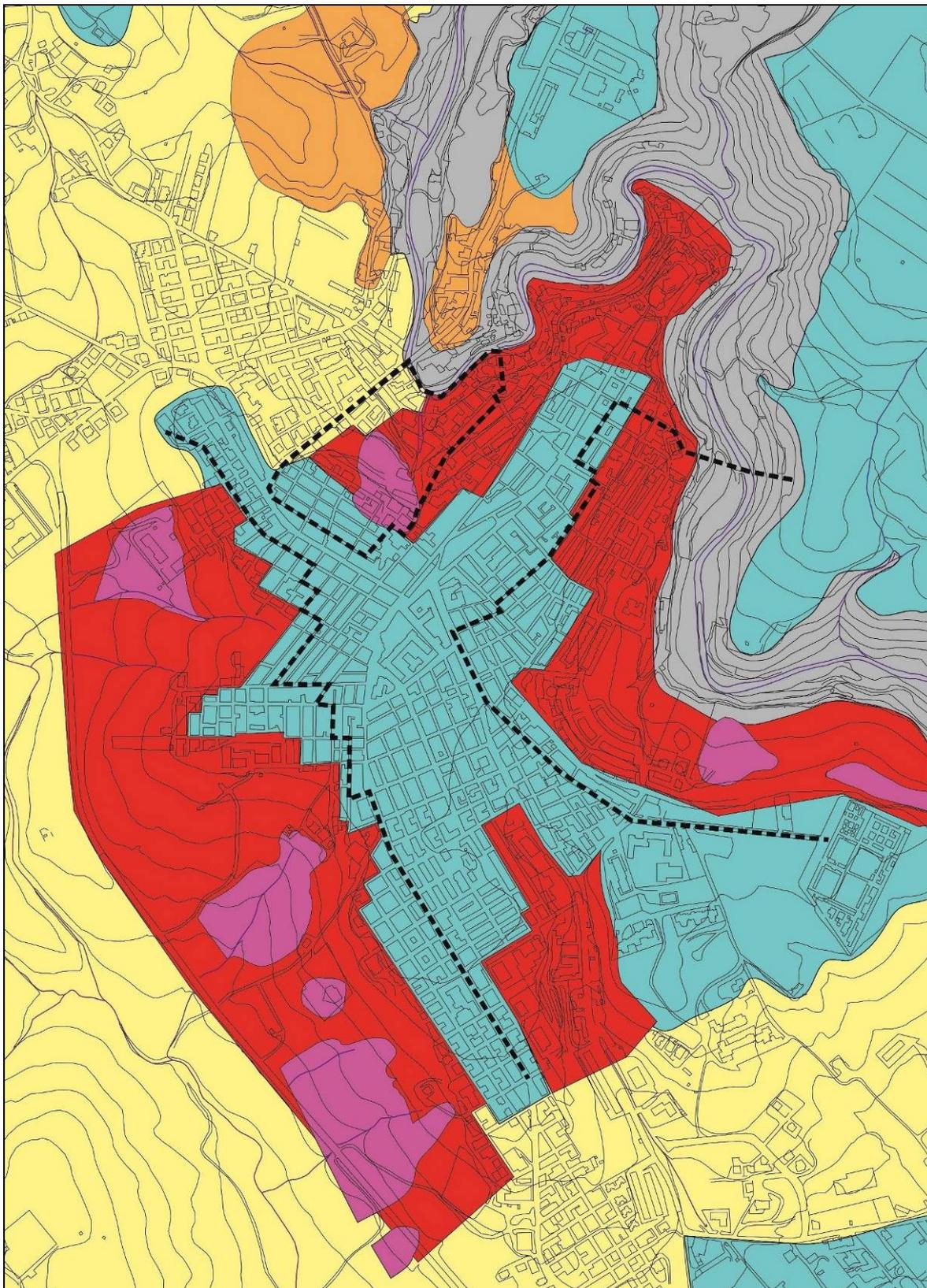


Fig. 37- Zonizzazione e suscettività d'uso del territorio (PRG - 1997)



ZONIZZAZIONE GEOLOGICA

ZONA A - *Aree con suscettività d'uso non condizionata.*

In tali ambiti l'assetto geologico in senso lato è da ritenersi favorevole a recepire interventi antropici senza richiedere particolari approfondimenti sull'assetto geomorfologico ed idrogeologico del territorio.

Nelle aree comprese in questa classe le condizioni evidenziate dalla zonizzazione non pongono particolari limiti all'utilizzazione urbanistica.

ZONA B - *Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata.*

Nelle aree ricadenti in questa tipologia le condizioni geologiche (*latu sensu*) rilevate alla scala di PRG non pongono in rilievo fenomeni negativi in atto, ma solo possibili problemi connessi ai rapporti esistenti fra le unità litostratigrafiche, fra copertura e substrato (lapideo e non), nonché difficoltà di ordine geotecnico.

Le problematiche essenziali sono legate alla localizzazione in profondità della formazione di base ed alle caratteristiche geotecniche dei materiali, ai fini della scelta e dimensionamento delle soluzioni fondali.

ZONA C - *Aree con suscettività d'uso limitata.*

Nelle aree ricadenti in tale tipologia le condizioni riscontrate in fase di rilevamento alla scala di PRG pongono alcune limitazioni interpretative (connesse appunto alla scala di esecuzione delle indagini); tuttavia in linea di massima non si evidenziano le premesse per l'insorgere di limitazioni significative nei riguardi del territorio.

ZONA D - *Aree con suscettività d'uso molto limitata.*

D1 Aree le cui condizioni rilevate alla scala di PRG pongono in evidenza problematiche negative di una certa rilevanza (relative allo spessore delle coltri, all'assetto giaciturale degli strati, allo stato di continuità della massa rocciosa, alla pendenza dei versanti ed alla presenza di fenomeni geomorfologici (dissesto superficiale, frane quiescenti, paleofrane, ecc.).

D2 Aree con grave rischio di instabilità in ordine alla consistenza dei fenomeni geomorfologici di dissesto.

T. Lagnone - T. Gravinella

Fig. 38 - Zonizzazione e suscettività d'uso del territorio - Legenda (PRG - 1997)



10.2. Aree di versante

La verifica delle aree di versante è stata effettuata sul pendio ad ovest dell'abitato di Ginosa prospiciente il *T.Gravinella*, che digrada dal *Rione Giancipoli-Poggio* verso la strada *Circonvallazione Sud*, in riferimento alle problematiche di dissesto già evidenziate nel precedente paragrafo 9.1.

Tali aree rientrano fra quelle destinarie di uno specifico studio geologico-geotecnico eseguito nel Marzo 1985 dal Prof. G. Melidoro su incarico della Regione Puglia – Ufficio del Genio Civile di Taranto nei rioni di Ginosa (*Giancipoli, Populicchio e Piantata*) già inclusi fra quelli da consolidare ai sensi della Legge n. 445 / 1908.

Lungo il pendio in oggetto nelle conclusioni dello studio vennero *“individuati tre gruppi di antichi corpi di frana, in alcuni dei quali vi sono segni di parziali rimobilizzazioni ... Lo spessore del terreno dislocato da frana è di una decina di metri”*. Tali aree vengono definite come *“Aree ad alto rischio di instabilità”* (Prof. G. Melidoro, Genio Civile TA, 1985) (cfr. fig. 39 e 40).

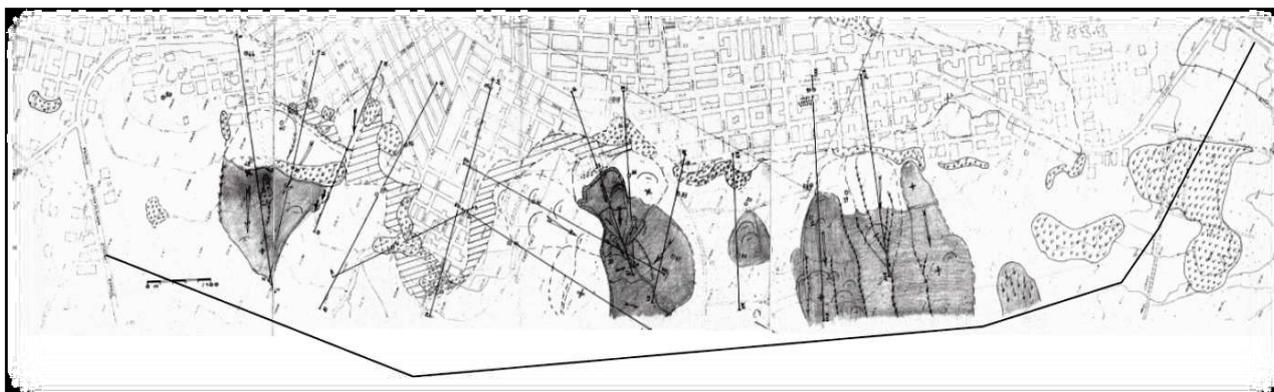


Fig. 39 - Gruppi di antiche frane lungo il pendio prospiciente il *T. Gravinella* (Melidoro, 1985)

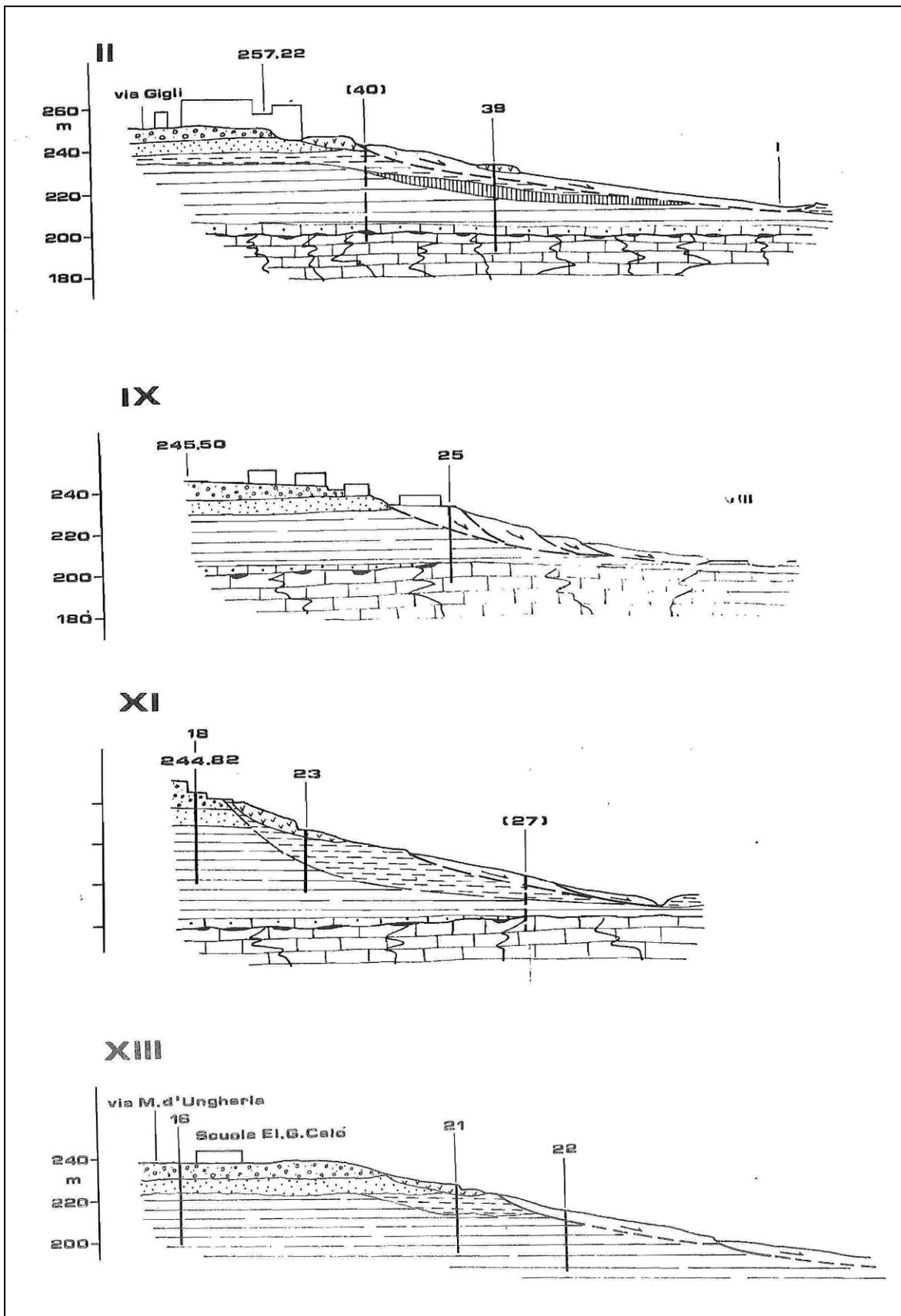


Fig. 40 - Sezioni geologiche (Melidoro, 1985)



Secondo le vigenti Norme Geologiche di Attuazione del PRG il versante in parola ricade in "Zona D – Aree con suscettività d'uso molto limitata". In particolare le aree instabili corrispondenti ad antichi corpi di frana sono individuate come "Zona D2 – *Aree con grave rischio di instabilità in ordine alla consistenza dei fenomeni geomorfologici di dissesto*", mentre il resto del pendio è tipizzato come "Zona D1 – *Aree le cui condizioni rilevate alla scala di PRG pongono in evidenza problematiche negative di una certa rilevanza relative allo spessore delle coltri, [...] alla pendenza dei versanti e alla presenza di fenomeni geomorfologici (dissesto superficiale, frane quiescenti, paleofrane, ecc.)*" (cfr. fig. 37 e 38).

Le criticità osservabili direttamente a carico del pendio, esposte precedentemente nel paragrafo 9.1, attengono essenzialmente a fenomenologie diffuse di dissesto del suolo di tipo erosivo, estese all'intero versante, dovute all'azione delle acque superficiali di precipitazione che mettono a nudo la roccia sottostante lasciandola suscettibile di imbibizione e di colamento verso valle sotto l'azione della forza di gravità (*sheet erosion, soliflusso*). Gli alvei dei fossi principali sono interessati da intensi fenomeni di erosione lineare dovuti alle acque di ruscellamento che scava solchi sempre più profondi.

Questi processi diffusi di dissesto superficiale estesi all'intero versante, inseriti nel particolare contesto ambientale prima delineato, caratterizzato dalla presenza di antichi corpi di frana, possono costituire un importante fattore di innesco per la riattivazione di fenomeni gravitativi profondi di tipo franoso. Eventualità, quest'ultima, che oltre a costituire di per sé una situazione di accentuata pericolosità, innalza in maniera significativa il livello di rischio idrogeologico associato al contesto in esame in rapporto all'intenso livello di esposizione dovuta alla forte urbanizzazione presente sia



a monte che a valle del pendio (intensa edificazione, scuola pubblica, strada *circonvallazione-sud* a valle).

Al fine di quantificare la naturale propensione al dissesto e pervenire alla perimetrazione delle classi di pericolosità geomorfologica del versante studiato è stata elaborata una carta della stabilità del versante, o per meglio dire una "*Carta della instabilità potenziale*" (cfr. Tav. D2.7), secondo una metodologia di tipo euristico-qualitativa, illustrata nel seguito.

Il lavoro di individuazione e perimetrazione delle aree omogenee dal punto di vista della instabilità potenziale dei versanti è stato compiuto mediante la predisposizione di carte tematiche e la loro sovrapposizione ponderale attraverso l'utilizzo di sistemi informativi geografici (*overlay mapping*), per ottenere infine la carta della instabilità potenziale. Nella realizzazione delle cartografie tematiche, sono risultati utili strumenti di analisi e valutazione i sistemi informativi territoriali (G.I.S.), i quali permettono la rapida associazione di elementi geografici, consentendo al contempo un costante aggiornamento delle informazioni.

L'analisi dei vari tematismi ha portato alla redazione della Carta della Instabilità Potenziale dei Versanti che di fatto rappresenta la propensione al dissesto che il territorio possiede in forza delle sue specificità naturali nei confronti dei processi che definiscono i caratteri di instabilità geomorfologica. Così come proposto da AMADESI et alii (1997) e AMADESI E VIANELLO (1978), ha visto la sua realizzazione mediante l'analisi dei seguenti tematismi:

- Carta Geolitologica,
- Pendenza dei versanti (5 classi),
- Esposizione dei versanti (4 classi),



- Carta dell'Uso del Suolo (5 classi).

Ciascuna delle classi componenti i vari tematismi, in riferimento alle singole specificità, è stata indicizzata mediante un "*peso*" che, di fatto, esprime l'influenza dell'attributo cui è riferito sulla stabilità generale. Successivamente sono stati operati appropriati aggiustamenti come compromesso con altri fattori presenti nell'area.

Per la Carta geolitologica, in funzione della giacitura orizzontale degli strati e della pendenza del versante, sono stati attribuiti i seguenti pesi:

Litologia	Peso
Argille e limi (<i>Argille subappennine</i>)	14
Sabbie e ghiaie (<i>Depositi marini terrazzati</i>)	17
Conglomerati	17
Calcarenite (<i>Calcarenite di Gravina</i>)	18
Calcarea (<i>Calcarea di Altamura</i>)	21

Per la pendenza dei versanti si sono utilizzate 5 classi di acclività:

Range di acclività del pendio	Peso
0 ÷ 10 %	+ 2
11 ÷ 20 %	+ 1
21 ÷ 35 %	0
36 ÷ 50 %	- 1
> 50 %	- 2



L'influenza delle condizioni climatiche sui processi geomorfologici è stata codificata attraverso 4 classi:

Range di angolo azimutale	Peso
0 ÷ 90 °	0
91 ÷ 180 °	- 1
181 ÷ 270 °	- 2
271 ÷ 360 °	+ 1

Per l'attribuzione dei pesi alle tipologie dell'uso del suolo si è fatto riferimento alla carta della copertura del suolo del database C.O.R.I.N.E. – Land Cover per le tipologie di uso del suolo presenti nell'area:

<i>Sigla</i>	<i>Classi di uso del suolo</i>	<i>Impedenza</i>	<i>Peso</i>
111	Tessuto urbano continuo	mediocre	0
112	Tessuto urbano discontinuo	mediocre	0
121	Aree industriali e commerciali	mediocre	0
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	minima	-1
124	Aeroporti	mediocre	0
131	Aree estrattive	nulla	-2
133	Aree in costruzione	minima	-1
211	Seminativi in aree non irrigue	nulla	-2
221	Vigneti	nulla	-2
222	Frutteti	mediocre	0
231	Prati stabili	mediocre	0
242	Sistemi colturali particellari complessi	minima	-1
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie	nulla	-2
311	Boschi di latifoglie	massima	+2
312	Boschi di conifere	massima	+2
313	Boschi misti	massima	+2
321	Aree a pascolo naturale e prateria d'alta quota	mediocre	0
322	Brughiere e cespuglieti	buona	+1
324	Aree vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	buona	+1
331	Spiagge, dune, sabbie	nulla	-2
332	Rocce nude, falesie, rupi e affioramenti	nulla	-2
333	Aree con vegetazione rada	minima	-1
411	Paludi	nulla	-2
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	nulla	-2
512	Bacini d'acqua	nulla	-2



Dalla sovrapposizione dei vari strati informativi relativi alle carte tematiche elementari si è ottenuta la *"Carta della instabilità potenziale"* (cfr. Tav. D2.7), codificata su 5 classi di instabilità:

Classi di instabilità potenziale	colore	Peso
Instabilità massima		< 4
Instabilità forte		5 ÷ 8
Instabilità media		9 ÷ 12
Instabilità limitata		13 ÷ 16
Situazione stabile		17 ÷ 23

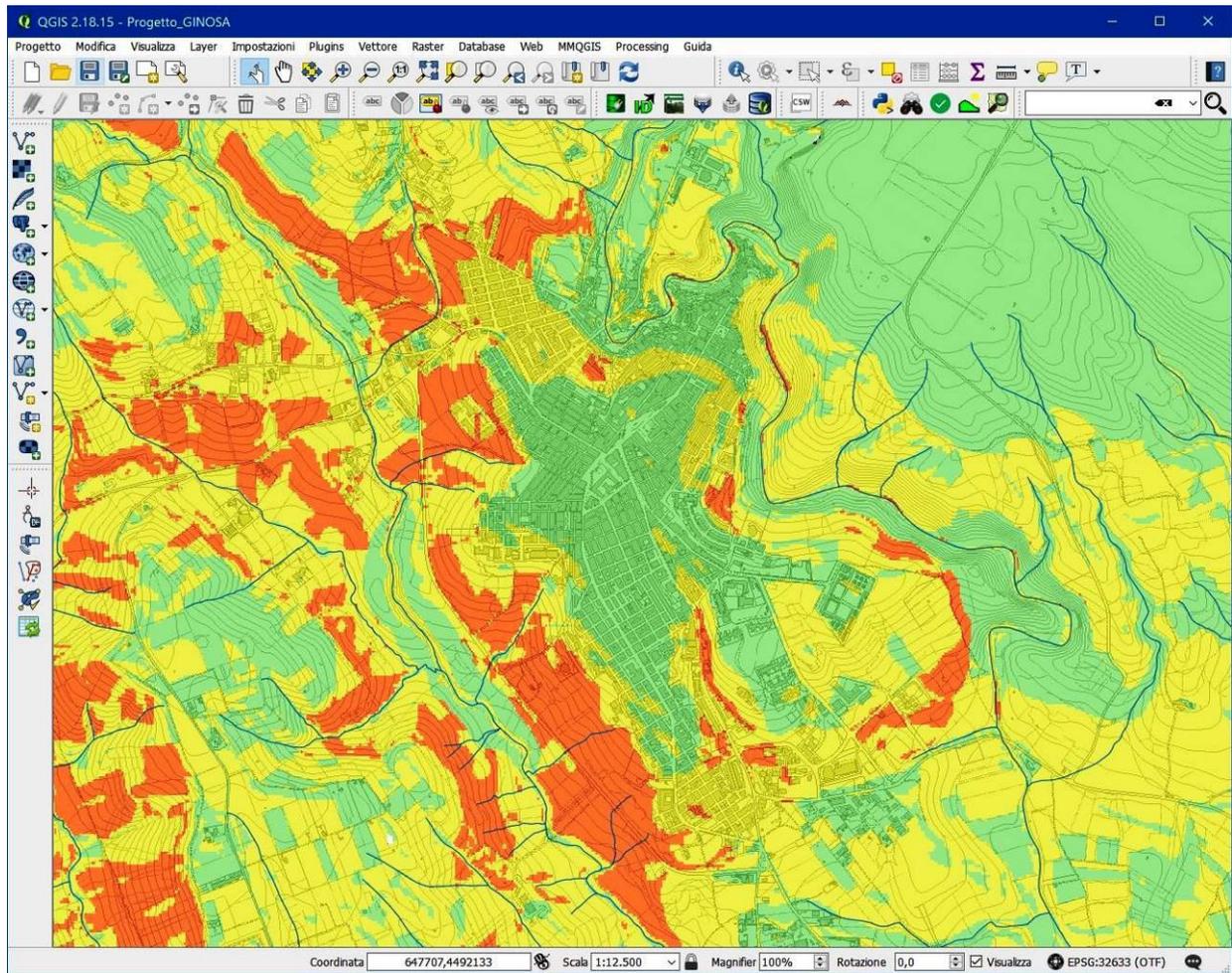


Fig. 41 - Instabilità potenziale del versante



La propensione al dissesto espressa dalla carta dell'instabilità potenziale scaturita dalle sovrapposizioni automatiche dell'*overlay mapping* è stata successivamente sottoposta a valutazioni di carattere geomorfologico, al fine di compensare alcune imprecisioni introdotte con la carta d'uso del suolo non perfettamente corrispondente allo stato di fatto attuale e per introdurre alcuni riscontri rilevati direttamente in sito con l'osservazione diretta.

E' stata così ottenuta per il versante in esame la nuova perimetrazione riportata nell'elaborato "*Tav. D2.8 - Carta del rischio geomorfologico*", allegato alla presente (cfr. fig. 46).

La vasta area perimetrata con instabilità potenziale media sulla mappa ottenuta da *overlay* è stata identificata con la classe di Rischio R2 prevista nel vigente Piano stralcio delle aree di versante della competente Autorità di Bacino della Basilicata, assoggettabile quindi alle norme prescrittive e di salvaguardia previste dall'Art. 18 delle Norme di Attuazione del PAI (agg. 2015). Sono state inoltre introdotte:

- una ulteriore perimetrazione a rischio R4 in corrispondenza di una scarpata ad elevata pericolosità su una ristretta area lungo *Via Costa della Crognola*, a ridosso dell'edificato esistente sulla sovrastante *Via Montenero*, nella zona a monte del versante in esame;
- alcune circoscritte perimetrazioni a rischio R2 lungo entrambi i versanti della vallecchia che scende in corrispondenza di *Via Matteotti*.



10.3. Centro storico

Gli elementi conoscitivi sulla situazione del sottosuolo nel centro storico di Ginosola acquisiti, successivamente al crollo del 21 gennaio 2014, alla luce delle risultanze degli studi e rilievi specialistici effettuati rendono possibili alcune valutazioni riguardo alle perimetrazioni delle aree a rischio vigenti.

Sulla base delle segnalazioni inviate dal CNR-IRPI in seguito alle attività di rilievo e catalogazione delle cavità antropiche eseguite successivamente al crollo, l'Autorità di Bacino ha potuto aggiornare la Carta del Rischio. Sono state introdotte le perimetrazioni corrispondenti alle cavità antropiche rilevate, classificate in base alla suscettibilità da crollo individuata in fase di rilevamento (R1, R2, R3, R4).

Le risultanze dei rilievi tecnici effettuati nelle cavità da parte del CNR-IRPI e nella zona del crollo da parte della Ditta esecutrice dei lavori di indagine e rimozione delle macerie (Apogeo srl) hanno messo in luce uno scenario fatto di una intrinseca interconnessione ed alternanza fra il costruito e le cavità ipogee, naturali e antropiche

Fra le cause dell'evento crollo bisogna sicuramente annoverare la natura della roccia calcarenitica con la sua ampia variabilità di caratteristiche petrografiche, nonché la natura dell'ammasso calcarenitico con la sua fitta rete di discontinuità tettoniche e/o gravitative. *"Tali caratteristiche della roccia e degli ammassi calcarenitici distribuiscono in modi non facilmente percepibili dalla superficie, punti o zone di debolezza e superfici di discontinuità della permeabilità"* (Spilotro, ctu 2016).

Nell'area del crollo è stata accertata la presenza di ben 6 distinti livelli sovrapposti di cavità ipogee, soventemente con paramenti murari di separazione di spessore esiguo. Dal rilievo del quadro fessurativo di edifici e cavità è emerso un livello di gravità alto e diffuso. Nel crollo sono rimasti coinvolti n. 13 complessi edilizi.

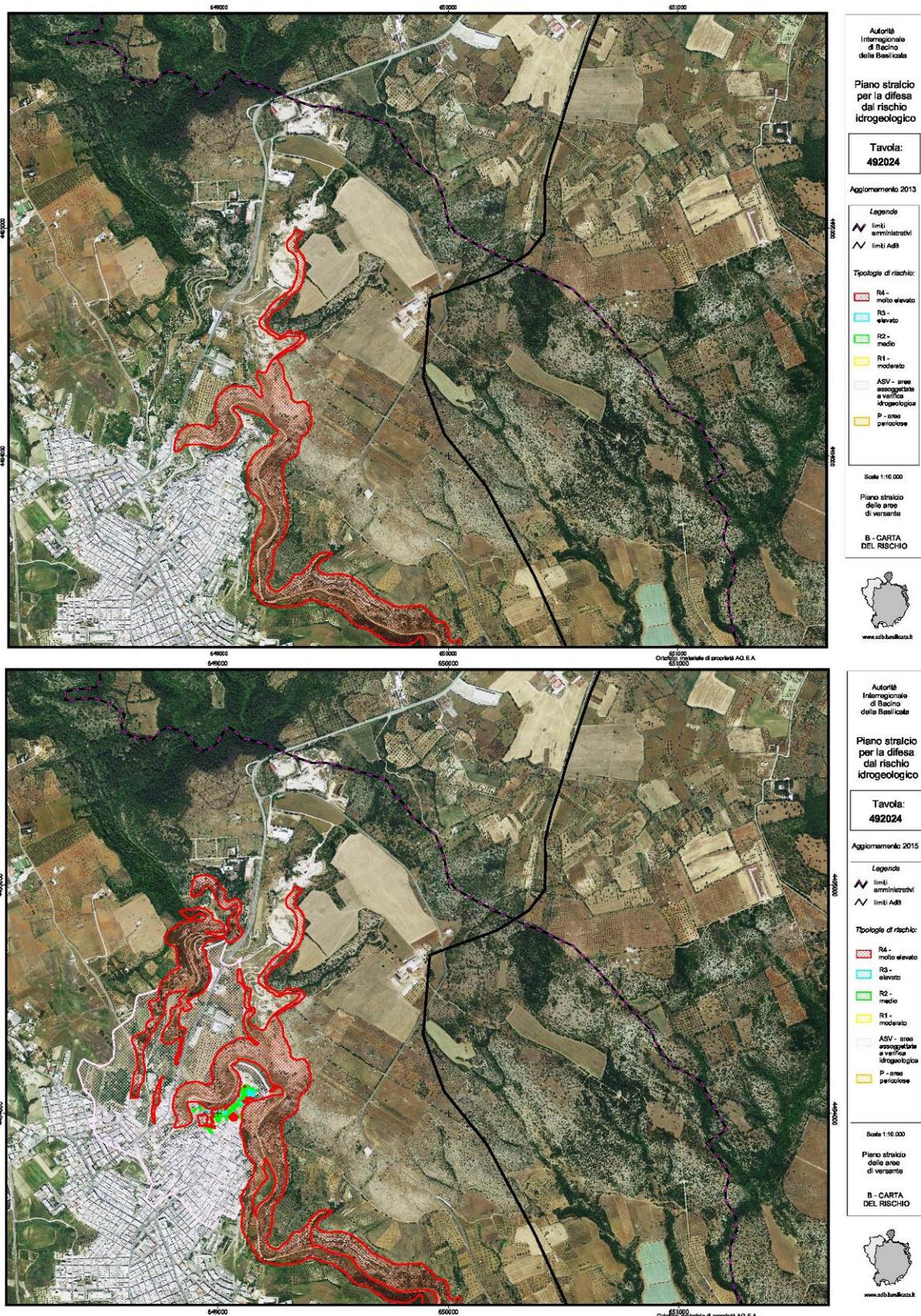
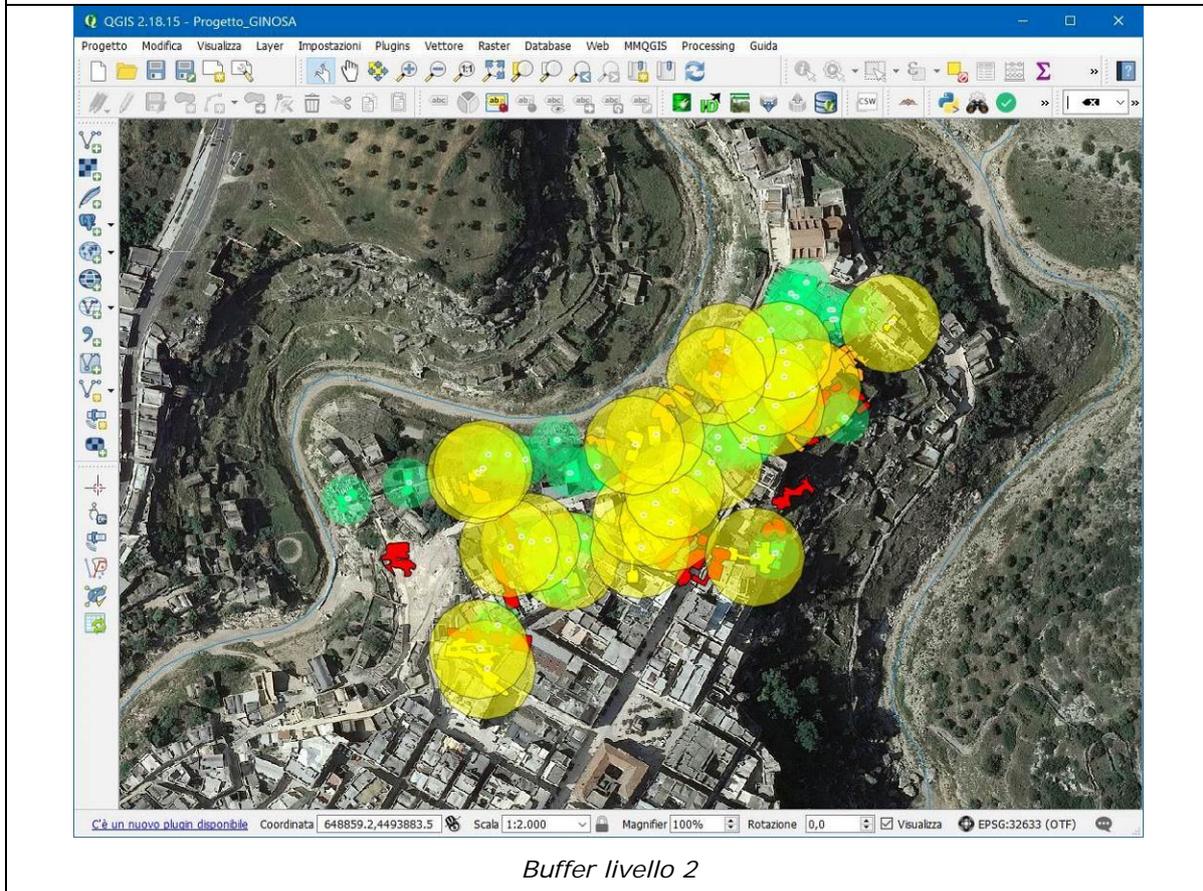
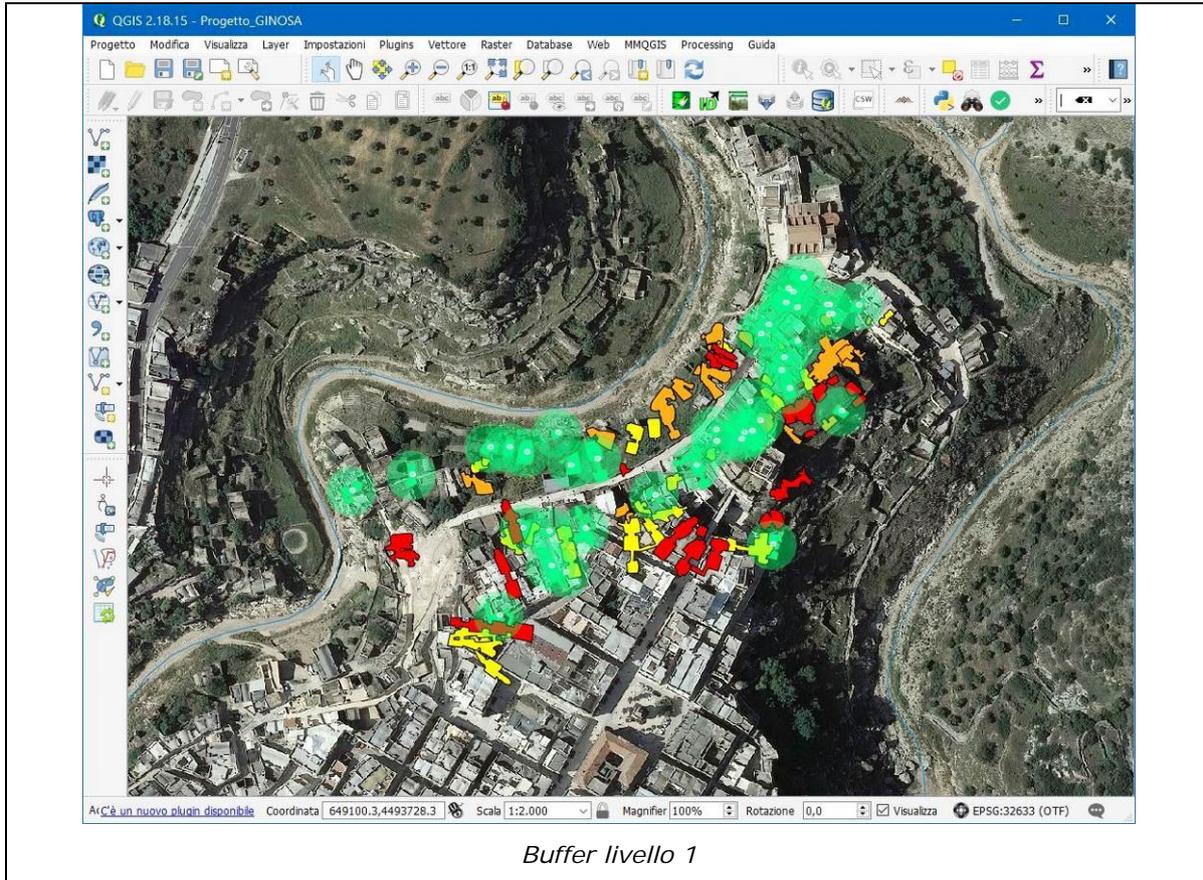




Fig. 43 - PAI AdB Basilicata, Centro storico

In un contesto del genere, formulare ipotesi su quali e quanto estese possano essere le conseguenze del cedimento di una cavità risulta un'impresa di non facile risoluzione, se non impossibile. Altrettanto inappropriato sarebbe associare ad un ipotetico crollo un'area di influenza ristretta al semplice perimetro della cavità direttamente interessata.

Per queste motivazioni è stata verificata l'incidenza sul contesto urbano dell'apposizione di un buffer di sicurezza attorno ad ogni cavità. Per differenziare le situazioni è stato considerato per il buffer un raggio di estensione proporzionale al livello di gravità della propensione al dissesto rilevato per ciascuna cavità: 12,50 m per il livello basso, 25 m per il livello medio, 37,50 m per il livello medio-alto, 50 m per il livello alto.



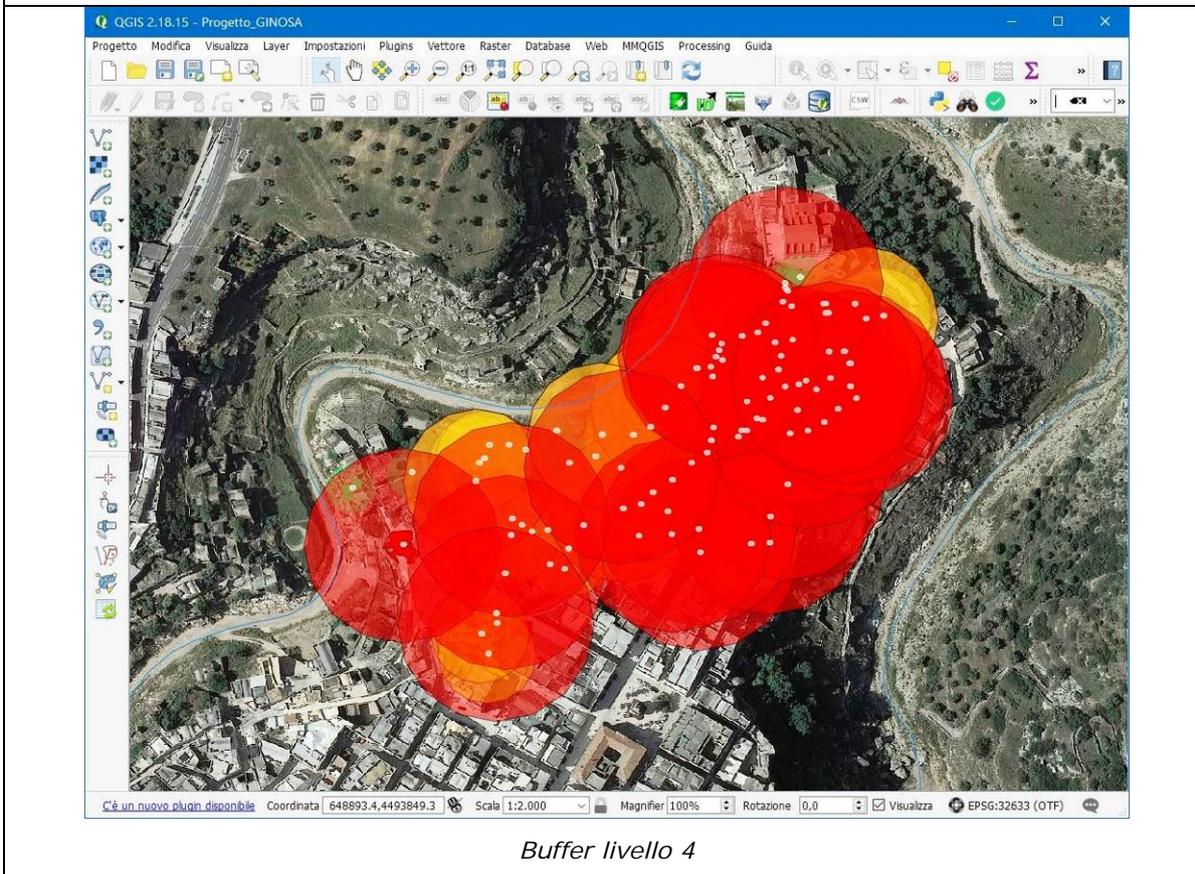
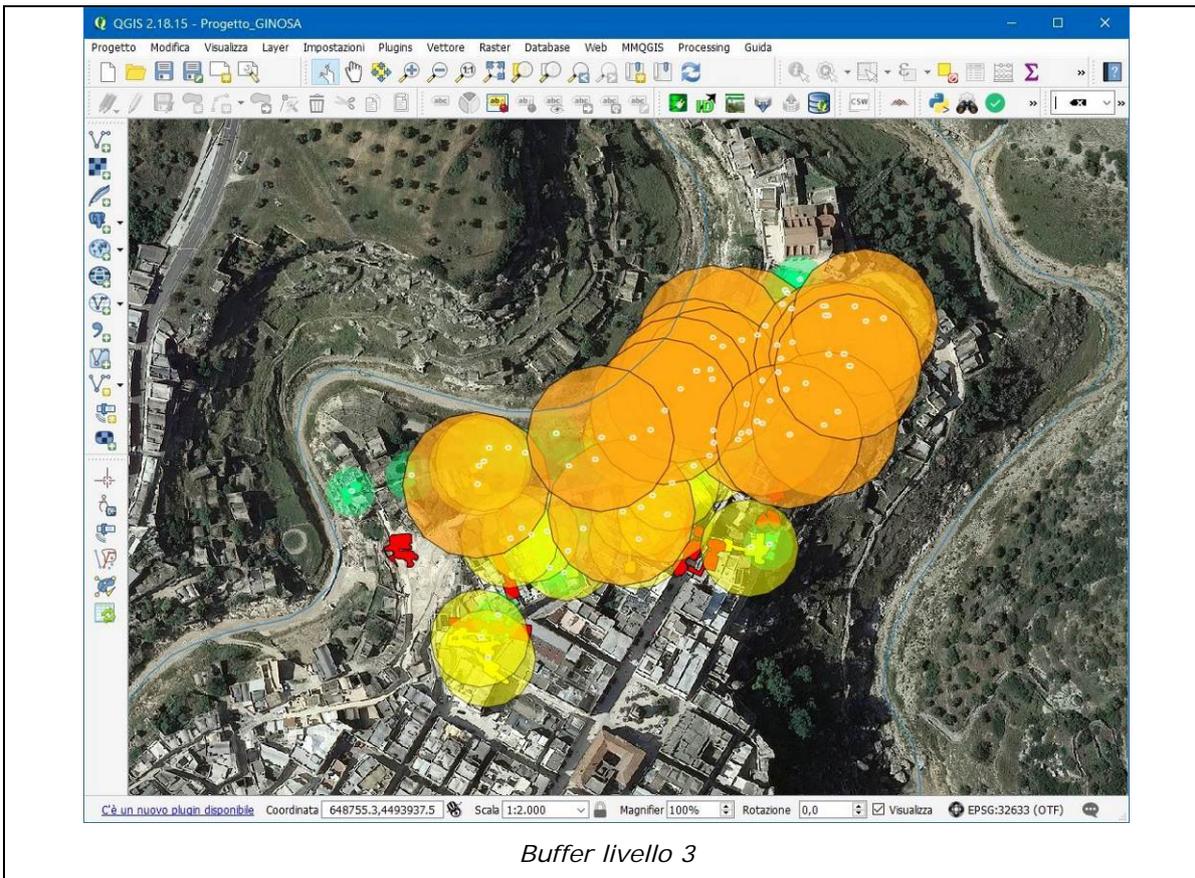


Fig. 44 - Buffer di sicurezza attorno alle cavità ipogee



Come si può osservare dai riquadri di fig. 44 i buffer di livello superiore, a mano a mano, coprono e comprendono anche i buffer di livello inferiore, fino a considerare il buffer di livello 4 (raggio = 50 m) che con il suo involucro ricopre praticamente tutti gli altri, nonché l'intera area del settore settentrionale del centro storico.

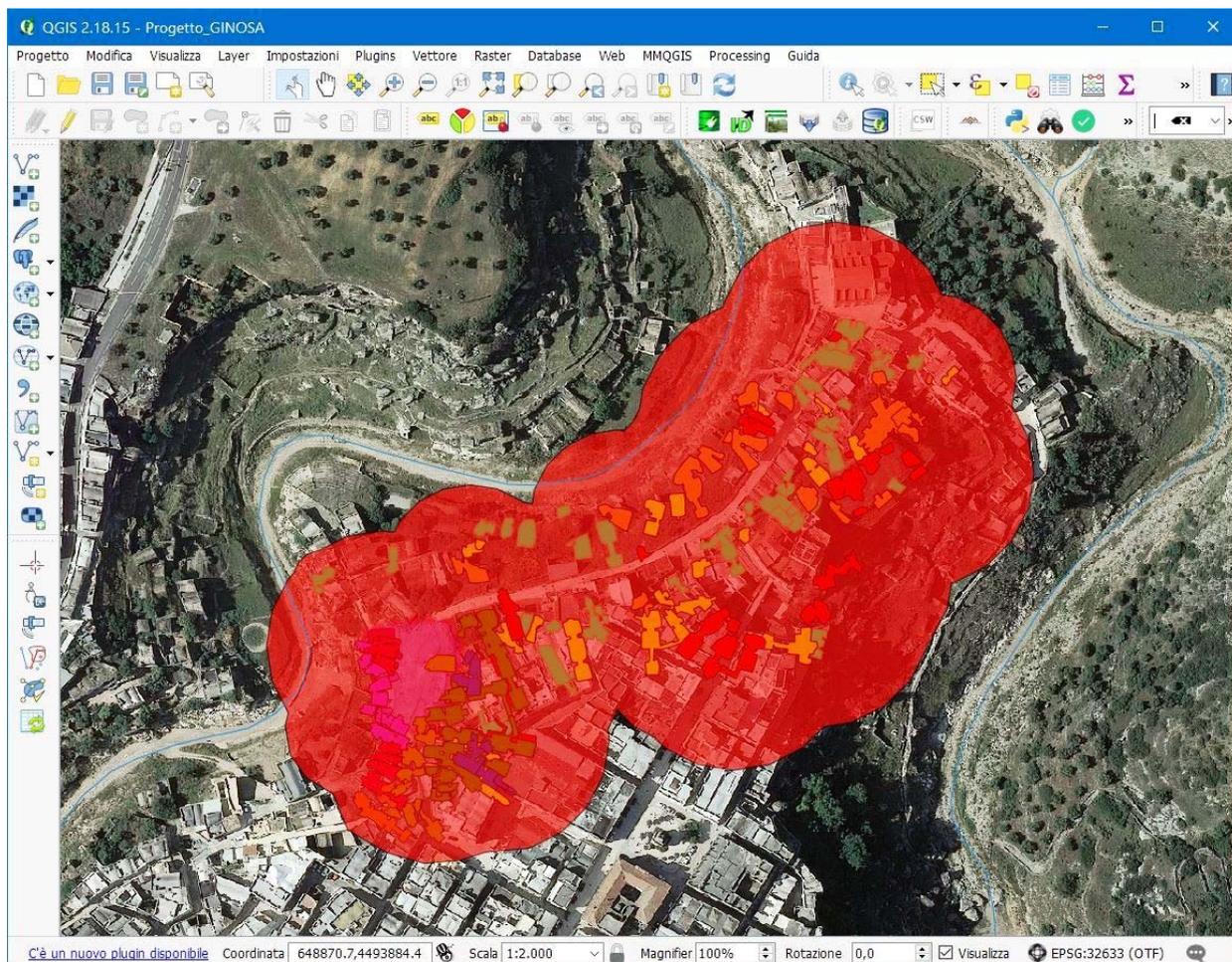


Fig. 45 - Buffer esteso

In conclusione quindi, in coerenza con le risultanze fin qui esposte, per il centro storico si propone di considerare l'intera area corrispondente all'involuppo del buffer di livello 4 (50 m) come nuova perimetrazione delle aree a rischio di dissesto per crollo delle cavità, con classe di rischio "R4 - *Rischio molto elevato*", assoggettabile quindi alle norme prescrittive e di salvaguardia previste dall'Art. 16 delle Norme di



Attuazione del PAI - aggiornamento 2015 (cfr. *Tav. D2.8 - Carta del rischio geomorfologico*).

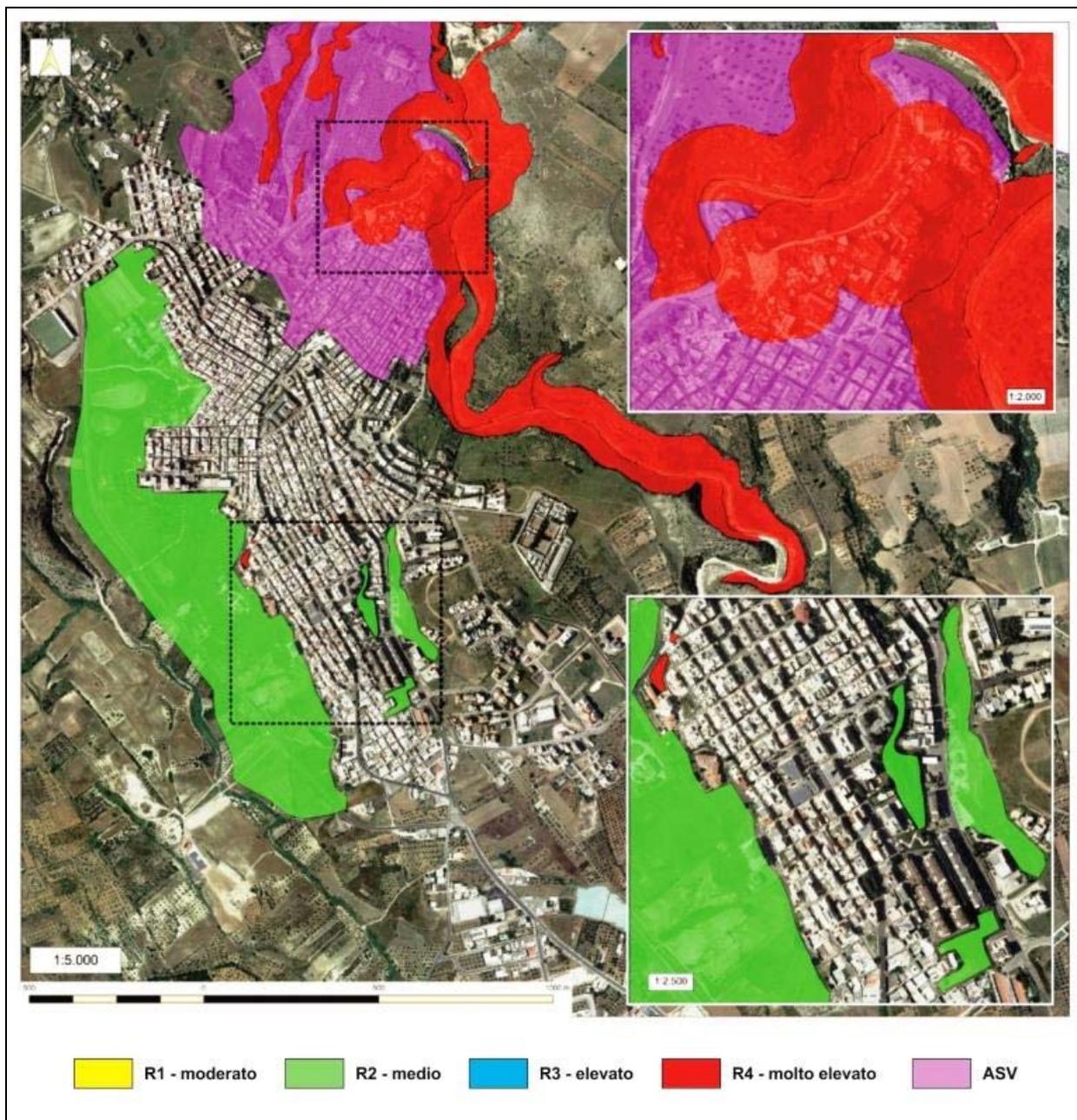


Fig. 46 - Proposta di nuova perimetrazione delle aree a rischio geomorfologico (Tav. D2.8)

La rimanente parte del centro storico e l'intero settore settentrionale del territorio di Ginosa permangono sotto perimetrazione di zona ASV (*Aree assoggettate*



a verifica idrogeologica) fino a disponibilità di approfonditi e dettagliati elementi conoscitivi ai fini della valutazione del livello di pericolosità e di rischio.



11. CONCLUSIONI E INDICAZIONI SUGLI INTERVENTI

Nel presente studio sono stati individuati e analizzati gli elementi di criticità presenti sul territorio di Ginosa in relazione ai contesti di pericolosità geomorfologica rilevati, anche in riferimento agli eventi calamitosi culminati nel Gennaio 2014 con il crollo nel centro storico di una tratto della Via Matrice.

In riferimento al territorio di Ginosa, ricadente in corrispondenza del margine sud-occidentale delle *Murge* digradante verso la piana costiera, è possibile individuare una varietà di contesti morfologici e litologici che non di rado costituiscono motivo di criticità in riferimento alla pericolosità geomorfologica.

Le principali evidenze di tali problematiche attengono essenzialmente al centro abitato di Ginosa e possono essere distinte in 2 differenti contesti: dissesti di versante e dissesti per crollo di cavità nel centro storico e in gravina.

I fenomeni di versante si rilevano lungo i pendii che cingono il centro abitato che si estende su un rilievo a sommità tabulare, ad una elevazione massima di circa 250 m s.l.m., digradante lungo gli orli periferici verso scarpate argillose a modesta pendenza, mediamente inferiore a 10°.

In particolare è stata analizzata la situazione del pendio prospiciente il T. Gravinella, sul versante occidentale dell'abitato, che presenta evidenze di rilevanti problematiche di dissesto di tipo erosivo dovute all'azione delle acque superficiali. Si tratta di fenomeni di dissesto diffuso a carico della porzione più superficiale dei terreni in posto (*dissesto del suolo*) che rappresentano l'esito dei processi di denudazione dei



versanti ad opera delle acque di precipitazione, che allontanano i materiali di copertura mettendo a nudo la roccia sottostante, lasciandola suscettibile di imbibizione e di colamento verso valle sotto l'azione della forza di gravità (*soliflusso*).

A tale riguardo va evidenziato che l'intero pendio si estende al disopra di antichi corpi di frana soggetti a possibile rimobilizzazione (*Melidoro, Genio Civile TA, 1985*), ragion per cui la sussistenza dei suddetti fenomeni di dissesto e imbibizione del suolo potrebbero costituire un pericoloso fattore di innesco.

Percorrendo la strada *Circonvallazione-sud*, che corre da nord a sud al piede del versante lungo il *T.Gravinella*, oltre ai fenomeni di dissesto diffuso presenti sul pendio a monte, si rilevano segni di dissesto a carico dello stesso corpo stradale che in alcuni punti appaiono di una certa gravità, anche nei riguardi della fruibilità e della stabilità della strada.

Per quanto riguarda il contesto ambientale geomorfologico che interessa il *Centro storico* e la *Gravina* che lo contorna (*T. Lagnone*) le problematiche che si evidenziano attengono essenzialmente alla presenza di un gran numero di cavità antropiche che si approfondiscono nell'ammasso calcarenitico e alle discontinuità strutturali della roccia.

Lungo i fianchi della *Gravina* La presenza della roccia calcarenitica, relativamente tenera da scavare, ha permesso e favorito lo sviluppo della civiltà rupestre con importanti insediamenti ipogei. Ma proprio la facilità di scavo offerta dalla calcarenite rappresenta il primo motivo di criticità poiché ne determina una forte vulnerabilità, con intensi fenomeni di dissesto idrogeologico a causa della concomitanza di azioni dovute al carsismo, agli agenti morfogenetici e a fattori meteo-



climatici. Inoltre la presenza di un gran numero di cavità, antropiche e naturali, che si approfondiscono anche per decine di metri e su più livelli sovrapposti contribuisce a indebolire ulteriormente l'originaria resistenza dell'ammasso roccioso.

Non di rado infatti lungo i fianchi della gravina si sono verificati, e si verificano tutt'ora, crolli di cavità e distacchi sulla parete rocciosa dovuti essenzialmente non a particolari eventi scatenanti ma solo al continuo impoverimento delle caratteristiche di resistenza della roccia calcarenitica dovuto all'azione degli agenti atmosferici e delle acque superficiali di infiltrazione.

A queste medesime cause è da scrivere anche il crollo di Via Matrice del 2014, seguito ad un lungo periodo di precipitazioni meteoriche eccezionalmente intense, oltre che alla presenza di una fitta rete di cavità disposte su 6 differenti livelli interconnessi, e alle conseguenze dell'azione antropica (edificato urbano, infiltrazioni da reti infrastrutturali, mancato controllo delle acque superficiali, ecc.).

Quindi, sulla base dei rilievi effettuati e degli elementi conoscitivi acquisiti, è stato possibile rapportare le risultanze del presente studio con le perimetrazioni relative al Rischio Idrogeologico adottate nel Piano stralcio di Assetto Idrogeologico attualmente vigente. E' stato così possibile elaborare una *Carta di pericolosità* relativa al territorio in esame da cui è scaturita una proposta di modifica delle perimetrazioni vigenti nel PAI in ordine alle zone a Rischio Geomorfologico (cfr. fig. 46 e *Tav. D2.8* allegata).



A conclusione del lavoro svolto è possibile fornire alcune indicazioni sulle azioni da porre in essere ai fini della mitigazione dei rischi in riferimento a ciascuno dei contesti di criticità fin qui evidenziati.

In linea generale, al fine di una possibile mitigazione dei livelli di pericolosità e quindi di rischio, è indispensabile soddisfare l'esigenza prioritaria di accrescere i livelli di consapevolezza e conoscenza degli elementi di pericolosità legati al contesto di riferimento.

All'indomani del crollo di Via Matrice, muovendo dalla situazione di emergenza verificatasi, sono stati realizzati importanti studi e rilievi (CNR-IRPI, Apogeo) volti a mettere in luce l'entità e le cause del dissesto occorso, ma anche l'estensione della fitta rete di cavità presenti nel sottosuolo, l'individuazione e la caratterizzazione degli elementi di dissesto presenti. Tali studi hanno rappresentato un punto di partenza indispensabile, ma non possono certamente essere considerati esaustivi rispetto alla duplice esigenza di effettuare ulteriori analisi specifiche più approfondite nelle cavità già rilevate, e di estendere al resto del territorio il censimento e il rilievo tecnico delle cavità antropiche presenti. Allo stesso modo anche per le aree di versante sarà necessario effettuare specifici studi e rilievi volti a individuare e caratterizzare le situazioni di pericolosità esistenti.

Andrà altresì considerata la possibilità di implementare un sistema integrato di monitoraggio che consenta l'attivazione di un sistema di allertamento automatizzato. Tecniche geomatiche integrate, reti di sensori wireless, interferometria satellitare PermanentScatters (PS), radar interferometrico terrestre e stazioni totali sono le tecnologie di ultima generazione in grado di coadiuvare il contrasto al dissesto idrogeologico.



Per quanto attiene agli interventi specifici relativi a ciascun sito si riportano le seguenti indicazioni di dettaglio con riferimento ai principali ambiti esaminati nel presente lavoro (*cf. fig. 47*).

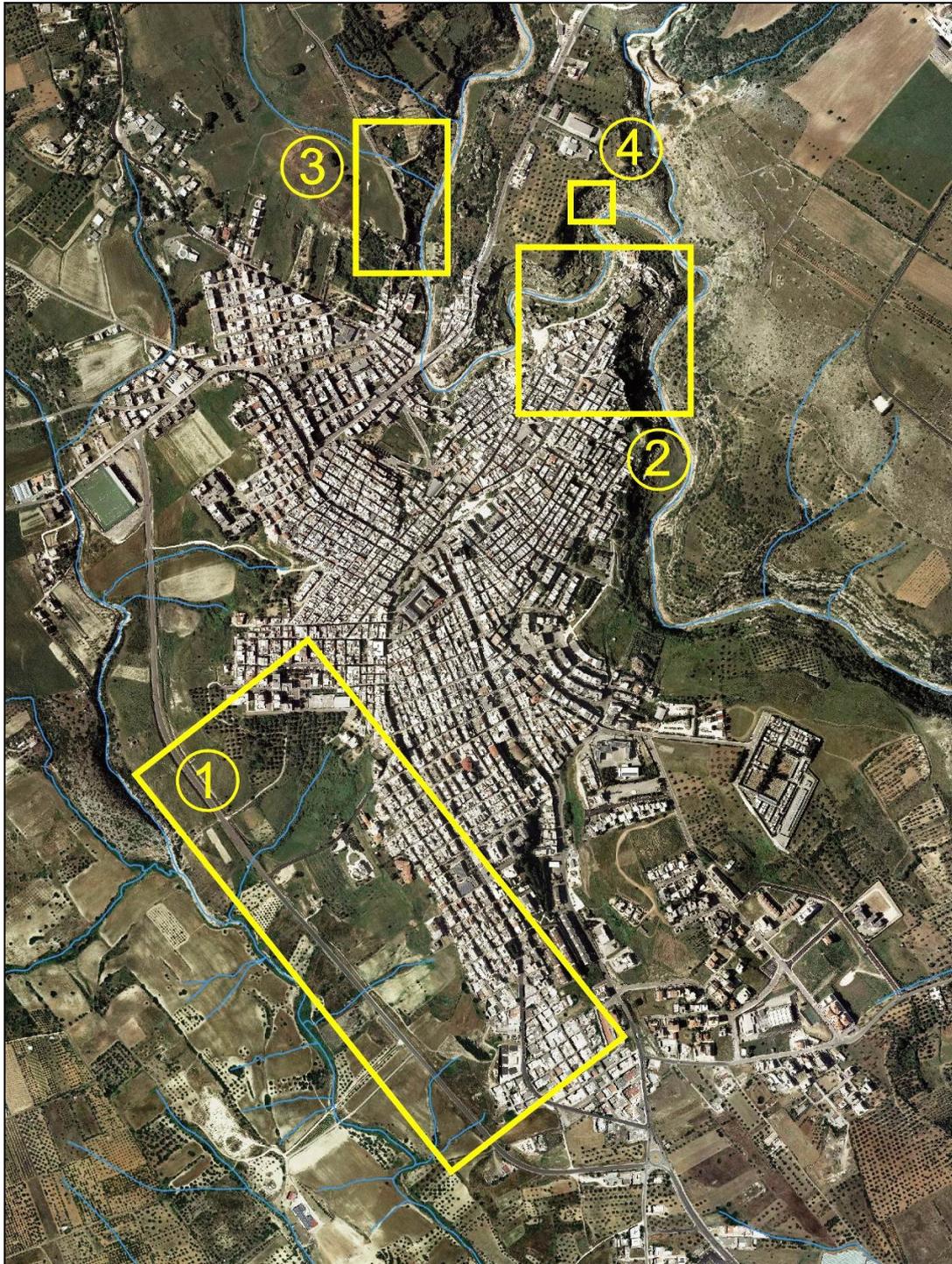


Fig. 47 - Zone di intervento:
1) Versante T. Gravinella; 2) Centro storico; 3) Via Pescarella; 4) Sinistra T. Lagnone

- **Area 1 – Versante prospiciente il T. Gravinella.**

L'area corrispondente al pendio sul versante sinistro del T. Gravinella evidenzia problematiche diffuse di dissesto del suolo estese all'intero pendio, soggetto all'azione



erosiva delle acque di scorrimento superficiale e ai conseguenti processi di imbibizione e colamento degli strati superiori del terreno nel sottosuolo. Tale fenomenologia assume particolare rilievo in considerazione della presenza lungo il versante di alcuni antichi corpi di frana passibili di rimobilizzazione. La condizione di rischio è aggravata da un elevato valore di esposizione dovuto all'alto grado di urbanizzazione a monte del pendio, e alla presenza di infrastrutture puntuali (scuola pubblica) e lineari (strada circonvallazione sud a valle).

In tale contesto le misure di intervento a mitigazione del rischio dovranno tendere a:

- a) elevare il grado di conoscenza e consapevolezza dei fenomeni in atto e potenziali mediante l'esecuzione di adeguate indagini geognostiche e geotecniche volte a definire la struttura litostratigrafica e le discontinuità nel sottosuolo, gli eventuali cinematismi attivi o potenziali, i parametri geotecnici di resistenza dei terreni (sondaggi meccanici, prove penetrometriche, misure inclinometriche, analisi di laboratorio);
- b) ridurre la pericolosità mediante azioni preventive sulle cause del dissesto: opere di raccolta e regimazione delle acque superficiali, impiego di geostuoie di rinforzo e protezione del suolo, stabilizzazione della coltre vegetazionale;
- c) ridurre la vulnerabilità mediante interventi di rinforzo strutturale (*consolidamenti*).

- **Area 2 – Centro storico.**

L'area del centro storico, successivamente al crollo del 2014, è stata interessata da approfonditi studi e rilievi da parte dei tecnici del CNR-IRPI ma solo limitatamente



alle zone interdette in emergenza con ordinanza sindacale (cfr *fig. 33*). Pertanto la prima imprescindibile necessità è legata all'esigenza di completare il quadro conoscitivo sulla situazione delle cavità nel sottosuolo dell'intero centro storico.

Bisognerà quindi procedere al censimento di tutte le manifestazioni ipogee notoriamente presenti sul territorio e al rilievo tecnico delle condizioni di staticità dei luoghi e di degrado dell'ammasso roccioso. Tale rilievo dovrà fare luce sulla complessità geometrica della rete caveale ipogea mediante l'utilizzo di approcci di studio di tipo tridimensionale al fine di indagare gli effetti dell'interazione fra i diversi ordini di cavità sovrapposti.

Non saranno tralasciate tecniche indirette di investigazione di tipo geofisico al fine di individuare eventuali ulteriori cavità presenti nel sottosuolo, oltre a quelle già note.

Come è già stato detto bisognerà altresì estendere all'intero centro storico e protrarre nel tempo le azioni già avviate di monitoraggio topografico del territorio, al fine di rilevare eventuali movimenti precursori dei crolli, valutando anche la possibilità di adottare sistemi di controllo mediante interferometria satellitare. Parallelamente si procederà al presidio diretto delle cavità a maggior suscettibilità al crollo mediante la posa in opera di idonee strumentazioni di misura (fessurimetri, vetrini, ecc.).

Sul piano della riduzione della pericolosità saranno adottati interventi strutturali finalizzati a prevenire le cause dei dissesti. Prioritaria da questo punto di vista sarà la realizzazione di un'adeguata rete infrastrutturale di regimazione delle acque superficiali estesa all'intero contesto urbano del centro storico, finalizzata ad eliminare il problema delle infiltrazioni nel sottosuolo. Per le stesse finalità sarà assicurato il controllo sull'efficienza delle reti esistenti (fognature ed acquedotti).



Al fine di ridurre la vulnerabilità dell'ambiente saranno adottate con ogni urgenza misure volte alla messa in sicurezza delle cavità per le quali è stata rilevata una suscettibilità al crollo di grado elevato, mediante interventi strutturali di consolidamento dell'ammasso roccioso. Un'attenzione particolare andrà riposta nel controllo delle condizioni microclimatiche delle cavità al fine di evitare elevati tassi di umidità negli ambienti ipogei, individuata fra le cause primarie della degradazione delle caratteristiche di resistenza della roccia calcarenitica.

Analogamente al contesto ipogeo, si interverrà sull'edificato urbano con azioni volte al contenimento delle situazioni di rischio residuo e al miglioramento delle condizioni di resistenza, mediante consolidamento degli edifici pericolanti danneggiati dagli eventi di dissesto e demolizione controllata dei ruderi e successiva eventuale ricostruzione delocalizzata.

- **Area 3 – Via Pescarella.**

L'area di intervento 3 corrisponde alla collina percorsa da sud a nord dalla *Via Pescarella*. Quest'area nel Febbraio 2009 fu interessata dal crollo del costone corrispondente al ciglio del versante destro del *T. Lagnone (Gravina di Ginosa)* sulla sottostante *Via Il Fornace*. La parete crollata costituiva la porzione di accesso ad una delle numerose cave ipogee presenti in zona, utilizzate nel passato per l'estrazione della calcarenite. Il crollo interessò quasi interamente la sede viaria di *Via Pescarella*, tutt'ora chiusa al traffico, e arrivò a lambire la palazzina residenziale posta sul lato opposto della strada (cfr. Fig. 18).



In precedenza un ulteriore evento si era verificato lungo la medesima Via Pescarella, poco più a nord, in cui si verificò lo sprofondamento del piano di campagna, presumibilmente in corrispondenza di un'altra cava ipogea.

E' noto localmente come quest'area sia diffusamente interessata dalla presenza di cave nel sottosuolo. Nessuna informazione certa però è disponibile riguardo alla effettiva estensione di tali manifestazioni antropiche ipogee.

Pertanto assume carattere prioritario la necessità di effettuare un adeguato e approfondito rilievo speleologico e geologico tecnico di tali ambienti ipogei al fine di valutarne l'effettiva estensione, i rapporti geometrici con la superficie, lo stato di conservazione, le condizioni di stabilità delle pareti e di degradazione dell'ammasso roccioso.

Si procederà quindi alla messa in sicurezza del sito mediante il disaggio delle porzioni di parete rocciosa in situazione di disequilibrio e alla demolizione controllata degli elementi crollati. La palazzina andrà demolita e ricostruita in sito delocalizzato. Nota la situazione nel sottosuolo, si potrà procedere con il ripristino di Via Pescarella.

- **Area 4 – Versante sinistro del T. Lagnone.**

L'area 4 corrisponde al sito in cui la mattina del 3 dicembre 2017 una consistente porzione della parete costituente il ciglio superiore del fianco del *T. Lagnone (gravina)* in sinistra idrografica è crollato sulla sottostante Via Villa Glori (cfr. figg. 31 e 32).

L'area è caratterizzata dalla presenza di una fitta rete di cavità antropiche e di chiese rupestri censite nel Catasto Regionale delle Grotte e Cavità, ed è pertanto caratterizzata da un elevato valore storico e paesaggistico.



Fra le azioni indirizzate alla mitigazione del rischio è possibile indicare in primis la necessità di procedere al rilievo speleologico e geologico tecnico della parete rocciosa al fine di individuare eventuali porzioni di parete in condizioni statiche di disequilibrio e quindi di valutarne il grado di pericolosità.

Successivamente bisognerà procedere al disgiungimento delle porzioni di parete in disequilibrio e alla demolizione controllata degli elementi litoidi crollati.

Le indicazioni fin qui esposte muovono nella direzione di perseguire obiettivi conservativi di controllo e gestione oculata dell'ambiente. Alle stesse finalità saranno orientate le azioni di programmazione urbanistica e di governo della suscettibilità d'uso del territorio nei riguardi delle azioni antropiche.