

APPENDICE G1

**Studio Sismotettonico dell'Area del Giacimento Petrolifero di
Tempa Rossa e Caratterizzazione della Faglia Scorciabuoi**

GeoMORE s.r.l.



Spin-off dell'Università
degli Studi
di Camerino

Agosto 2018

Studio Sismotettonico dell'Area del Giacimento Petrolifero di Tempa Rossa e Caratterizzazione della Faglia Scorciabuoi



GeoMORE s.r.l. – Spin-off dell'Università di
Camerino

Emanuele Tondi, Giuseppe Pasquini,
Andrea Rustichelli, Miller Zambrano,
Riccardo Teloni

Collaboratori: Elisa Fierro, Alan Pitts.

**STUDIO SISMOTETTONICO DELL'AREA DEL GIACIMENTO
PETROLIFERO DI TEMPA ROSSA E CARATTERIZZAZIONE
DELLA FAGLIA SCORCIABUOI**



Relazione finale – Agosto 2018

Uno studio di GeoMORE s.r.l. (spin-off dell'Università di Camerino)

Prof. Emanuele Tondi – Responsabile di Progetto e del Coordinamento delle Attività

Dr. Giuseppe Pasquini – Resp. della cartografia e del database GIS

Dr. Andrea Rustichelli – Resp. del Rilevamento Geologico Strutturale e Geomorfologico

Dr. Miller Zambrano – Resp. Settore Geofisico

Dr. Riccardo Teloni – Resp. Settore Tecnico Amministrativo

Collaboratori:

Dr. Elisa Fierro, Dr. Alan Pitts.

INDICE

RIASSUNTO	6
1 INTRODUZIONE	8
1.1 Premessa	9
1.2 Linee guida per studi sismotettonici e studio di Faglie Attive e Capaci (FAC) ...	12
1.3 Metodologia di lavoro.....	17
2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-SISMOTETTONICO	19
2.1 Inquadramento geologico.....	19
2.2 Assetto sismotettonico.....	29
3 Studio sismotettonico del giacimento petrolifero di Tempa Rossa	33
3.1 Introduzione.....	33
3.2 Sismicità storica di sintesi	34
3.3 Sorgenti sismogenetiche	39
4 ANALISI GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA DELLA FAGLIA SCORCIABUOI..	44
4.1 Stratigrafia.....	45
4.2 Depositi marini cretacico-miocenici.....	46
4.2.1 Argille Varicolori (Cretacico - Oligocene; AVR)	49
4.2.2 Formazione di Monte Sant'Arcangelo (Cretacico sup. - Eocene; FMS)	50
4.2.3 Sabbie e conglomerati di Timpone d'Arena (Sarravalliano; TDA)	51
4.2.4 Formazione di Gorgoglione (Langhiano inf.- Serravalliano sup.; FGO)	51
4.3 Depositi marini del Bacino di Sant'Arcangelo (<i>Pliocene inf. - Pleistocene inf. - medio?</i>).....	53
4.4 Depositi continentali quaternari.....	56
4.4.1 Depositi alluvionali dell'Unità di Serra Corneta (Pleistocene medio; usc) ...	56

4.4.2	Depositi alluvionali dei Torrenti Sauro e Fiumarella, e della Fiumara di Gorgoglione (Pleistocene medio - Olocene).....	56
4.4.3	Deposito continentale limoso-sabbioso (Pleistocene medio? - sup.?; lm) ..	59
4.4.4	Depositi eluvio-colluviali e di frana (Pleistocene sup.? - Olocene).....	65
4.5	Caratterizzazione strutturale e geomorfologica della Faglia Scorciabuoi.....	65
5	ANALISI GEOFISICA E TRINCEE ESPLORATIVE ATTRAVERSO LA FAGLIA SCORCIABUOI	77
5.1	Tomografia a rifrazione	79
5.1.1	Sismica Sito 1 - "Linea Acinello"	83
5.1.2	Sismica Sito 2 - "Linea Canile"	86
5.2	Tomografia a resistività elettrica	89
5.2.1	ERT Sito 1 - "Linea Acinello".....	92
5.2.2	ERT Sito 2 - "Linea Canile".....	95
5.3	Trincee esplorative	98
6	MODELLO SISMOTETTONICO 3D CROSTALE	105
6.1	Dati utilizzati per la costruzione del modello crostale	105
6.2	Modello 3D	110
6.3	La sismicità registrata da Gennaio 2015 a Febbraio 2016 e le strutture tettoniche nell'area della concessione Tempa Rossa.....	113
7	DISCUSSIONE.....	119
7.1	Area del giacimento Tempa Rossa - Faglia Scorciabuoi	120
7.2	Area Val D'Agri e Potenza.....	126
7.3	Il Terremoto del 1857	127

8 CONCLUSIONI.....	132
8.1 Conclusioni relative alle note ARPAB (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata)	134
BIBLIOGRAFIA	138
CARTOGRAFIA.....	147

RIASSUNTO

La presente relazione ha l'obiettivo di mostrare i risultati, le elaborazioni e le conclusioni nell'ambito dello studio sismotettonico dell'area del giacimento petrolifero Tempa Rossa con particolare riferimento alla Faglia Scorciabuoi. La Faglia Scorciabuoi, infatti, è segnalata in letteratura da alcuni autori come attiva e sismogenetica, ha direzione appenninica (andamento NO -SE) e attraversa la Concessione Gorgoglione da Corleto Perticara a Guardia Perticara, terminando a SE, nei pressi di Sant'Arcangelo.

Lo studio sismotettonico è stato effettuato mediante il reperimento dei numerosi dati esistenti in letteratura relativi alla geologia, la geofisica e la sismologia dell'area in cui insiste il campo petrolifero Tempa Rossa. Il piano di studi adottato si è avvalso anche delle recenti (Basili et al., 2017) *"Linee-guida per gli studi sismotettonici finalizzati alla rivalutazione della pericolosità sismica dei siti delle grandi dighe"* elaborate a seguito di un accordo tra INGV e Direzione Generale Dighe, Ministero Infrastrutture e Trasporti. Tali linee-guida, infatti, anche se riferite alle "grandi dighe", affrontano le varie tematiche e criticità che necessitano di essere valutate nell'ambito di uno studio finalizzato ad una migliore valutazione della pericolosità sismica di un'area. Per quanto riguarda la Faglia Scorciabuoi, le indagini hanno rigorosamente seguito le "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)" redatte dalla Commissione Tecnica per la microzonazione sismica nel 2015. Tale procedura di analisi, infatti, è stata sviluppata proprio con l'obiettivo di studiare in dettaglio e secondo le metodologie più idonee le Probabili Faglie Attive e Capaci (PFAC) segnalate in letteratura. Questo, al fine di valutare l'attività recente della Faglia Scorciabuoi e il suo eventuale potenziale sismogenetico, mediante la caratterizzazione degli elementi dimensionali (i.e. lunghezza, rigetto geologico e cosismico, slip-rate, spessore zona di faglia).

Le indagini previste per la caratterizzazione della Faglia Scorciabuoi sono state le seguenti:

- 1) rilevamento geologico-strutturale e geomorfologico a scala 1:5.000 della zona di affioramento della Faglia Scorciabuoi, segnalata in letteratura come attiva e sismogenetica e quindi come Probabile Faglia Attiva e Capace (PFAC).

Sulla base dei dati raccolti in campagna sono state identificate le aree per:

- 2) analisi geofisiche con stendimenti elettrici e sismici;
- 3) esecuzione di trincee seriali e saggi ai fini dello studio paleosismologico.

Come ultima fase di lavoro è stato elaborato un modello geologico crostale 3D dell'area del giacimento petrolifero Tempa Rossa, al fine di interpretare, in chiave sismotettonica, la sismicità strumentale e storica dell'area.

Le indagini eseguite hanno permesso (i) una migliore interpretazione del quadro geologico e sismotettonico dell'area, (ii) di definire con certezza la posizione, la geometria e la cinematica della Faglia Scorciabuoi e (iii) di escludere una sua riattivazione in tempi utili per essere considerata una faglia attiva e sismogenetica e quindi una Faglia Attiva e Capace (FAC). L'esecuzione delle trincee seriali, effettuate comunque attraverso la Faglia Scorciabuoi (punto 3), ha permesso di aggiungere ulteriori evidenze rispetto a quanto già concluso.

Inoltre, la costruzione del modello 3D crostale ha permesso di meglio definire la posizione della Faglia Scorciabuoi all'interno dell'edificio a pieghe e sovrascorrimenti della catena sud-appenninica e di caratterizzare le aree limitrofe alla concessione di Tempa Rossa, soprattutto per quanto riguarda l'area della Val d'Agri e l'omonima faglia, e valutare le relazioni spaziali tra di esse.

1 INTRODUZIONE

Nell'area adiacente il giacimento petrolifero di Tempa Rossa (Comune di Corleto Perticara, Regione Basilicata) è documentata in letteratura una Faglia Potenzialmente Attiva e Capace (FPAC) denominata Faglia Scorciabuoi (Fig. 1.1). L'attività recente della faglia è stata interpretata da Caputo et al. (2008) attraverso l'esecuzione e lo studio di profili geoelettrici dei depositi alluvionali tardo-quadernari del Fiume Sauro, a cui Pavlides and Caputo (2004) associano un potenziale sismogenetico elevato, pari ad una magnitudo di 6.7 e 6.9. Inoltre, Caputo et al. (2008) e Pavlides e Caputo (2004) sottolineano che la linearità della faglia e l'apparente mancanza di segmentazione, in caso di terremoto possano determinare una riattivazione della faglia per la tutta la sua lunghezza con un rigetto verticale che può raggiungere l'ordine del metro. Tuttavia, la valutazione del massimo terremoto atteso per la zona di Faglia Scorciabuoi non è univoca. I principali dubbi sull'attività della faglia derivano dalla ancora incerta individuazione dell'epicentro del terremoto della Basilicata del 1857 (Cello et al., 2003 e referenze citate), descritto come uno degli eventi sismici più distruttivi verificatisi nella penisola italiana. Gli effetti di questo terremoto furono registrati su una vasta area che si estendeva dalla Valle di Diano (Campania) alla Val d'Agri (Basilicata), per una lunghezza di circa 60 km e per una larghezza di oltre 10 km (Mallett, 1982; Branno et al., 1983; Boschi et al., 1997; Cello et al., 2003).

Il giacimento petrolifero di Tempa Rossa si colloca immediatamente nella porzione settentrionale della Faglia Scorciabuoi; risulta perciò necessario sulla base delle informazioni bibliografiche sopra riportate, eseguire indagini mirate all'identificazione e parametrizzazione della zona di Faglia Scorciabuoi, con l'obiettivo di verificarne o meno l'attività recente e quindi confermare od escludere che si tratti di una Faglia Attiva e Capace (FAC).



Figura 1.1 – Rappresentazione delle strutture strategiche presenti nella regione lucana in relazione alla Faglia Scorciabuoi e relativa attività tettonica oggetto di studio di questo lavoro.

Il presente lavoro, oltre a caratterizzare la Faglia Scorciabuoi, ha l'obiettivo di definire l'assetto sismotettonico dell'area del giacimento petrolifero Tempa Rossa, nel quadro della tettonica attiva dell'Appennino meridionale e quindi di fornire nuovi dati per poter rispondere in maniera esaustiva alle note ARPAB (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata), singolarmente discusse nel capitolo 8.1 conclusivo della relazione.

1.1 Premessa

Gli eventi sismici che hanno colpito il territorio italiano negli ultimi 40 anni hanno fatto crescere una particolare attenzione verso gli effetti che questi fenomeni possono avere nei confronti delle infrastrutture, sia pubbliche che private, ma anche verso quelle opere definite strategiche.

A seguito della variata classificazione sismica del territorio italiano avvenuta negli ultimi anni, la Protezione Civile si è adoperata a redigere delle linee guida per lo studio delle Faglie Attive e Capaci FAC. Infatti, nel 2015, per la prima volta in Italia, la pericolosità da fagliazione di superficie è stata trattata attraverso le "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)" le quali prevedono la compilazione di schede tecniche al fine di fornire indicazioni relative al fenomeno della fagliazione di superficie e definire quindi la sua attività. Infatti, le schede definiscono attiva una faglia che si è mossa negli ultimi 40.000 anni, prescrivendo analisi paleosismologiche per l'accertamento delle caratteristiche geometriche e sismogenetiche della stessa (Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - ICMS, 2008), al fine di disciplinare gli usi del suolo in zone di faglia attiva e capace, sia dal punto di vista urbanistico, che dal punto di vista delle classi d'uso dei manufatti.

A livello nazionale particolare interesse è stato rivolto anche alla sicurezza delle grandi opere, tra cui quelle definite strategiche, quali dighe, ponti, oleodotti ed altre strutture esistenti, dal momento che possono avere effetti su vaste aree, coinvolgendo e mettendo a rischio un alto numero di persone. A disciplinare anche queste infrastrutture, un accordo tra INGV e Direzione Generale Dighe, Ministero Infrastrutture e Trasporti, ha posto le prime "Linee-guida per gli studi sismotettonici finalizzati alla rivalutazione della pericolosità sismica dei siti delle grandi dighe" per affrontare le varie tematiche e criticità che necessitano di essere valutate a seguito delle recenti disposizioni introdotte con D.M. 26/6/14, pubblicato sulla GU dell'8/7/14. Tali disposizioni, prevedono criteri innovativi in particolare per la verifica della sicurezza sismica delle dighe in cui è necessario lo studio sismotettonico del sito, la cui metodologia può essere adottata come riferimento per tutti gli studi di caratterizzazione di faglie in prossimità di strutture strategiche, come nel caso in questione per la Faglia Scorciabuoi e l'area del giacimento di Tempa Rossa. Con questo obiettivo, lo studio è stato rivolto al reperimento dei numerosi dati esistenti in letteratura relativi alla Geologia, la Geofisica e la Sismologia dell'area, nonché ad un approfondimento

in particolare mirato alla identificazione e caratterizzazione delle Faglie Attive e Capaci (FAC) nella zona di Tempa Rossa.

Lo studio ha quindi l'obiettivo di meglio definire la pericolosità sismica dell'area, e coerentemente con quanto definito nella normativa di riferimento "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)" redatte dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica nel 2015, di determinare l'attività della Faglia Scorciabuoi, considerata da alcuni autori come attiva e capace.

Lo scopo di questo progetto è pertanto uno studio multidisciplinare volto ad un approfondimento dell'assetto sismotettonico dell'area del giacimento di Tempa Rossa. In particolare, si procederà alla identificazione plano-altimetrica di dettaglio della Faglia Scorciabuoi in superficie, con la determinazione del piano di rottura principale, delle strutture tettoniche secondarie, zone di trasferimento e alla eventuale parametrizzazione della magnitudo e dell'entità dello spostamento massimi attesi.

Le attività previste dallo studio in oggetto hanno seguito una sequenza temporale così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)". Con l'obiettivo di fornire il quadro più dettagliato e certo dell'assetto geologico, strutturale e geometrico della Faglia Scorciabuoi (interpretata come FAC) presente nella zona di Tempa Rossa, sono stati effettuati:

- i. un'analisi critica dei dati esistenti. In particolare, riferita ai rilievi geologici e geomorfologici disponibili, sia d'autore che ufficiali come il CARG e pubblicazioni scientifiche e rapporti tecnici inerenti all'evoluzione tettonica recente e la caratterizzazione delle faglie attive affioranti. È stata anche eseguita una rielaborazione e interpretazione dei dati GIS messi a disposizione dalla Regione Basilicata nella zona oggetto di studio;

- ii. un rilevamento geologico-strutturale di dettaglio (scala 1:5.000) per l'area di interesse, con l'obiettivo di definire la successione stratigrafica affiorante, l'assetto strutturale e la geometria e cinematica della Faglia Scorciabuoi;
- iii. un rilevamento geomorfologico di dettaglio (scala 1:5.000) per l'area di interesse, con particolare attenzione alle anomalie nelle forme del paesaggio, individuazione e caratterizzazione dei movimenti gravitativi, diversione di corsi d'acqua o di altri elementi lineari, scarpate di faglia.

Le indagini dei punti ii e iii hanno permesso di individuare un'area dove poter investigare e caratterizzare l'andamento in superficie di una faglia trascorrente, chiamata in questo lavoro Faglia Scorciabuoi, in letteratura già nota e interpretata come faglia attiva e sismogenetica e quindi come Probabile Faglia Attiva e Capace (PFAC).

Con l'obiettivo di raccogliere gli elementi informativi specifici attraverso la faglia suddetta, sono state eseguite le indagini del punto iv e v, come previsto dalle linee guida MS di livello MS3 (Gruppo di lavoro MS, 2008):

- iv. stendimenti geofisici, in particolare prospezioni con sismica a rifrazione ed elettrici (Electrical Resistivity Tomography-ERT);
- v. trincee seriali per lo studio analitico dei depositi fagliati, la scansione degli eventi di fagliazione e l'entità dei rigetti; l'acquisizione di campioni di terreno ai fini della loro datazione tramite analisi assolute (radiometriche e/o luminescenza) e/o, nel caso, archeologiche.

1.2 Linee guida per studi sismotettonici e studio di Faglie Attive e Capaci (FAC)

Negli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica" (gruppo di lavoro MS, 2008 – Fig. 1.2) e, successivamente, nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)" redatte dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica nel 2015 (Fig. 1.3), le problematiche relative ai fenomeni di

fagliazione superficiale sulle infrastrutture sono state per la prima volta affrontate a livello tecnico-normativo con l'obiettivo di: (i) definire la procedura per raccogliere accurate informazioni sul rischio derivato dalla fagliazione superficiale. (ii) pianificare i processi di mitigazione del rischio derivato dalla presenza di faglie attive e capaci per aree con previsioni di trasformazione e per aree edificate; (iii) proporre criteri generali e procedure operative, in coordinamento tra lo Stato, le Regioni e gli Enti Locali.

Lo studio delle Faglie Attive e Capaci (FAC), seguendo la procedura definita nel documento suddetto (Fig. 1.4), permette di individuare diverse microzone omogenee nell'ambito dei diversi livelli di approfondimento della Microzonazione Sismica: Zona di Attenzione (ZA nel livello 1); Zona di Suscettibilità e Zona di rispetto (ZS FAC e ZR nel livello 3). Le FAC, inoltre, possono essere classificate in due categorie in funzione delle incertezze nella loro identificazione: FAC_a e FAC_b (Tab. 1.1).



Figura 1.2 - Commissione Tecnica per la caratterizzazione di aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC): "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica". Gruppo di lavoro MS (2008).

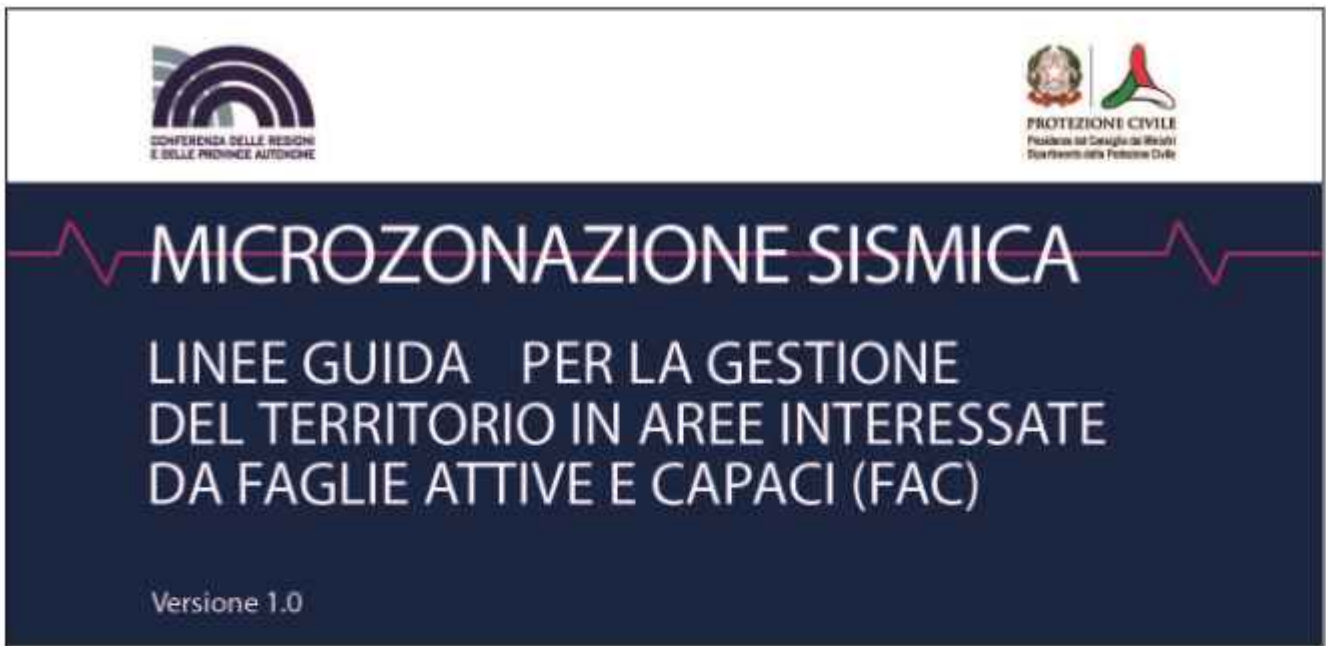


Figura 1.3 - Commissione Tecnica per la microzonazione sismica: "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)", Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 2015.

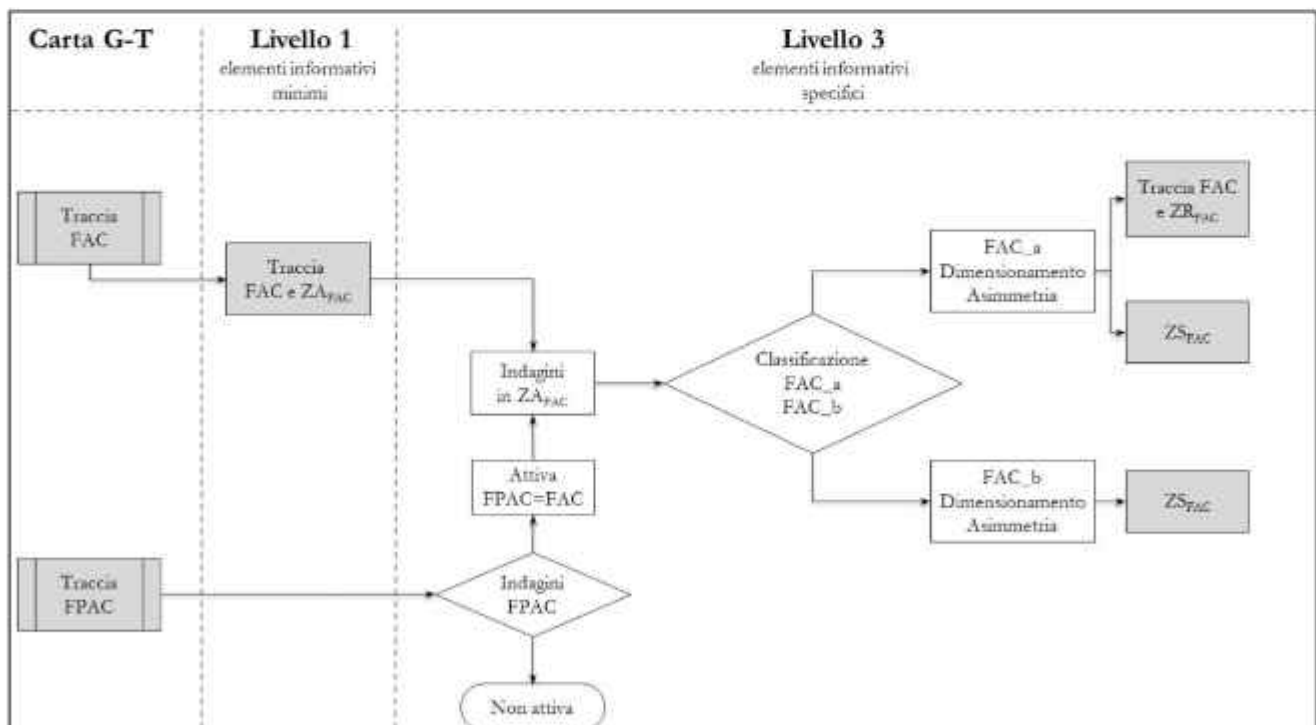


Figura 1.4 - Procedure di dimensionamento delle zone di faglia nei differenti livelli di approfondimento degli studi di MS.

CATEGORIA (FAC_x)†	DEFINIZIONE DELLA FAC_x	NOTE ESPLICATIVE
FAC_a	Certa e definita	Il piano di rottura principale e fenomeni cosismici ad essa collegati sono riconosciuti con certezza. In questa categoria sono comprese anche le strutture tettoniche secondarie e le zone di trasferimento tra segmenti distinti di una faglia attiva e capace.
FAC_b	Incerta	Gli elementi che compongono una faglia attiva e capace e i fenomeni cosismici collegati non sono cartografabili con certezza (o dettaglio, per assenza di dati o perché non possono essere identificati [zone di trasferimento, gap, erosione, coperture, ecc.]).

Tabella 1.1 - Categorie descrittive delle faglie attive e capaci e dei fenomeni cosismici (FAC_x).

Come testualmente riportato nelle linee guida:

“Le tipologie La raccolta degli elementi informativi specifici per l’identificazione di una FAC_x in uno studio di livello MS3 (Gruppo di lavoro MS, 2008) ha i seguenti obiettivi:

- *valutare quanto recente sia la sua attività. In particolare, per le faglie potenzialmente attive e capaci (capitolo 3), in questo livello di approfondimento si dovranno espletare le indagini necessarie per definire l’intervallo cronologico superiore della loro attività (indagini paleosismologiche e datazioni dei terreni fagliati);*
- *localizzare de visu (direttamente in trincea e/o su sezioni geofisiche) la traccia in superficie della faglia attiva e capace;*
- *definire la massima dislocazione attesa in superficie, la magnitudo attesa ed il tempo di ricorrenza della faglia;*
- *stabilire la geometria della FAC_x, evidenziando eventuali diversi approcci in caso si operi in condizioni post-evento, con riferimento, ad esempio, a sistemi di monitoraggio degli spostamenti/cedimenti differenziali.*

L’assunzione iniziale, imprescindibile, è che le future rotture ricorreranno su FAC preesistenti. Si definiscono 4 gruppi di indagini necessarie per questo livello di approfondimento (Tab. 1.2). Queste indagini, nel corso degli studi, hanno una sequenzialità temporale. I gruppi di indagini hanno una significatività crescente passando dal primo al quarto. Idealmente la sequenza completa fornisce il quadro più dettagliato e certo dell’assetto geologico, strutturale e geometrico della FAC_x. Per le faglie

potenzialmente attive e capaci è indispensabile arrivare ad espletare le indagini del punto (4).”

ID	GRUPPO INDAGINI	INDAGINI
Ind_1	Analisi aereofotogrammetriche	Foto aeree, ortofoto, immagini LIDAR, immagini da satellite
Ind_2	Rilievi geologici e geomorfologici	Rilievi di campagna e relativa cartografia
Ind_3	Indagini geofisiche e geognostiche	ERT, sismica a riflessione e rifrazione, GPR, sondaggi e saggi
Ind_4	Paleosismologia	Trincee paleosismologiche e datazioni cronometriche dei terreni fogliati

Tabella 1.2 - Indagini per lo studio di una FAC, raggruppate per tipologia e significatività (Gruppo Ind_4 massima significatività).

Come si può vedere in Tab. 1.3, nell’ambito della stessa categoria di FAC, l’estensione della microzona si riduce in base al livello di indagine. L’estensione minima si ha con la tipologia FAC_a e livello 3 di studio.

LIVELLI DI MS	LIVELLO 1		LIVELLO 3	
	ZA_{FAC}	$ZS_{FAC\ MAX}$	$ZS_{FAC\ MIN}$	ZR_{FAC}
FAC_a	400	160	0	30
FAC_b	400	300	160	n.d.

Tabella 1.3 - Estensione delle microzone in base alla tipologia della FAC e livello di studio.

Le faglie attive e capaci, le deformazioni associate e le zone devono essere cartografate a una scala non inferiore a 1:5.000. La ZSFAC può essere asimmetrica rispetto alla traccia del piano principale di rottura della faglia attiva e capace, ovvero la ZSFAC può “coprire” in maniera differenziata il letto o *foot wall* (FW) e il tetto o *hanging wall* (HW). Valori indicativi del rapporto tra le aree di FW e HW che compongono la zona sono riportati nella Tab. 1.4.

TIPO DI FAGLIA	RAPPORTO FW:HW
Faglia normale	1:4
Faglia inversa	1:2
Faglia trascorrente	1:1

Tabella 1.4 - Rapporti indicativi tra aree di FW e HW in caso di asimmetria della ZSFAC.

1.3 Metodologia di lavoro

Nel contesto sopra descritto e per le finalità dello studio, sono state condotte le seguenti attività:

- a) Reperimento ed analisi dei dati geologici, geomorfologici, sismologici e storici esistenti e costruzione di un database su base GIS;
- b) Rilievo geologico-strutturale di dettaglio (scala 1:5.000) lungo la Faglia Scorciabuoi, con rilievo particolare sulla tettonica in terreni tardo-pleistocenici e olocenici con l'acquisizione di dati e misure ed esecuzione di scavi geognostici in particolari punti per valutare l'andamento della faglia in superficie.
- c) Rilievo geomorfologico di dettaglio (scala 1:5.000) lungo la Faglia Scorciabuoi con particolare attenzione alle anomalie nelle forme del paesaggio, diversione di corsi d'acqua o di altri elementi lineari, scarpate di faglia.

Una volta individuato l'andamento della Faglia Scorciabuoi in superficie, al fine di confermare o escludere la sua attività recente e di delinearne la traccia plano-altimetrica certa secondo la normativa di riferimento, è stato necessario utilizzare un approccio paleosismologico attraverso:

- d) Stendimenti geofisici integrati con sismica a rifrazione ed onde superficiali di tipo Rayleigh, ed elettrici (*Electrical Resistivity Tomography-ERT*);

- e) Studi paleosismologici tramite lo scavo di saggi seriali perpendicolari alla faglia che permettono lo studio analitico dei depositi fagliati, la scansione degli eventi di fagliazione e l'entità dei rigetti; la datazione dei terreni è stata condotta tramite analisi assolute (radiometriche e/o luminescenza) e/o, nel caso, archeologiche.
- f) Elaborazione dati e rapporto finale delle attività svolte che illustrano il quadro geologico e sismotettonico dell'area mediante la costruzione di un modello crostale 3D.

Il grafico di Figura 1.5 riporta l'elenco e la tempistica delle varie fasi operative. Ne risulta che il progetto è stato completato nei tempi previsti dal contratto, rispettando il cronoprogramma dei lavori elencati di seguito: (a) reperimento dati e compilazione database GIS, (b) rilievo geologico e (c) rilievo geomorfologico di dettaglio, (e) campagna di indagini geofisiche, (d) costruzione del modello 3D crostale, (f) scavo di trincee e saggi e (g) compilazione della relazione finale.



Figura 1.5 - Schema grafico che riassume il piano di lavoro e le tempistiche per il completamento delle fasi del progetto.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE E SISMOTETTONICO

Negli ultimi 15 anni una continua e maggiore attenzione è stata riservata all'area del giacimento petrolifero di Tempa Rossa dal punto di vista geologico, con particolare interesse alle strutture tettoniche e sismogeniche della zona. In questo capitolo viene quindi descritto l'assetto geologico-strutturale e sismotettonico dell'area del giacimento Tempa Rossa, nel quadro dell'evoluzione geologico-strutturale dell'Appennino meridionale.

2.1 Assetto geologico-strutturale

Il giacimento petrolifero di Tempa Rossa (comune di Corleto Perticara e aree limitrofe, Regione Basilicata) è situato nella zona esterna dell'Appennino Lucano tra i bacini plio-pleistocenici di *piggyback* di Calvello e Sant'Arcangelo (Fig. 2.1; Catalano et al., 2004 e referenze citate).

L'Appennino Lucano rappresenta una porzione dell'Appennino Meridionale, una catena a pieghe e sovrascorrimenti orientata circa NO-SE e vergente verso NE, formatasi nell'ambito della convergenza fra le macroplacche Africana ed Europea perdurata dal Cretacico superiore al Quaternario (Dewey et al., 1989; Mazzoli & Helman, 1994 e referenze citate nel testo), ed accompagnata dal movimento dei blocchi minori "Corsica-Sardegna-Calabria", di affinità europea, e "Adria", di affinità africana. Questa catena è delimitata ad ovest dal bacino di retroarco tirrenico, sviluppatosi a partire dal Miocene, mentre verso est è delimitato da un'ampia avanfossa plio-pleistocenica (es. Avanfossa Bradanica; Kastens et al., 1988).

La catena sud-appenninica è costituita da una successione tettono-stratigrafica triassico-miocenica spessa diversi chilometri e formatasi in seguito all'impilamento di differenti unità tettoniche separate da piani di sovrascorrimento a scala regionale (D'Argenio et al.,

1975; Casero et al., 1988; Sgrosso, 1988; Patacca et al, 1992., Scrocca et al., 2005). Le varie unità tettoniche sono costituite da successioni sedimentarie riferibili a differenti domini paleogeografici meso-cenozoici, da ovest verso est rispettivamente: (i) il dominio oceanico neotetideo Liguride - Sicilide, (ii) la piattaforma carbonatica Appenninica, (iii) il bacino di Lagonegro e (iv) la piattaforma carbonatica Apula. Le successioni sedimentarie delle unità tettoniche Liguridi e Sicilidi si sono formate in ambiente di mare profondo su crosta oceanica e transizionale. Le successioni sedimentarie di mare basso riferibili alle due piattaforme carbonatiche e quelle di mare più profondo riferibili al bacino lagonegrese si sono invece formate durante e dopo il rifting mesozoico che ha interessato il margine continentale passivo della placca adriatica.

L'impilamento delle varie unità tettoniche presenti nella catena sud-appenninica è avvenuto principalmente a partire dal Miocene inferiore con il sovrascorrimento delle unità Liguridi e Sicilidi al di sopra dei depositi della Piattaforma Appenninica, coinvolgendo successivamente i terreni del bacino lagonegrese e, infine, i depositi della Piattaforma Apula (es. Ogniben, 1969; D'Argenio et al., 1973; Mostardini & Merlini, 1986; Knott, 1987; Mazzoli et al., 2001). La migrazione da ovest verso est dei fronti di accavallamento principali e quindi del fronte compressivo verso l'avampaese è testimoniata: (i) dalla formazione di una serie di bacini di avanfossa riempiti da successioni terrigene di età compresa tra il Miocene e il Pleistocene, via via più giovani verso Est, e da (ii) numerosi bacini di *thrust-top* e *piggyback* che si sono formati al di sopra delle unità alloctone della catena sub-appenninica e caratterizzati anch'essi da una sedimentazione terrigena miocenico-pleistocenica (Patacca & Scandone, 1989, 2001). Il più recente di questi bacini è il Bacino di Sant'Arcangelo dove ricade la nostra area di studio, il quale si è formato come bacino di *thrust-top* ed è in seguito evoluto in bacino di *piggyback* dopo la strutturazione di una anticlinale (Dorsale di Valsinni) che ne ha bordato il fianco orientale e lo ha separato dalla più orientale Avanfossa Bradanica (Pieri et al., 1994; Patacca & Scandone, 2001). Sia i depositi di avanfossa sia quelli di *thrust-top/piggy back* sono quindi

coinvolti nella tettonica compressiva a pieghe e sovrascorrimenti che ancora perdurava durante la loro messa in posto.

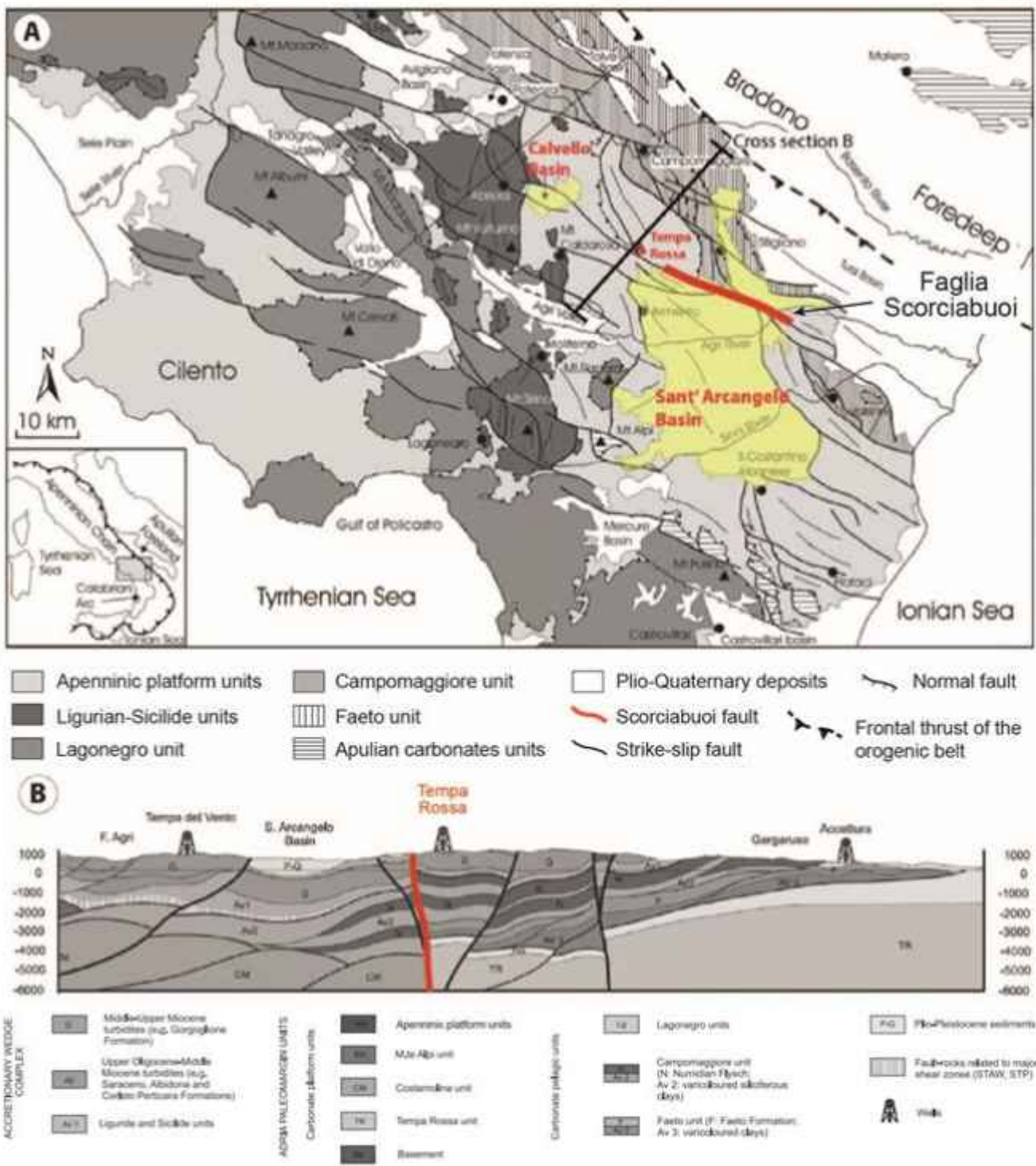


Figura 2.1 - Schema geologico-strutturale e relativa sezione geologica dell'Appennino meridionale (da Catalano et al., 2004), con evidenziati il campo petrolifero Tempa Rossa, i bacini di Calvello e Sant'Arcangelo e la Faglia Scorciabuoi (in rosso).

Durante il Plio-Quaternario l'intera catena sud-appenninica è stata interessata da tettonica trascorrente ed estensionale. Così come per la tettonica compressiva, anche la successiva tettonica trascorrente ed estensionale è decorsa con migrazione da ovest verso est e le relative faglie ad alto angolo da normali a trascorrenti hanno progressivamente dislocato tutto l'edificio a pieghe e sovrascorrimenti (Cello & Mazzoli, 1999; Cello et al., 2003; Spina et al., 2008 e referenze citate). La migrazione verso Est della tettonica estensionale dal margine tirrenico è legata all'arretramento verso i settori di avanpaese della subduzione della litosfera dalla microplacca adriatica (Malinverno & Ryan, 1986; Patacca et al., 1990; Doglioni 1991). Alla tettonica estensionale è stata associata la sismicità dell'area (Improta et al., 2017 e referenze citate).

Durante il Quaternario tutto l'areale sud-appenninico e la penisola italiana in genere sono stati inoltre coinvolti nel sollevamento generalizzato legato alla progressiva convergenza Africa-Europa. Questo sollevamento ha portato all'emersione generalizzata della penisola italiana e l'istaurarsi nell'area appenninica di ambienti deposizionali continentali il cui sviluppo è stato fortemente influenzato dalle numerose oscillazioni climatiche (alternarsi di fasi glaciali e interglaciali) che hanno caratterizzato il Quaternario (Schiattarella et al., 2017 e referenze nel testo).

La struttura geologica sulla quale è focalizzato questo studio, la Faglia Scorciabuoi, è una faglia lunga oltre 30 km, con rigetto di diversi chilometri (circa 6 km di rigetto orizzontale secondo Casciello et al., 2004), la quale fa parte di un sistema a scala regionale di faglie trascorrenti sinistre sub-verticali ad andamento appenninico, attive nell'Italia peninsulare tra il Pliocene ed il Pleistocene inferiore (Knott & Turco, 1990; Cello & Mazzoli, 1999; Fig. 2.1). La Faglia Scorciabuoi borda a nord il Bacino di Sant'Arcangelo e si estende dall'altezza di Corleto Perticara, con andamento ONO-ESE, raggiunge la valle del Torrente Sauro nei pressi di Taverna dell'Acinello (dopo circa 18 km di percorso) e prosegue, flettendo verso sud ed assumendo con gradualità un andamento NNO-SSE, verso la valle del Fiume Agri che attraversa nei pressi di Monticchio; da qui prosegue ancora fino a sud

di Monte Coppa, dove perde continuità nell'area della Dorsale di Valsinni (Fig. 2.2). La Faglia Scorciabuoi è caratterizzata da pendenze del piano principale variabili fra 60° e 90° con un'immersione prevalente verso il quadrante di SO (Fig. 2.3). I terreni sicuramente interessati dalla fagliazione sono quelli che compongono l'edificio a falde della catena sud-appenninica e i depositi di *avanfossa* e *piggy back* formatesi durante l'evoluzione della catena stessa, tra i quali i depositi silicoclastici del Bacino di Sant'Arcangelo.

La Faglia Scorciabuoi è stata interpretata da diversi autori come una rampa laterale trascorrente sinistra associata all'attività plio-pleistocenica di un sovrascorrimento cieco associato ad una macropiega anticlinale (Dorsale di Valsinni) che borda ad est il Bacino di San Arcangelo (Fig. 2.2 - Casciello et al., 2004; Caputo et al., 2007, 2008 e referenze nel testo). Alcuni autori hanno anche interpretato alcune caratteristiche geologico-geomorfologiche rilevate lungo la faglia come evidenze di un'attività recente della stessa, con cinematica da trascorrente ad estensionale. Secondo Boni e Sani (2000) la Faglia Scorciabuoi disseca in superficie il reticolo idrografico attuale ed alcune paleofrane nell'area di Guardia Perticara evidenziando una cinematica trascorrente sinistra (Fig. 2.4). Secondo Caputo et al. (2007, 2008) la Faglia Scorciabuoi, pur non presentando chiare evidenze di fagliazione superficiale, avrebbe dislocato a pochi metri di profondità depositi alluvionali tardo-pleistocenici e possibilmente olocenici con una cinematica prevalentemente estensionale, come suggerito da prospezioni geofisiche effettuate nell'area di Acinello, presso l'alveo del Torrente Sauro (Fig. 2.5 e 2.6). La cinematica normale della faglia sarebbe compatibile con il campo di stress regionale caratterizzato da estensione in direzione (E)NE-(O)SO ed attivo nelle aree interne appenniniche negli ultimi 500.000/700.000 anni secondo Pieri et al. (1997), o in tempi più recenti (Pleistocene superiore - Olocene) secondo Benvenuti et al. (2006).

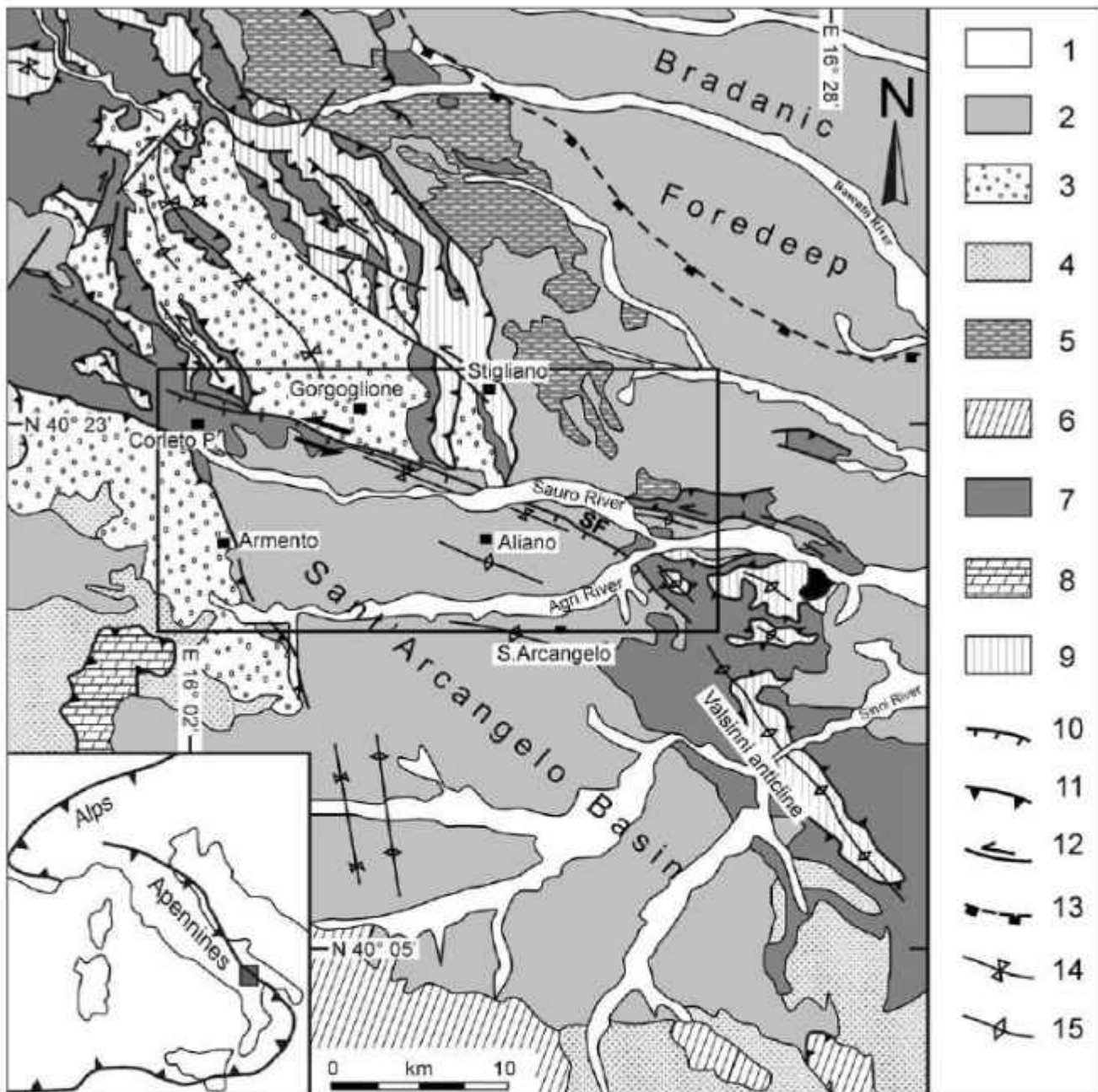


Figura 2.2 – Carta geologica del Bacino di Sant'Arcangelo e aree circostanti (Caputo et al., 2008). Il rettangolo evidenzia l'areale di affioramento della Faglia Scorciabuoi (SF). Simboli in legenda: 1 - Depositi alluvionali tardo-quadernari, 2 - Depositi dell'Avanfossa Bradanica e del Bacino di Sant'Arcangelo (Pliocene - Pleistocene medio), 3 - Formazione di Gorgoglione (Miocene), 4 - Formazione di Albidona (Miocene inf. - medio), 5 - Formazione di Serra Palazzo (Miocene medio), 6 - Unità alloctone liguridi (Giurassico - Paleogene), 7 - Unità alloctone sicilidi (Cretacico - Miocene inf.), 8 - Unità della Piattaforma carbonatica appenninica (Triassico - Eocene), 9 - Unità lagonegresi (Cretacico - Miocene medio), 10 - faglie normali, 11 - sovrascorrimenti, 12 - faglie trascorrenti, 13 - fronte esterno della catena sudappenninica, 14 - sinclinali, 15 - anticlinali.

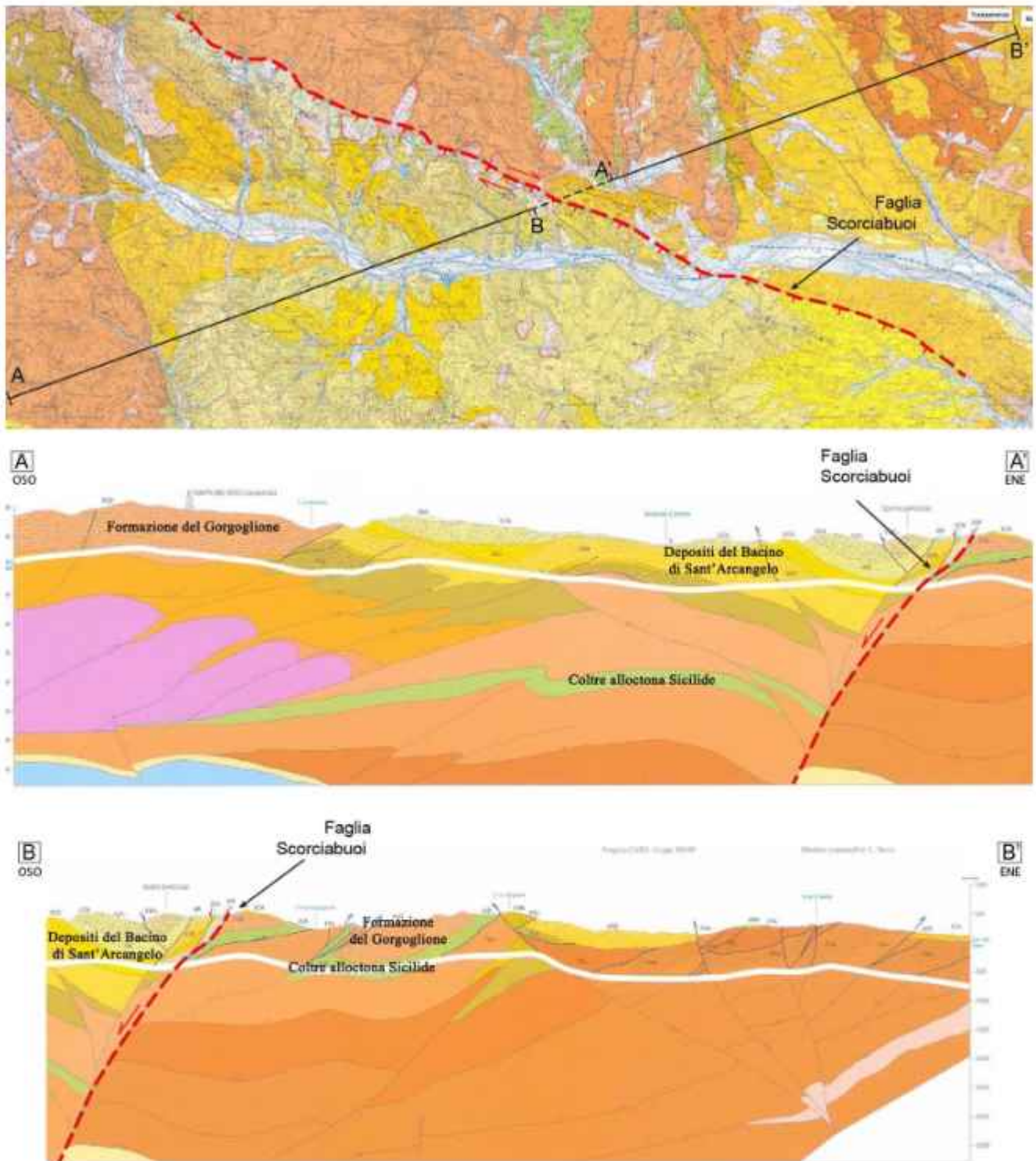


Figura 2.3 – Stralcio di carta geologica del F° 506 - Sant'Arcangelo a cura dell'ISPRA – progetto CARG, con relativa sezione geologica composta dell'area sud-ovest (A-A', lunga 21.6 km) e quella nord-est (B-B', lunga 19.1 km), in cui si identificano le unità tettono-stratigrafiche principali, tra cui i "Depositi del Bacino di Sant'Arcangelo" (in colore giallo), la "Formazione di Gorgoglione" (colore arancione) e la "Coltre alloctona Sicilide" (Argille Varicolori – colore verde e marroncino), e dove si può apprezzare l'andamento in profondità della Faglia Scorciabuoi.

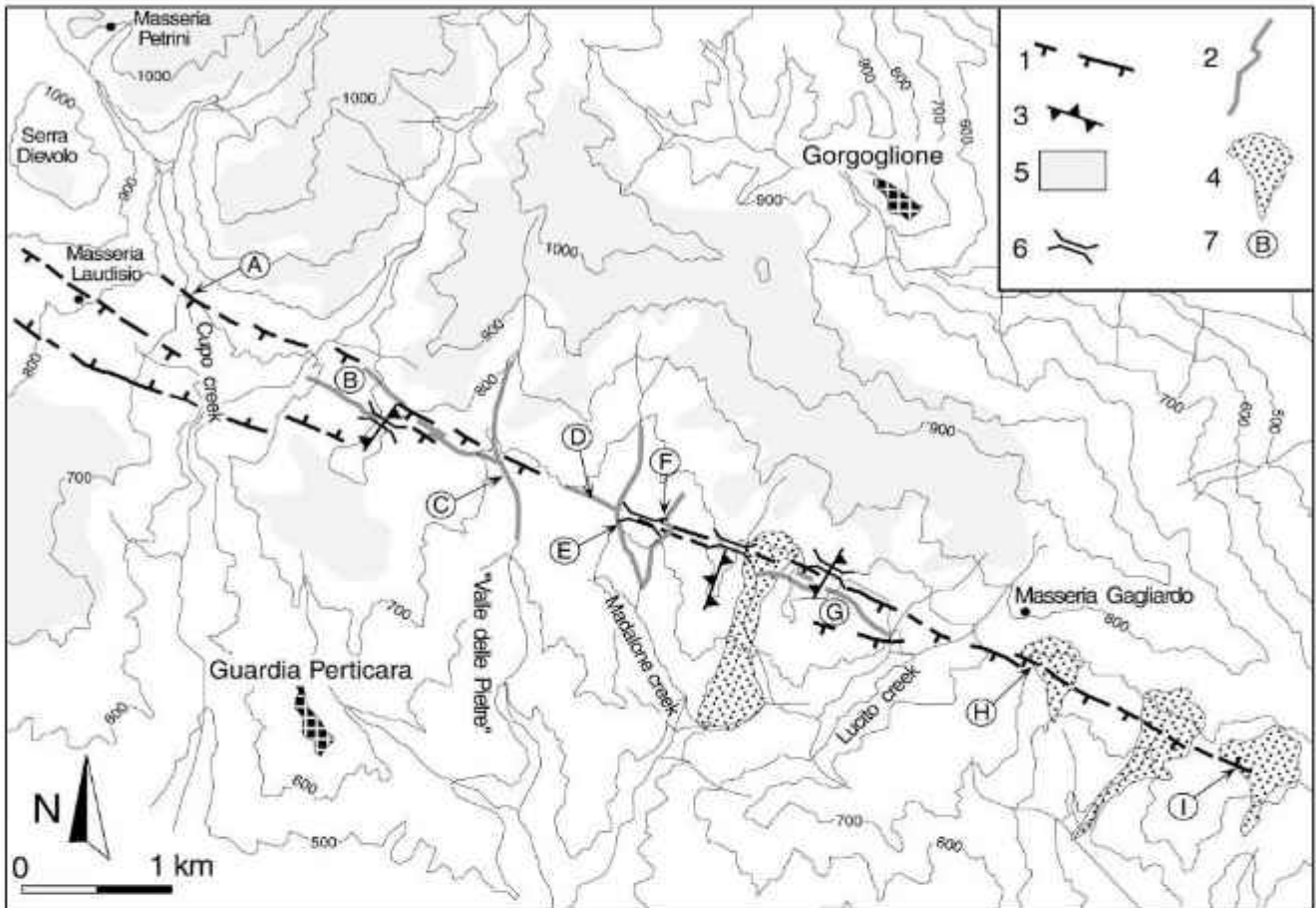


Figura 2.4 - Mappa morfo-neotettonica dell'areale di affioramento della Faglia Scorciabuoi (Bonini & Sani, 2000). Una leggera componente trascorrente sinistra del movimento della faglia in tempi recenti è suggerita dal dislocamento orizzontale (sito F) e asimmetrie (siti C ed E) del reticolo idrografico, e da dislocazioni dei bordi di paleofrane (siti H e I). Simboli in legenda: 1) scarpate di faglia recenti, 2) anomalie del reticolo idrografico, 3) dorsali morfologiche, 4) paleofrane, 5) superfici erosionali, 6) insenature lungo la traccia della faglia, 7) siti ed elementi chiave.

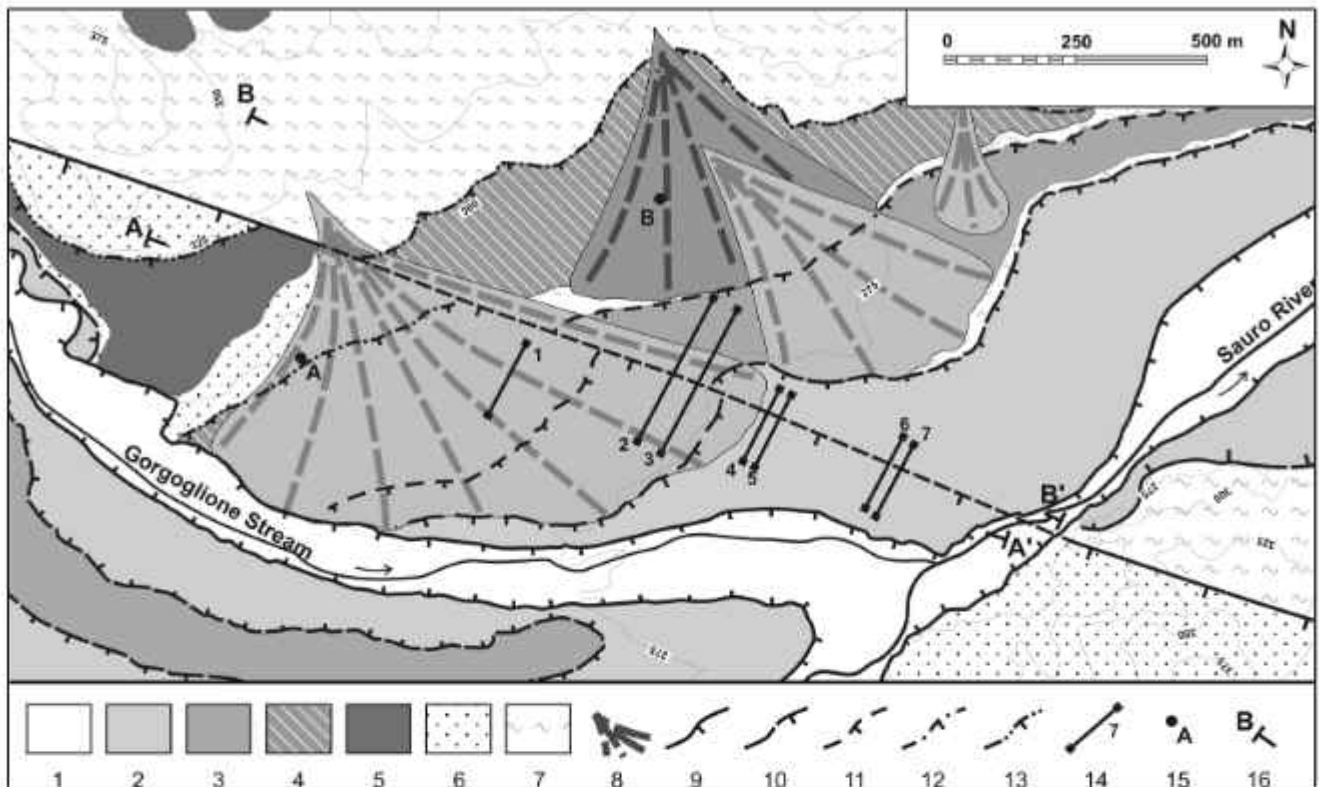


Figura 2.5 - Mappa morfo-tettonica dell'area di Acinello dove sono state svolte le analisi geofisiche (indagini geoelettriche ERT) che hanno segnalato una possibile attività tardo-quadernaria della Faglia Scorciabuoi (Caputo et al., 2007). Simboli in legenda: 1 - depositi alluvionali attuali (T0), 2 - terrazzo alluvionale T1, 3 - terrazzo alluvionale T2, 4 - terrazzo alluvionale T3, 5 - terrazzo alluvionale T4, 6 - depositi del Bacino di Sant'Arcangelo (Gruppi di Sant'Arcangelo e Guardia Perticara), 7 - depositi del Bacino di Sant'Arcangelo (Gruppo di Caliandro), 8 - conoidi alluvionali, 9 - scarpata del terrazzo T0, 10 - scarpata del terrazzo T1, 11 - scarpata del terrazzo T2, 12 - scarpata del terrazzo T3, 13 - scarpata del terrazzo T4, 14 - traccia delle indagini ERT, 15 - ubicazione dei sondaggi geologici.

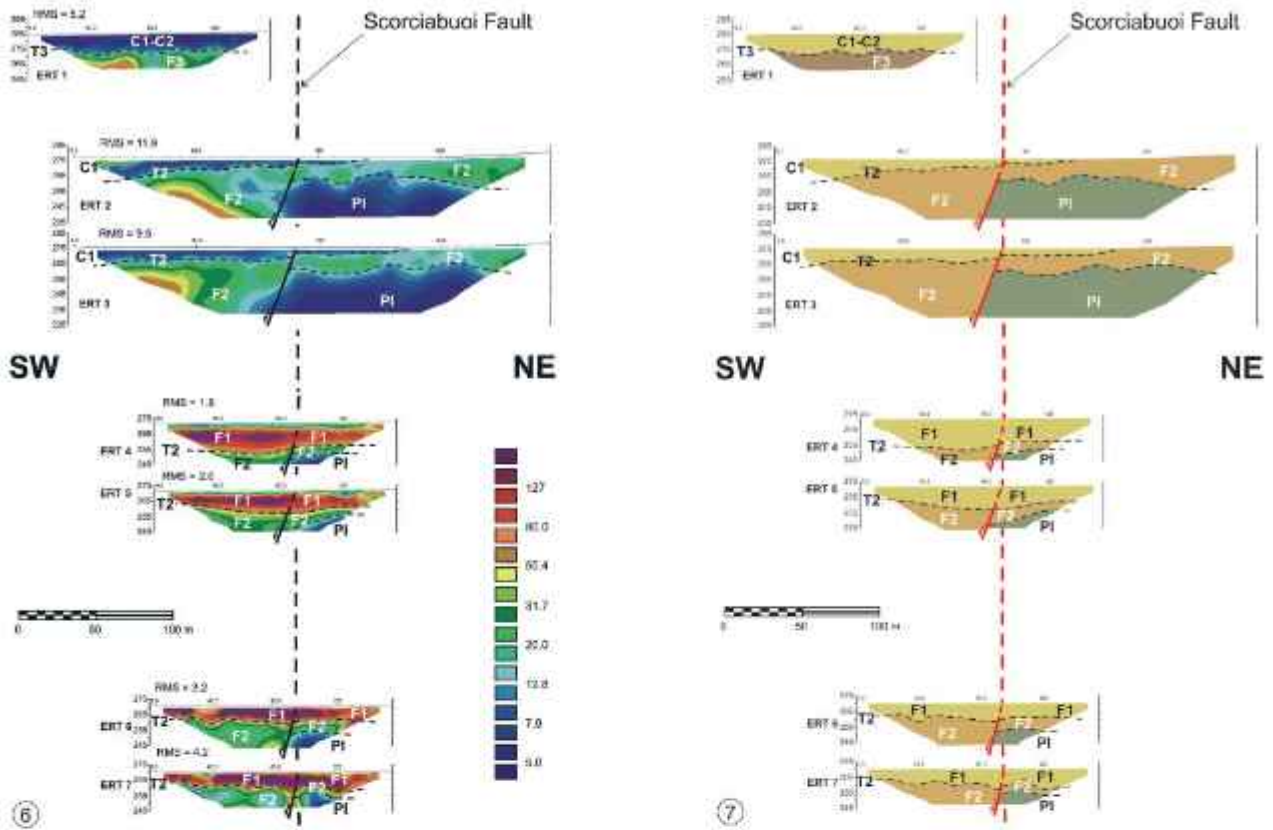


Figura 2.6 – (6) Interpretazione delle sette indagini geoelettriche ERT eseguite a cavallo della Faglia Scorciabuoi in località Acinello (Caputo et al., 2007). I valori di resistività sono in Ωm . (7) Profili geologici dedotti dalle sette indagini geoelettriche ERT. Si noti che la Faglia Scorciabuoi disseca i depositi alluvionali (F1, F2) tardo-quadernari del Torrente Sauro.

2.2 Assetto sismotettonico

Tempa Rossa si trova immediatamente ad ovest della zona ad alta pericolosità sismica dell'alta Val D'Agri (Fig. 2.7), area interessata da una notevole concentrazione di eventi sismici strumentali e dal terremoto del 1857 di magnitudo stimata 7.1 (Rovida et al., 2016). A differenza di quest'ultima, nella zona di Tempa Rossa la valutazione del potenziale sismogenico delle faglie presenti non è univoca in letteratura.

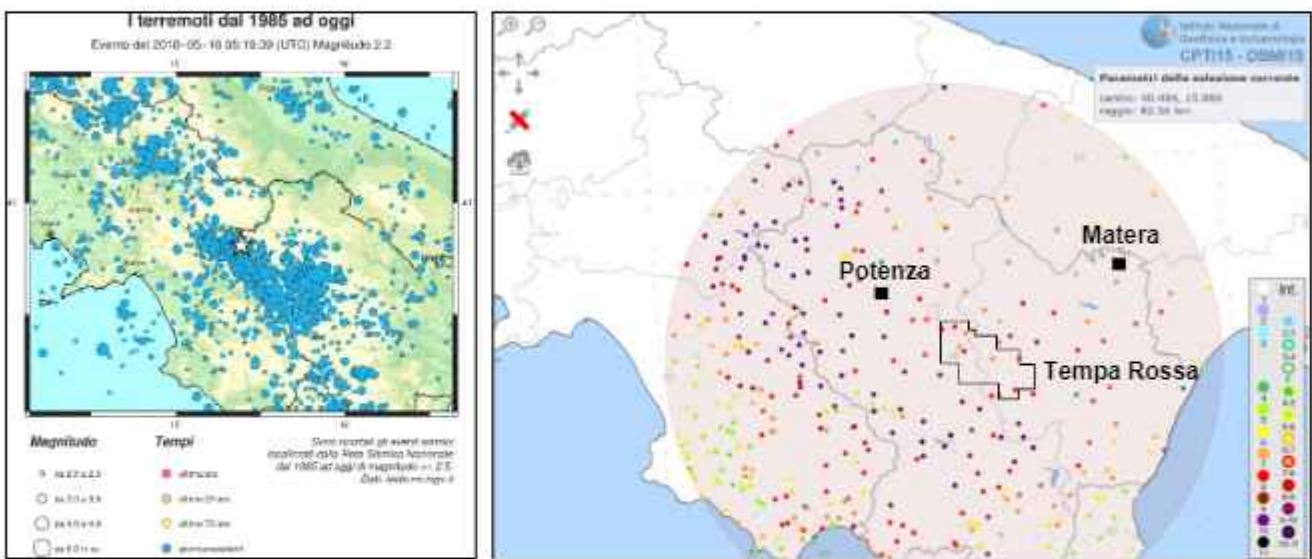


Figura 2.7 - Nella Figura a sinistra localizzazione degli eventi sismici con magnitudo >2.5 registrati dal 1985 ad oggi (catalogo INGV). Nella figura a destra "consultazione per località" nel catalogo "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015" (CPTI15) e "Database Macrosismico Italiano 2015" (DBMI15).

Nel *Database of Individual Seismogenic Sources* (DISS Working Group, 2005) non sono indicate faglie sismogenetiche in grado di generare terremoti di magnitudo superiore o uguale a 5.5 (Fig. 2.8), mentre nel lavoro di Caputo et al., 2008, la Faglia Scorciabuoi viene considerata attiva e sismogenetica, in grado di generare terremoti di magnitudo 6.9. Questa faglia, identificata nella parte alta dell'alloctono (entro i primi 2 km - Fig. 2.9), viene ritenuta da alcuni autori una faglia attiva, con cinematica da trascorrente a normale ed immersione a SO (Bonini e Sani, 2000; Caputo et al., 2007). Per contro, Hippolyte et al. (1994) e Patacca e Scandone (2001) assegnano a questa struttura una

cinematica prevalente trascorrente sinistra, la cui attività è stata legata a quella dei fronti appenninici, quindi non oltre il Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, dunque non più attiva. Inoltre, l'esperienza nello studio della sismogenesi in Italia (es. Valensise e Pantosti, 2001; Basili et al., 2008) dimostra che terremoti oltre $M=5$ sono compatibili solo con segmenti di faglia che radicano a profondità sismogenetiche (es. oltre i 7-10 km per faglie normali ad alto angolo; Valensise et al., 2004; Basili et al., 2008; Bonini et al., 2011). Tutto questo, unitamente agli insufficienti vincoli geometrico-cinematici disponibili in letteratura per questa faglia, porta a dubitare del potenziale sismogenetico della Faglia Scorciabuoi, annoverata infatti nell'elenco delle Debated Sources, sorgente ITDS016 (DISS Working Group, 2015).



Figura 2.8 - Mappa estratta dal Database of Individual Seismogenic Sources (DISS Working Group, 2005) per l'Appennino meridionale. Si noti l'assenza di faglie attive e sismogenetiche nell'area di Corleto Perticara (Tempa Rossa).

Il potenziale sismogenetico e quindi la magnitudo massima attesa di una faglia attiva è importante sia per stimare la pericolosità sismica di un'area (in termini di accelerazione massima al suolo) che per valutare le problematiche connesse con la fagliazione di superficie e di sismicità indotta. Questo perché l'entità della fagliazione di superficie è

proporzionale alle dimensioni della faglia e all'entità della sua rottura, parametri che a loro volta controllano il momento sismico e quindi la magnitudo di un terremoto (Tondi, 2000). Per fagliazione di superficie si intende la dislocazione istantanea (cosismica) verticale e/o orizzontale dei terreni di fondazione lungo uno o più piani di taglio. Poiché la velocità di propagazione della rottura lungo il piano di faglia è molto elevata, approssimandosi a quella delle onde di taglio (V_s) dei terreni attraversati, ogni manufatto ubicato attraverso il piano di faglia stesso è soggetto a taglio e/o a deformazione permanente; questo è particolarmente vero per faglie normali o trascorrenti come la Faglia Scorciabuoi. Inoltre, la presenza di faglie attive e capaci, in grado di generare forti terremoti, determina una differente attenzione e procedura per il monitoraggio della sismicità indotta, in particolare in aree interessate da estrazione petrolifera, come quella in esame.

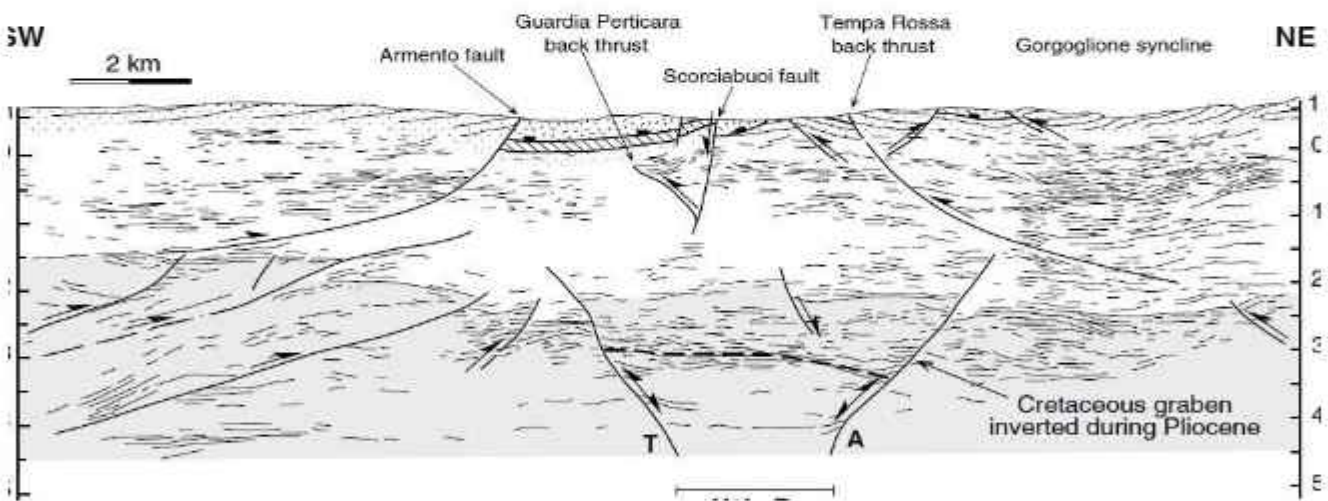


Figura 2.9 - Line-drawing ed interpretazione di una sezione sismica attraverso il Bacino di Sant'Arcangelo che illustra la posizione della Faglia Scorciabuoi (da Bonini e Sani, 2000).

Negli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (gruppo di lavoro MS, 2008) e, successivamente, nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)" redatte dalla Commissione tecnica per la microzonazione

sismica nel 2010, vengono indicate le indagini più appropriate per la caratterizzazione delle Probabili Faglie Attive e Capaci (PFAC) segnalate in letteratura. Questo, al fine di valutare la loro attività recente e il potenziale sismogenico, mediante la caratterizzazione degli elementi dimensionali (i.e. lunghezza, rigetto geologico e cosismico, slip-rate, spessore zona di faglia).

3 Studio sismotettonico del giacimento petrolifero di Tempa Rossa

Lo studio sismotettonico dell'area del giacimento petrolifero di Tempa Rossa è consistito nella raccolta e descrizione degli eventi sismici avvenuti nell'area (soluzioni focali, coordinate epicentrali, profondità, stime degli errori di localizzazione, magnitudo), discussi e interpretati nel quadro geologico regionale e dell'assetto geologico-strutturale dell'area interessata dalla concessione. Ad integrazione dei dati bibliografici reperiti, viene anche presentata una elaborazione dei dati sismici acquisiti precedentemente per l'area Tempa Rossa e riportati nello Studio di Impatto Ambientale della Concessione Mineraria Ambientale Gorgoglione - *Appendice G "Inquadramento sismotettonico dell'area e sismicità storica"*.

3.1 Introduzione

L'area del giacimento di Tempa Rossa è situata in un settore dell'Appennino meridionale che, a scala regionale, include i) la terminazione meridionale della catena *sensu stricto*, orientata NO-SE (ad ovest), ii) le strutture profonde ereditate dal dominio apulo, orientate E-O (a nord) e iii) la porzione settentrionale dell'Arco Calabro (a sud) (Fig. 3.1). La complessità tettonica di questo settore dell'Appennino meridionale si riflette anche nel campo di sforzi attuale (D'Agostino et al., 2004; Devoti et al., 2011; Carafa et al., 2013). Infatti, sia in termini geometrici sia cinematici, l'area è caratterizzata da a) un regime di stress estensionale dovuto al collasso della catena (con locali complessità strutturali), ad ovest, b) trascorrenza destra su elementi strutturali profondi orientati E-O, a nord, e in parte c) estensione assiale sul versante tirrenico e d) compressione ai margini del cuneo d'accrezione attivo nel Golfo di Taranto a sud, in Calabria.

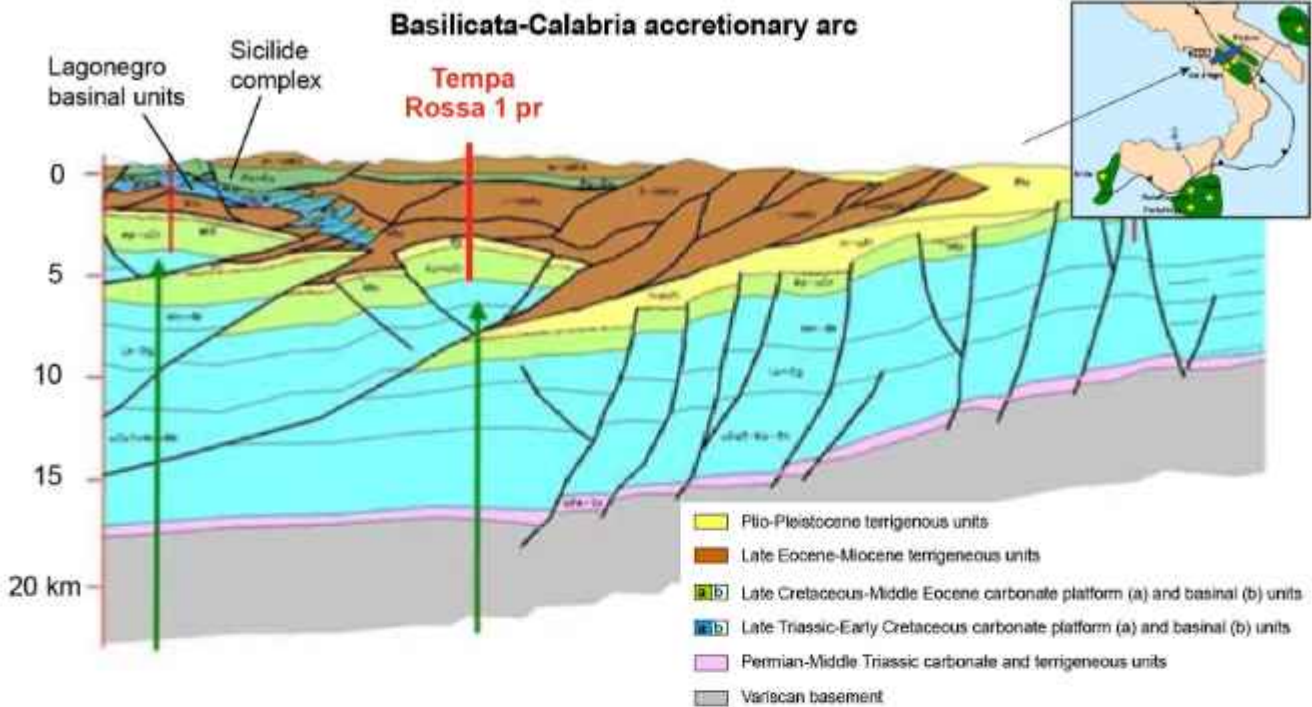


Figura 3.1 - Sezione circa SO-NE dell'Appennino meridionale (estratta da Bertello et al., 2010) che descrivono l'assetto strutturale generale. La sezione descrive con un maggiore dettaglio la struttura d'interesse del progetto (nel riquadro in rosso) mettendo in risalto i rapporti tra le unità di piattaforma Apula interna, esterna, le unità delle piattaforme carbonatiche appenniniche, le unità del bacino lagonegrese, le unità di avanfossa mioceniche e plio-pleistoceniche, le unità Liguridi-Sicilidi.

3.2 Sismicità storica di sintesi

Il settore dell'Appennino campano-lucano è stato sede di numerosi e significativi terremoti ($M > 6.0$), sia in epoca storica (pre-XX secolo) che recente (Tab. 3.1; Fig. 3.2), tuttavia l'area della concessione petrolifera del giacimento Tempa Rossa non risulta esser mai stata sede di terremoti importanti, né vede la presenza di sorgenti sismogenetiche accertate (Database of Individual Seismogenic Sources-DISS Working Group, 2005).

In questo capitolo vengono illustrati i principali terremoti che hanno interessato questo settore dell'Appennino mentre le sorgenti sismogenetiche che lo caratterizzano verranno trattate in quello successivo.

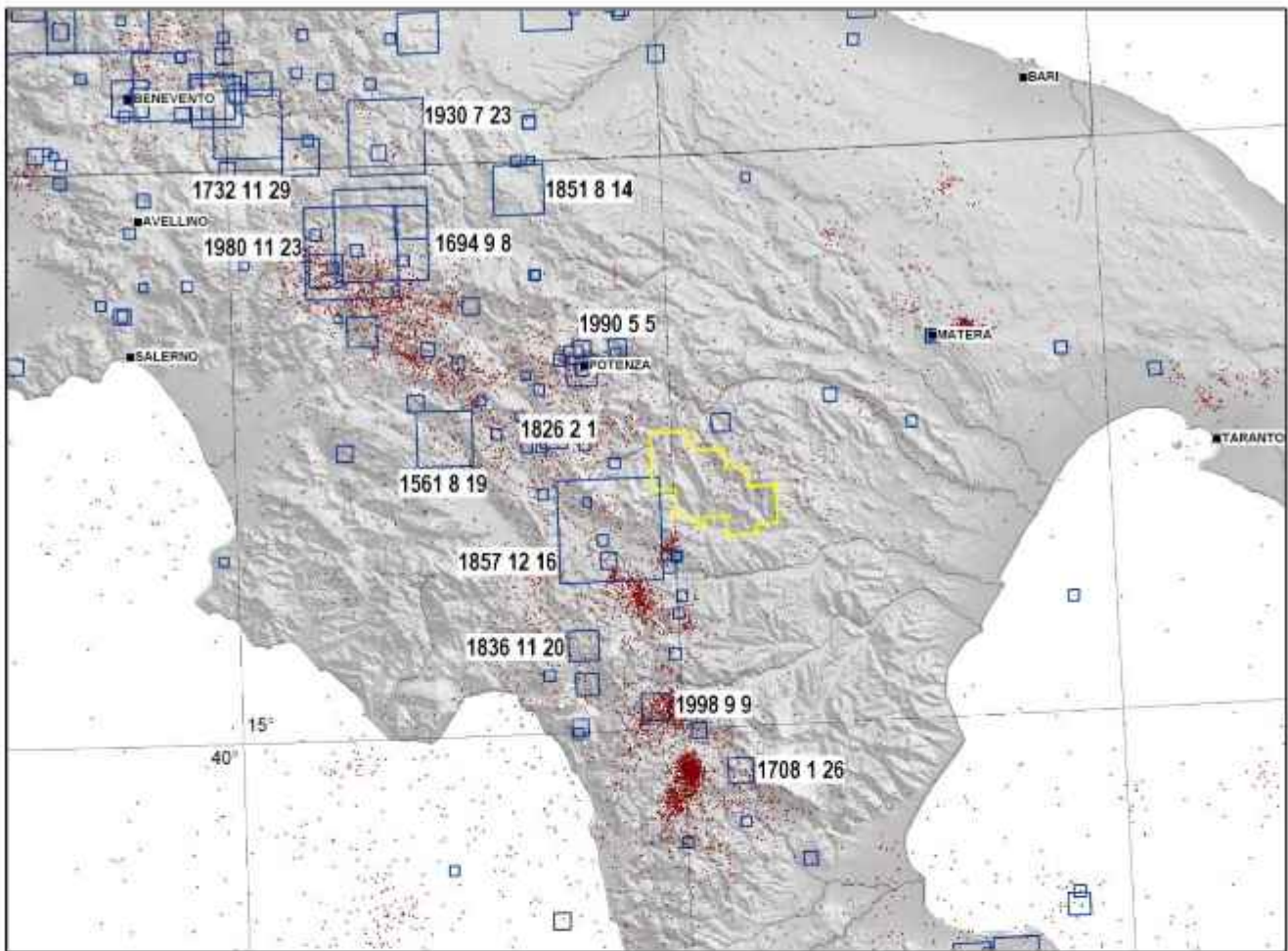


Figura 3.2 - Quadro complessivo della sismicità italiana nel settore dell'appennino meridionale e avanpaese. Le date (anno-mm-gg) si riferiscono ai terremoti maggiori che hanno interessato questa regione (vedi Tabella 3.1). In giallo: perimetro della concessione in oggetto. In blu (quadrati): terremoti dal catalogo parametrico nazionale (DBMI11, <http://emidius.mi.ingv.it>); le diagonali sono proporzionali alle magnitudo. In marrone (punti): sismicità 1980-2014 dal Bollettino sismico INGV (ISIDe, <http://iside.rm.ingv.it>).

La ricostruzione della sismicità storica dell'area si basa sulla consultazione e dell'utilizzo dei dati sismici strumentali e storici contenuti all'interno dei cataloghi e delle banche dati disponibili e pubblicate da INGV o da altri Istituti di Ricerca e Università.

Data	Ora	Località	Lat	Lon	Intensità	M
<i>aaaa mm gg</i>	<i>hh:mm</i>		<i>dd.xx</i>	<i>dd.xx</i>	<i>MCS</i>	
1561 8 19	14:10	Vallo di Diano	40.52	15.48	9.5	6.4
1694 9 8	11:40	Irpinia-Basilicata	40.88	15.35	10.5	6.9
1708 1 26		Pollino	39.92	16.13	7.5	5.6
1732 11 29	07:40	Irpinia	41.7	15.06	10.5	6.6
1826 2 1		Basilicata	40.52	15.73	8	5.7
1836 11 20	7:30	Basilicata merid.	40.15	15.78	8	5.8
1851 8 14	13:20	Basilicata	40.95	15.67	9.5	6.3
1857 12 16	21:15	Basilicata	40.35	15.85	10.5	7
1930 7 23	0:08	Irpinia	41.05	15.37	10	6.7
1980 11 23	19:34	Irpinia-Basilicata	40.85	15.28	10	6.9
1990 5 5	7:38	Potentino	40.66	15.88	7.5	5.8
1991 5 26	12:26	Potentino	40.65	15.81	6.5	5.1
1998 9 9	11:27	Appenn. Cal.-Lucano	40.04	15.94	6.5	5.7

Tabella 3.1 – Elenco dei terremoti principali che hanno interessato il settore irpino-lucano dell'Appennino meridionale. L'elenco è coincidente con i terremoti le cui date sono riportate in Figura 3.3. In neretto gli eventi più energetici i cui epicentri sono più vicini alla concessione in oggetto. Dati dal catalogo parametrico nazionale: DBMI11 (<http://emidius.mi.ingv.it>).

Alcuni degli eventi sismici avvenuti in passato sono particolarmente significativi per magnitudo e/o prossimità all'area in esame (in neretto in Tab. 3.1). Si segnalano in primo luogo il terremoto (M=7) che ha colpito l'alta Val d'Agri il 16 Dicembre 1857 i cui effetti furono dettagliatamente riportati da Robert Mallet per conto della Royal Society of London (Mallet, 1862) e di cui si discuterà nel capitolo seguente. Un altro terremoto cruciale per questo settore dell'Appennino meridionale è certamente il terremoto dell'Irpinia (M=6.9) del 23 Novembre 1980 (Boschi et al., 1993). Dieci anni dopo, infine, si verificò il terremoto di Potenza (M=5.8) del 5 Maggio 1990, con una replica il 26 Maggio 1991 (M=5.2). Successivamente al terremoto del Molise (M=5.8) del 31 Ottobre e 1° Novembre 2002 (Di Bucci e Mazzoli, 2003; Valensise et al., 2004; Vallée e Di Luccio, 2005) è emerso un parallelo importante tra questi terremoti e quelli del potentino, ovvero l'ipocentro nel basamento, al di sotto del dominio di avanpaese, ben ad est dell'asse estensionale della catena ed immediatamente al di sotto del fronte della catena apula sepolta (Noguera e Rea, 2000; Di Bucci et al., 2006; Nicolai e Gambini, 2007). Il Catalogo Parametrico dei

Terremoti Italiani (CPTI) e il Database Macrosismico Italiano (DBMI) (Rovida et al., 2011) così come il Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (CFTI, Guidoboni et al., 2007) descrivono dettagliatamente i dati e gli effetti relativi ai terremoti sopra citati (Tab. 3.1 e Fig. 3.3).

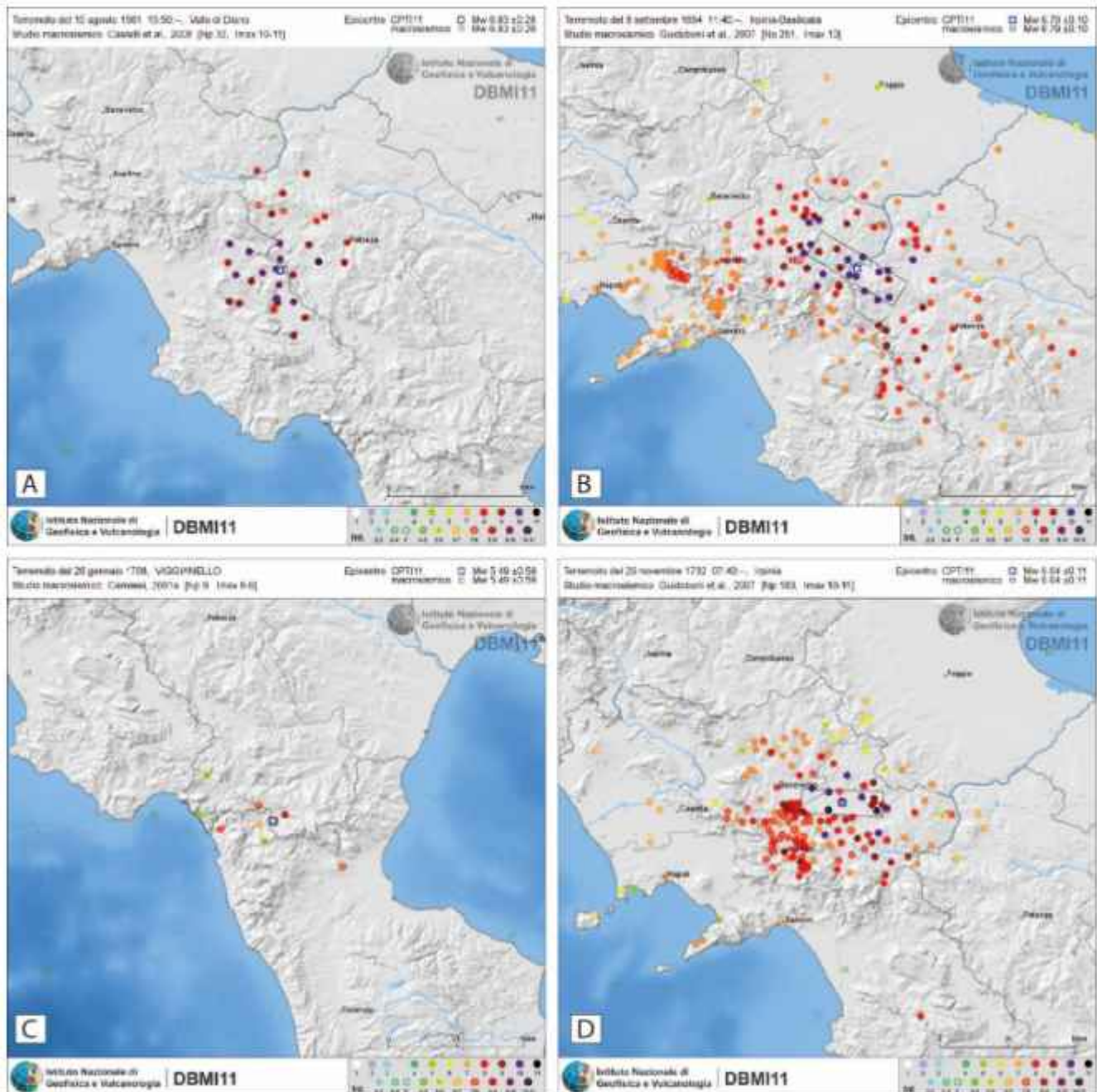
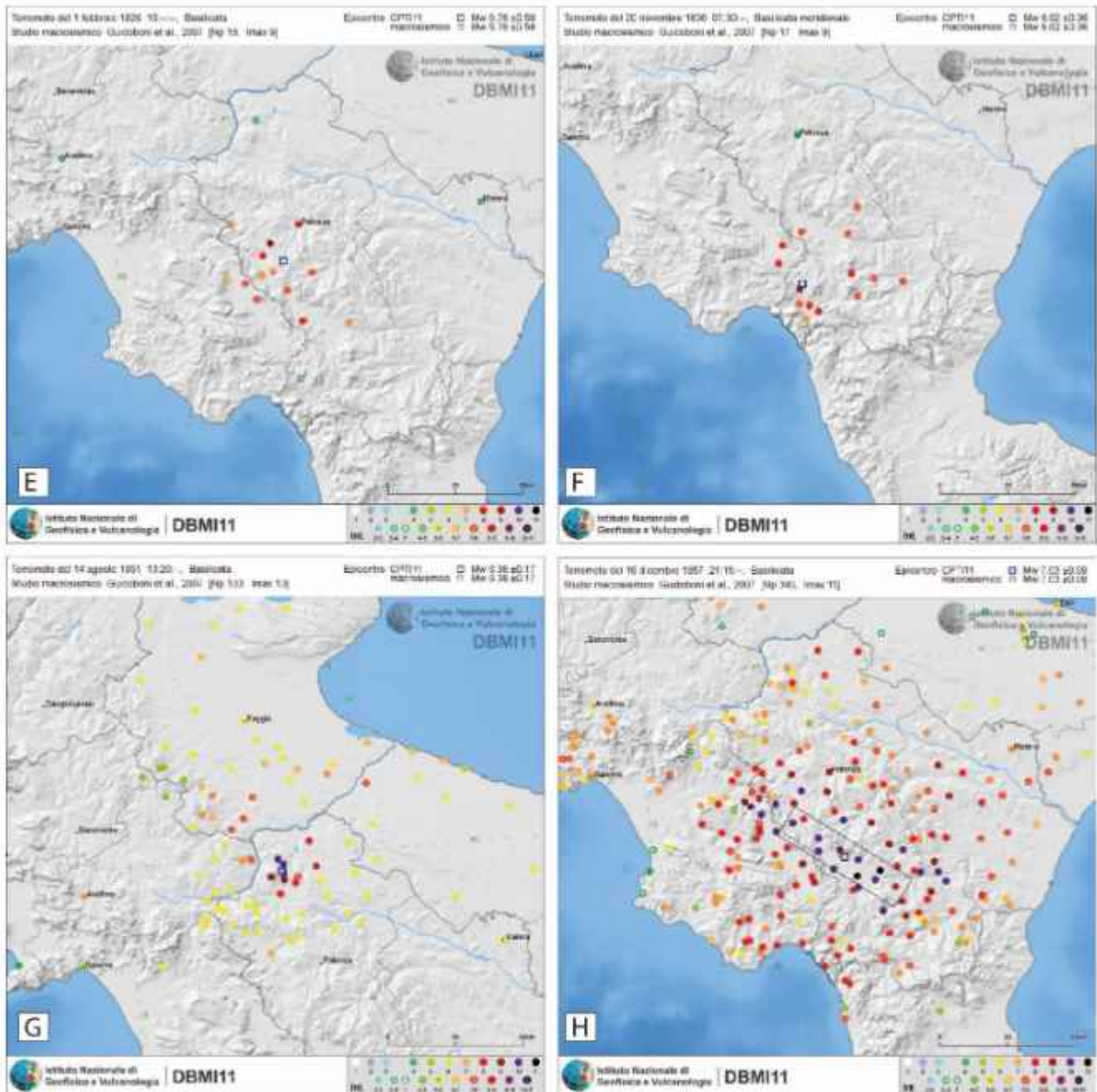
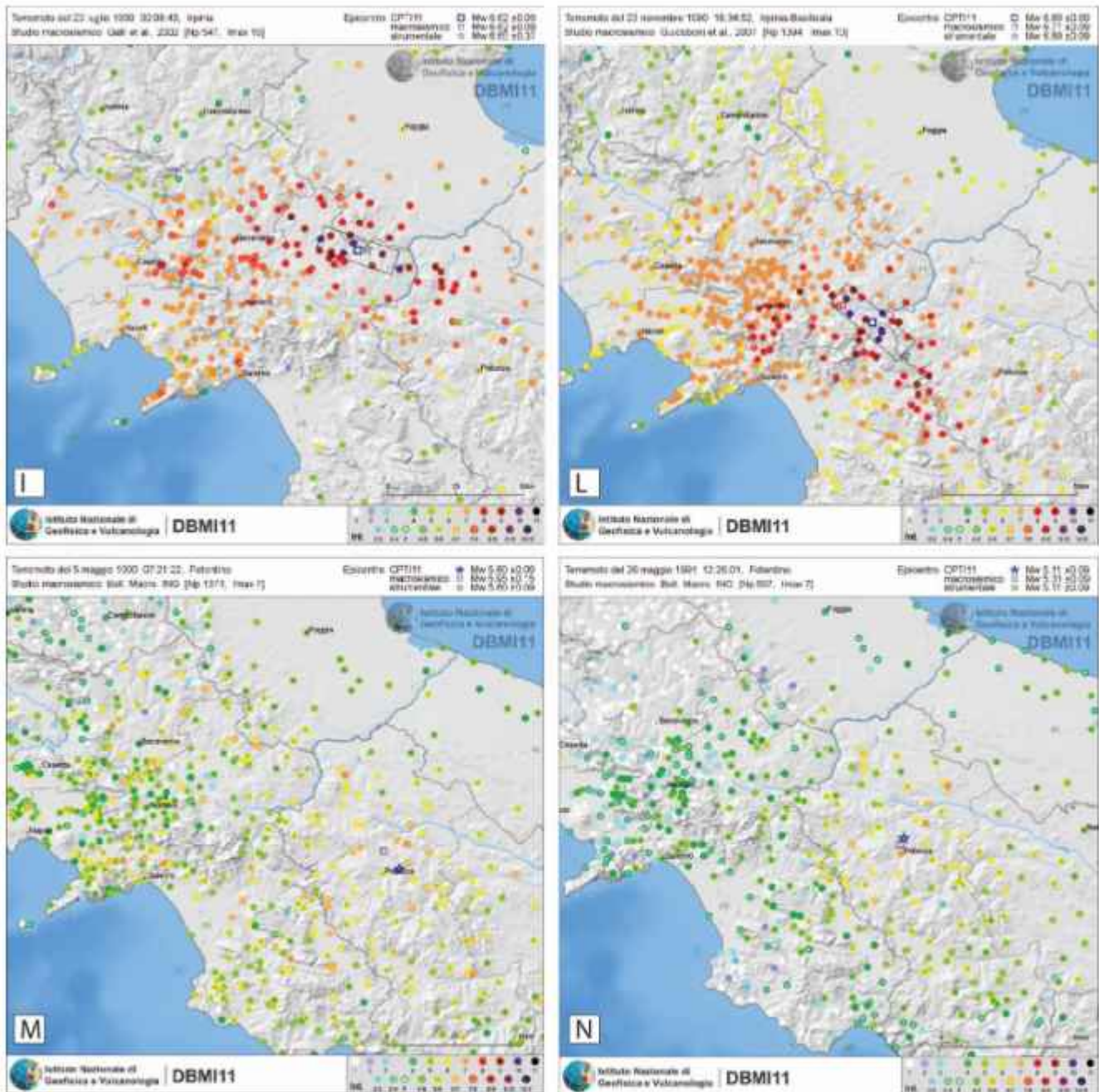


Figura 3.3 - Quadro dei danni causati dai terremoti del A) 19 Agosto 1561; B) dell'8 Settembre 1694; C) del 26 Gennaio 1708; D) 29 Novembre 1732 (DBMI11, <http://emidius.mi.ingv.it>).



continua - Quadro dei danni causati dai terremoti del E) 1° Febbraio 1826; F) del 20 Novembre 1836; G) del 14 Agosto 1851; H) del 16 Dicembre 1857 (DBMI11, <http://emidius.mi.ingv.it>).



continua – Quadro dei danni causati dai terremoti del I) 23 luglio 1930; L) del 23 Novembre 1980; M) del 5 Maggio 1990; N) del 26 Maggio 1991 (DBMI11, <http://emidius.mi.ingv.it>).

3.3 Sorgenti sismogenetiche

Il quadro della sismogenesi in questo settore del sistema appennino-avampaese apulo risulta dalla 'sovrapposizione' tra i due domini paleogeografici e del loro diverso comportamento rispetto alla spinta africana, sia per intensità che per direzione, come

suggeriscono i dati GPS (Devoti et al., 2011). Ne risulta, in sintesi, una famiglia di importanti faglie normali con direzione ca. NO-SE, con una lunghezza $\geq 30+$ km e immersione a NE e SO, che hanno causato terremoti sino a $M \leq 7$ ed ipocentri sino a 13 km, come quello dell'Irpinia-Basilicata del 23 Novembre 1980 (scossa principale: $M=6.9$), risentito in tutto l'Appennino centro-meridionale, o quello del 16 Dicembre 1857 ($M=7$), che interessò l'area immediatamente ad O dell'area oggetto di studio. Un'altra famiglia di faglie interessa più direttamente l'avampaese apulo, con orientazione circa O-E e cinematica trascorrente, a cui sono stati associati terremoti fino a $M=6.7$, come quello dell'Irpinia del 23 Luglio 1930, o anche di magnitudo minore, come quello di Potenza del 5 Maggio 1990 ($M=5.8$), con ipocentri più profondi (15-25 km). Per quanto noto, le sorgenti di questa seconda categoria di terremoti sono pressoché sempre collocate ad E dell'asse principale della catena appenninica s.s., in posizione strutturale sottostante gli alti conseguenti alla messa in posto della catena apula, coperta dalle falde appenniniche, ovvero immediatamente ad est del fronte sepolto della catena apula (Valensise et al., 2004; Di Bucci et al., 2006; Fracassi e Valensise, 2007 – Fig. 3.4).

Le sorgenti sismogenetiche della Fig. 3.5 sono suddivise nelle tre categorie individuate dalla banca dati Database of Individual Seismogenic Sources-DISS Working Group (2005), ovvero *Composite Sources* (strutture sismogenetiche di portata regionale che seguono *trend* tettonici di cui non sia sempre nota la segmentazione), *Individual Sources* (segmenti di faglia che siano stati riconosciuti come causa di uno specifico terremoto di $M \geq 5.5$ o *gap* sismici), e *Debated Sources* (elementi strutturali ritenuti sismogenetici da alcuni autori ma che non sono completi degli elementi e parametri geometrici e cinematici ed il cui ruolo sismogenetico rimane quindi dubbio).



Figura 3.4 - Sintesi delle sorgenti sismogenetiche che insistono sul settore dell'appennino-avampaese apulo che circonda la concessione in oggetto (perimetro bianco). In bianco: anno e magnitudo dei principali terremoti di cui sono note *Individual Sources* (IS, rettangoli giallo-arancio). In colore arancio: *Composite Sources* (CS). In sfondo blu: *Debated Sources* (DS). Dati: DISS (<http://diss.rm.ingv.it/diss>, versione 3.2.0)

Elenco delle *Composite Source*

ID	Nome sorgente	SlipRate min	SlipRate max	M max
ITCS005	Baragiano-Palagianello	0.1	0.5	5.8
ITCS034	Irpinia-Agri Valley	0.1	1	6.8
ITCS038	Rimendicello-Mormanno	0.1	1	6.4
ITCS063	Andretta-Filano	0.1	1	6.9
ITCS084	Mirabella Eclano-Monteverde	0.1	1	6.7
ITCS087	Conza della Campania-Tolve	0.4	0.6	6.2
ITCS089	Rapolla-Spinazzola	0.1	0.5	6.3
ITCS104	Amendolara	0.5	0.9	6.3

Elenco delle *Individual Source*

ID	Nome sorgente	SlipRateMin	SlipRateMax	M max
ITIS006	Ufita Valley	0.1	1	6.6
ITIS008	Agri Valley	0.1	1	6.5
ITIS010	Melandro-Pergola	0.1	1	6.3
ITIS023	Mercure Basin	0.1	1	6.4
ITIS077	Colliano	0.4	0.6	6.8
ITIS078	San Gregorio Magno	0.4	0.6	6.2
ITIS079	Pescopagano	0.4	0.6	6.2
ITIS081	Melfi	0.1	0.5	6.3
ITIS084	Potenza	0.1	0.5	5.8
ITIS088	Bisaccia	0.1	1	6.7

Elenco delle *Debated Source*

ID	Nome sorgente
ITDS003	Tanagro
ITDS004	Eastern Agri Fault System
ITDS010	Castelluccio-Rotonda
ITDS016	Scorciabuoi
ITDS031	Caggiano
ITDS033	Ufita Valley
ITDS048	Vallo di Diano
ITDS049	Maratea
ITDS070	Piana Perretti

Figura 3.5 – Elenco delle *Composite Source*, *Individual Source* and *Debated Source* Dati: DISS (<http://diss.rm.ingv.it/diss>, versione 3.2.0).

Le sorgenti sismogenetiche più rilevanti nei pressi della concessione Tempa Rossa riguardano l'*Irpinia-Agri Valley* (ITCS034), l'*Agri Valley* (ITIS008) e la *Scorciabuoi Fault* (ITDS016) che è stata ampiamente trattata ed investigata in questo lavoro.

La sorgente identificata come *Irpinia-Agri Valley* (ITCS034) copre un settore dell'Appennino meridionale tra l'Irpinia e la Basilicata, attraverso le valli dell'alto Sele e dell'alto Agri, ad ovest di Potenza. La sorgente è parte del sistema di faglie normali ad alto angolo, immergenti a NE e SO lungo la dorsale appenninica. I cataloghi storici e

strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano un'importante sismicità distruttiva nell'area. Da nord a sud, i terremoti principali sono quelli dell'8/9/1694 (Mw=6.9, Irpinia-Basilicata), il più recente evento del 23/11/1980 (Mw=6.9, Irpinia-Basilicata), quello del 9/4/1853 (Mw=5.9, Irpinia), quello del 19/8/1561 (Mw=6.4, Vallo di Diano - sebbene di dubbia localizzazione), quello del 1/2/1826 (Mw=5.7, Basilicata), ed il distruttivo evento del 16/12/1857 (Mw=7.0, Basilicata). La sorgente è collocata lungo la dorsale appenninica in direzione NO-SE.

La struttura sismogenetica della Val d'Agri (ITIS008) è interpretata come quella responsabile del terremoto del 1857. Tuttavia, un dibattito scientifico sulla faglia responsabile di questo evento è ancora presente in letteratura, soprattutto riguardo l'immersione della faglia, ovvero la presenza delle faglie attive in superficie sul lato orientale o occidentale dell'alta Val d'Agri e, dunque, la sua immersione in profondità. Secondo Burrato and Valensise (2008), la sorgente è una faglia normale, cieca, immergente a NE, eventualmente affiorante sul lato occidentale della valle. Questa scelta è dettata dal fatto che una struttura in questa posizione si conforma agli elementi geomorfologici recenti più adeguatamente di quanto non faccia una sorgente specularmente collocata e SE-immersa. La geometria individuata produce, infatti, un massimo di subsidenza a ridosso del fianco SO della valle, giustificando il drenaggio richiamato su quel lato. Data la complessità del terremoto, Burrato and Valensise (2008) hanno ipotizzato che il terremoto del 1857 abbia rotto 'a cascata' due faglie adiacenti e relativamente ben conosciute: prima la faglia più piccola Meandro-Pergola immergente a NE (comunemente ritenuta essere un gap sismico tra le due faglie responsabili del terremoto del 1857 e del 1980) e poi la faglia più grande della Val d'Agri. Nel capitolo 7.3 viene fornita un'altra interpretazione sulla sorgente sismogenetica responsabile del terremoto del 1857 in Val D'Agri (Cello et al., 2003).

4 ANALISI GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA DELLA FAGLIA SCORCIABUOI

L'analisi geologica e geomorfologica di campagna è stata effettuata nel settore settentrionale e nord-orientale del Bacino di Sant'Arcangelo, in tutto l'areale di affioramento delle Faglia Scorciabuoi. Questo si estende all'incirca dall'abitato di Corleto Perticara a NO verso l'abitato di Sant'Arcangelo a SE. La zona rilevata è una fascia parallela alla faglia che si estende all'incirca da 2 km a nord della faglia a 2 km a sud. Seppure rilevata, la zona a SE della valle del Fiume Agri (Fig. 2.1) non viene considerata nella descrizione ed interpretazione geologico-geomorfologica presente in questa sezione, nonché negli elaborati cartografici redatti (es. Fig. 4.1, Allegato A). In questa zona, infatti, gli affioramenti sono pochi e la Faglia Scorciabuoi è male esposta e priva di elementi di interesse ai fini di questo studio.

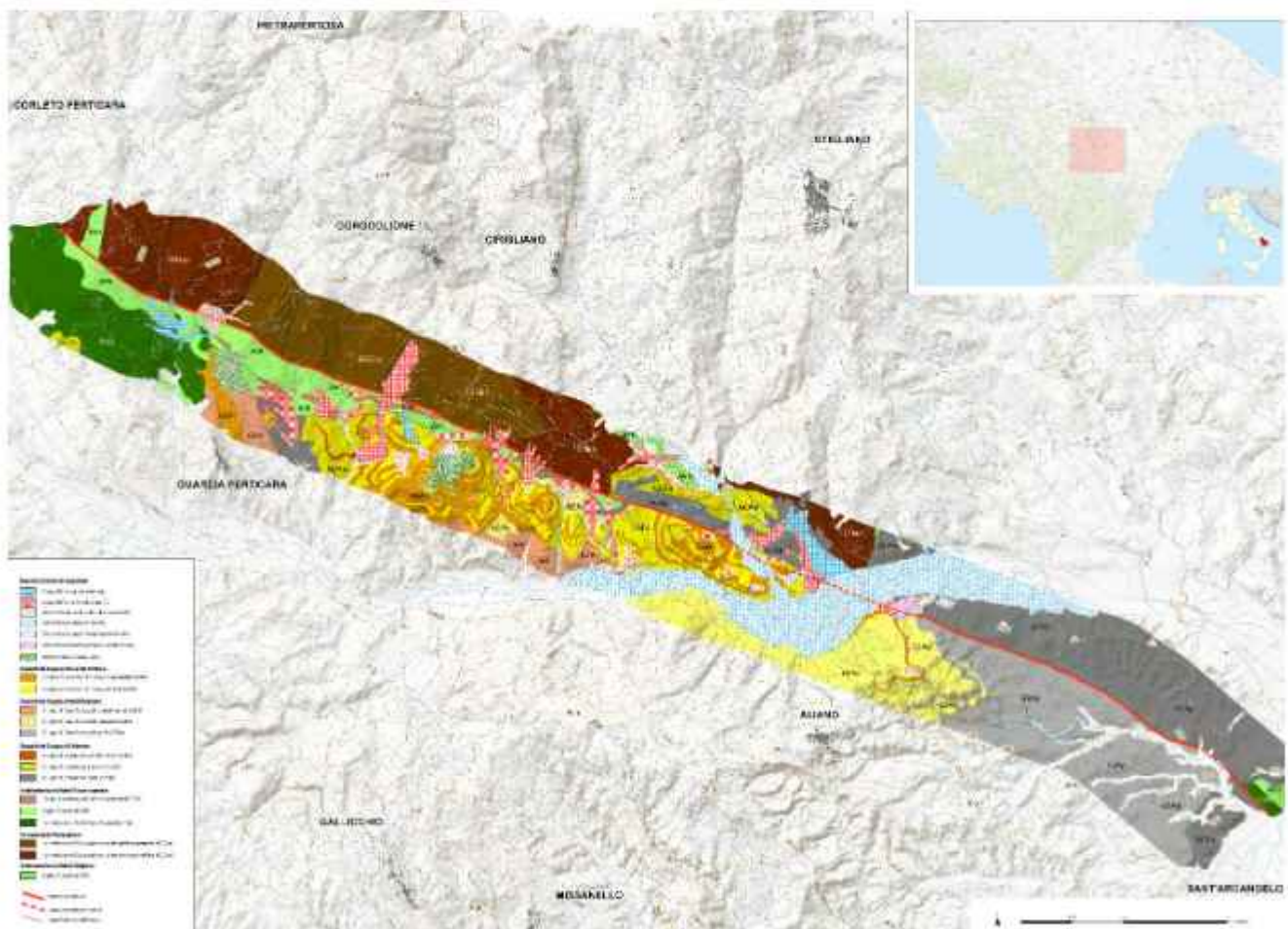


Figura 4.1 – Carta geologica con Schema Geologico-Geomorfologico su base CARG dell'area (si veda Allegato A, B, scala 1:25.000).

Il rilevamento geologico e geomorfologico, condotto per questo studio alla scala 1:5.000 (Allegati A, B, C – redatti alla scala 1:25.000) ed elaborato su piattaforma GIS (sw Qgis 3.0) si è avvalso dei rilevamenti già disponibili per l'area (Capitolo 2), specialmente della cartografia geologica del progetto CARG (Foglio 506^o - Sant'Arcangelo). Il rilevamento geologico e geomorfologico è stato finalizzato alla ricostruzione della successione stratigrafica affiorante, nonché alla individuazione e caratterizzazione delle strutture tettoniche ed elementi geomorfologici presenti, in particolare quelli utili per definire il periodo temporale di attività della Faglia Scorciabuoi.

Gli affioramenti analizzati sono stati codificati utilizzando un prefisso di tre lettere seguito da un suffisso numerico progressivo (1, 2, 3, ...). Il prefisso è indicativo di tre aree relativamente omogenee dal punto di vista geologico-strutturale, da NO a SE: (i) area di Corleto Perticara e Guardia Perticara (prefisso PER) caratterizzata da diffusa presenza di litologie del substrato marino di età cretacico-miocenica; (ii) area di Acinello (prefisso ACI), dove dominano i depositi alluvionali quaternari del Torrente Sauro e della Fiumara di Gorgoglione; (iii) area di Aliano (prefisso ALI), dove invece dominano peliti plio-pleistoceniche del Bacino di Sant'Arcangelo. Per ogni area, la numerazione del suffisso numerico è in genere progressiva da O verso E.

4.1 Stratigrafia

I depositi affioranti in prossimità della Faglia Scorciabuoi possono essere suddivisi in tre categorie come segue: (i) depositi marini di età cretacico-miocenica coinvolti nell'edificio a falde della catena appenninica a pieghe e sovrascorrimenti; (ii) depositi essenzialmente marini plio-pleistocenici del bacino di *piggy-back* di Sant'Arcangelo, coinvolti solamente nelle fasi finali dell'orogenesi appenninica; (iii) depositi continentali quaternari formati in seguito all'instaurarsi di un ambiente continentale su vasta scala.

I depositi cretaco-pleistocenici che costituiscono il substrato marino sono stati cartografati utilizzando sigle di tre lettere maiuscole che sintetizzano il nome delle varie unità litostratigrafiche (Gruppi, Formazioni), seguite da una o due lettere minuscole (iniziali delle litologie dominanti) nel caso vi siano ulteriori suddivisioni delle suddette unità litostratigrafiche in associazioni litologiche. Per i depositi continentali quaternari sono state in genere utilizzate due o tre lettere minuscole che ne sintetizzano il nome.

4.2 Depositi marini cretaco-miocenici

Nei pressi della Faglia Scorciabuoi si rinvengono quattro formazioni cretaco-mioceniche. Tre di queste appartengono alla coltre alloctona sicilide: (i) Argille Varicolori, (ii) Formazione di Monte Sant'Arcangelo e (iii) Sabbie e conglomerati di Timpone d'Arena. Le tre formazioni compongono l'unità tettonica sicilide di Rocca Imperiale, mentre le sole Argille Varicolori costituiscono anche la sottostante unità tettonica sicilide di Cirigliano. Fra le due unità tettoniche sicilidi è interposta la Formazione di Gorgoglione (Fig. 4.2) la quale viene invece considerata un deposito sinorogenico entro un'avanfossa formatasi durante la migrazione verso est della catena appenninica. La Formazione di Gorgoglione poggia in maniera inconforme sopra le Argille Varicolori dell'Unità di Cirigliano ed è sovrastata per contatto tettonico (sovrascorrimento) dalle Argille Varicolori basali dell'Unità di Rocca Imperiale. Le quattro formazioni vengono di seguito descritte singolarmente; si faccia riferimento alla Figura 4.3 (Allegato C) per la localizzazione degli affioramenti rilevati.

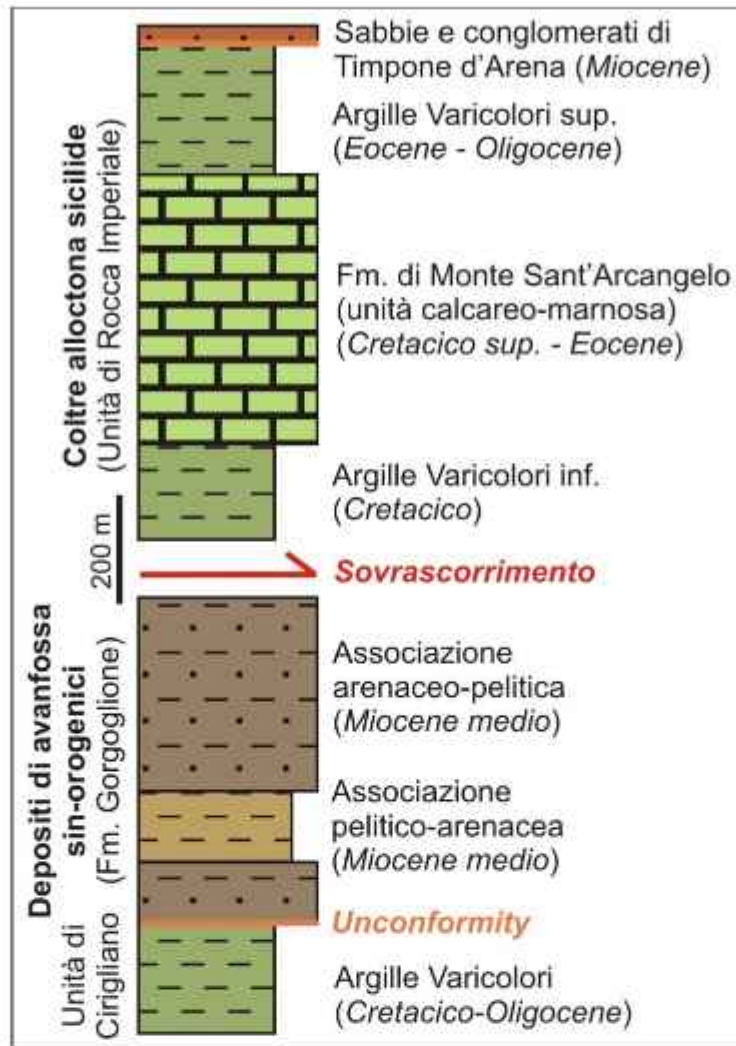


Figura 4.2 - Sezione stratigrafica della successione cretacio-miocenica.

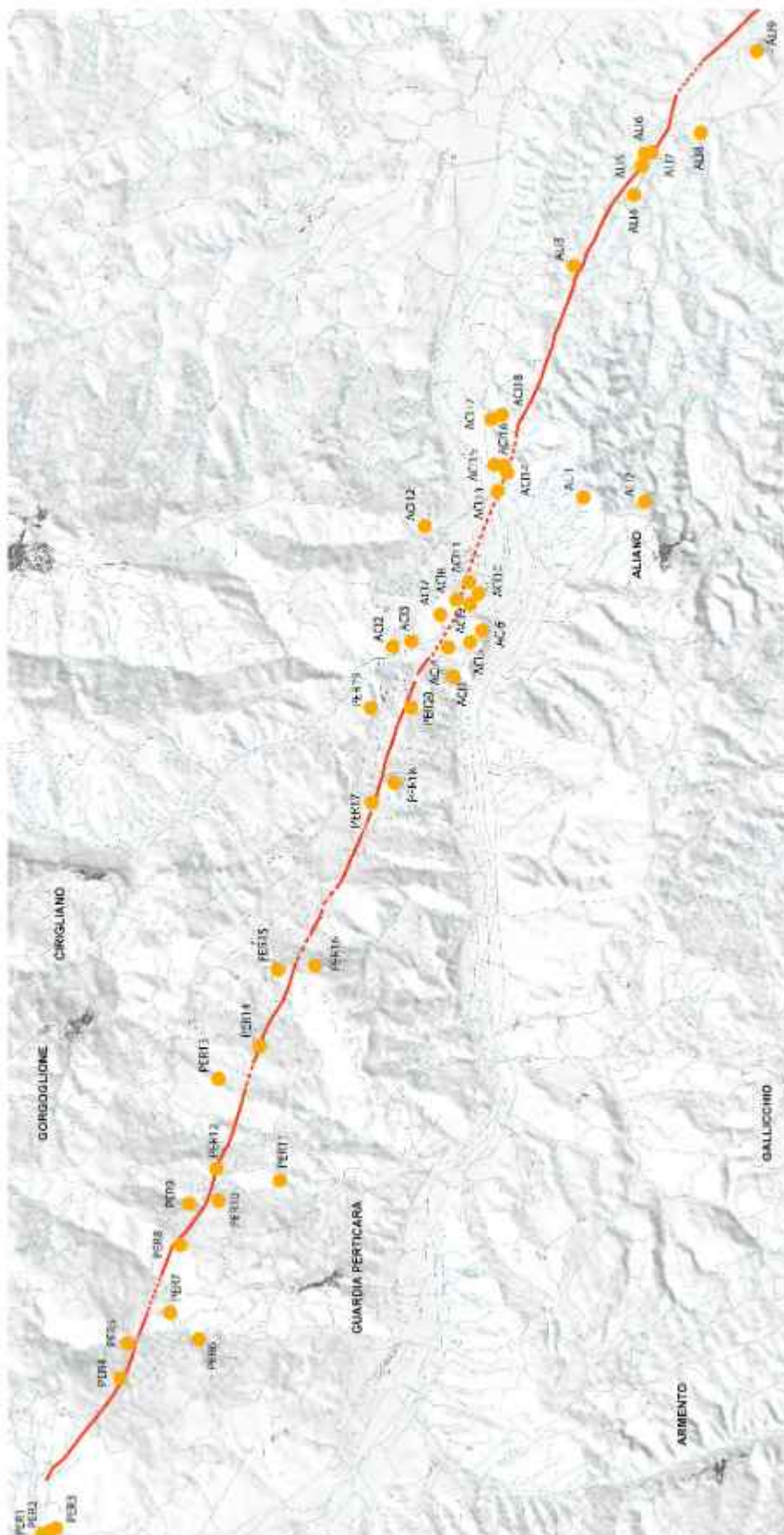


Figura 4.3 – Estratto della Carta degli affioramenti rilevati (Allegato C, scala 1:25.000)

4.2.1 *Argille Varicolori (Cretacico – Oligocene; AVR)*

Argille grigio scure di mare profondo, di norma non foliate, ad assetto caotico e raramente con stratificazione riconoscibile (Fig. 4.4). Entro le argille si rinvengono blocchi angolosi eterolitici ed eterometrici (da centimetrici a decametrici) di calcari micritici, marne e calcareniti grigie, arenarie grigio-ocra, marne verdastre e siltiti rossastre (affioramenti PER1-5-7-8-9-12). A luoghi si hanno intercalazioni stratiformi di marne argillose rossastre, marne verdastre, calcari micritici e marne grigio chiari (biancastri su superficie alterata) e arenarie grigio-ocra (PER5-7-8). Le Argille Varicolori dell'Unità di Rocca Imperiale formano due orizzonti stratigrafici con caratteristiche litologiche simili, inframezzati dalla Formazione di Monte Sant'Arcangelo (Fig. 4.2). L'orizzonte inferiore, di età cretacea, è spesso 100-200 m; quello superiore, di età eocenica-oligocenica, è spesso 200-300 m. Le Argille Varicolori dell'Unità di Cirigliano, di età cretacico-oligocenica, sono invece spesse circa 200 m.



Figura 4.4 - Argille varicolori affioranti nei pressi di Guardia Perticara (affioramento PER8).

4.2.2 *Formazione di Monte Sant'Arcangelo (Cretacico sup. – Eocene; FMS)*

Questa formazione affiora essenzialmente nella porzione NO dell'area di studio, fra gli abitati di Corleto Perticara e Guardia Perticara. Si tratta di calcari micritici, calcari marnosi, marne e marne argillose fogliettate grigio chiari (biancastri, giallognoli o nocciola su superficie alterata) con subordinate calcareniti grigie laminate, argille marnose fogliettate rossastre e grigio scure-nerastre (affioramenti PER3-6-10). Stratificazione tabulare in genere decimetrica, talora centimetrica o metrica (Fig. 4.5). I diversi litotipi si sono depositati in ambiente marino profondo. La formazione è spessa 450-500 m.



Figura 4.5 - Calcari e marne della Formazione di Monte Sant'Arcangelo affioranti nei pressi di Corleto Perticara (affioramento PER3).

4.2.3 *Sabbie e conglomerati di Timpone d'Arena (Serravalliano: TDA)*

Questa formazione affiora in lembi di modeste dimensioni nei pressi di Guardia Perticara e mai in corrispondenza della Faglia Scorciabuoi. Si tratta di arenarie grossolane e conglomerati mal stratificati che formano una successione dello spessore di poche decine di metri.

4.2.4 *Formazione di Gorgoglione (Langhiano inf.- Serravalliano sup.; FGO)*

Si tratta di una successione torbidityca di avanfossa (facies di lobo, distale) di età medio-miocenica. Si riconoscono due associazioni litologiche, cartografate separatamente: (i) arenaceo-pelitica (FGOap; affioramenti PER4-5, ACI12 - Fig. 4.6) e (ii) pelitico-arenacea (FGOpa; affioramenti PER8-9-12-13-14 - Fig. 4.7), quest'ultima dal colore d'insieme grigio-nocciola con frequenti morfologie calanchive. L'associazione pelitico-arenacea costituisce un intervallo stratigrafico spesso circa 130 m che passa sia verso il basso sia verso l'alto all'associazione arenaceo-pelitica (l'orizzonte stratigrafico inferiore è spesso circa 115 m mentre quello superiore circa 360 m). In entrambe le associazioni litologiche le arenarie sono a granulometria medio-fine, molto competenti e grigio scure (ocra su superficie alterata), con laminazione per lo più pianoparallela e controimpronte da corrente di torbida (*flute, groove, bounce, etc.*) alla base degli strati. Le arenarie si alternano a peliti (soprattutto argille marnose) grigie e grigio-nocciola. La stratificazione è tabulare, lo spessore degli strati è in genere da centimetrico a decimetrico; rari banconi metrici di arenarie sono presenti nell'associazione arenaceo-pelitica.



Figura 4.6 - Associazione arenaceo-pelitica della Formazione di Gorgoglione affiorante nei pressi di Corleto Perticara (affioramento PER4).



Figura 4.7 - Associazione pelitico-arenacea della Formazione di Gorgoglione affiorante nei pressi di Guardia Perticara (affioramento PER12). Si noti la morfologia calanchiva.

4.3 Depositi marini del Bacino di Sant'Arcangelo (*Pliocene inf. - Pleistocene inf. - medio?*)

Si tratta di una successione silicoclastica formatasi durante il Plio-Pleistocene in ambienti da deltizio-litorali a marini via via più profondi muovendoci da ovest verso est. La successione giace in discordanza angolare sui depositi cretacico-miocenici ed è suddivisa in tre Gruppi di età differenti, separati da discordanze angolari erosionali (Fig. 4.8). Dal basso verso l'alto della successione stratigrafica si hanno: (i) Gruppo di Caliendo (età: Pliocene; spessore di circa 1.000 m; sigla GCA); (ii) Gruppo di Sant'Arcangelo (età: Pliocene sup. - Pleistocene inf.; spessore: 600-900 m; sigla GSA) e (iii) Gruppo di Guardia Perticara (età: Pleistocene inf. - medio (?); spessore fino a 200 m; sigla GGP). Ognuno di questi tre gruppi è stato ulteriormente suddiviso a seconda della litologia dominante in: (i) associazione conglomeratica (affioramenti PER16-20, ACI5-8; sigla c), (ii) associazione arenacea (affioramenti PER11-15-17-18-19-20, ACI2-8-13-15-16, ALI1; sigla a) e (iii) associazione pelitica (affioramenti PER20, ACI13-15-18, ALI3-4-5-6-7-8-9; sigla p).

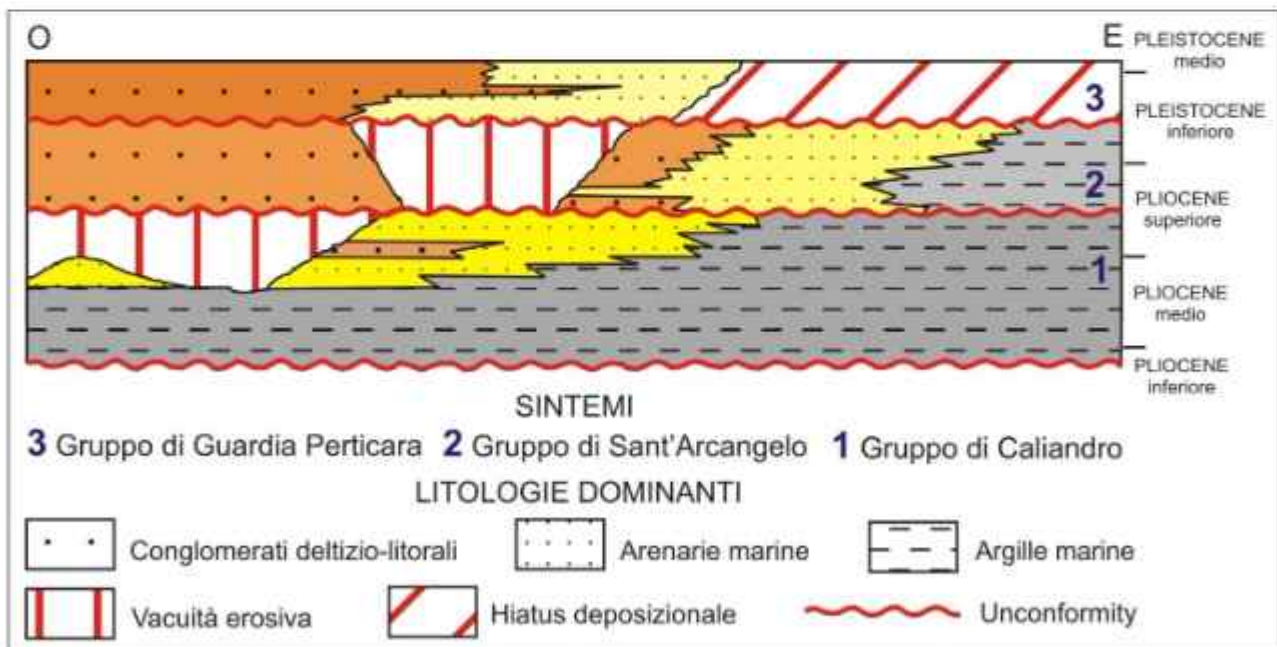


Figura 4.8 - Sezione stratigrafica della successione plio-pleistocenica del Bacino di Sant'Arcangelo (basata sulla sezione stratigrafica del F°506 CARG - Sant'Arcangelo).

L'associazione conglomeratica (Fig. 4.9) è dominata da conglomerati da ocra-nocciola ad arancioni-rossastri con subordinate intercalazioni di arenarie friabili gialle o ocra-nocciola. Stratificazione per lo più tabulare. L'ambiente deposizionale è deltizio-litorale. L'associazione arenacea (Fig. 4.10) è costituita principalmente da arenarie friabili gialle e spesso include intercalazioni di conglomerati ocra e/o di peliti grigie, e localmente di calcareniti bioclastiche biancastre (affioramenti ACI3-7). La stratificazione è per lo più tabulare (spessore degli strati prevalentemente decimetrico), a luoghi incrociata (es. *hummocky and swaley*, affioramento PER17); talora sono presenti dei paleocanali (affioramenti PER17-18). L'ambiente deposizionale è marino, per lo più litorale. L'associazione pelitica (Fig. 4.11) consiste in argille grigie di mare relativamente più profondo con rare intercalazioni di arenarie friabili gialle, sia come singoli strati per lo più centimetrici sia come pacchi di strati di spessore metrico o persino di poche decine di metri (affioramenti ALI7-9). La stratificazione è tabulare, poco evidente nelle argille, le quali sviluppano frequenti morfologie calanchive.



Figura 4.9 - Associazione conglomeratica del Gruppo di Guardia Perticara affiorante in località Scorciabuoi (affioramento PER20). Si notino le intercalazioni arenacee.



Figura 4.10 - Associazione arenacea del Gruppo di Sant'Arcangelo affiorante in località Casa Marra (affioramento ACI16).



Figura 4.11 - Associazione pelitica del Gruppo di Sant'Arcangelo affiorante in località Masseria Leo (affioramento ALI8).

4.4 Depositi continentali quaternari

I depositi continentali in questione si sono formati in seguito all'emersione completa della successione plio-pleistocenica del Bacino di Sant'Arcangelo. Si tratta di depositi alluvionali presenti lungo le principali aste fluviali ma anche a quote superiori (depositi terrazzati), e di depositi eluvio-colluviali e di frana che ricoprono i versanti collinari.

4.4.1 Depositi alluvionali dell'Unità di Serra Corneta (Pleistocene medio; usc)

Si tratta dei depositi alluvionali più antichi presenti nell'area di studio, i quali si sono depositi su di una vasta piana alluvionale di tipo *braided* con deflusso da ovest verso est, la quale ricopriva tutto l'areale del Bacino di Sant'Arcangelo (Caputo et al. 2008 e referenze citate nel testo). Questi depositi consistono in sabbie argillose rossastre e conglomerati a matrice limosa rossastra con presenza di paleosuoli rossi. Lo spessore dei depositi è di poche decine di metri e la spianata sub-orizzontale che li delimita al tetto è posta a circa 750-800 m di quota, circa 300-450 m più in alto rispetto alla piana alluvionale attuale del vicino Torrente Sauro. L'Unità di Serra Corneta affiora solamente nei pressi di Guardia Perticara e mai in corrispondenza della Faglia Scorciabuoi.

4.4.2 Depositi alluvionali dei Torrenti Sauro e Fiumarella, e della Fiumara di Gorgoglione (Pleistocene medio - Olocene)

I depositi alluvionali in questione si sono formati dopo l'evoluzione del paesaggio da una vasta piana alluvionale di tipo *braided* (Unità di Serra Corneta) ad un paesaggio collinare inciso da vari corsi d'acqua, tra i quali i torrenti Sauro e Fiumarella, e la Fiumara di Gorgoglione. I depositi alluvionali relativi a questi corsi d'acqua oltre ad essere presenti lungo l'alveo attuale (sigla al) sono presenti anche a quote superiori sotto forma di terrazzi alluvionali. I depositi alluvionali terrazzati (sigla al-t), il cui spessore non supera le poche decine di metri, sono stati suddivisi in quattro ordini (T1-T4) da Caputo et al. (2008) sulla

base della loro età e della quota della spianata sommitale rispetto all'alveo fluviale attuale (Fig. 4.12). I depositi alluvionali terrazzati affiorano principalmente in località Acinello (NO di Aliano), nei pressi della confluenza tra il Torrente Sauro e la Fiumara di Gorgoglione (affioramenti ACI4-6-9-10-11-13-17). Altri depositi alluvionali terrazzati affiorano nei pressi del Torrente Fiumarella (affioramento PER2), a nord di Corleto Perticara. Questi depositi sono segnati come Pleistocene medio-Olocene secondo la cartografia CARG; tuttavia secondo Caputo et al. (2008) avrebbero un'età non superiore agli 80.000-100.000 anni, quindi Pleistocene sup. - Olocene.

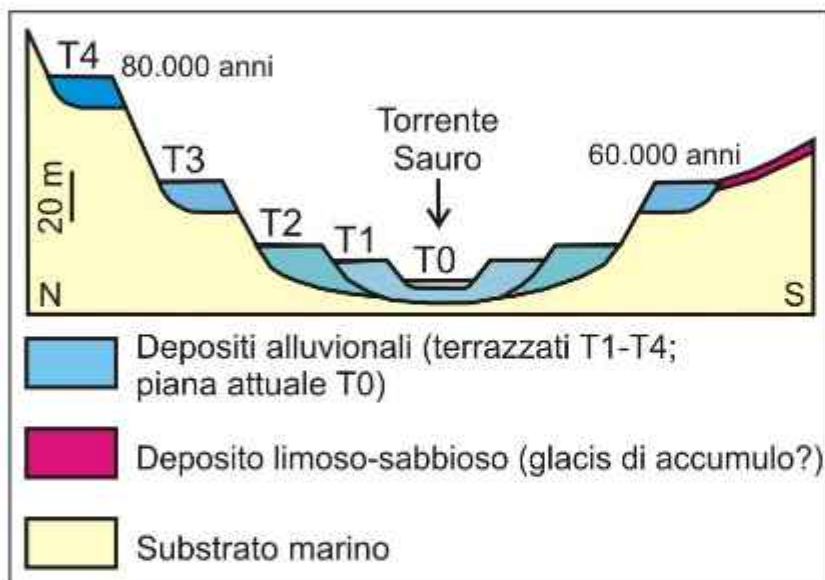


Figura 4.12 - Schema dei rapporti stratigrafici fra i depositi alluvionali terrazzati del Torrente Sauro e il deposito limoso-sabbioso di natura eluvio-colluviale interpretato come possibile glacis di accumulo (vedi testo successivo).

I depositi più recenti, di età Pleistocene sup. - Olocene (terrazzi T1 e T2; affioramenti PER2, ACI13), hanno la spianata sommitale sita < 15 m sopra l'alveo attuale e sono di natura sabbioso-ghiaiosa oppure ghiaioso-sabbiosa. Depositi terrazzati più antichi (terrazzi T3; affioramenti ACI4-9-10-11-17), datati all'incirca 60.000 anni da Caputo et al. (2008), sono di natura sabbioso-ghiaiosa oppure ghiaioso-sabbiosa e con la spianata sommitale sita 20-40 m sopra l'alveo attuale (Fig. 4.13 e 4.14). Questi depositi sono localmente in pendenza fino a 3-4° (affioramenti ACI9-11-17) in quanto conoide alluvionale che confluisce nel Torrente Sauro. I depositi alluvionali terrazzati più antichi (terrazzi T4; affioramento ACI6), datati circa 80.000 anni da Caputo et al. (2008), sono di natura ghiaiosa ed hanno la spianata sommitale sita 70-85 m sopra l'alveo attuale.

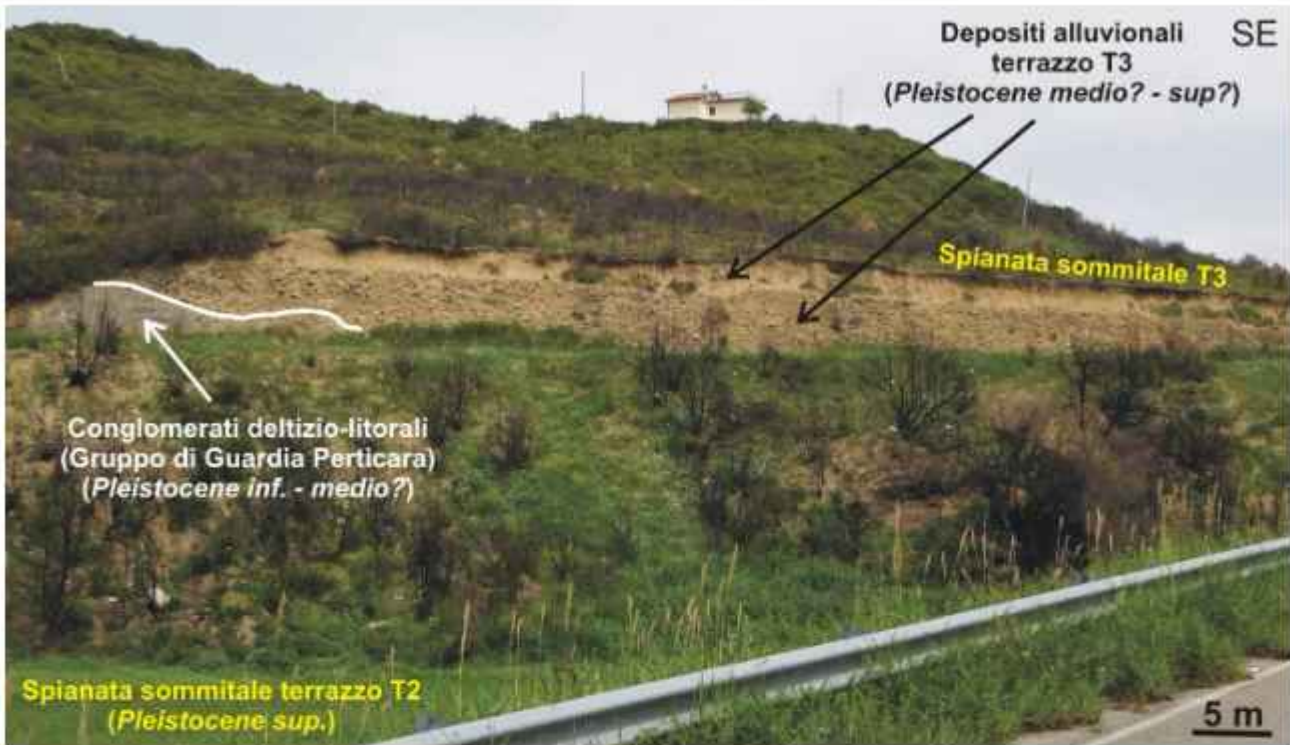


Figura 4.13 - Depositi alluvionali terrazzati della Fiumara di Gorgoglione (affioramento ACI10). Le ghiaie e sabbie affioranti, delimitate da spianata, appartengono al terrazzo T3. Alla base della foto, a sinistra, il terrazzo T2.

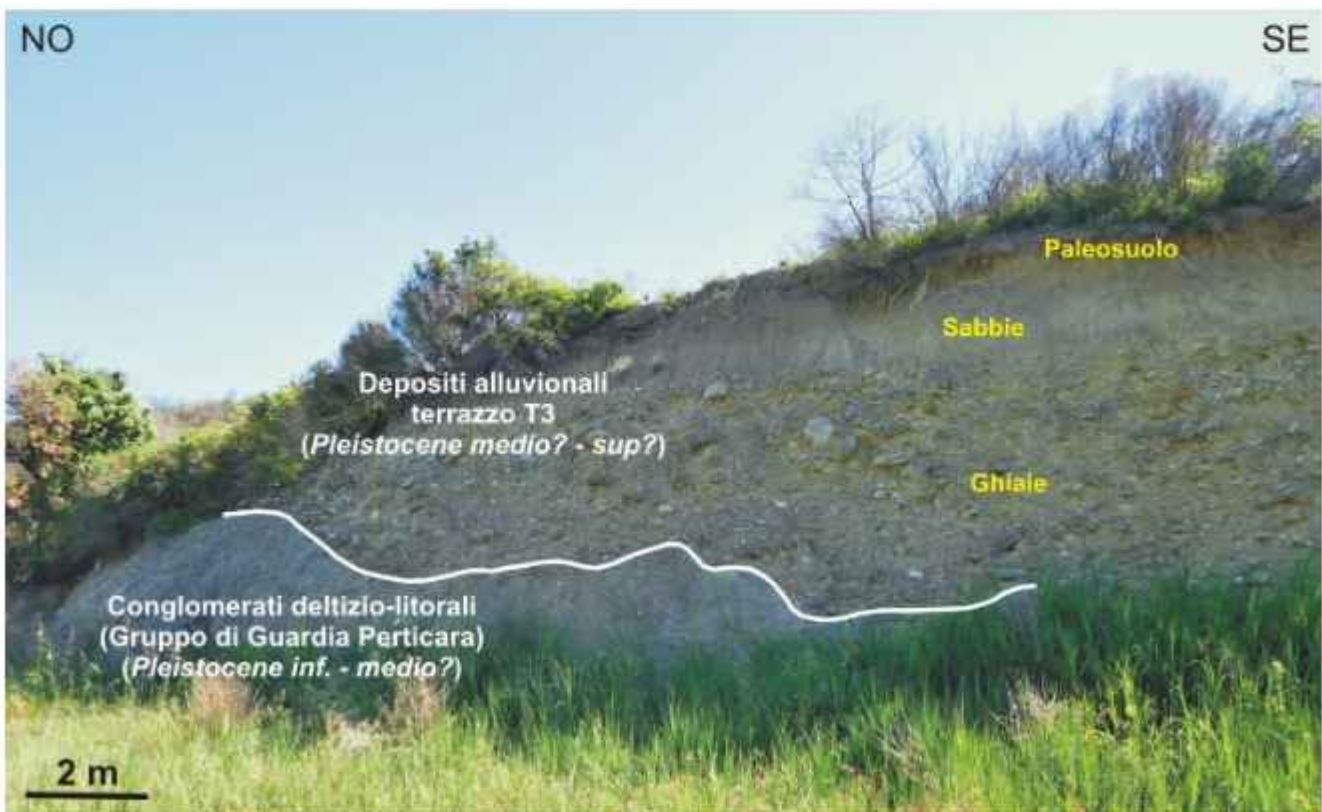


Figura 4.14 - Depositi alluvionali terrazzati T3 della Fiumara di Gorgoglione (affioramento ACI10). Alla base della foto, a sinistra, il substrato conglomeratico sul quale i depositi alluvionali poggiano con contatto inconforme.

4.4.3 *Deposito continentale limoso-sabbioso (Pleistocene medio? – sup.?, lm)*

Si tratta di un deposito limoso-sabbioso avana (ocraceo su superficie alterata), localmente ghiaioso, massivo e piuttosto friabile, di aspetto simile a depositi eluvio-colluviali ma relativamente più litoide (Fig. 4.15). Il deposito in questione, spesso pochi metri, include un paleosuolo bruno-rossiccio spesso da 30 cm a 3 m ed è localmente disseminato di concrezioni calcaree centimetriche e millimetriche grigio chiare-biancastre. Il deposito limoso-sabbioso è discordante sui depositi arenaceo-conglomeratici e pelitici del Bacino di Sant’Arcangelo ed è delimitato al tetto da una superficie sub-pianeggiante inclinata piuttosto regolarmente verso NNE di circa 8°. Questo deposito affiora infatti alla sommità di alcuni cucuzzoli siti presso l’abitato di Aliano (es. a NE di Serra Petrizza e nell’affioramento ALI2), a quote di circa 250 m superiori di quelle dell’alveo attuale del Torrente Sauro, e poi lo si ritrova più a nord nei pressi della confluenza tra Fiumara di Gorgoglione e Torrente Sauro (affioramento ACI14), dove affiora in maniera continua da 35 a 100 m sopra l’alveo attuale del Torrente Sauro (Fig. 4.16).

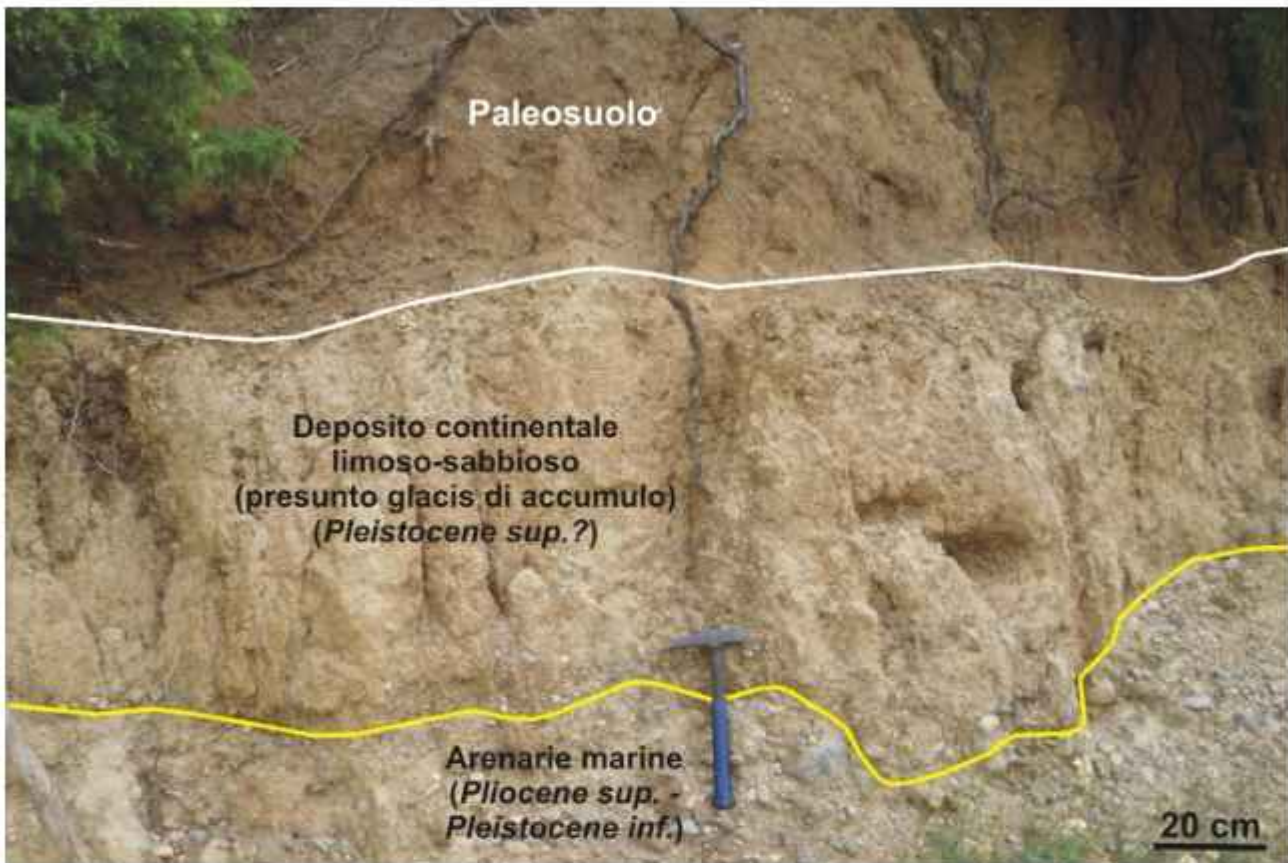


Figura 4.15 - Deposito continentale limoso-sabbioso (affioramento ACI14) delimitato al tetto da un paleosuolo bruno e discordante sul substrato marino.

Il suddetto deposito limoso-sabbioso viene riportato nella cartografia geologica esistente (es. CARG - Foglio 506°) come deposito alluvionale, anche se i depositi alluvionali ispezionati nel nostro studio sono litologicamente un po' differenti (in genere più ghiaiosi) e caratterizzati da spianate sommitali e giaciture degli strati sub-orizzontali. I depositi alluvionali inoltre non si rinvengono mai a quote superiori agli 80 m, ed ogni ordine di terrazzo (T1-T4) si trova più o meno ad una stessa quota al di sopra dell'alveo attuale del corso d'acqua di pertinenza. Il deposito continentale limoso-sabbioso ha invece una superficie sommitale inclinata verso NNE, che dalle zone più rilevate dello spartiacque fra Torrente Sauro e Fiume Agri (zona dell'abitato di Aliano) scende quasi fino al Torrente Sauro, dove si va a raccordare con il terrazzo alluvionale T3 (affioramento ACI17; Fig. 4.17 e 4.18). Inoltre, sulla sponda meridionale del Torrente Sauro si può osservare in affioramento, anche se purtroppo non in modo inequivocabile, che il deposito continentale

limoso-sabbioso o si raccorda ai depositi alluvionali del terrazzo T3 (i due depositi sarebbero quindi coevi) o è sovrastato da questi tramite una discordanza angolare di natura erosiva (Fig. 4.19). In quest'ultimo caso il deposito limoso-sabbioso sarebbe più antico del deposito alluvionale. Sulla base delle nostre osservazioni di campagna e delle considerazioni suddette permangono dei dubbi sui processi genetici che hanno portato alla formazione del deposito continentale limoso-sabbioso, avendo questo caratteristiche che lo ricondurrebbero (i) ad un deposito eluvio-colluviale che avrebbe riempito una paleovalle assumendo una forma a conoide (oggi in gran parte erosa), oppure (ii) ad un *glacis* di accumulo formatosi durante una fase fredda del Pleistocene.

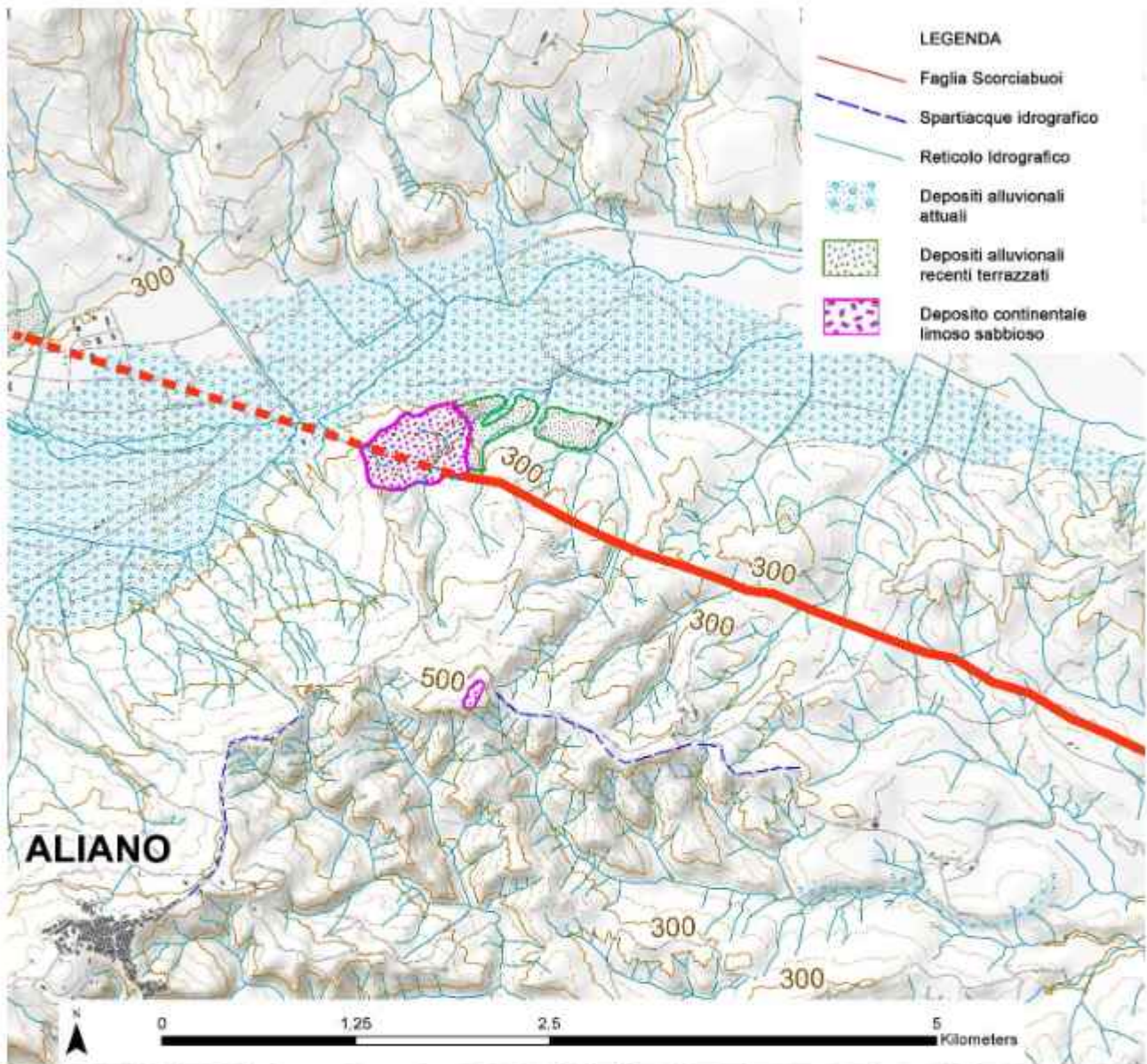


Figura 4.16 - Distribuzione areale del deposito continentale limoso-sabbioso in relazione alla linea di cresta (spartiacque idrografico) tra il Torrente Sauro (a nord) e il Fiume Agri (a sud, fuori carta).

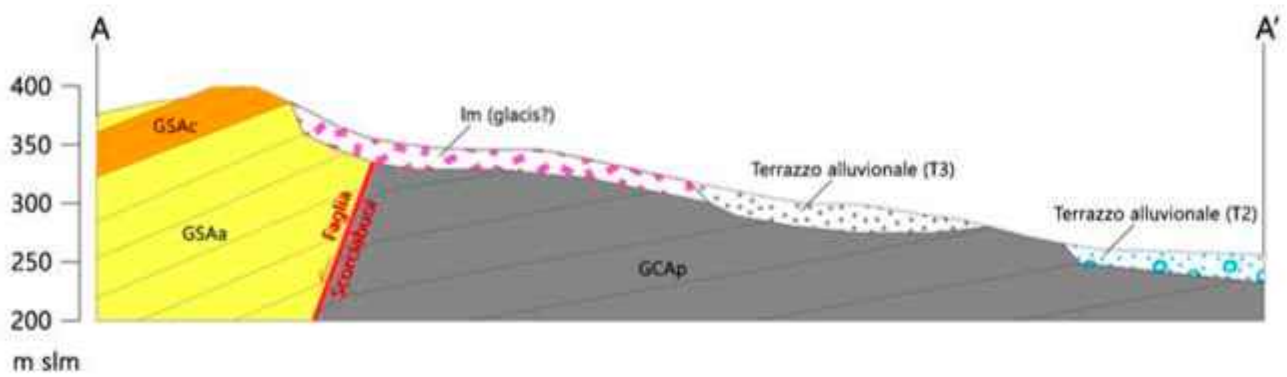
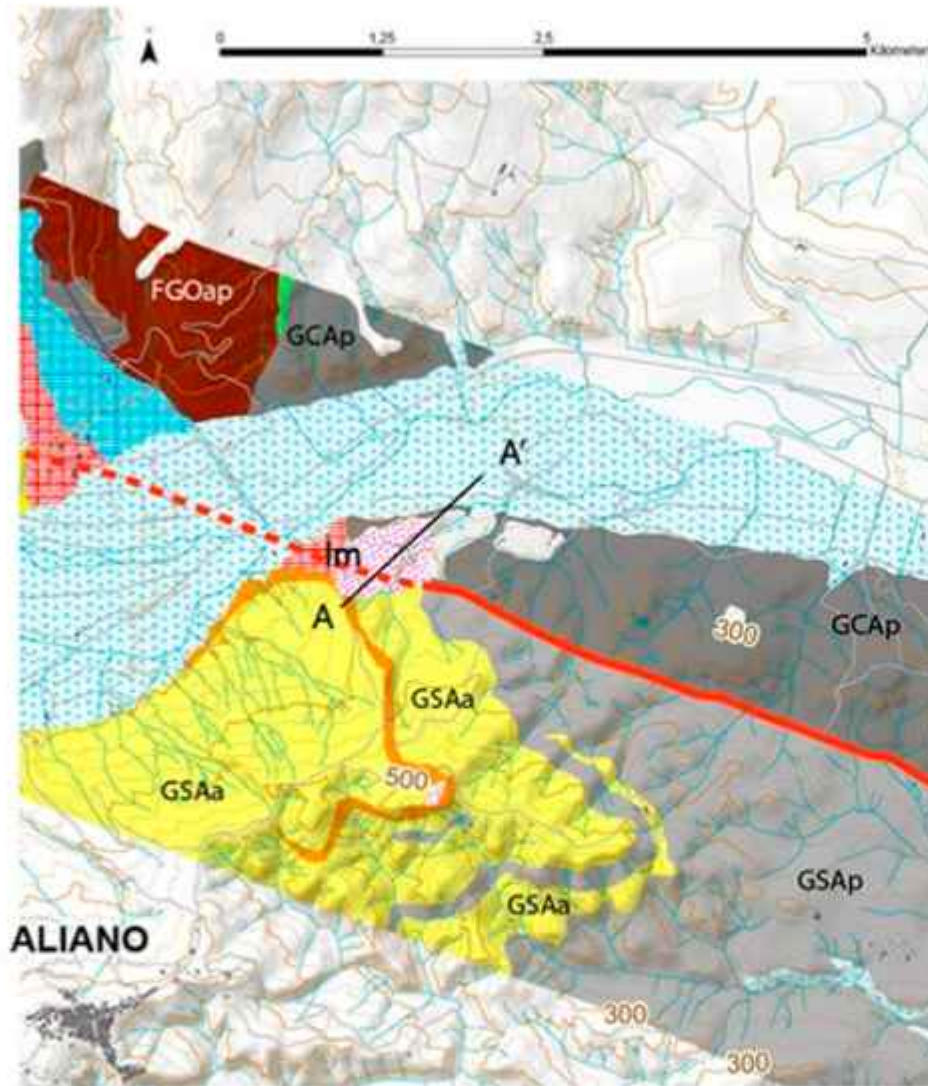


Figura 4.17 – Sezione geologica più rappresentativa dell'area di affioramento della Faglia Scorciabuoi e relativa ubicazione su stralcio della carta geologica alla scala 1:25.000 (Tavola 1). Si noti il deposito continentale limoso-sabbioso (lm) che sutura la faglia.



Figura 4.18 - Deposito continentale limoso-sabbioso il quale si raccorda con i depositi alluvionali del terrazzo T3 lungo il versante meridionale del Torrente Sauro in località Acinello,



Figura 4.19 - Deposito continentale limoso-sabbioso il quale si raccorda con i depositi alluvionali del terrazzo T3 lungo il versante meridionale del Torrente Sauro in località Acinello,

4.4.4 *Depositi eluvio-colluviali e di frana (Pleistocene sup.? – Olocene)*

Si tratta di depositi limoso-sabbiosi bruni localmente ciottolosi, incoerenti. Data la natura prettamente pelitica dei terreni affioranti, sia i depositi eluvio-colluviali (sigla ec) sia i depositi di frana sono diffusi sui versanti collinari un po' in tutto l'areale studiato. I corpi di frana sono stati suddivisi in attivi (sigla fa) e quiescenti (sigla fq). In particolare, un corpo di frana rotazionale attiva è ben evidente lungo la sponda meridionale del Torrente Sauro (affioramento ACI13).

4.5 Caratterizzazione strutturale e geomorfologica della Faglia Scorciabuoi

La Faglia Scorciabuoi disseca l'intera successione silicoclastica del Bacino di Sant'Arcangelo, di età Pliocene – Pleistocene inf. - medio (?), e le sottostanti successioni cretacico-mioceniche. Negli otto affioramenti (PER5-8-12-20, ACI10-13, ALI5-6 – Fig. 4.20) dove è stata osservata, la faglia si presenta sotto forma di contatti ad alto angolo e netti tra formazioni/associazioni litologiche differenti (Fig. 4.21). Il piano di faglia presenta una direzione variabile da N110° a N135°, con immersione sia verso SSO (prevalente) sia verso NNE con pendenze comprese fra 70° e 90° (Fig. 4.22).

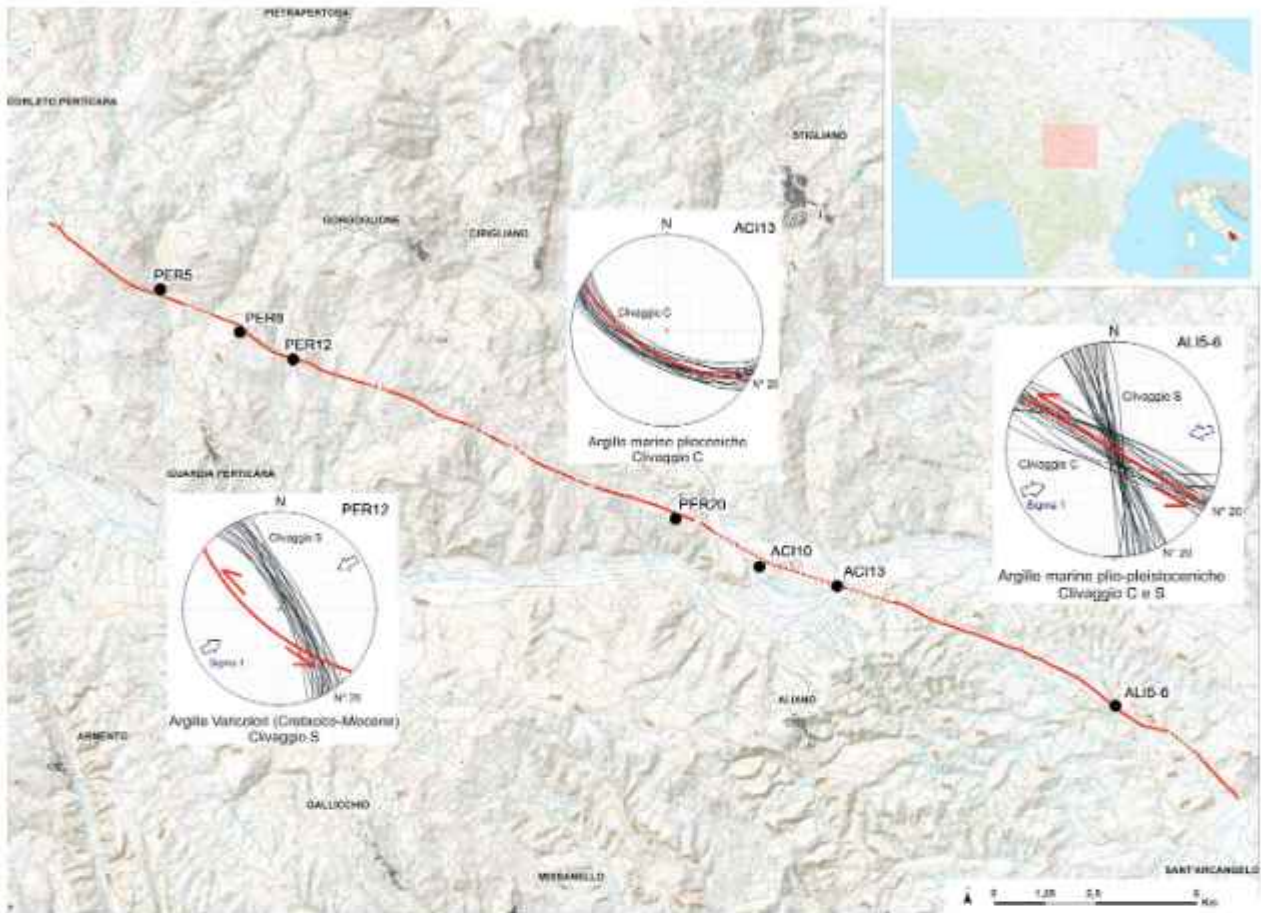


Figura 4.20 - Mappa che mostra la traccia in superficie della Faglia Scorciabuoi (in rosso) e gli affioramenti dove la faglia è stata rinvenuta. Dove sono stati raccolti dati strutturali nelle relative rocce di faglia (tettoniti C, S e SC), questi vengono mostrati tramite *stereoplot*.

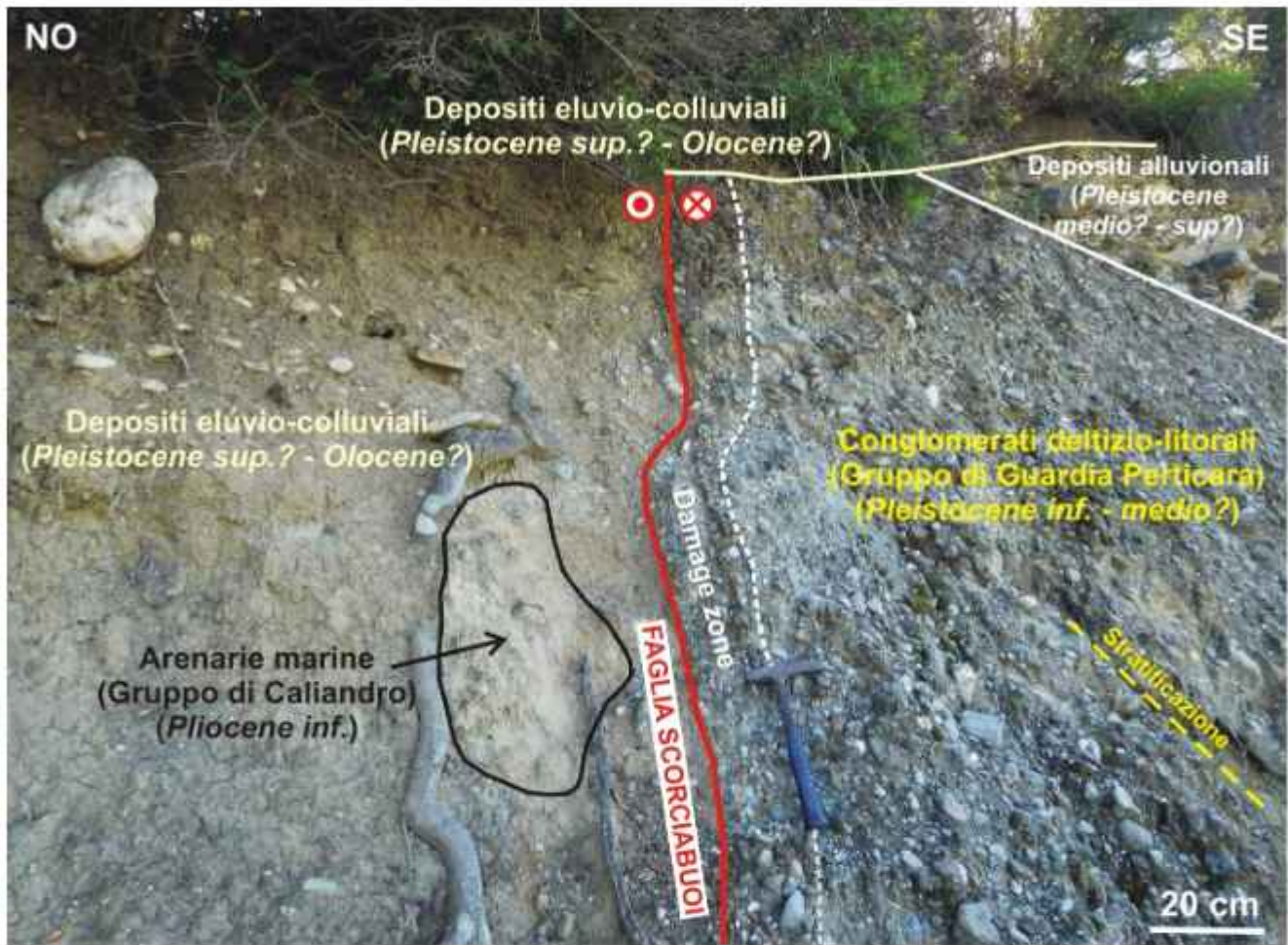


Figura 4.21 - Affioramento della Faglia Scorciabuoi in località Acinello (affioramento ACI10). I depositi eluvio-colluviali non sono deformati dalla faglia ma la suturano.

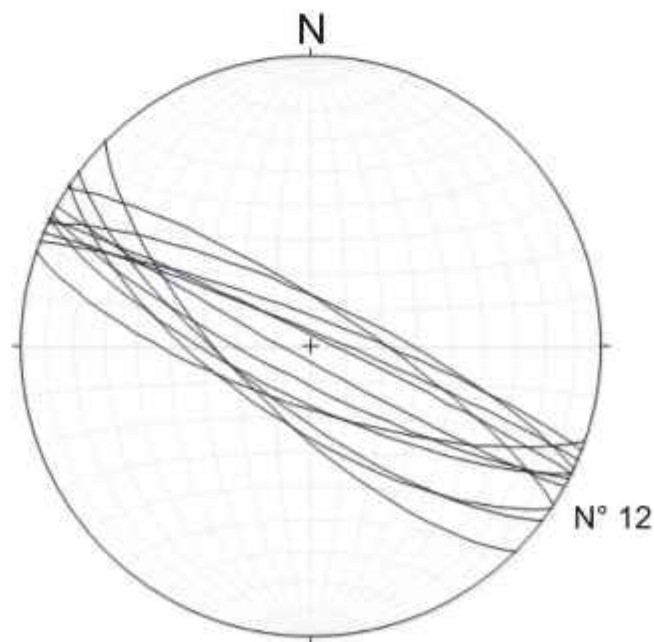


Figura 4.22 - Stereoplot delle giaciture del piano della Faglia Scorciabuoi.

Porzioni di roccia deformata adiacenti al piano di faglia sono state osservate solamente nelle litologie argillose (Argille Varicolori, peliti dei Gruppi di Caliandro e Sant'Arcangelo; Fig. 4.20), dove comunque non sono sempre presenti. Le rocce di faglia riscontrate sono tettoniti C, S e SC le quali si rinvencono dal piano di faglia fino a distanze da decimetriche ad un massimo di 6 metri (Fig. 4.23 e 4.24). Le argille deformate (tettoniti) appartenenti alla Formazione delle Argille Varicolori sono foliate mentre quando sono indeformate non lo sono; non sono state invece riscontrate variazioni di colore. Le argille plio-pleistoceniche del Bacino di Sant'Arcangelo invece, dove sono deformate, si presentano di un grigio più scuro e più lucente rispetto al protolite, oltre a sviluppare la foliazione. I piani di taglio C interni alle tettoniti rilevate sono spazati fra loro da 1 mm a 2 cm, hanno direzione N110-130° ed immergono prevalentemente verso SSO e in minor misura verso NNE con pendenze comprese tra 70° e 90° (Fig. 4.20 e 4.24). I piani C risultano quindi sub-paralleli al piano di faglia e localmente mostrano strie sub-orizzontali. I piani S sono spazati da 1 mm a 2 cm, hanno direzione N150-170° e sono sub-verticali (Fig. 4.20 e 4.24). I piani S sono talora crenulati, con pieghe antiformali ampie 2-3 cm e con asse orientato N150°. Nel complesso le zone di deformazione della Faglia Scorciabuoi evidenziano una cinematica transpressiva sinistra della faglia durante il Pleistocene inferiore e possibilmente anche antecedente, compatibile con un campo di stress caratterizzato da Sigma 1 sub-orizzontale orientato OSO-ENE. Il medesimo campo di stress è compatibile con l'attività dei sovrascorrimenti con immersione N60° e pendenze di 5-25° osservati entro la Formazione di Monte Sant'Arcangelo nei pressi di Corleto Perticara (affioramento PER3). I nostri dati supporterebbero l'interpretazione già data in letteratura riguardo l'attività della Faglia Scorciabuoi come rampa laterale obliqua del sovrascorrimento cieco sottostante l'anticlinale di Valsinni, la quale borda ad est il Bacino di Sant'Arcangelo (es. Hippolyte et al., 1994; Bonini e Sani, 2000; Caputo et al., 2008).

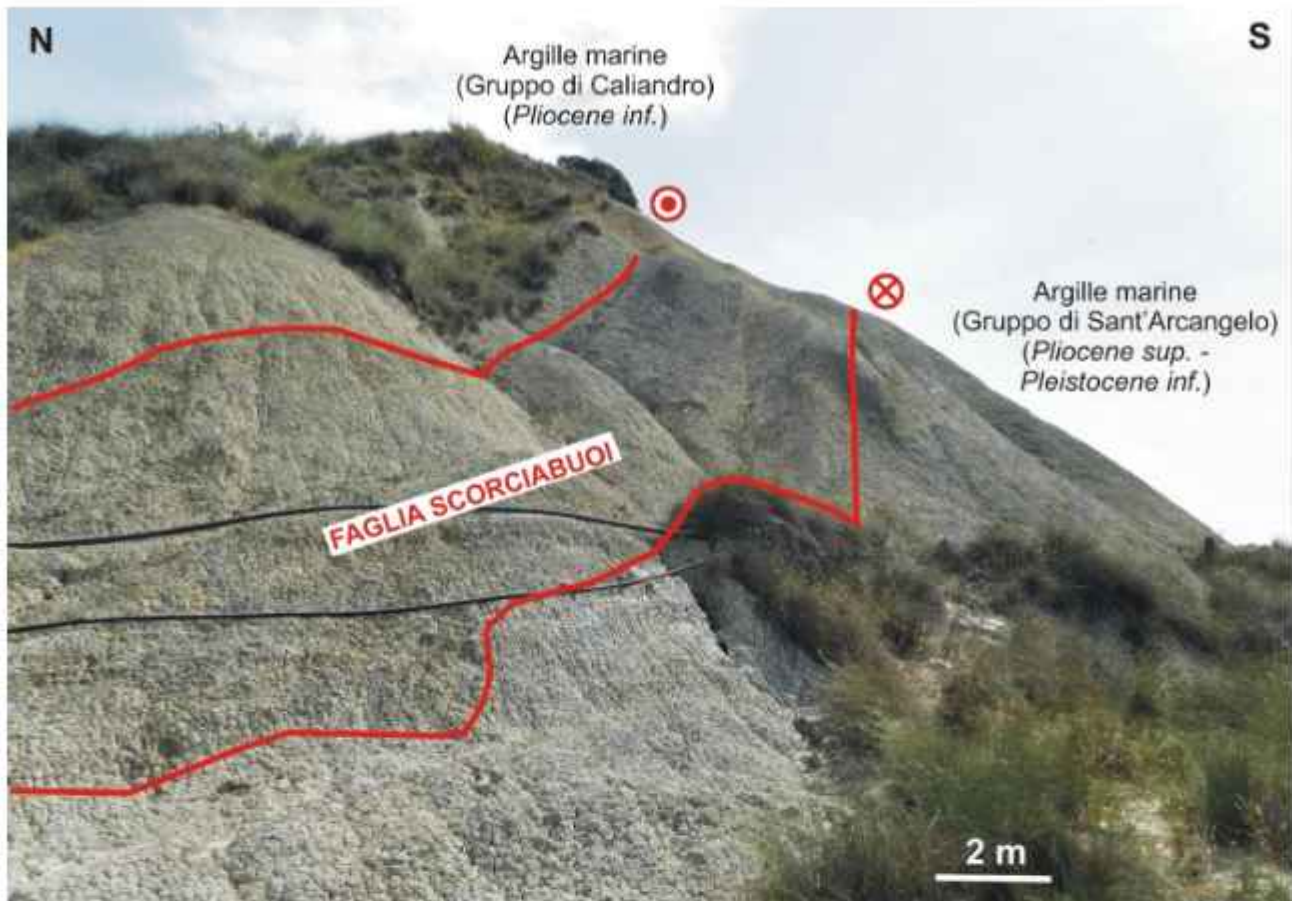


Figura 4.23 - Affioramento della Faglia Scorciabuoi in località Masseria Leo (affioramento ALI6) entro le argille plio-pleistoceniche del Bacino di Sant'Arcangelo. La fascia più scura rappresenta la zona di taglio (tettonite SC) associata alla faglia.

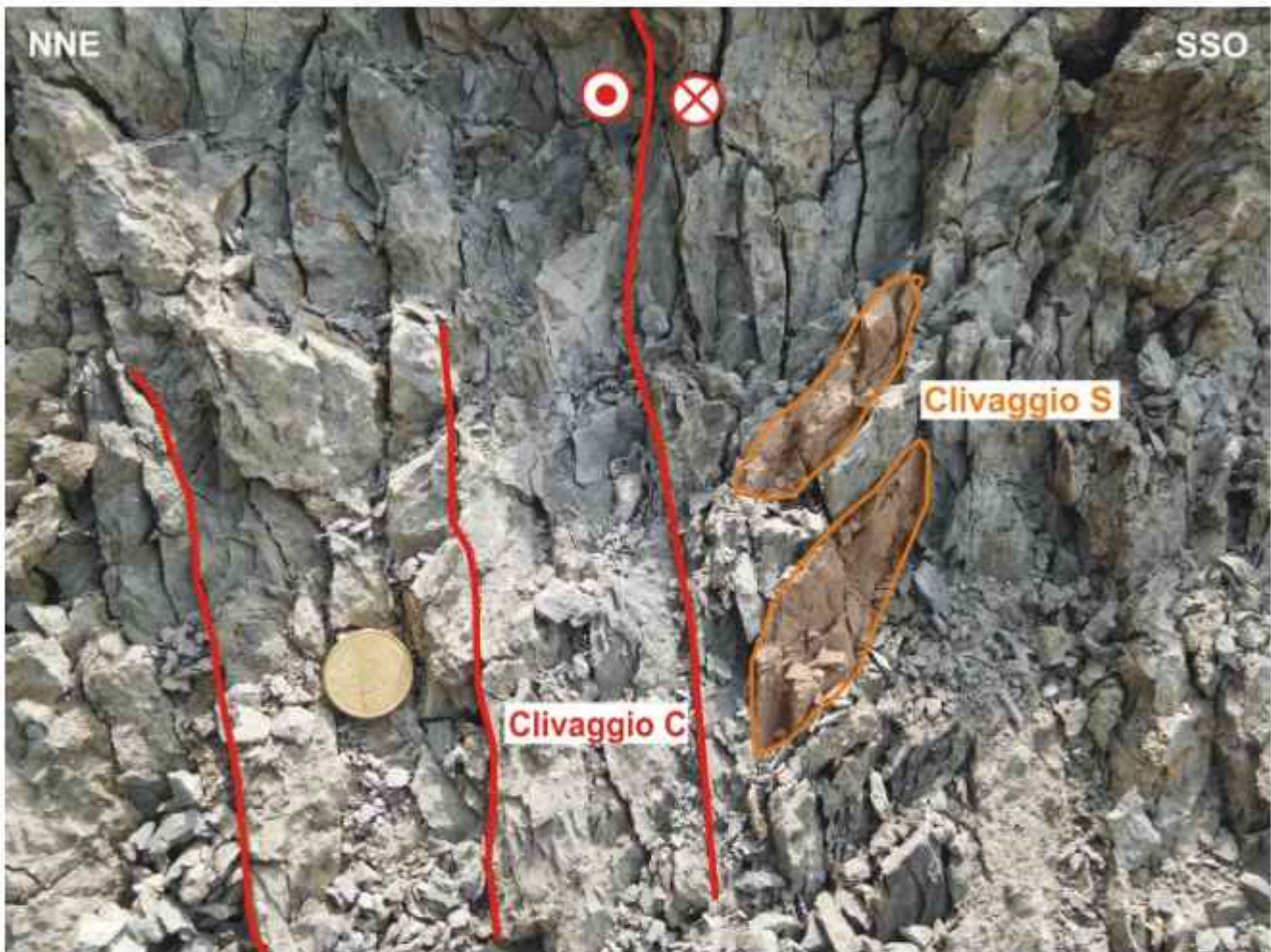


Figura 4.24 - Dettaglio dell'affioramento precedente (AL16). Viene mostrata la zona di taglio (tettonite SC) della Faglia Scorciabuoi con i relativi piani di clivaggio C ed S.

Oltre che dalle tettoniti, evidenze di tettonica compressiva presso la Faglia Scorciabuoi sono fornite da ulteriori elementi strutturali alla macroscala (decine e centinaia di metri), come gli strati di crescita che formano una sinclinale con asse orientato circa E-O entro i conglomerati arancioni del Gruppo di Guardia Perticara (Pleistocene inf. – medio?; località Masseria Gagliardo, affioramento PER16; Fig. 4.25). Retrodeformando ad orizzontali gli strati dei conglomerati più distali dalla faglia si nota che in realtà gli strati di crescita rappresentavano in origine una piega a ginocchio sinsedimentaria a vergenza meridionale. I suddetti strati di crescita vengono relazionati all'attività di un presunto retroscorrimento (non affiorante) immergente verso nord, probabilmente uno *splay* (struttura a fiore positiva) della vicina e sub-parallela Faglia Scorciabuoi. Tale retroscorrimento fu attivo

durante l'attività transpressiva sinistra della faglia, in accordo con quanto riportato in Boni e Sani (2000) e Onofrio et al. (2009).

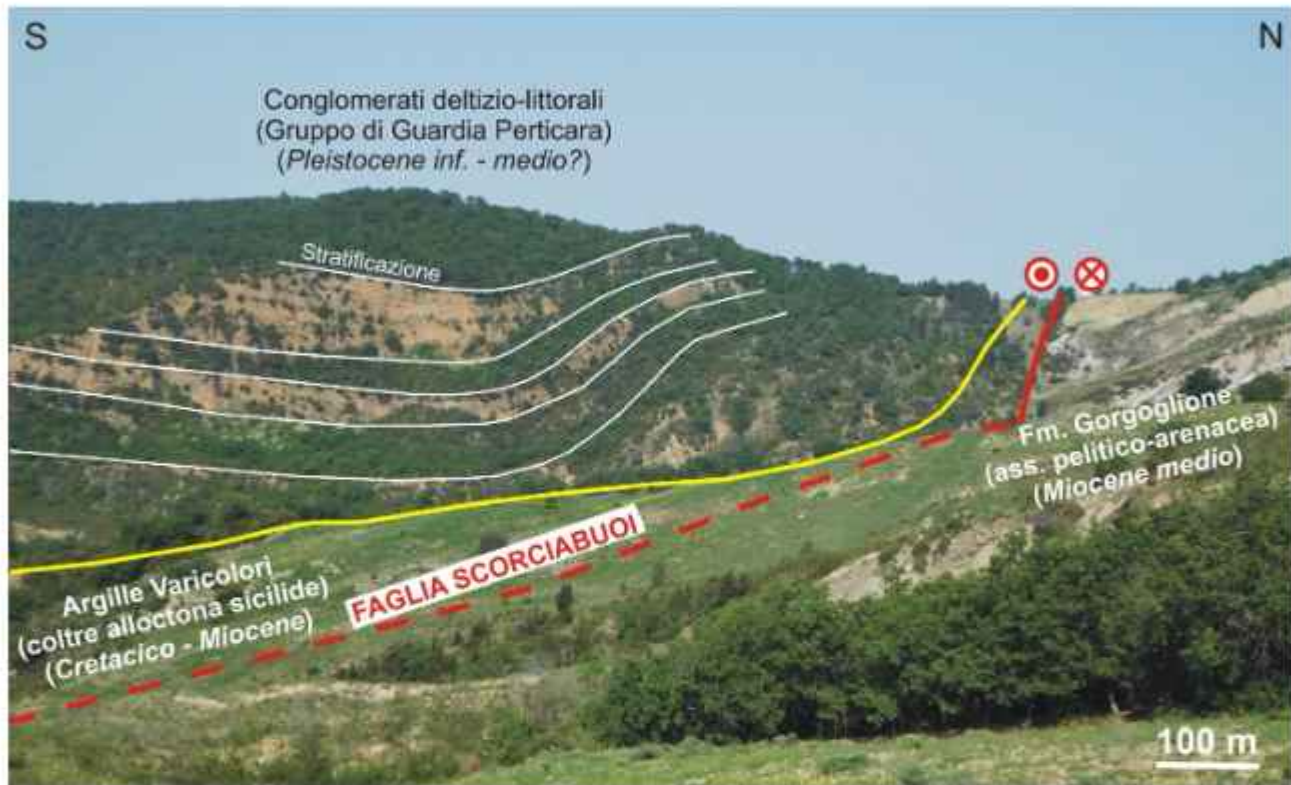


Figura 4.25 - Affioramento della Faglia Scorciabuoi in località Masseria Gagliardo (affioramento PER16). Si noti la piega sinsedimentaria (strati di crescita) entro i conglomerati.

Evidenze di cinematica distensiva/transensiva della Faglia Scorciabuoi sono documentate cartograficamente, dato che i terreni più giovani si rinvengono all'*hanging wall* della faglia (a SSO della faglia). Tuttavia, in affioramento non sono state trovate ulteriori ed inequivocabili evidenze di tettonica distensiva lungo la Faglia Scorciabuoi. Comunque, nell'area di Acinello – Fiumara di Gorgoglione (affioramento ACI2), non lontano dalla Faglia Scorciabuoi, è stata rinvenuta entro le arenarie del Gruppo di Caliandro una faglia sinsedimentaria ad essa parallela, con giacitura (immersione/pendenza) $210^{\circ}/70^{\circ}$ (Fig. 4.26). Gli strati di crescita all'*hanging wall* della faglia che si inspessiscono allontanandosi dal piano di faglia evidenziano una componente normale del movimento avvenuto durante il Pliocene inferiore.

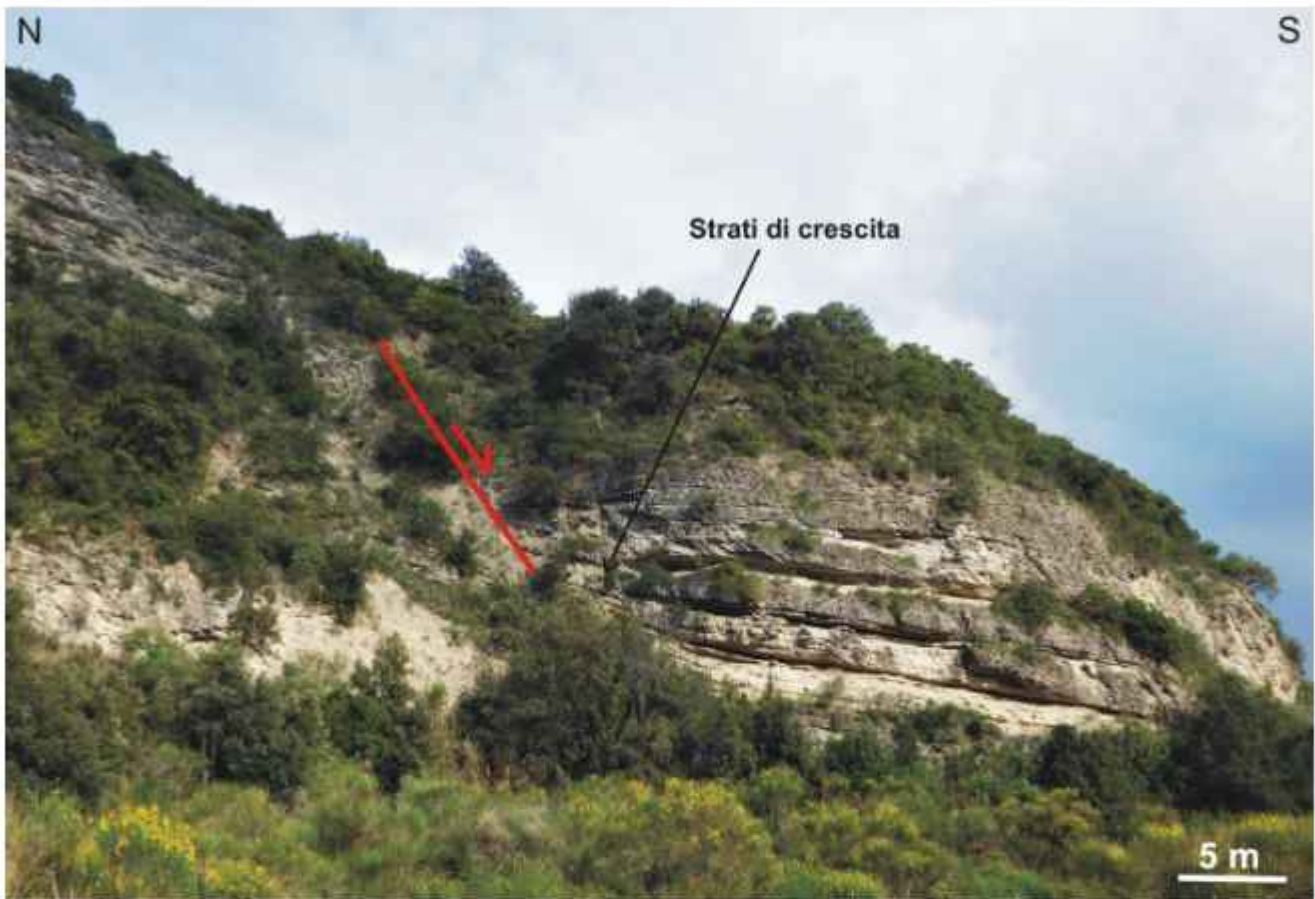


Figura 4.26 - Affioramento di una faglia estensionale sinsedimentaria (si notino gli strati di crescita all'*hanging wall*) entro le arenarie plioceniche del Ciclo di Caliendo (località Fiumara di Gorgoglione, affioramento ACI2).

Sempre nell'area di Acinello (affioramento ACI10) sono state trovate ulteriori evidenze di attività non recente della Faglia Scorciabuoi. I conglomerati del Gruppo di Guardia Perticara (Pleistocene inf. - medio?) presentano i ciottoli iso-orientati alla faglia nei 10-15 cm più prossimi al piano di faglia (Fig. 4.27). Questa evidenza di deformazione duttile (rotazione e traslazione dei ciottoli, ma non fratturazione di essi e della matrice interstiziale) suggerisce un'attività della faglia quando questi depositi non erano ancora ben litificati.



Figura 4.27 - Affioramento della Faglia Scorciabuoi in località Acinello (affioramento ACI10). Contatto tra conglomerati litoidi del Gruppo di Guardia Perticara (a destra) e depositi eluvio-colluviali (a sinistra), i quali non sono deformati dalla faglia ma la suturano. Si notino i ciottoli dei conglomerati con asse lungo sub-verticale e sub-parallelo alla faglia.

A dispetto delle varie evidenze di attività non recente della Faglia Scorciabuoi, questa faglia sembra non dislocare i depositi continentali quaternari, per lo meno in superficie. Nessuno dei terrazzi alluvionali affioranti appare deformato dalla Faglia Scorciabuoi sia dove la faglia è sottostante al terrazzo, sia nelle immediate vicinanze che altrove. Lungo l'alveo del Torrente Sauro (affioramento ACI13) è stato osservato che i depositi alluvionali terrazzati più giovani (terrazzo T1, < 10 m sopra l'alveo attuale dei corsi d'acqua di pertinenza, età stimata 7.000-8.000 anni secondo Caputo et al. 2008) suturano la Faglia Scorciabuoi senza alcuna deformazione. Dove le superfici sommitali dei terrazzi sono leggermente inclinate (fino a 3-4°) è perché si tratta di conoidi alluvionali. Anche i depositi eluvio-colluviali incoerenti, di età presumibilmente olocenica, suturano la Faglia Scorciabuoi senza essere deformati da questa (es. località Acinello, affioramento ACI10;

Fig. 4.21). Infine, la Faglia Scorciabuoi sembra essere suturata perfino dal deposito continentale limoso-sabbioso con paleosuolo bruno (affioramento ACI14; Fig. 4.17, 4.18 e 4.19) che sembra raccordarsi con / o essere più antico dei depositi alluvionali terrazzati di età stimata in 60.000 anni (terrazzo T3, Caputo et al. 2008). Quindi la Faglia Scorciabuoi sarebbe stata inattiva (o per lo meno non capace) almeno negli ultimi 60.000 anni.

Non sono state rinvenute neanche evidenze geomorfologiche a supporto di una tettonica recente della Faglia Scorciabuoi, come ad esempio faccette triangolari. Neppure il reticolo idrografico secondario (fossi) mostra alcuna relazione con la cinematica trascorrente della Faglia Scorciabuoi, essendo le varie aste non deviate, oppure deviate sia a destra sia a sinistra, in corrispondenza della faglia (Fig. 4.28). Sono stati tuttavia rinvenuti degli elementi geomorfologici che evidenziano la presenza della faglia in superficie (ben evidente su *Google Earth*), quali forme calanchive sviluppatesi nell'immediato *footwall* (a NNE) della Faglia Scorciabuoi e parallelamente a questa sull'associazione pelitico-arenacea della Formazione di Gorgoglione (Fig. 4.25 e 4.29) e sulle argille del Gruppo di Caliandro. Queste forme calanchive rappresentano la scarpata di faglia erosa.

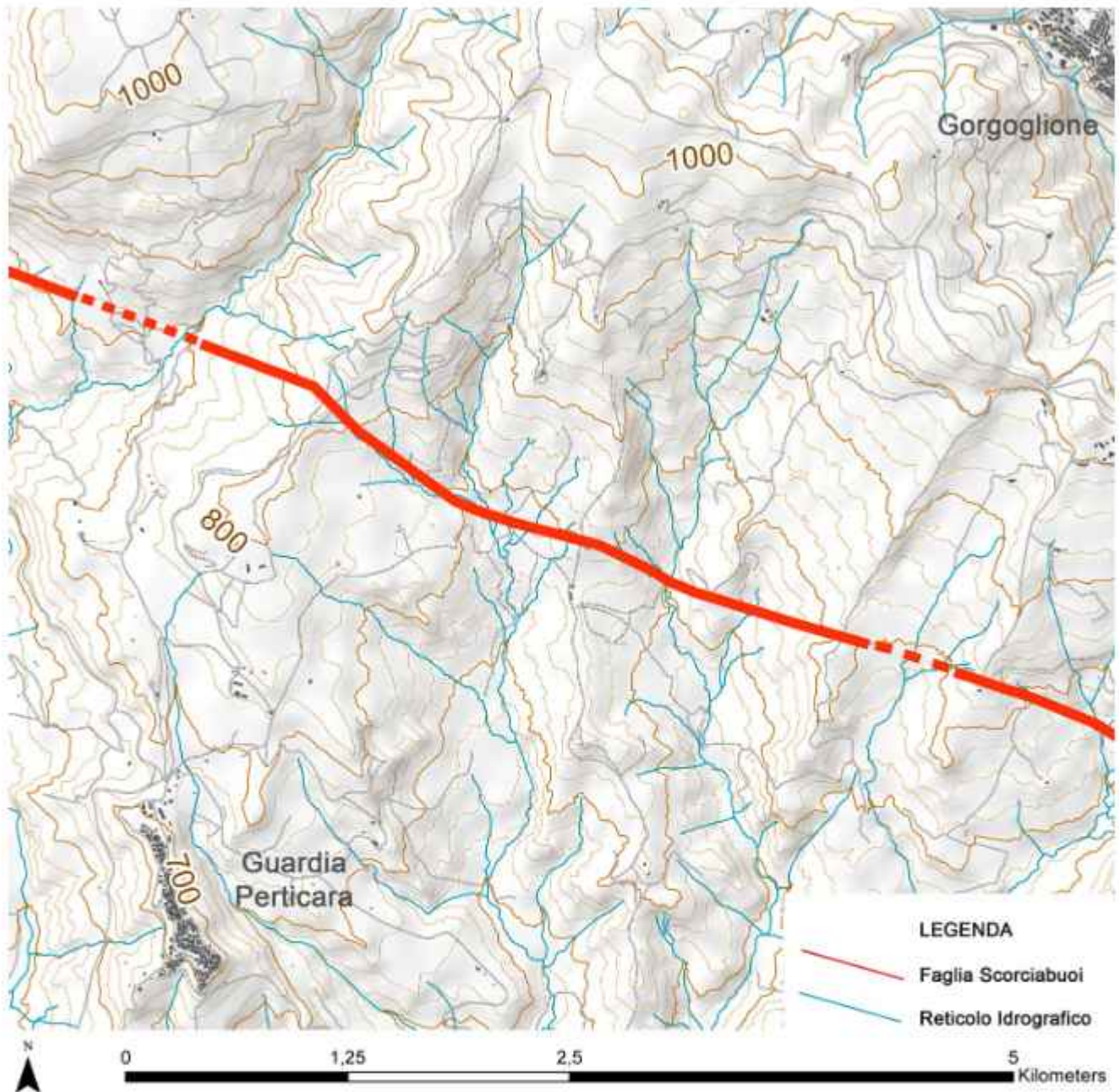


Figura 4.28 - Reticolo idrografico secondario che intercetta la traccia in superficie della Faglia Scorciabuoi nei pressi di Guardia Perticara.



Figura 4.29 - Affioramento della Faglia Scorciabuoi nei pressi di Guardia Perticara (affioramento PER12). Si noti la morfologia pseudocalanchiva nelle peliti della Formazione di Gorgoglione.

5 ANALISI GEOFISICA E TRINCEE ESPLORATIVE ATTRAVERSO LA FAGLIA SCORCIABUOI

L'area oggetto delle indagini geofisiche e trincee esplorative è ubicata a cavallo della possibile traccia della Faglia Scorciabuoi nei pressi dei Comuni di Aliano (a sud) e di Stigliano, a nord del Fiume Sauro (Fig. 5.1 e 5.2). In questo lavoro sono stati considerati studi precedentemente effettuati nell'area oggetto di studio di questo lavoro, integrandoli con analisi di nuovi dati al fine di caratterizzare la Faglia Scorciabuoi in profondità e di supportarne lo studio paleosismologico. Caputo et al. (2007) hanno condotto una dettagliata indagine geofisica, costituita da 7 profili tomografici a resistività elettrica sui terrazzi fluviali della sinistra idrografica del Fiume Sauro. Data la notevole quantità di dati disponibili accompagnata e la non univoca interpretazione dei dati geofisici, si è proceduto a condurre una tomografia a resistività elettrica combinata a quella della tomografia a rifrazione di onde P. I nuovi dati comprendono quindi due profili combinati (tomografia elettrica e sismica) in due siti distinti: a) il primo sito [S-1], denominato Acinello, si colloca in prossimità dell'area investigata da Caputo et al. (2007), mentre il secondo sito [S-2] b) corrisponde ad una nuova area, non studiata precedentemente, localizzata nelle vicinanze di un canile, nella porzione ovest della piana di Acinello.

Riguardo ai nuovi dati, questi comprendono 2 profili da tomografia a sismica a rifrazione, e 2 profili da tomografia a resistività elettrica (ERT, *Electrical Resistivity Tomography*). I risultati ottenuti da ciascuno dei metodi suddetti saranno discussi singolarmente in questo capitolo, alla fine del quale verrà presentata un'interpretazione basata sull'integrazione di tutti i dati geofisici disponibili.



Figura 5.1 - Ubicazione degli stendimenti geofisici nell'area della piana alluvionale del Fiume Sauro, in località Acinello. In giallo sono riportate le sezioni ERT e in rosso le sezioni per la sismica a rifrazione.



Figura 5.2 - Veduta da drone dell'area investigata, con indicate le sezioni eseguite sulla piana di Acinello, sulla sinistra idrografica del Fiume Sauro.

5.1 Tomografia a rifrazione

Il metodo di analisi dei segnali tramite metodologia sismica a rifrazione utilizza come dato di partenza i tempi di percorso (primi arrivi diretti e rifratti) e le distanze tra geofoni e punti di energizzazione. Si tracciano quindi i diagrammi tempi-distanze (dromocrone) che permettono di calcolare sia la velocità di propagazione delle onde di compressione P, sia la profondità e lo spessore di eventuali discontinuità presenti nel sottosuolo.

Il primo passo è la determinazione dei tempi dei primi arrivi rifratti (*picking*), i quali poi sono processati mediante tecnica di inversione tomografica.

I principi interpretativi si basano sull'ipotesi che il sottosuolo sia stratificato dal punto di vista sismico, ovvero che vi sia una variazione della velocità delle onde sismiche con la profondità, e che tale variazione sia in senso crescente. Quanto più le condizioni del sottosuolo si discostano dalle assunzioni teoriche, che sono alla base dei principi interpretativi, tanto più il modello geosismico interpretativo presenta delle incertezze sia nella velocità sia nelle profondità degli strati sismici. Questo tipo di elaborazione, che consente di costruire un modello dettagliato di velocità, è impiegata per lo studio della porzione più superficiale di sottosuolo (fino a qualche decina di metri).

Le indagini sono state effettuate nelle aree agricole dove probabilmente (in accordo con la geologia di superficie) si trova la Faglia Scorciabuoi, questo al fine di determinare la possibile fagliazione di sedimenti fluviali e colluviali tardo pleistocenici.

I dati sono stati registrati mediante un sismografo PASI 16SG-N (Fig. 5.3A) a 24 canali. Come ricevitori sono stati utilizzati geofoni verticali da 10 HZ. Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza da 8 kg (Fig. 5.3B). Per ridurre il rumore incoerente e aumentare il segnale è stato scelto di effettuare una serie (*stacking*) di colpi multipli (*shot*).

I singoli stendimenti sono lunghi circa 96 metri, la distanza inter-geofonica è di 4 metri, i punti di energizzazione (*shotpoint*) sono posti ad intervalli di 4 metri, con quello iniziale e finale posti rispettivamente ad una distanza di 2 metri dal primo e dall'ultimo geofono.

Al fine di coprire le medesime distanze coperte con la tomografia elettrica senza perdere in risoluzione, sono stati sovrapposti diversi stendimenti, di circa la metà della lunghezza totale di uno stendimento.



Figura 5.3 - Strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati sismici: a) Strumentazione PASI 16SG-N per metodi sismici (24 canali) ed elettrici (32 canali); b) Energizzazione con mazza di 8 kg.

L'elaborazione consiste nella determinazione dei primi arrivi, seguendo la tecnica così detta dei 'picking' (Fig. 5.4). I primi arrivi sono i primi segnali dettati dai geofoni e corrispondono alle onde dirette e rifratte negli strati sottostanti.

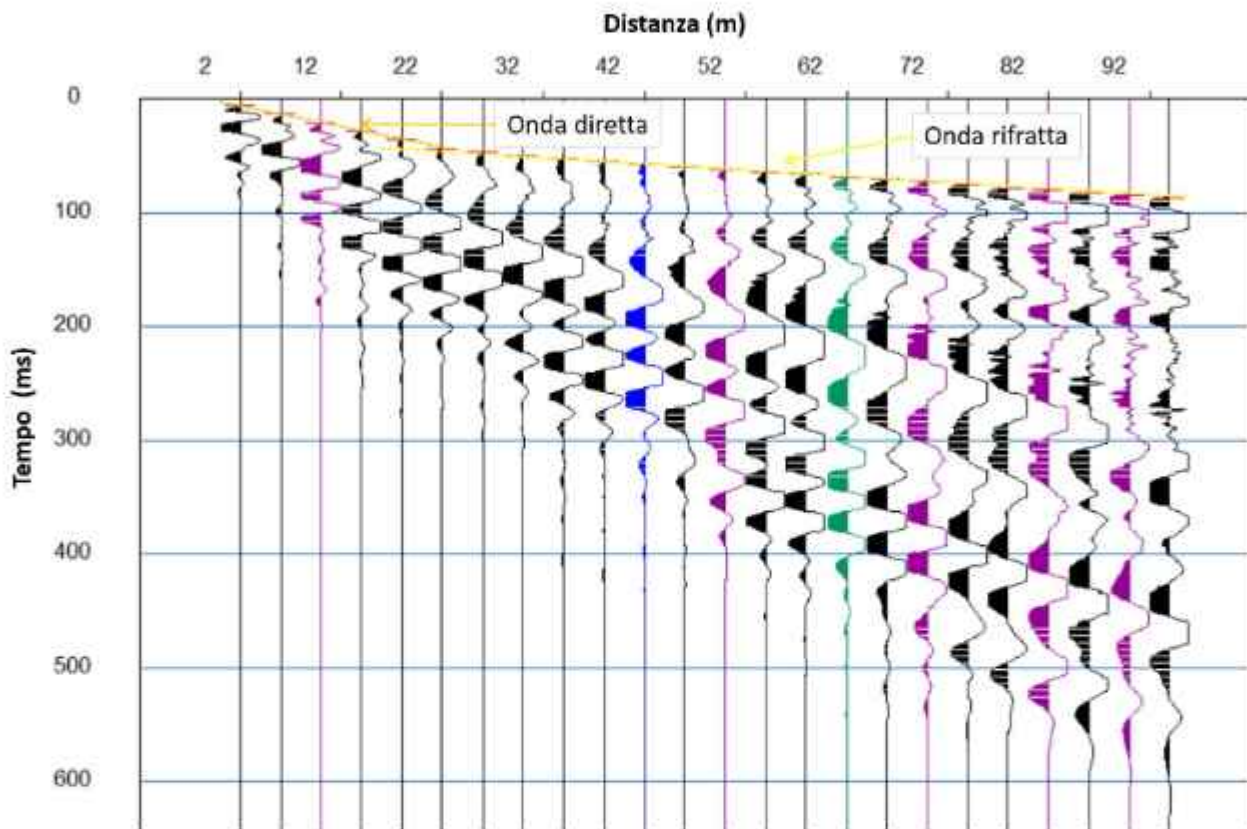


Figura 5.4 - Traccia sismica sperimentale degli arrivi del segnale a seguito di energizzazione con mazza da 8 kg.

Graficamente, questi risultati sono presentati in domocrone dove è possibile realizzare una prima valutazione delle velocità e possibili livelli a diversa velocità.

La tomografia di rifrazione consente di costruire un modello di velocità ad alta risoluzione del sottosuolo. L'inversione per tracciamento di raggi consiste in una divisione del sottosuolo in celle alle quali viene assegnato un valore iniziale di velocità ed al tracciamento di raggi che uniscono ciascuno *shot* con le stazioni di ascolto secondo traiettorie curvilinee (Fig. 5.5).

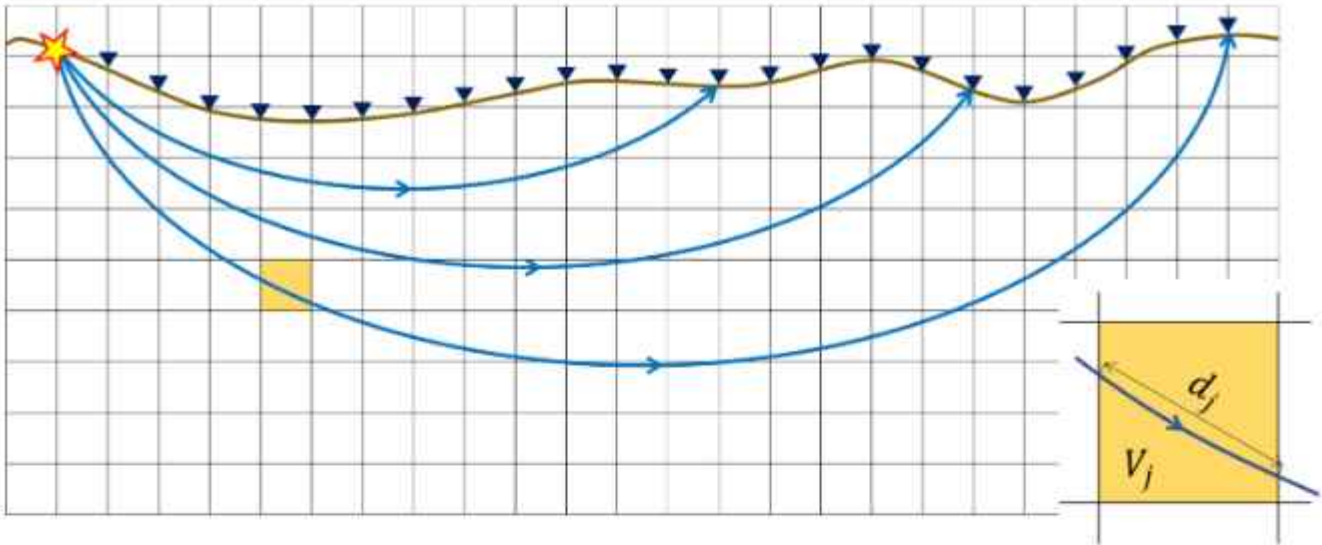


Figura 5.5 - Tracciamento dei raggi attraverso il sottosuolo. In dettaglio, il segmento di raggio (d_j) attraverso una singola cella (in giallo) con velocità v_j . Il tempo di percorso (T_j) di un raggio attraverso una cella è dato dalla equazione (4.1).

Per ogni raggio viene calcolato, in funzione della velocità delle celle, il tempo impiegato per il percorso. Il tempo di attraversamento di una cella è dato dalla equazione (4.1):

$$T_j = d_j \times s_j \quad (4.1)$$

dove s_j è la lentezza (slowness), cioè l'inverso della velocità (v_j). Il tempo totale di percorso di un raggio è dato dalla equazione (4.2):

$$T = \sum_{j=1}^n T_j = \sum_{j=1}^n d_j \times s_j \quad (4.2)$$

Considerando tutti i raggi ed i relativi percorsi risulta possibile costruire un sistema di equazioni lineari che, in forma matriciale, è del tipo $T = s \times A$. Tra le varie tecniche di soluzione di questo tipo di equazione è molto diffuso (anche nel caso in esame) l'impiego dell'algoritmo SIRT (*Simultaneous Reconstruction Technique*) che risolve iterativamente le equazioni nell'incognita s ponendo a zero la differenza tra tempi calcolati dal modello (T_{calc}) e tempi osservati (T_{obs}). La rapidità nella convergenza alla soluzione dipende dalla

qualità delle misure e dalla complessità del sottosuolo. La qualità di convergenza si stima mediante l'errore RMS tra tempi misurati e tempi calcolati.

Per l'inversione di questi dati, si è considerato un modello iniziale di 25 livelli con velocità variabile tra 0.4 e 2.1 m/sec. Attraverso la tecnica di inversione con utilizzo dei raggi si ottiene una soluzione adatta ai primi arrivi e velocità osservate. Nei modelli finali sono presentati i due formati con variazione graduale di velocità e un modello semplificato più adatto all'obiettivo dello studio.

5.1.1 *Sismica Sito 1 - "Linea Acinello"*

Il primo sito individuato per l'acquisizione dei dati sismici si colloca all'interno della zona industriale della località di Acinello, nel Comune di Stigliano, che si sviluppa sulla piana alluvionale del Fiume Sauro (Fig. 5.6 e 5.7).



Figura 5.6 - Ubicazione delle sezioni sismiche del sito n.1 "Linea Acinello", composto da tre stendimenti della lunghezza di 191 metri ed orientata circa N40°.



Figura 5.7 – Stendimento di geofoni lungo la linea sismica "Linea Acinello".

I risultati della tomografia sismica a rifrazione per il sito di Acinello (Fig. 5.8) indica che esiste un primo livello superficiale con una velocità intorno ai 500 m/s, mentre ad una profondità tra 5 e 20 metri ci sono livelli con una velocità tra i 1200 e 1500 m/s. L'inversione potrebbe testimoniare la presenza in profondità di un livello con una velocità di circa 1800 m/s. I limiti tra i diversi livelli, in base al modello semplificato (Fig. 5.8 c), sono abbastanza uniformi e rettilinei, ad eccezione dell'ultimo limite dove il modello suggerisce un'importante variazione topografica o contrasto laterale di velocità. Due importanti depressioni si possono osservare al metro 80.0 e 120.0 dello stendimento.

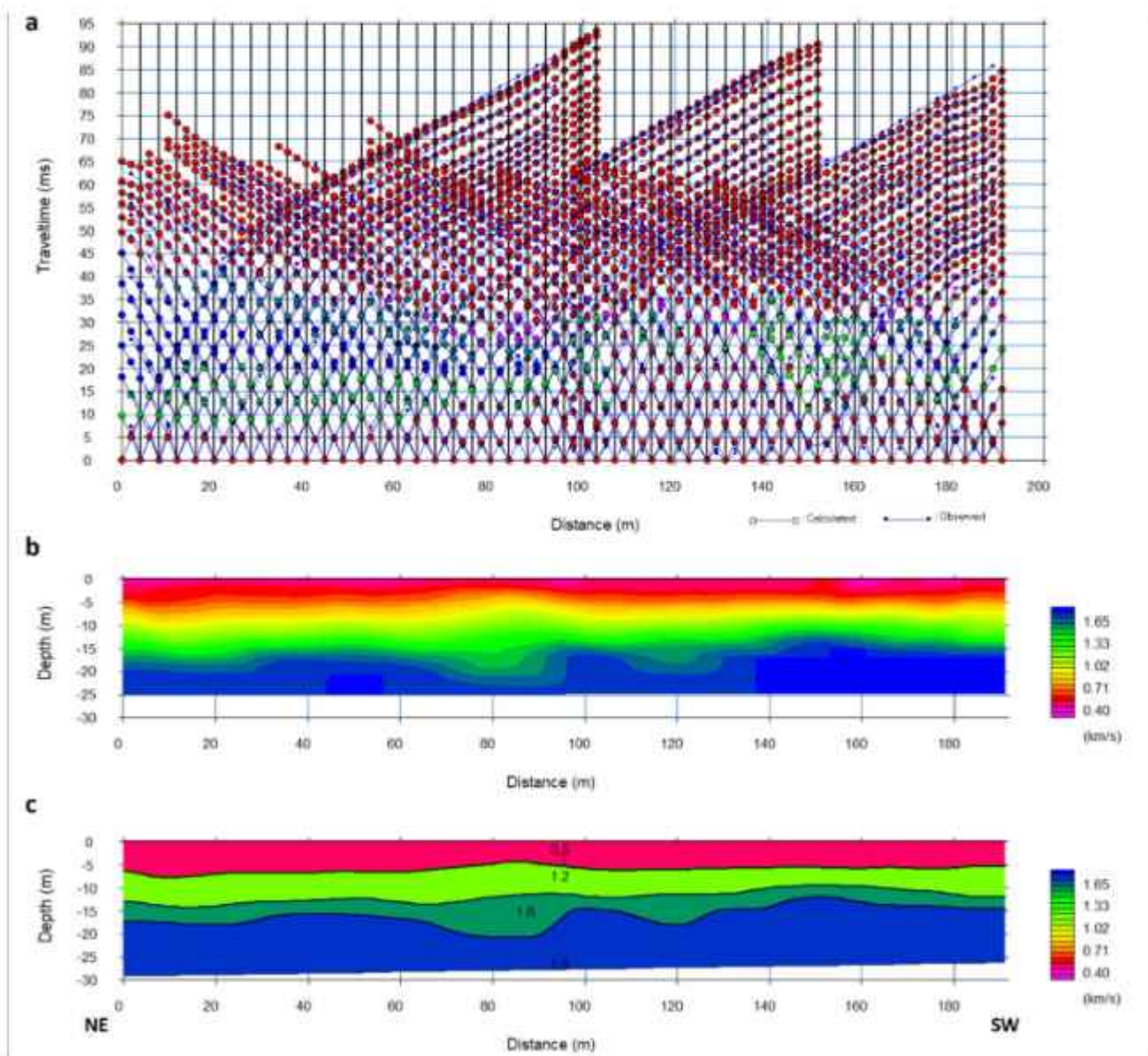


Figura 5.8 - Risultati del modello, a) Domocrone osservate e calcolate nella simulazione, b) Andamento delle velocità delle onde Vp nel sottosuolo, c) modello semplificato a 4 strati di velocità.

5.1.2 Sismica Sito 2 – "Linea Canile"

Il secondo sito è stato individuato 2 km a nord della zona industriale di Acinello in prossimità di un canile, lungo la strada che collega appunto la piana di Acinello all'abitato di Gorgoglione e ricadente nel territorio del Comune di Stigliano (Fig. 5.9, 5.10 e 5.11).



Figura 5.9 - Ubicazione delle sezioni sismiche del sito n.1 "Linea Canile", composto da due stendimenti della lunghezza di 144 metri ed orientata circa N40°.



Figura 5.10 - Stendimento di geofoni lungo la linea sismica "Linea Canile",



Figura 5.11 - Stendimento di geofoni lungo la linea sismica "Linea Canile" (vista da SE).

Simile ai risultati per il sito Acinello, i risultati della tomografia sismica a rifrazione del sito "Linea Canile" (Fig. 5.12) indica che esiste un primo livello dello spessore di 5 metri caratterizzato da velocità intorno ai 500 m/s. Al di sotto di questo livello, ad una profondità tra 5 e 15 metri, la velocità aumenta tra i 1200 e 1800 m/s. L'inversione indica che in profondità esista un livello con velocità intorno ai 2000 m/s. Il limite tra i diversi strati sismici è piuttosto regolare eccetto per l'ultimo limite dove si identifica una significativa irregolarità intorno al metro n.80 dello stendimento (Fig. 5.12C).

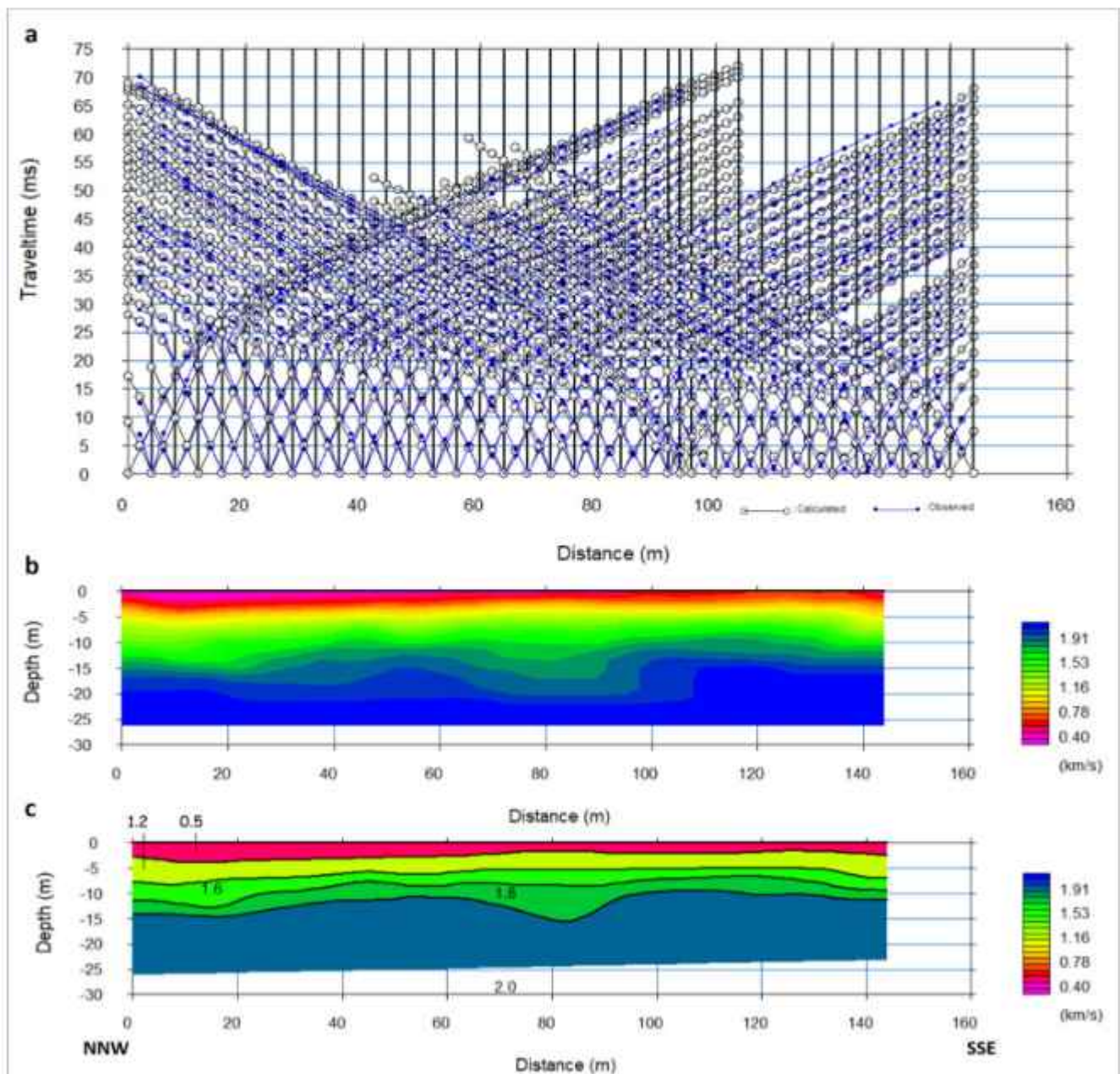


Figura 5.12 - Risultati del modello, a) Domocrone osservate e calcolate nella simulazione, b) Andamento delle velocità delle onde Vp nel sottosuolo, c) modello semplificato a 5 strati di velocità.

5.2 Tomografia a resistività elettrica

La prospezione geoelettrica ERT (*Electrical Resistivity Tomography*) è una indagine geofisica che restituisce un'immagine 2D della distribuzione della resistività elettrica relativa al sottosuolo investigato.

La fase di acquisizione consiste nell'immettere una corrente continua nel terreno per mezzo di due elettrodi conduttivi, detti "elettrodi di corrente" (A e B in Fig. 5.13) e nel misurare la differenza di potenziale (d.d.p.), mediante altri due elettrodi detti "elettrodi di potenziale" (M e N in Fig. 5.13).

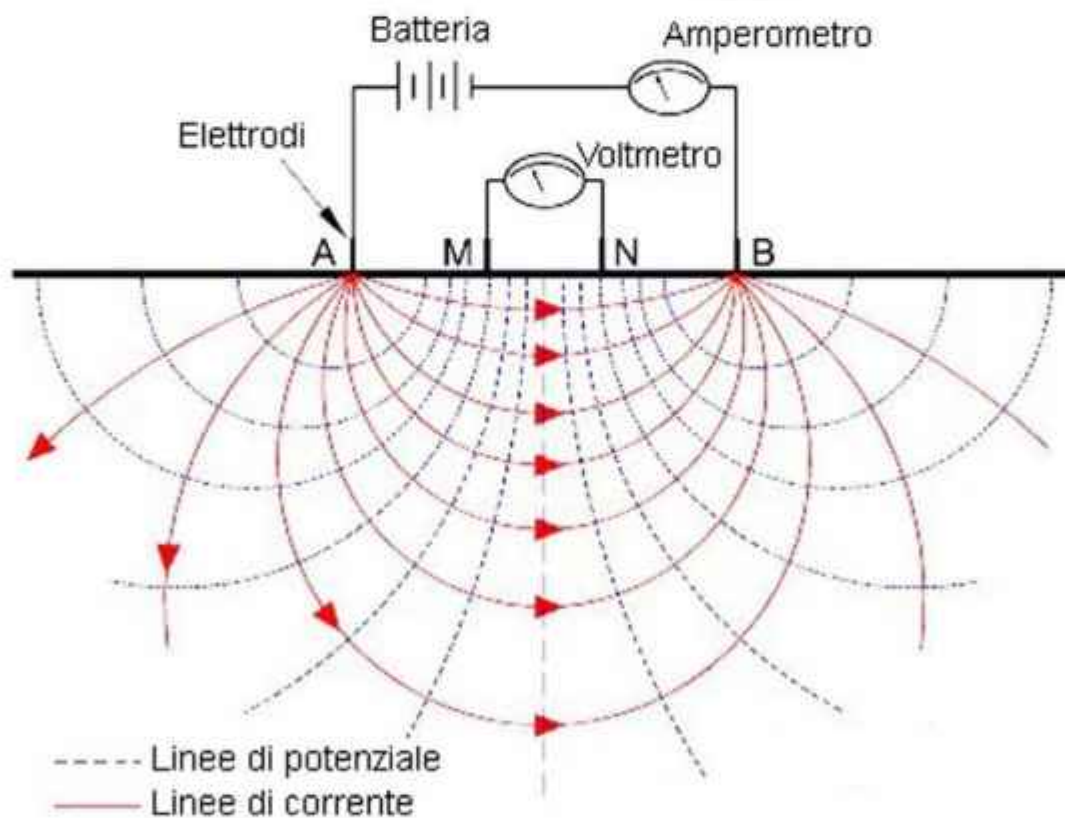


Figura 5.13 - Linee di corrente e superfici equipotenziali per una coppia di elettrodi di corrente A e B e una coppia di elettrodi di potenziale M e N (<http://www.crestanasris.com/prospezioni-geofisiche/indagini-geoelettriche/>).

In superficie si determina la resistività apparente ρ_a che è calcolata dalle misure di intensità di corrente I immessa nel terreno e dalla differenza di potenziale ΔV misurata attraverso gli elettrodi di potenziale. La relazione generale è:

$$\rho_a = k \cdot \Delta V / I \quad (4.3)$$

dove k è il fattore dipendente dal tipo di configurazione geometrica utilizzata, cioè dalle distanze e dalle posizioni reciproche dei 4 elettrodi (chiamati quadripolo). Esistono diversi tipi di configurazioni geometriche al variare delle quali si ottiene una diversa risoluzione delle variazioni delle resistività elettriche presenti nel sottosuolo e una diversa profondità di investigazione (a parità di lunghezza del profilo).

Per le presenti indagini sono stati acquisiti due profili geoelettrici lunghi 139,5 m con una distanza interelettrodica di 4,5 metri. L'attrezzatura utilizzata è stata la PASI 16SG-N, con 32 elettrodi. Inizialmente, sono stati utilizzati e testati due metodi di tomografia a resistività elettrica: Dipolo-Dipolo e Wenner-Schlumberger. D'accordo a la letteratura, il primo è consigliato per studiare i cambiamenti laterali di resistività, mentre il secondo è più adatto per determinare i cambiamenti verticali. Il metodo Dipolo-Dipolo è limitato in profondità, infatti nei test sul campo è stato determinato che non era adatto per l'area di studio o agli obiettivi stabiliti in profondità. Infatti, la massima profondità di penetrazione è stata determinata intorno ai 2 metri. Considerando quanto sopra, in questo studio verranno presi in considerazione solo i risultati generati dal metodo Wenner-Schlumberger. La massima profondità di penetrazione è stimata intorno ai 20-25 metri. L'acquisizione dei dati è stata fatta ad alta risoluzione con misurazione multiple ai fine di ridurre l'errore dei risultati. La geometria iniziale è la seguente: apertura A-B 13,5 metri, apertura M-N 4,5 metri. La apertura massima dei elettrodi A-B (determinatori della

profondità) ha stato di 103,5 metri, invece la apertura massima dei M-N ha stato massima di 13,5 metri.

I dati di resistività apparente acquisiti sono stati poi elaborati con il software Res2DInv (Loke & Baker, 1996) tramite un processo di inversione ai minimi quadrati e si è quindi ottenuto un modello 2D di resistività del sottosuolo. In accordo con il processo di inversione ai minimi quadrati, il modello di resistività finale ottenuto è quello che minimizza la somma dei quadrati delle distanze tra i dati misurati e quelli calcolati dal modello stesso iterativamente.

5.2.1 *ERT Sito 1 – "Linea Acinello"*

I risultati della tomografia elettrica (ERT) ricavata dal profilo "Linea Acinello" (Fig. 5.14, 5.15 e 5.16) hanno permesso di individuare tre corpi elettrici: un corpo superficiale orizzontale profondo 5 m a NE e circa 8 m verso SO e caratterizzato da resistività comprese tra circa 5 Ωm e 13 Ωm (corpo '1' in Fig. 5.16); uno strato intermedio, caratterizzato da due corpi lenticolari a profondità comprese tra 5 m e 26 m e con valori di resistività tra 14 Ωm e 28 Ωm (corpo '2a' in Fig. 5.16) e tra 14 Ωm e 20 Ωm (corpo '2b' in Fig. 5.16); un corpo elettrico più profondo, determinato a circa 15 m di profondità e caratterizzato da resistività tra 8 Ωm e 13 Ωm (corpo '3' in Fig. 5.16).



Figura 5.14 - Ubicazione della ERT "Linea Acinello" nel Sito 1. Il profilo geoelettrico acquisito è lungo 139,5 m ed è orientato circa NE-SO.



Figura 5.15 – a) Stendimento della linea geoelettrica "Linea Acinello"; b) particolare degli elettrodi utilizzati per la prospezione geoelettrica. L'elettrodo di acciaio è impiantato nel terreno e collegato al cavo elettrico tramite morsetti di rame.

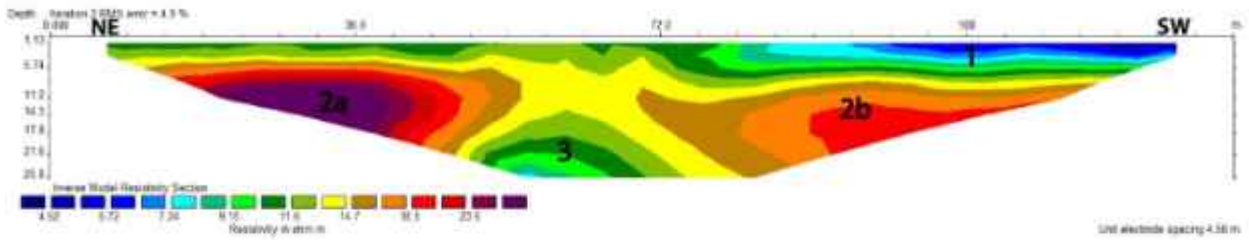


Figura 5.16 – ERT-1 "Linea Acinello".

5.2.2 ERT Sito 2 – “Linea Canile”

La tomografia elettrica ricavata dal profilo “Linea Canile” (Fig. 5.17, 5.18) mette in evidenza 5 corpi a diversa resistività (Fig. 5.19): uno strato più superficiale che arriva fino a circa 5 m di profondità e caratterizzato da valori di resistività compresi tra 20 Ωm e 40 Ωm (corpo 1 in Fig. 5.19); al di sotto, uno strato continuo orizzontale che corre lungo tutta la sezione tomografica da NNO a SSE con resistività che vanno da 40 a circa 140 Ωm (corpo 2 in Fig. 5.19); uno strato che va da 12 m a 18 m di profondità e definito da valori di resistività compresi tra circa 10 Ωm e 50 Ωm (corpo 3 in Fig. 5.19); lateralmente, verso SSE, a partire da una profondità di 12 m un altro strato con stesse resistività (corpo 4 in Fig. 5.19); al di sotto del corpo 3, uno strato con bassi valori di resistività compresi tra 2 Ωm e 10 Ωm (corpo 5 in Fig. 5.19)



Figura 5.17 - Ubicazione della ERT “Linea Canile” nel Sito 2. Il profilo geoelettrico acquisito è lungo 139,5 m ed è orientato NNO-SSE.

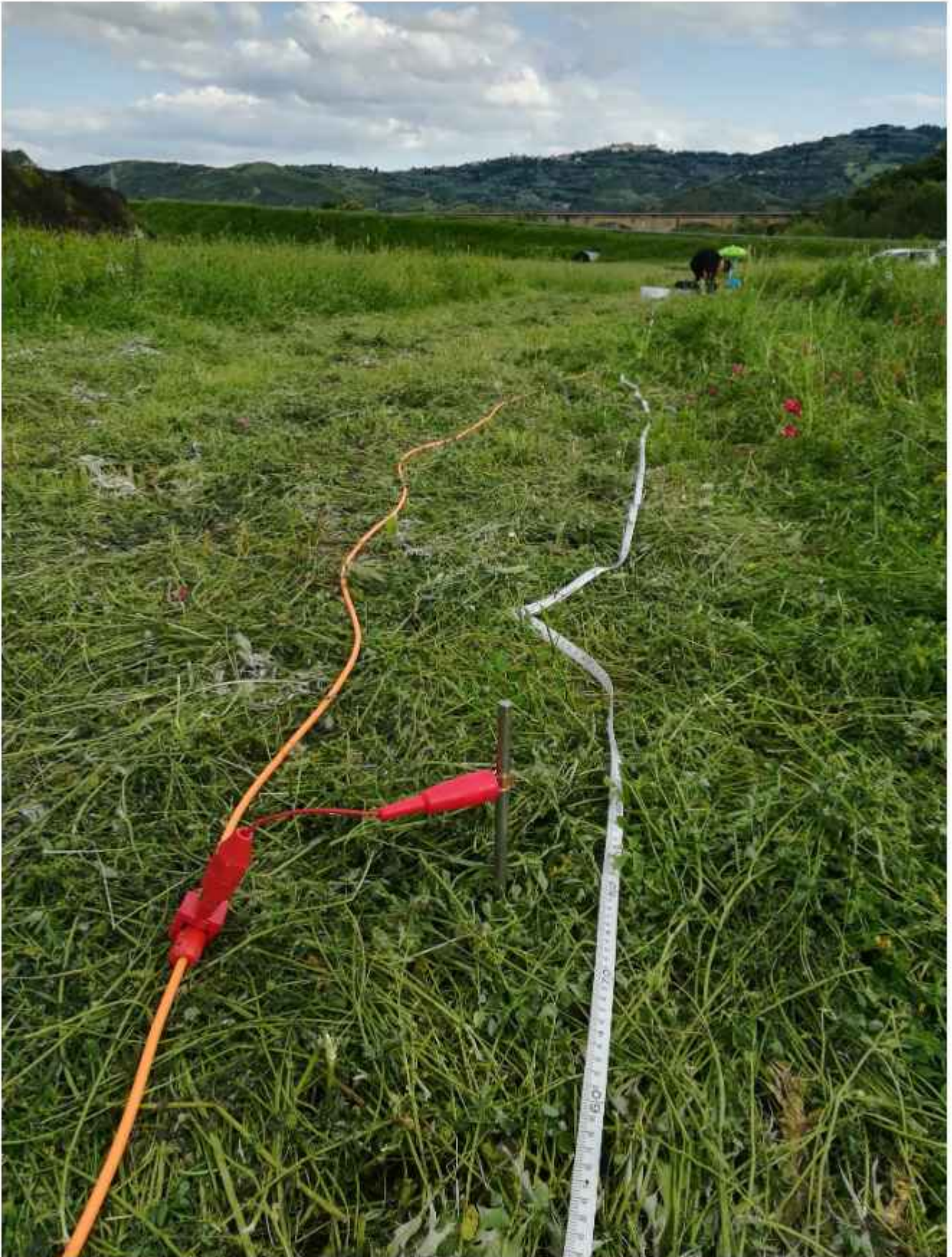


Figura 5.18 – Particolare degli elettrodi usati per l'indagine geoelettrica.

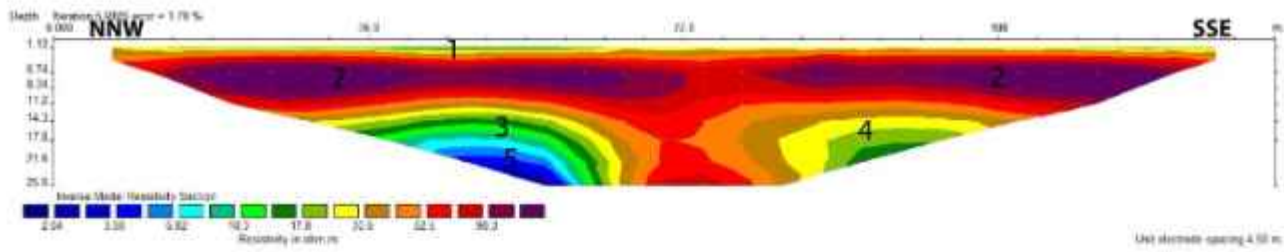


Figura 5.19 - ERT-2 "Linea Canile". La numerazione corrisponde a diversi corpi identificati descritti nel testo.

5.3 Trincee esplorative

L'esecuzione di scavi esplorativi corrisponde alla terza fase di indagine in uno studio di caratterizzazione di faglie potenziale attive e capaci (Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci).

Per quanto riguarda la caratterizzazione della Faglia Scorciabuoi questa ulteriore fase di indagine non si renderebbe necessaria sulla base dell'analisi geologica e geofisica che non hanno evidenziato un'attività recente della faglia, come riportato nel sezione 7.1 della discussione, tuttavia degli scavi esplorativi sono stati effettuati ad integrazione e comparazione dell'analisi geofisica.

Due trincee sono state scavate in corrispondenza ed attraverso la traccia della Faglia Scorciabuoi (Fig. 5.20), come precedentemente individuata dai dati geologici e geofisici. Il primo scavo si individua lungo l'area di indagine "Linea Canile" dove l'indagine geofisica aveva mostrato la possibile presenza della Faglia Scorciabuoi nel substrato, ad una profondità superiore ai 20 metri. Per il secondo scavo è stata individuata un'area in corrispondenza del contatto litologico tra le arenarie e le argille del Gruppo di Caliandro, dove è stata mappata la Faglia Scorciabuoi, come riportata dalla carta geologica (Capitolo 3).

L'obiettivo dei due scavi è stato quello di verificare la presenza o meno di fagliazione nei sedimenti alluvionali ed eluvio/colluviali più recenti, integrando i dati della geofisica, e quindi di verificare che la faglia non si trovasse ad una profondità più superficiale (in genere nei primi due metri) e per questa ragione non individuata dai metodi geofisici.

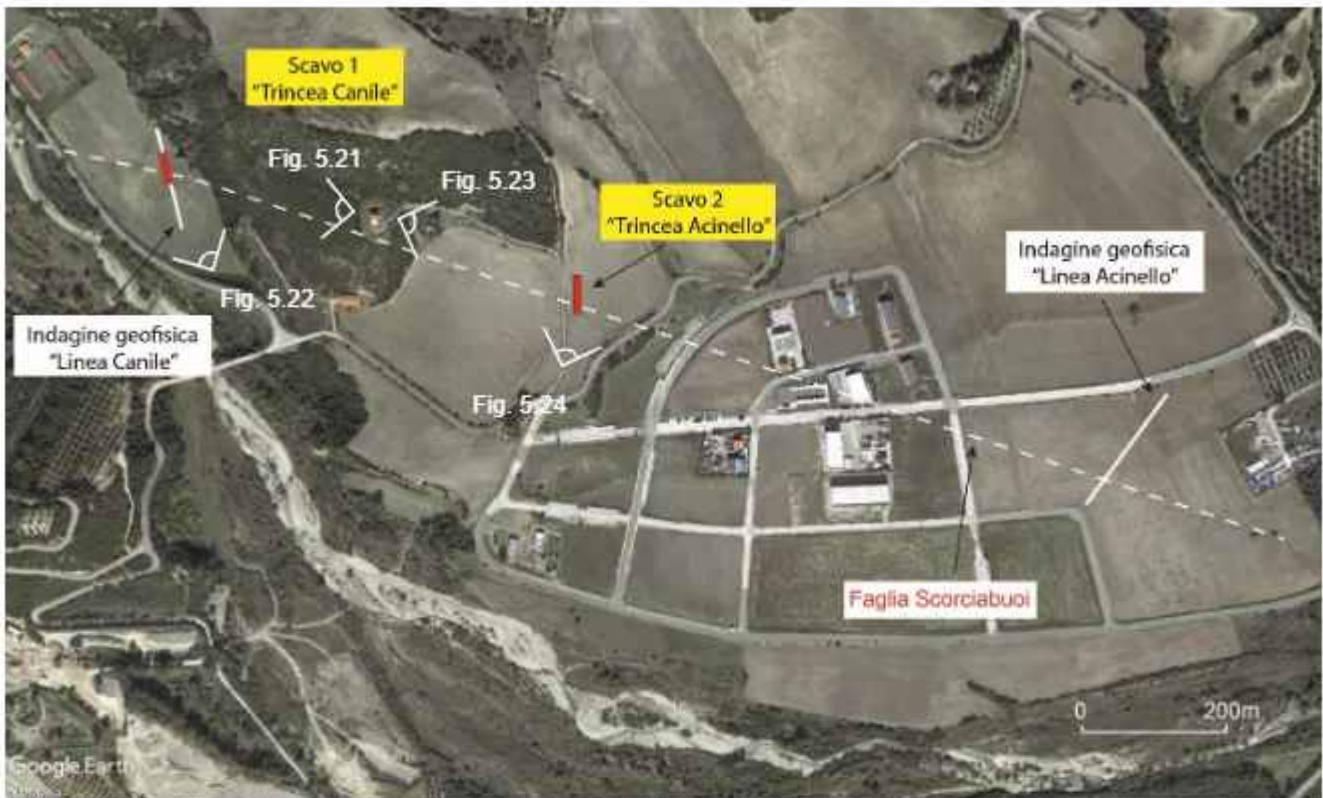


Figura 5.20 - Carta delle indagini: in giallo sono disegnate le aree dove sono state condotte le trincee esplorative ed in bianco le linee lungo le quali sono state condotte le indagini geofisiche.



Figura 5.21 - Panoramica del Sito Canile con evidenziata in nero l'area di scavo "Trincea Canile".



Figura 5.22 - Foto di dettaglio della caratterizzazione dello scavo esplorativo "Trincea Canile".



Figura 5.23 - Panoramica del Sito Acinello con evidenziata in rosso l'area di scavo "Trincea Acinello".



Figura 5.24 - Foto di dettaglio della caratterizzazione dello scavo esplorativo "Trincea Acinello".

Nel primo scavo si ha la presenza di circa 50 centimetri di suolo agricolo, 80 centimetri di sedimenti argillosi, intorno a 10-20 cm di sabbie medie-fine sopra un livello di ciottoli arrotondati di dimensione 15-30 cm. I livelli sono piuttosto continui come si può osservare nella Figura 5.25. In tutto lo scavo non si evidenzia la presenza di faglie o fratturazione.

Nel secondo scavo sono presenti almeno due metri di sedimenti argillosi, con la presenza locale di due inclusi arenacei delle dimensioni di 10-30 cm non arrotondati (Fig. 5.26). In questo scavo la litologia dei limi argillosi che caratterizza la quasi totalità dello scavo passa nella porzione più a monte ad una litologia più sabbiosa, riconosciuta con dei limi sabbiosi giallognoli a conferma della presenza delle arenarie di Caliandro come riportato nella carta geologica.

Anche in questo scavo non si hanno evidenze di fagliazione o fratturazione dei depositi, e le variazioni litologiche sono interpretate come processi gravitativi e di disfacimento superficiale recente.

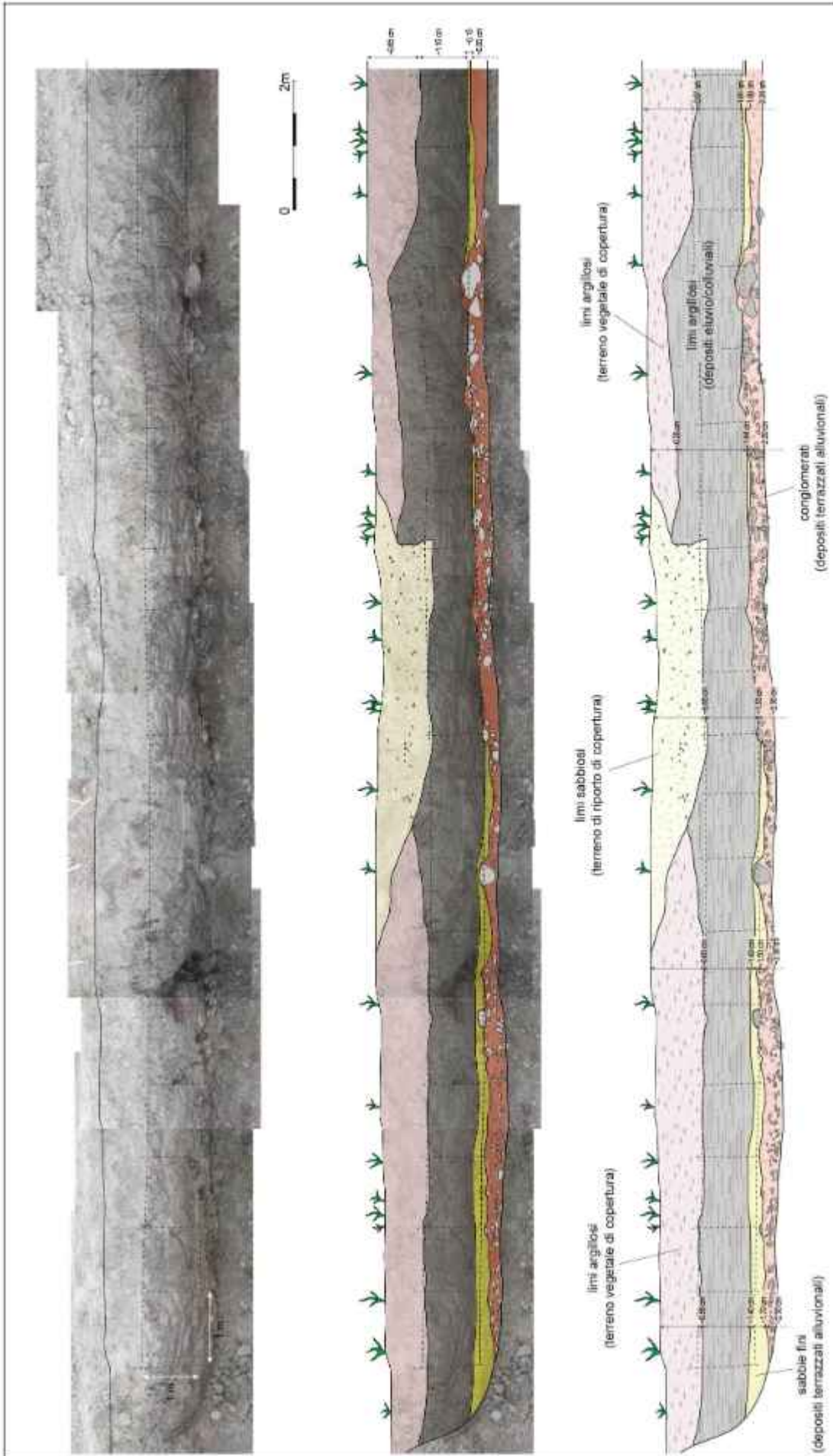


Figura 5.25 - Caratterizzazione dello scavo esplorativo "Canile trench". Nella parte in alto si riporta il pannello fotografico dello scavo per una lunghezza di circa 37 metri. Nella seconda sezione si evidenziano l'andamento orizzontale e verticale delle superfici che delimitano le varie unità litologiche e sedimentologiche, mentre in basso viene riportata la rappresentazione schematica dello scavo con le varie litologie riconosciute durante le fasi di escavazione.

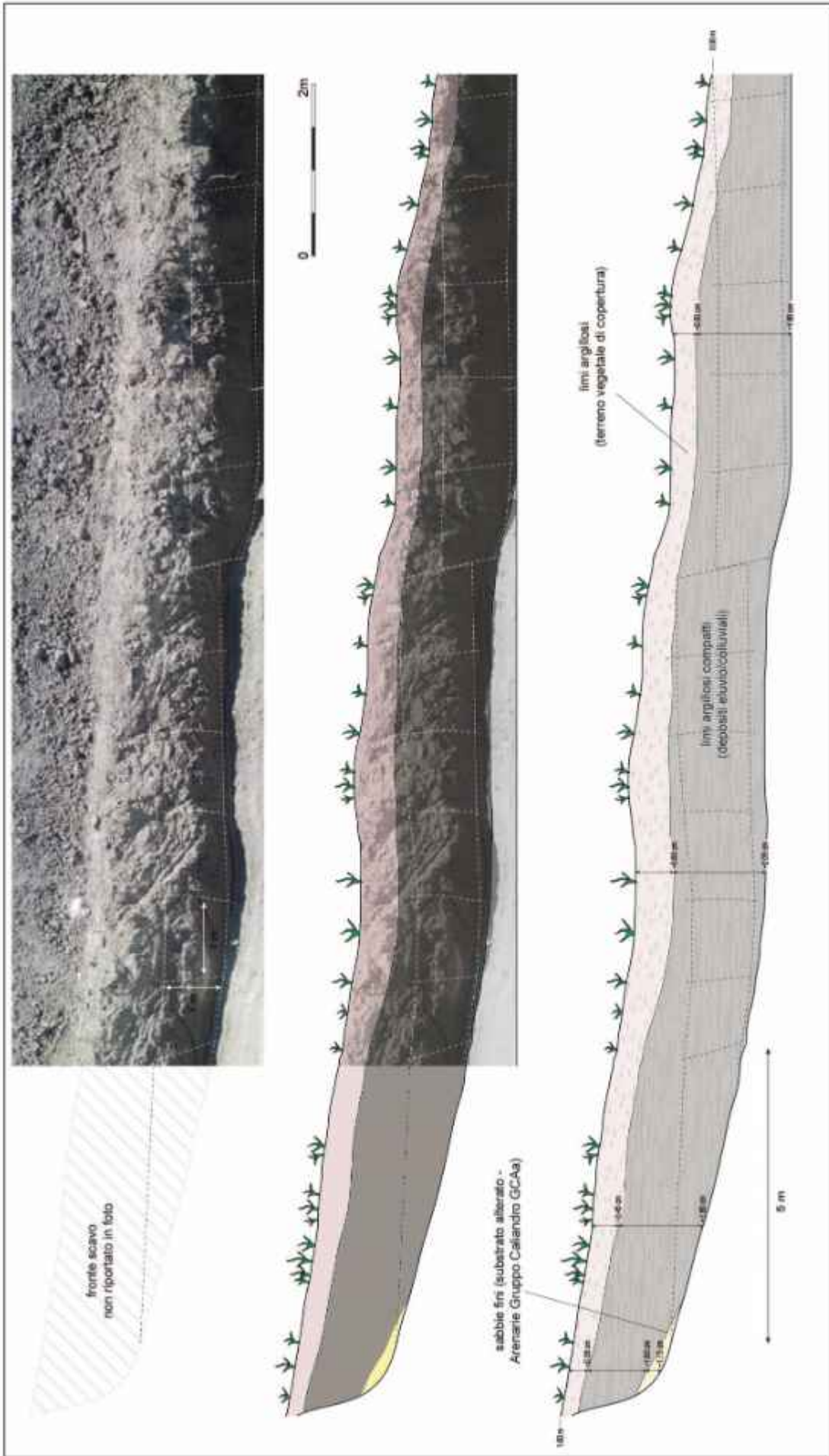


Figura 5.26 - Caratterizzazione dello scavo esplorativo "Adinello trench". Nella parte in alto si riporta il pannello fotografico dello scavo per una lunghezza di circa 30 metri. Nella seconda sezione si evidenziano l'andamento orizzontale e verticale delle superfici che delimitano le varie unità litologiche e sedimentologiche, mentre in basso viene riportata la rappresentazione schematica dello scavo con le varie litologie riconosciute durante le fasi di escavazione.

6 MODELLO SISMOTETTONICO 3D CROSTALE

Al fine di una migliore comprensione delle relazioni spaziali esistenti tra l'area della concessione Tempa Rossa, i pozzi di estrazione e le strutture tettoniche sopra descritte (Capitolo 2) si rende necessaria la costruzione di un modello 3D crostale. Infatti, il modello 3D crostale ha l'obiettivo di mettere in evidenza e valutare le possibili interazioni tra strutture sismogenetiche e terremoti.

Inoltre, la rappresentazione 3D avrà anche l'obiettivo di meglio inquadrare e caratterizzare l'area della Val d'Agri dove è presente l'omonima faglia "Val d'Agri", responsabile del terremoto Mw 7.0 del 1857.

6.1 Dati utilizzati per la costruzione del modello crostale

Per la costruzione del modello 3D crostale sono stati integrati dati di superficie, sottosuolo e sperimentali di letteratura (pubblicazioni e database open source). Tra questi sono stati usati:

- dati di superficie DEM (da Geoportale Regione Basilicata, RSDI Basilicata <http://rsdi.regione.basilicata.it>);
- due sezioni geologiche rappresentative (da Mazzoli et al., 2013);
- database della sismicità (fonte INGV – Rovida et al., 2016);
- coordinate geografiche delle sorgenti sismogenetiche e faglie attive (fonte INGV - DISS Working Group, 2018; Cello et al., 2003);
- pozzi di estrazione nella concessione Tempa Rossa (GG1, GG2, TE1, PT1, TR1, TR2).

L'area scelta per la costruzione del modello copre una superficie di circa 8.000 km², corrispondente alla quasi totalità della Provincia di Potenza, ed è stata individuata al fine di contenere al suo interno la zona della concessione del giacimento Tempa Rossa, la zona

della Faglia Scorciabuoi e la zona della Val d'Agri per la presenza della faglia "Agri Valley" (Fig. 6.1).

Le strutture sismotettoniche (documentate ed incerte) presenti nell'area oggetto di studio (Fig. 6.1) sono state reperite dal DISS (Database of Individual Seismogenic Source; DISS Working Group, 2018) e riassunte in Tabella 6.1. Inoltre, sono state aggiunte le sorgenti sismogenetiche delle faglie Agri Est e Caggiano, documentate in letteratura come attive e capaci (Cello et al., 2003). Per quanto riguarda la sismicità dell'area oggetto di modellazione, i dati parametrici omogenei (sia macrosismici che strumentali) relativi ai terremoti con intensità compresa tra $2 \leq M_w \leq 5$, sono stati scaricati dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15, Rovida et al., 2016) dell'INGV, integrandoli con i più recenti eventi sismici disponibili nel sito web dell'INGV (<http://cnt.rm.ingv.it>).

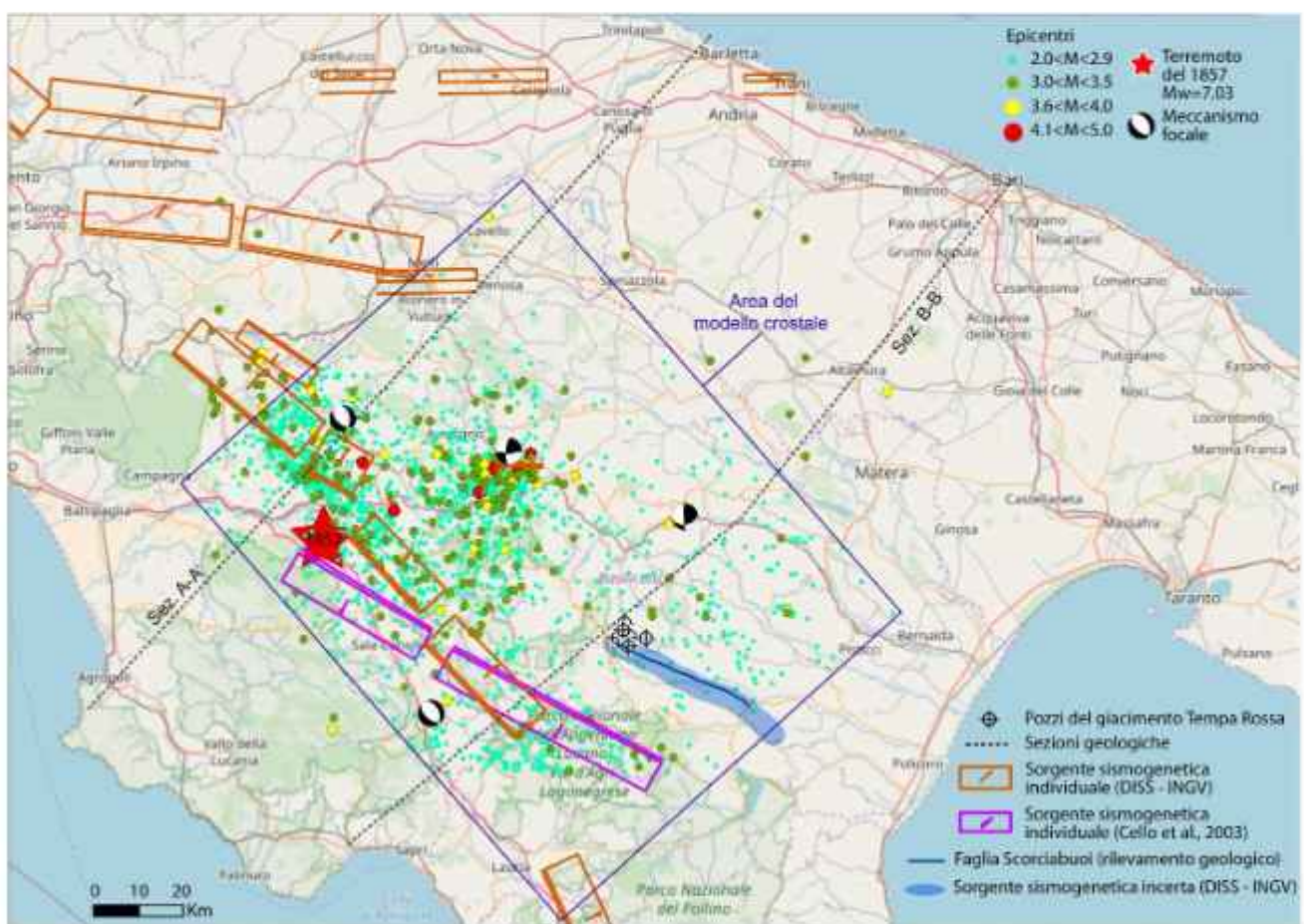


Figura 6.1 - Mappa di localizzazione del modello 3D. Sono indicate le strutture sismogenetiche documentate da DISS working group (2018) e Cello et al. (2003), la Faglia Scorciabuoi (oggetto di studio), la localizzazione delle sezioni

geologiche profonde interpretate da Mazzoli et al. (2000), la distribuzione degli epicentri dei terremoti (compresi tra 2 e 5, Rovida et al., 2016), i meccanismi focali dei terremoti più importanti ed infine i pozzi dell'area di Tempa Rossa.

Nome	Dimensioni (Lung. / Larg.)	Profondità (Min. - Max.)	Orientazione (Strike/Dip/Rake)	Referenze
Val d'Agri	23.0 / 13.5 km	1.0 - 12.7 km	316/60/270	DISS working group (2018)
Agri Est	~30.0 / 15.0 km	~1.0 - 12.5 km	~120/60/270	Cello et al. (2003)
Caggiano	~32.5 / 15.0 km	~1.0 - 12.5 km	~120/60/270	Cello et al. (2003)
Melandro- Pergola	17.9 / 11.3 km	1.0 - 10.8 km	317/60/270	DISS working group (2018)
Potenza	7.9 / 6.2 km	14.8 - 21.0 km	095/88/175	DISS working group (2018)
San Gregorio Magno	9.0 / 15.0 km	1.0 - 14.0 km	300/60/270	DISS working group (2018)
Scorciabuoi	~36.0 / 4.0 km	0.1 - 4.0 km	120/85/incerto	DISS working group (2018)

Tabella 6.1 – Elenco delle strutture sismogenetiche presenti nell'area e considerante per il modello 3D crostale.

Ai fini della modellizzazione del sottosuolo dell'area oggetto di studio sono state utilizzate due sezioni geologiche di riferimento derivanti da uno studio di Mazzoli et al. (2013). Queste rappresentano due sezioni crostali passanti per il sistema catena-avanfossa-avanpaese dell'Appennino meridionale e realizzate attraverso l'integrazione di dati geologici di superficie e profondi (Fig. 6.2).

La sezione settentrionale A-A' è orientata lungo il profilo sismico a riflessione CROP-04 (Mazzotti et al., 2000) e si basa sulla reinterpretazione della linea sismica da parte di Cippitelli (2007) e Scrocca et al. (2007). La sezione meridionale B-B' attraversa invece i

giacimenti petroliferi della Val d'Agri e di Tempa Rossa, costruita da Mazzoli et al. (2013), modificando una precedente sezione pubblicata da Mazzoli et al. (2000) ed integrando dati di sismica ad alta qualità pubblicati da Shiner et al. (2004). Per entrambe le sezioni di Mazzoli et al. (2013), le strutture dell'area del Cilento, in particolare le unità sottili del basamento continentale coinvolte nella strutturazione della catena appenninica, derivano dal lavoro di Menardi Nougua & Rea (2000), mentre, le inversioni tettoniche sono basate sulle evidenze sismiche e sui modelli strutturali forniti da Mazzoli et al. (2000), Butler et al. (2004) e Shiner et al. (2004), così come sui vincoli geofisici forniti da Speranza e Chiappini (2002), Improta e Corciulo (2006), e Steckler et al. (2008). Le interpretazioni sulla geometria della Moho derivano invece dai lavori di Scarascia et al. (1994), Cassinis et al. (2003), Bucci et al. (2006), e Bonini et al. (2011). In particolare, nell'area di studio questa geometria risulta influenzata dai processi di subduzione: il *roll-back* della placca Adriatica genera infatti anomalie della catena Appenninica rispetto alla catena di tipo alpino (Doglioni et al. 1996), come (i) bassa altezza della catena, (ii) Moho poco profonda sotto la catena, (iii) flusso di calore elevato in superficie, (iv) copertura prevalentemente sedimentaria coinvolta nel prisma di accrezione, (v) avanfossa profonda e (vi) un bacino di *back-arc* completamente sviluppato. Il *roll-back* della placca Adriatica viene compensato attraverso la deformazione ed il rialzo (*bulge*) della Puglia (Doglioni et al., 1994).

Infine, per una migliore comprensione del modello geologico dell'area, le sezioni pubblicate da Mazzoli et al. (2013) sono state semplificate per meglio individuare le strutture più rilevanti ed oggetto di studio nell'area di interesse (Fig. 6.2).

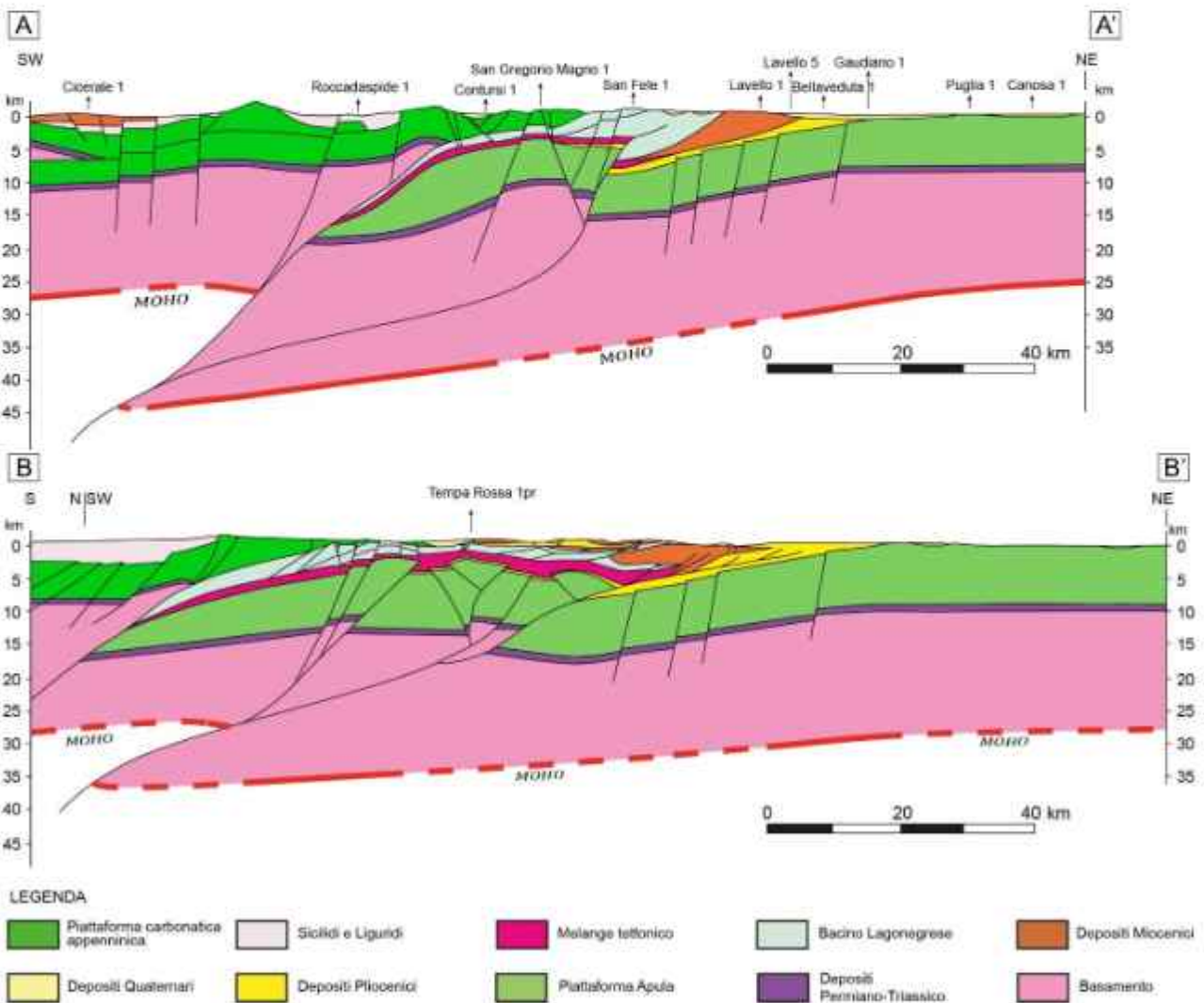
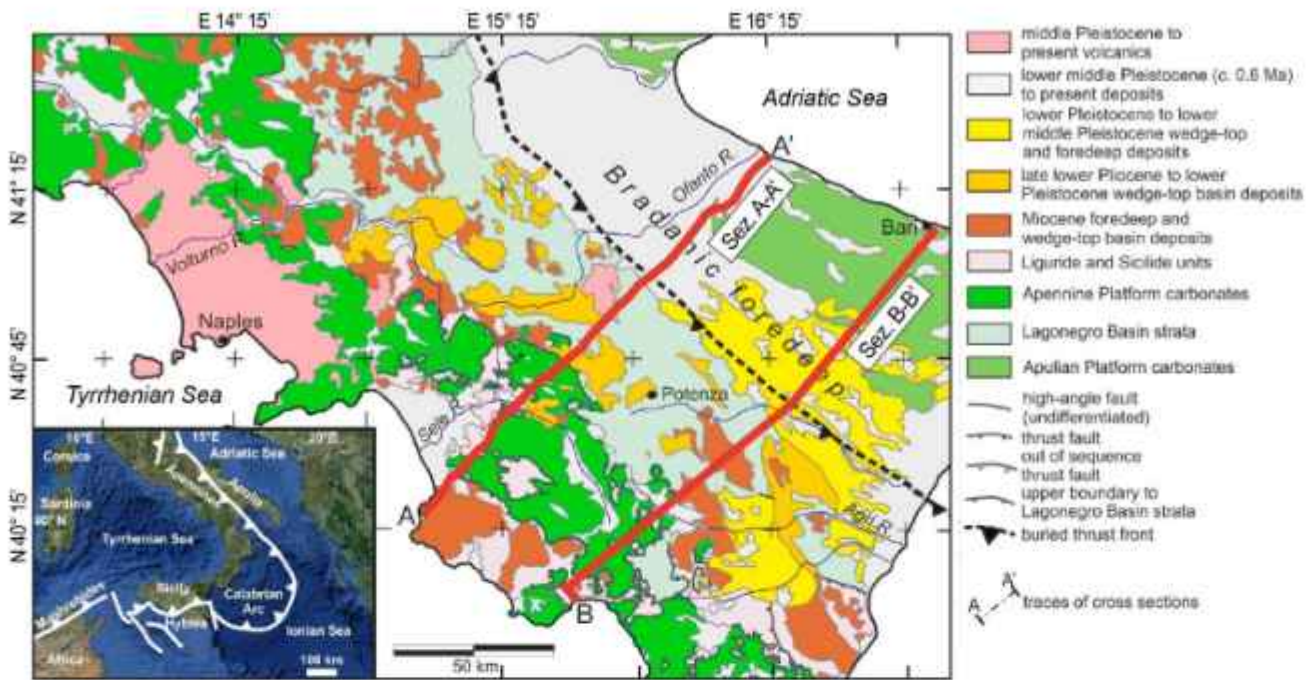


Figura 6.2 - Dati geologici a disposizione: a) Carta geologica che mostra la geologia dell'Appennino meridionale (da Ascione et al., 2012), b), e c) sezione geologiche crostale interpretate da Mazzoli et al. (2013).

6.2 Modello 3D

Il modello 3D crostale dell'area oggetto di studio (Fig. 6.3) è quindi composto dal modello digitale del terreno (DEM), dalle due sezioni geologiche-crosta orientate SO-NE, dalla distribuzione degli ipocentri dei terremoti con relativo meccanismo focale degli eventi più importanti e recenti, ed infine dalle faglie e strutture sismogenetiche documentate presenti nella porzione di sottosuolo investigata. Inoltre, nel modello è riportata la faglia di Scorciabuoi di particolare interesse in questo studio.

Il modello fornisce informazioni fino ad una profondità di circa 40 km e mostra la relazione spaziale tra gli elementi sopra descritti, soprattutto per quanto riguarda la caratterizzazione delle faglie Scorciabuoi e Val d'Agri. Per una facile visualizzazione, all'interno del modello 3D crostale (Fig. 6.3), sono stati inseriti gli ipocentri di tutti gli eventi, suddivisi e colorati per magnitudo crescenti. Mentre solo gli ipocentri dei terremoti con $M_w \geq 3$ sono stati poi progettati sulle sezioni geologiche semplificate (Fig. 6.4).

I risultati più significativi dell'analisi del modello crostale mostrano che:

- nell'area in prossimità della Faglia Scorciabuoi e della concessione del giacimento Tempa Rossa non sono presenti importanti eventi sismici (Fig. 6.3 e 6.4).
- gli ipocentri con $M_w \geq 4.1$ sono localizzati nella zona di Potenza, potenzialmente associati alla faglia trascorrente di Potenza (Fig. 6.1) localizzata a una profondità considerevole (12-22 km). L'attività trascorrente e il carattere sismogenetico della faglia di Potenza vengono messe in evidenza dal terremoto con $M_w=5.77$ del 1990 (Fig. 6.1). Inoltre, nella stessa area è presente una significativa sismicità di fondo a una profondità da 5-10 km (Fig. 6.3).
- gli ipocentri di terremoti con $M_w \geq 3.6$ sono presenti anche nella zona della Val d'Agri e Vallo di Diano, con una distribuzione più marcata lungo quelle che potrebbero rappresentare le faglie Val d'Agri, Agri Est, Caggiano e Melandro-Pergola (Fig. 6.1 e 6.4).

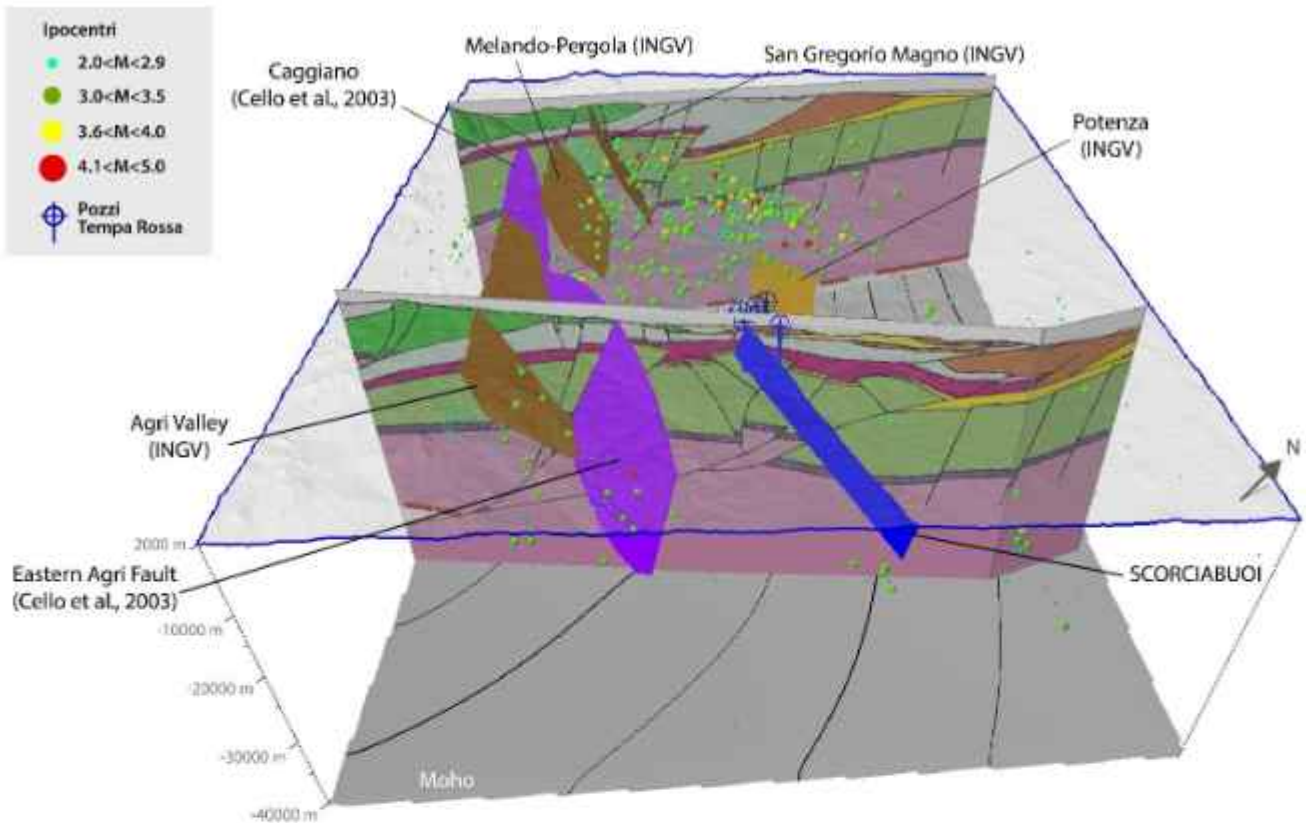


Figura 6.3 - Modello 3D crostale dell'area mostrata in Figura 6.1. Il modello, ricostruito attraverso l'ausilio di due sezioni geologiche (da Mazzoli et al., 2013), fornisce la possibilità di studiare la relazione tra la distribuzione dei terremoti e la proiezione in profondità delle faglie come riportare da letteratura. Nel modello, la Faglia Scorciabuoi interessa solo la copertura alloctona e non il substrato apulo.

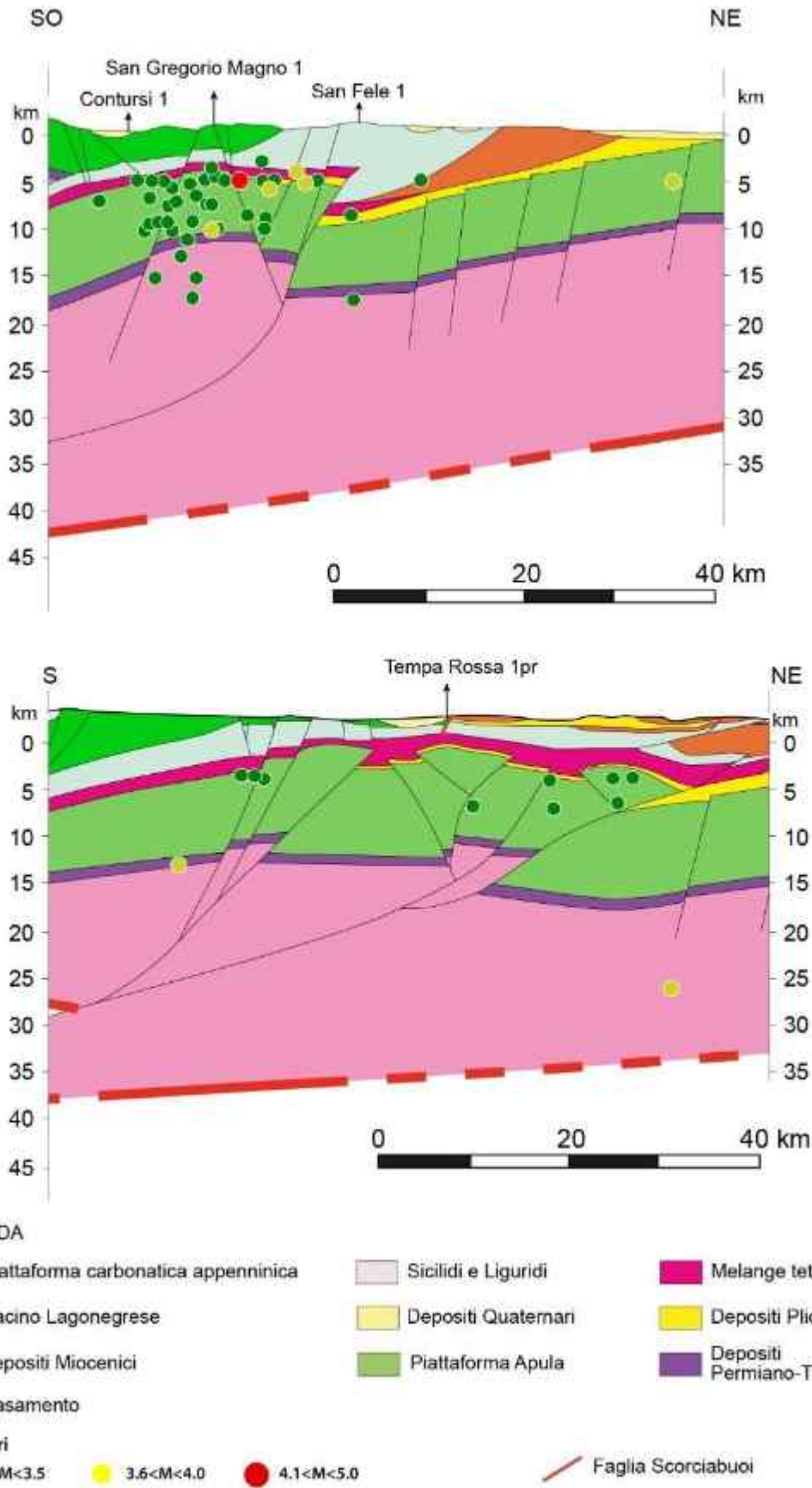


Figura 6.4 - Sezione geologiche crostale (modificate da Mazzoli et al., 2013) con i terremoti magnitudo compresa tra 3.0 e 5.0 proiettati (distanza 10km). La localizzazione delle sezioni è riportata in Figura 6.1.

6.3 La sismicità registrata da Gennaio 2015 a Febbraio 2016 e le strutture tettoniche nell'area della concessione Tempa Rossa.

Un aspetto importante di questo lavoro è anche quello di studiare la relazione tra la sismicità dell'area della concessione Tempa Rossa e le sorgenti sismogenetiche che intercettano la concessione in oggetto. In questo caso si riporta un'analisi comparata tra la sismicità registrata dal gennaio 2015 al febbraio 2016 dell'area della concessione e la sorgente ITDS016 Scorciabuoi che intercetta la concessione a SE, periodo che non viene riportato nello Studio di Impatto Ambientale della Concessione Mineraria Ambientale Gorgoglione - *Appendice G "Inquadramento sismotettonico dell'area e sismicità storica"* del 30/10/2017.

Al fine di determinare la sismicità naturale nell'area d'interesse, INGV ha progettato e quindi installato, da gennaio 2015 a febbraio 2016, una densa rete composta da 12 stazioni sismiche. I risultati del monitoraggio sono riportati ed ampiamente descritti nel rapporto INGV "Campagna di sismica passiva per lo studio della sismicità di fondo della Concessione Gorgoglione - report finale, giugno 2016".

L'obiettivo del suddetto studio era quello di definire il "Punto zero" della sismicità, ovvero il livello di base della sismicità naturale di un'area in contesto indisturbato. Nel periodo 2015-2016, sono stati registrati 258 eventi con magnitudo locale M_L compresa fra -0.4 e 2.7 (Fig. 6.5).

Il report del monitoraggio INGV conclude che: *"...la sismicità all'interno della Concessione è scarsa e di bassa intensità, ad eccezione del bordo nord della Concessione che presenta dei piccoli sciame di bassa energia ($M_L < 2.5$)..."* e *"...che la verifica della sismicità storica (catalogo DBMI11 - <http://emidius.mi.ingv.it>), ben documentata per gli eventi significativi degli ultimi 400 anni, ha mostrato che l'area della concessione non è stata sede di terremoti importanti né vede la presenza di sorgenti sismogenetiche accertate..."*.

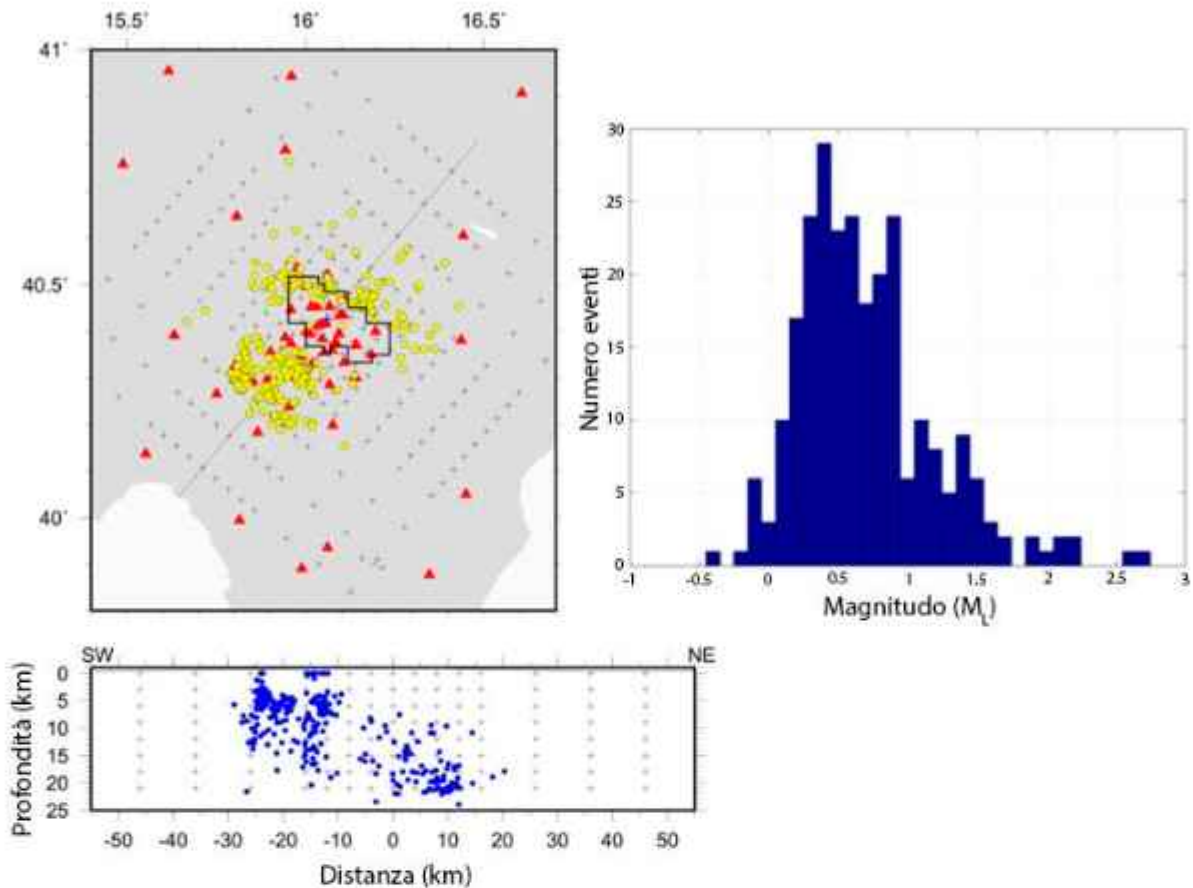


Figura 6.5 – Localizzazione e magnitudo dei 258 eventi sismici registrati dalla rete temporanea INGV per la definizione del "Punto zero" della sismicità. Nella mappa in alto a sinistra sono riportati i limiti della Concessione, le stazioni sismiche sono rappresentate con triangoli rossi e gli epicentri con cerchi gialli. E' anche presente la traccia della sezione, orientata SO-NE, in cui sono riportati gli ipocentri con pallini blu (in basso a sinistra). Il grafico a destra mostra, invece, la distribuzione delle Magnitudo locali.

Inoltre, possiamo aggiungere che, rispetto all'area immediatamente a ovest della concessione (zona della Val d'Agri), la sismicità registrata all'interno e nelle immediate vicinanze della concessione risulta più profonda e si localizza dai 10 ai 20 chilometri di profondità. Data la bassa magnitudo degli eventi rilevati dalla rete temporanea predisposta da INGV per la definizione del "Punto zero" di sismicità dell'area (Fig. 6.5), nel presente lavoro, si è scelto di prendere in considerazione il dataset INGV su un'area più estesa (Fig. 6.6).

Anche da questa analisi a scala più ampia, risulta che gli eventi sismici riferiti al periodo 01/01/2015 - 28/02/2016 (fonti INGV) sono caratterizzati da una bassa magnitudo,

generalmente compresa tra Mw 1 e Mw 2.0, con sedici eventi compresi tra Mw 2.0 e 2.5, cinque eventi con magnitudo compresa tra Mw 2.5 e 3.0, ed infine un solo evento misurato con Mw 3.1 (Tab. 6.2).

Gli ipocentri di questi eventi sono caratterizzati da una generale diffusione aerea (Fig. 6.6) o con una leggera concentrazione dei terremoti nel settore ovest dell'area oggetto di modellazione, in prossimità della sorgente sismogenetica composta dell'Irpinia-Val d'Agri, mentre la profondità degli ipocentri è stimata tra i 5 ed i 10 km e quindi da ritenersi generalmente superficiali.

I dati della sismicità del periodo 01/01/2015 - 28/02/2016 (fonti INGV) mostrano che non si hanno terremoti misurati nel settore sudorientale dell'area in prossimità della struttura della Faglia Scorciabuoi e dei pozzi della concessione Tempa Rossa e che quindi gli eventi sopra descritti potrebbero rappresentare la normale sismicità di fondo dell'area, associata a piccole fratture e faglie che interessano diffusamente le formazioni rocciose.

X	Y	Z	Magnitudo	ID_evento	Data
538662,99	4499894,55	-8000,00	1,40	4803171.00	2015-01-02T21:24:11,470000
557290,06	4451005,55	-10900,00	1,90	4809671.00	2015-01-04T00:49:14,760000
582579,18	4452316,61	-12000,00	1,00	4830631.00	2015-01-13T00:46:52,750000
564842,20	4463499,21	-6700,00	1,00	4832391.00	2015-01-13T17:06:37,950000
572389,32	4500090,99	-19000,00	1,80	4846181.00	2015-01-17T08:54:52,150000
565961,59	4461810,55	-4400,00	1,00	4851291.00	2015-01-18T12:42:23,520000
564377,89	4503491,99	-24200,00	1,40	4868591.00	2015-01-22T08:52:26,450000
607942,68	4490562,95	-28300,00	2,10	4883891.00	2015-01-24T07:12:30,190000
608100,90	4491331,34	-32900,00	2,10	4885421.00	2015-01-24T13:21:18,850000
572637,20	4483308,13	-20500,00	1,50	4894891.00	2015-01-26T23:06:37,110000
618050,00	4479546,23	-10500,00	2,20	4930281.00	2015-02-05T16:20:33,490000
528842,15	4512005,09	-9600,00	1,40	4955791.00	2015-02-13T03:55:22,580000
555200,16	4486311,59	-6600,00	1,30	4964751.00	2015-02-14T23:42:01,670000
574747,17	4513636,22	-10500,00	1,90	4974521.00	2015-02-17T16:59:15,380000
595237,79	4452698,88	-9100,00	1,30	4980511.00	2015-02-18T15:50:34,770000
563122,38	4481057,03	-17900,00	1,30	4982471.00	2015-02-19T05:10:34,630000
555419,21	4477321,66	-15100,00	2,20	5010551.00	2015-02-24T15:10:17,330000
580584,16	4458234,09	-9400,00	1,20	5015711.00	2015-02-26T03:15:59,240000
602704,07	4477388,03	-28200,00	1,70	5016681.00	2015-02-26T08:56:31,330000
574365,58	4455061,90	-9500,00	1,70	5043191.00	2015-03-03T09:38:40,800000
574530,10	4455629,66	-8500,00	1,60	5046321.00	2015-03-03T23:31:37,820000
541289,79	4506458,11	-9700,00	1,70	5047611.00	2015-03-04T03:43:04,730000

547762,44	4478434,44	-30500,00	1,70	5061101.00	2015-03-07T10:02:38,890000
606119,08	4493745,48	-26200,00	1,50	5089951.00	2015-03-13T15:40:45,190000
536504,88	4489970,89	-50800,00	1,40	5091691.00	2015-03-14T00:07:52,900000
535831,93	4506629,55	-7300,00	1,80	5092571.00	2015-03-14T06:30:56,570000
579046,59	4450780,16	-19500,00	1,70	5097561.00	2015-03-15T08:54:01,470000
572054,20	4461033,87	-6700,00	1,20	5098681.00	2015-03-15T14:05:55,790000
538384,05	4521073,44	-14500,00	1,00	5118111.00	2015-03-20T07:09:20,730000
570155,28	4493097,90	-9500,00	1,30	5130661.00	2015-03-22T13:45:51,040000
545448,90	4481006,43	-27000,00	1,50	5134901.00	2015-03-23T13:57:02,890000
578167,20	4457609,16	-5900,00	1,10	5143101.00	2015-03-25T07:28:08,200000
624690,04	4472969,63	-43700,00	2,40	5144441.00	2015-03-25T11:38:33,960000
581860,00	4451931,34	-9900,00	1,00	5156071.00	2015-03-28T06:07:56,250000
568607,12	4460613,13	-10200,00	1,00	5165461.00	2015-03-29T20:07:47,870000
540757,04	4494222,22	-16500,00	1,80	5201561.00	2015-04-05T19:02:53,320000
535564,34	4506062,13	-6200,00	1,40	5228141.00	2015-04-10T16:46:41,430000
572231,75	4463788,58	-10000,00	1,50	5261631.00	2015-04-15T17:13:29,380000
571494,81	4461761,18	-7400,00	1,60	5265841.00	2015-04-16T05:41:38,860000
540164,99	4509815,48	-6800,00	1,20	5275911.00	2015-04-16T20:56:42,580000
542947,14	4497398,21	-10000,00	1,10	5285471.00	2015-04-17T21:56:32,000000
589053,80	4453900,01	-18200,00	1,00	5313681.00	2015-04-22T09:31:23,650000
559453,90	4479739,27	-22500,00	1,10	5315201.00	2015-04-22T13:08:49,550000
584154,42	4481064,31	-10300,00	1,60	5338811.00	2015-04-25T15:26:02,850000
557184,41	4451470,95	-10500,00	1,30	5348881.00	2015-04-27T07:48:03,060000
564034,28	4469564,34	-18900,00	1,20	5371701.00	2015-05-01T16:00:29,890000
550529,86	4497989,80	-10700,00	1,10	5404651.00	2015-05-06T22:41:14,490000
595995,47	4499692,24	-9300,00	1,50	5412661.00	2015-05-08T00:52:19,670000
541108,11	4499596,85	-10200,00	1,60	5413111.00	2015-05-08T03:28:14,440000
596420,84	4499497,90	-8300,00	1,60	5413191.00	2015-05-08T03:58:05,260000
542223,81	4511547,56	-5000,00	1,20	5423201.00	2015-05-09T10:46:12,290000
558281,20	4456008,25	-19900,00	1,00	5443821.00	2015-05-13T06:51:35,370000
580614,39	4453016,93	-9300,00	1,10	5451851.00	2015-05-14T10:08:05,790000
573027,40	4469346,73	-8600,00	1,20	5489131.00	2015-05-21T00:27:07,020000
553689,42	4497301,47	-5000,00	1,30	5501621.00	2015-05-23T18:01:16,070000
562709,68	4489823,30	-23300,00	1,30	5502461.00	2015-05-24T01:00:44,550000
571913,30	4471311,95	-10000,00	1,00	5522661.00	2015-05-27T23:03:13,360000
534423,91	4509697,78	-9800,00	1,00	5533421.00	2015-05-31T02:08:39,560000
624729,70	4481797,59	-25800,00	1,80	5544931.00	2015-06-03T13:49:21,120000
571271,30	4469196,64	-9000,00	1,10	5548411.00	2015-06-04T13:35:45,420000
611182,34	4470836,40	-20700,00	1,20	5550081.00	2015-06-05T01:09:03,070000
538789,63	4514470,50	-10800,00	2,70	5551181.00	2015-06-05T08:56:18,230000
606807,59	4511775,52	-17400,00	1,60	5557841.00	2015-06-07T12:53:18,480000
570305,47	4488836,43	-10000,00	1,20	5591731.00	2015-06-16T07:40:56,030000
532853,01	4504062,61	-9900,00	1,90	5653961.00	2015-06-26T13:30:38,450000
551863,65	4498343,10	-23900,00	1,40	5664641.00	2015-06-28T01:19:58,460000
573769,41	4462948,74	-5300,00	1,10	5666171.00	2015-06-28T09:24:16,380000
538067,20	4503965,41	-14700,00	1,80	5684001.00	2015-07-01T02:34:33,310000
538594,36	4504967,20	-15000,00	1,30	5685011.00	2015-07-01T07:35:18,630000

569917,23	4461413,34	-8000,00	1,30	5707521.00	2015-07-04T00:10:37,420000
529796,66	4501318,99	-9800,00	1,30	5714511.00	2015-07-05T01:06:51,320000
541070,41	4510986,03	-5700,00	1,00	5743991.00	2015-07-08T05:40:39,330000
602493,82	4503753,79	-25100,00	2,10	5761611.00	2015-07-12T20:50:37,090000
536533,64	4494466,72	-6900,00	1,10	5779351.00	2015-07-17T09:55:23,420000
534968,24	4494492,50	-305900,00	2,90	5861841.00	2015-07-29T21:23:33,540000
572363,39	4499280,33	-10200,00	1,80	5879391.00	2015-08-02T13:03:20,610000
568522,45	4461511,51	-6500,00	1,40	5887671.00	2015-08-03T22:04:06,710000
571014,82	4462189,57	-6200,00	1,20	5888441.00	2015-08-04T04:10:07,340000
569032,86	4461460,67	-7300,00	1,20	5893581.00	2015-08-05T01:18:00,090000
576129,28	4457310,77	-8100,00	1,20	5914641.00	2015-08-09T00:45:47,960000
566939,09	4483665,65	-26100,00	1,30	5936151.00	2015-08-12T00:32:35,400000
537355,70	4499255,13	-21500,00	2,00	5966151.00	2015-08-18T05:54:05,840000
537751,47	4499579,05	-17200,00	1,50	5966191.00	2015-08-18T05:55:23,010000
537477,71	4498534,21	-15100,00	3,10	5966231.00	2015-08-18T05:59:15,410000
525260,95	4510193,70	-10700,00	1,00	5969461.00	2015-08-18T22:07:05,930000
550291,86	4498165,80	-18600,00	1,70	5974991.00	2015-08-19T20:55:46,640000
550850,01	4498169,59	-5800,00	1,80	5975751.00	2015-08-20T03:08:23,190000
578982,79	4452810,96	-20900,00	1,80	5977901.00	2015-08-20T12:19:14,550000
543147,85	4483157,38	-8800,00	1,40	5979731.00	2015-08-20T23:05:00,940000
533916,24	4500681,72	-7800,00	1,90	6005591.00	2015-08-26T19:09:48,810000
539851,15	4510080,20	-6200,00	1,20	6023781.00	2015-08-30T20:06:03,270000
539822,24	4510746,10	-6900,00	1,30	6023961.00	2015-08-30T21:24:13,390000
576026,22	4458253,31	-8800,00	1,40	6028901.00	2015-09-01T06:28:13,520000
531749,14	4513204,76	-10300,00	1,00	6042441.00	2015-09-04T22:06:57,460000
600056,28	4480016,72	-23700,00	2,30	6048511.00	2015-09-06T17:54:20,040000
577080,60	4459085,50	-10500,00	1,10	6062121.00	2015-09-11T04:15:51,810000
539353,29	4505248,70	-10300,00	1,40	6071211.00	2015-09-13T15:41:19,060000
584796,16	4506572,54	-6200,00	1,70	6079401.00	2015-09-16T05:22:52,670000
568061,45	4478591,52	-10400,00	1,20	6081541.00	2015-09-16T22:35:38,900000
567841,32	4479488,70	-9800,00	1,30	6082041.00	2015-09-17T04:26:17,220000
551403,10	4456901,72	-10000,00	2,10	6083251.00	2015-09-17T13:28:31,950000
536185,92	4511981,83	-5800,00	1,30	6091051.00	2015-09-19T20:30:53,670000
620419,94	4478262,70	-14600,00	1,40	6091321.00	2015-09-19T23:43:41,810000
526353,15	4502194,01	-8200,00	1,70	6105451.00	2015-09-23T08:51:41,710000
538514,37	4502469,13	-15400,00	1,60	6115681.00	2015-09-27T05:14:02,070000
569267,27	4459076,18	-14400,00	1,10	6124141.00	2015-10-01T04:11:27,150000
570083,77	4458129,07	-12000,00	1,30	6124551.00	2015-10-01T11:22:52,940000
569328,62	4458876,93	-14700,00	1,30	6125341.00	2015-10-02T03:18:39,380000
569176,82	4458742,33	-13200,00	1,10	6134331.00	2015-10-05T07:16:56,730000
548094,39	4462341,13	-16400,00	1,20	6138261.00	2015-10-06T13:44:27,790000
570233,86	4491944,11	-24000,00	1,30	6141871.00	2015-10-07T11:43:09,080000
571542,44	4513371,41	-8300,00	1,70	6154771.00	2015-10-12T19:54:05,960000
571733,81	4500550,90	-18600,00	2,00	6158031.00	2015-10-14T03:15:42,130000
521548,62	4494741,28	-14100,00	1,30	6174001.00	2015-10-20T09:19:01,690000
526940,43	4491717,35	-10000,00	1,50	6180571.00	2015-10-22T19:58:50,960000
540396,79	4513757,54	-4400,00	1,10	6188361.00	2015-10-25T23:49:25,670000

548515,64	4478661,30	-24100,00	1,70	6202471.00	2015-10-31T22:18:27,920000
541940,37	4495949,39	-20300,00	1,70	6204871.00	2015-11-01T23:18:10,480000
583697,22	4461220,96	-19700,00	1,30	6218441.00	2015-11-07T13:04:02,290000
562496,04	4470772,45	-19900,00	1,20	6221751.00	2015-11-08T19:19:13,850000
565978,26	4543694,26	-10400,00	1,60	6222061.00	2015-11-08T21:54:29,830000
565994,67	4543738,81	-10800,00	1,70	6222441.00	2015-11-09T02:31:43,260000
566086,53	4543806,25	-10800,00	1,10	6240941.00	2015-11-16T01:55:27,260000
582436,11	4509110,50	-9600,00	1,50	6242511.00	2015-11-16T18:27:20,910000
566299,46	4543497,32	-8900,00	1,30	6242831.00	2015-11-16T21:05:16,960000
559460,10	4484290,65	-19200,00	1,30	6247191.00	2015-11-18T07:06:35,940000
570797,88	4516206,29	-16300,00	2,10	6267481.00	2015-11-26T10:42:40,970000
567761,27	4470518,44	-5400,00	1,20	6270681.00	2015-11-28T14:48:46,790000
589486,17	4485378,23	-37700,00	1,60	6273031.00	2015-11-29T21:20:06,120000
562306,89	4492428,67	-23000,00	1,20	6284221.00	2015-12-04T20:24:12,690000
535927,13	4497416,50	-10800,00	2,20	6301331.00	2015-12-12T12:23:51,750000
569576,93	4468792,21	-10400,00	1,30	6303091.00	2015-12-13T05:51:19,780000
540533,75	4501036,79	-17200,00	3,00	6308241.00	2015-12-15T15:38:58,180000
540655,09	4502036,51	-19300,00	2,20	6308321.00	2015-12-15T16:20:51,130000
527826,66	4501433,45	-9300,00	1,30	6330581.00	2015-12-25T18:04:41,710000
574085,95	4521500,80	-10400,00	1,30	6336271.00	2015-12-28T10:21:23,760000
529196,32	4509952,85	-10400,00	2,00	6351361.00	2016-01-04T14:13:04,440000
550869,15	4487923,72	-27700,00	1,80	6353471.00	2016-01-06T08:52:24,960000
553295,30	4487352,31	-26000,00	1,40	6357361.00	2016-01-09T05:21:27,760000
552244,75	4486190,41	-16400,00	3,00	6357731.00	2016-01-09T10:28:56,760000
548451,68	4495034,26	-21800,00	1,30	6389391.00	2016-01-21T09:49:16,300000
601662,06	4502765,31	-29000,00	1,60	6392201.00	2016-01-22T15:15:03,240000
581126,42	4466299,35	-7400,00	1,20	6392321.00	2016-01-22T15:36:05,790000
600114,57	4479462,39	-25900,00	1,60	6393131.00	2016-01-22T22:35:15,570000
590595,38	4491719,75	-36300,00	1,80	6415591.00	2016-02-01T18:25:08,090000
547147,37	4493915,82	-9600,00	1,30	6420951.00	2016-02-04T19:06:46,820000
560266,72	4483031,61	-19100,00	1,50	6423401.00	2016-02-06T01:20:33,900000
537088,10	4476498,00	-10500,00	1,20	6428611.00	2016-02-07T15:53:28,070000
573404,88	4469816,66	-9900,00	1,10	6436851.00	2016-02-10T02:22:57,160000
566931,63	4501460,81	-21400,00	2,50	6444191.00	2016-02-13T07:27:38,360000
578353,25	4463428,03	-17200,00	1,50	6461601.00	2016-02-25T01:03:46,720000
541471,16	4511787,53	-9900,00	1,30	6462791.00	2016-02-25T12:56:47,320000
608200,08	4474512,15	-22800,00	2,20	6465701.00	2016-02-27T03:10:52,700000
608879,17	4472745,57	-21800,00	1,90	6467281.00	2016-02-28T07:41:29,470000
533197,01	4512156,54	-10300,00	2,40	6467501.00	2016-02-28T12:03:56,840000

Tabella 6.2 – Database della sismicità registrata nell'area oggetto di studio per il periodo 01/01/2015 – 28/02/2016. I terremoti riportati sono compresi tra Mw 1.0 e Mw 3.1. Gli eventi di Mw >2.0 sono evidenziati in grassetto.

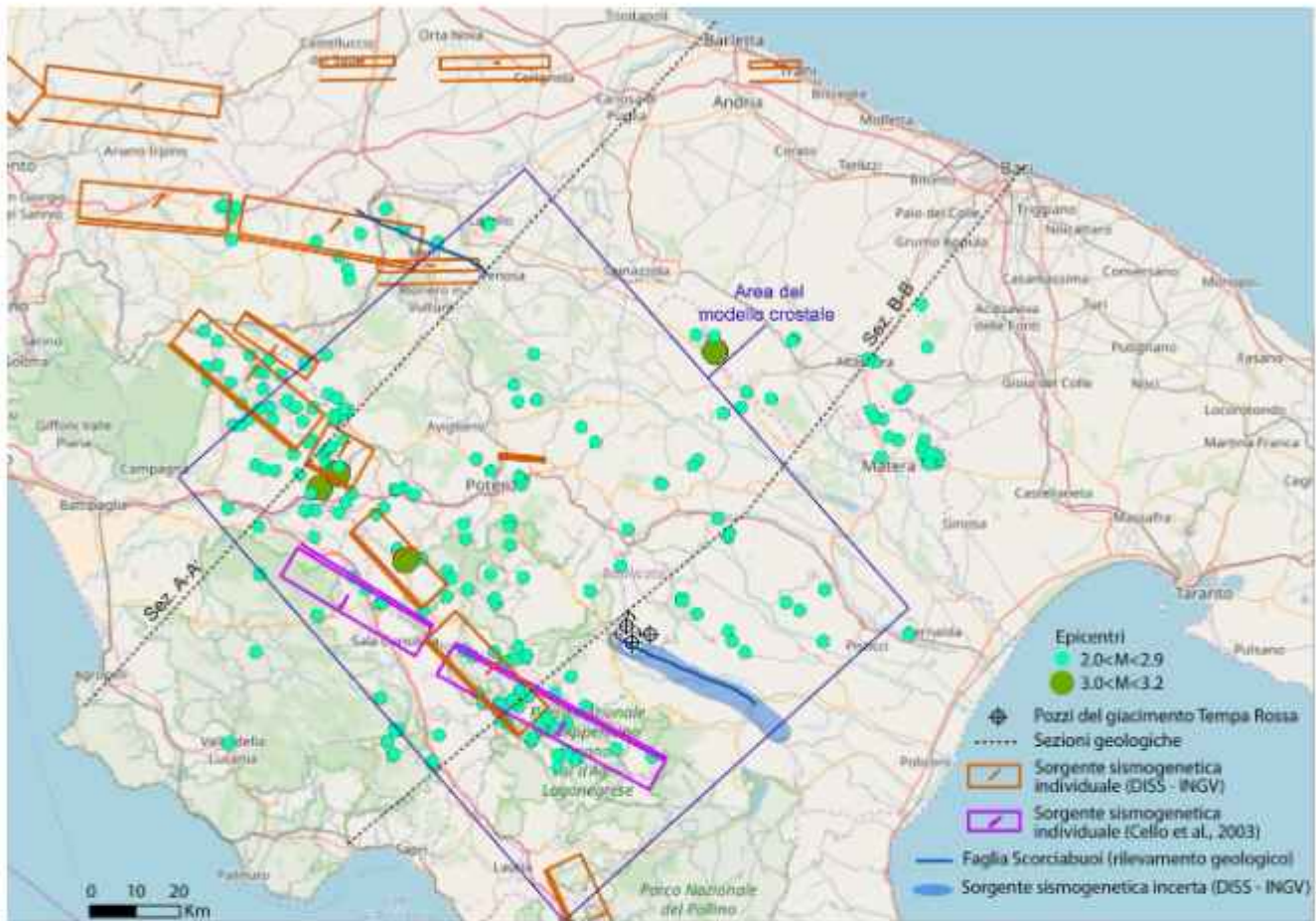


Figura 6.6 - Distribuzione degli epicentri dei terremoti con magnitudo compresa tra Mw 2.0 e 3.1 per il periodo 01/01/2015 - 28/02/2016 nell'area oggetto di studio.

7 DISCUSSIONE

L'analisi dei dati disponibili in letteratura e l'elaborazione dei dati acquisiti durante la campagna di indagini di questo studio permettono di illustrare e caratterizzare le principali sorgenti sismogenetiche prossime alla concessione del giacimento di Tempa Rossa. Proprio in funzione della distanza di queste strutture dall'area di interesse, la tipologia e risoluzione delle indagini sono state diversificate nel seguente modo: i) rilievi geologici-geofisici di dettaglio (condotti lungo la Faglia Scorciabuoi e nella zona di Acinello, sulla piana alluvionale del Fiume Sauro - vedi Capitolo 3, 4 e 5) sono stati utilizzati per caratterizzare la Faglia Scorciabuoi e quindi l'area in prossimità degli impianti petroliferi,

mentre ii) la costruzione di un modello 3D crostale a scala regionale è servita per analizzare l'area che circonda Tempa Rossa, ovvero la Val d'Agri e la città di Potenza.

7.1 Area del giacimento Tempa Rossa – Faglia Scorciabuoi

L'area che circonda la concessione del giacimento di Tempa Rossa è caratterizzata dalla presenza di diverse strutture sismogenetiche, composte da faglie che però non risultano ufficialmente classificate (DISS Working Group, 2005) come strutture sismogenetiche capaci di generare eventi simili di $M_w > 5.5$. Tuttavia, la Faglia Scorciabuoi che interessa la porzione meridionale della Concessione Gorgoglione, con un andamento (NO-SE), è contraddittoriamente segnalata in letteratura come attiva e capace. La recente attività della faglia (tardo Quaternario) è stata interpretata da Caputo et al. (2008) attraverso uno studio morfotettonico di dettaglio riguardante i depositi alluvionali del Fiume Sauro. In base alla sua lunghezza e apparente mancanza di segmentazione in superficie gli autori hanno calcolato una magnitudo massima di $M_w 6.8$, ed un possibile movimento cosismico verticale in superficie dell'ordine del metro. Di conseguenza, l'importanza della Faglia Scorciabuoi è rivestita nella sua relativa vicinanza all'impianto, nella sua incerta attività recente e quindi nella sua potenzialità di generare forti terremoti.

La Faglia Scorciabuoi è caratterizzata da una geometria approssimativamente verticale con immersione compresa tra 80° SO e 80° NE (e.g. Bonini e Sani, 2000; Caputo et al., 2007) e da una cinematica prevalente trascorrente sinistra (e.g. Hippolyte et al., 1994; Patacca e Scandone, 2001). Inoltre, la faglia sembra limitata all'interno dei depositi alloctoni, interessando solo i primi 2-4 km di crosta (i.e. Bonini e Sani, 2000; Progetto CARG). Dal 1985 ad oggi, entro un raggio di 15 km dal giacimento Tempa Rossa, sono stati registrati 6 terremoti di moderata magnitudo ($M_d 3.0-3.4$), localizzati a profondità comprese tra 5 e 8 km (Rovida et al., 2016).

Va evidenziato che il dato relativo alla profondità degli ipocentri presenta un elevato grado di incertezza (che varia tra ± 2 ad ± 4 km), e che per gli eventi prossimi al giacimento Tempa Rossa non è disponibile alcun meccanismo focale. Di conseguenza, l'associazione di questi eventi sismici alla Faglia Scorciabuoi è incerta.

Considerando che parte delle analisi e delle conclusioni di Caputo et al (2008) riguardo l'attività della Faglia Scorciabuoi si basano su interpretazioni di tomografie di resistività elettrica calibrate con due sondaggi nella stessa area (Caputo et al., 2007), si procede con la reinterpretazione dei dati esistenti, sulla base di quanto ottenuto dalle indagini eseguite nel presente lavoro.

L'interpretazione dei dati è basata sull'integrazione di metodi geofisici superficiali (i.e. tomografia di resistività elettrica e sismica a rifrazione) realizzati nell'area di Acinello e Canile (Fig.5.1) con i dati geologici derivanti dai rilievi in campagna e dai due sondaggi esistenti e reperibili in letteratura (i.e. Caputo et al., 2007).

I risultati acquisiti nell'area di Acinello consentono di identificare ed interpretare un modello a tre strati (Fig. 7.1): il primo strato comprende sedimenti sciolti (suolo recente) con una bassa velocità e resistività, il secondo strato è costituito da sedimenti fluviali che evidenziano la presenza di paleo-canali caratterizzati da una velocità intermedia e una alta resistività. L'ultimo strato rappresenta il substrato costituito da depositi marini (depositi arenacei e pelitici Plio-Pleistocenici del Bacino di Sant'Arcangelo), con una velocità relativamente alta e una resistività bassa. Tuttavia, la localizzazione esatta della faglia lungo lo stendimento è relativamente incerta, ma risulta non interessare i depositi fluviali recenti.

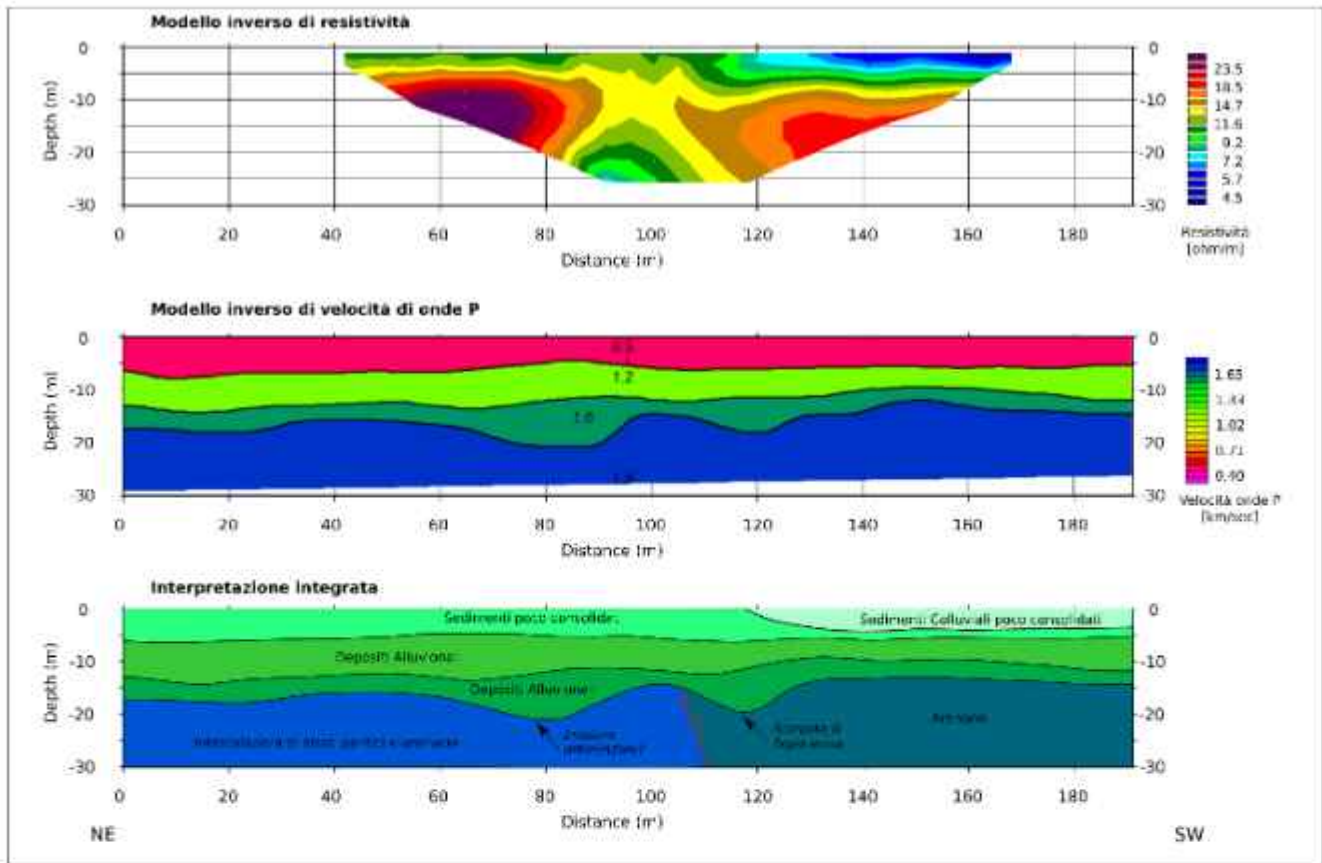


Figura 7.1 - Interpretazione dell'analisi congiunta (ERT-sismica a rifrazione) relativa all'area di Acinello

I dati relativi all'area del Canile possono essere interpretati come un modello a tre strati (Fig. 7.2): il primo strato caratterizzato da una bassa velocità e resistività può essere interpretato come costituito da sedimenti sciolti poco addensati, mentre il secondo con una velocità intermedia e una resistività alta rappresenterebbe depositi fluviali a geometria lenticolare. L'ultimo strato è interpretato come substrato dell'area, caratterizzato da una velocità relativamente alta e una resistività bassa. Le variazioni in profondità dei strati sopra descritti possono essere interpretate come il risultato della presenza di una scarpata di faglia o legate a forme di erosione differenziale. Tuttavia, è importante notare che non ci sono evidenze di fagliazione superficiale dei depositi alluvionali.

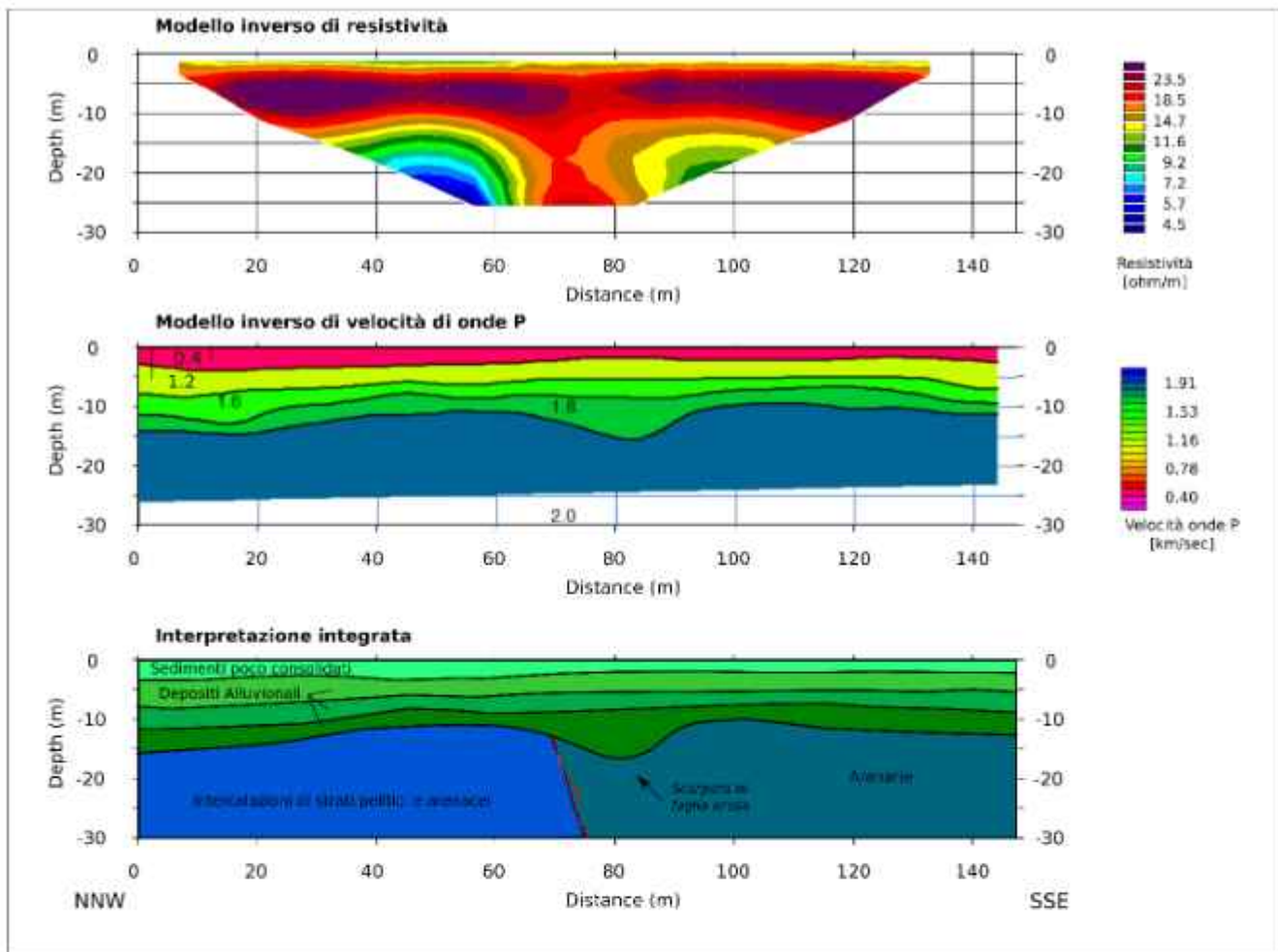


Figura 7.2 - Interpretazione congiunta dei dati per l'area Canile

I risultati ottenuti per le due aree di studio sono concordi con i dati di tomografia a resistività elettrica e con i due sondaggi realizzati da Caputo et al. (2007); tuttavia ne conseguono interpretazioni divergenti tra gli autori, in quanto il presente lavoro si avvale anche dei risultati di tomografia a riflessione sismica in grado di fornire un'interpretazione integrata, evitando così eventuali incertezze legate all'uso di una singola metodologia.

I risultati delle indagini svolte in questo studio (Fig. 7.3), mostrano che l'articolazione del substrato è da attribuirsi a fenomeni di erosione localizzata e i sedimenti definiti dagli autori come F2 al blocco di tetto della faglia vengono interpretati come arenarie del substrato di età pliocenica. Alcune sezioni (ERT 2 ed ERT 3) di Caputo et al. (2007) individuano la Faglia Scorciabuoi tra due litologie diverse (Arenarie ed intercalazione

pelitici-arenacei). Tuttavia, in accordo con quanto descritto precedentemente ed evidenziato dal rilevamento geologico dell'area, non ci sono indizi di fagliazione superficiale che interessino i depositi alluvionali del fiume Sauro.

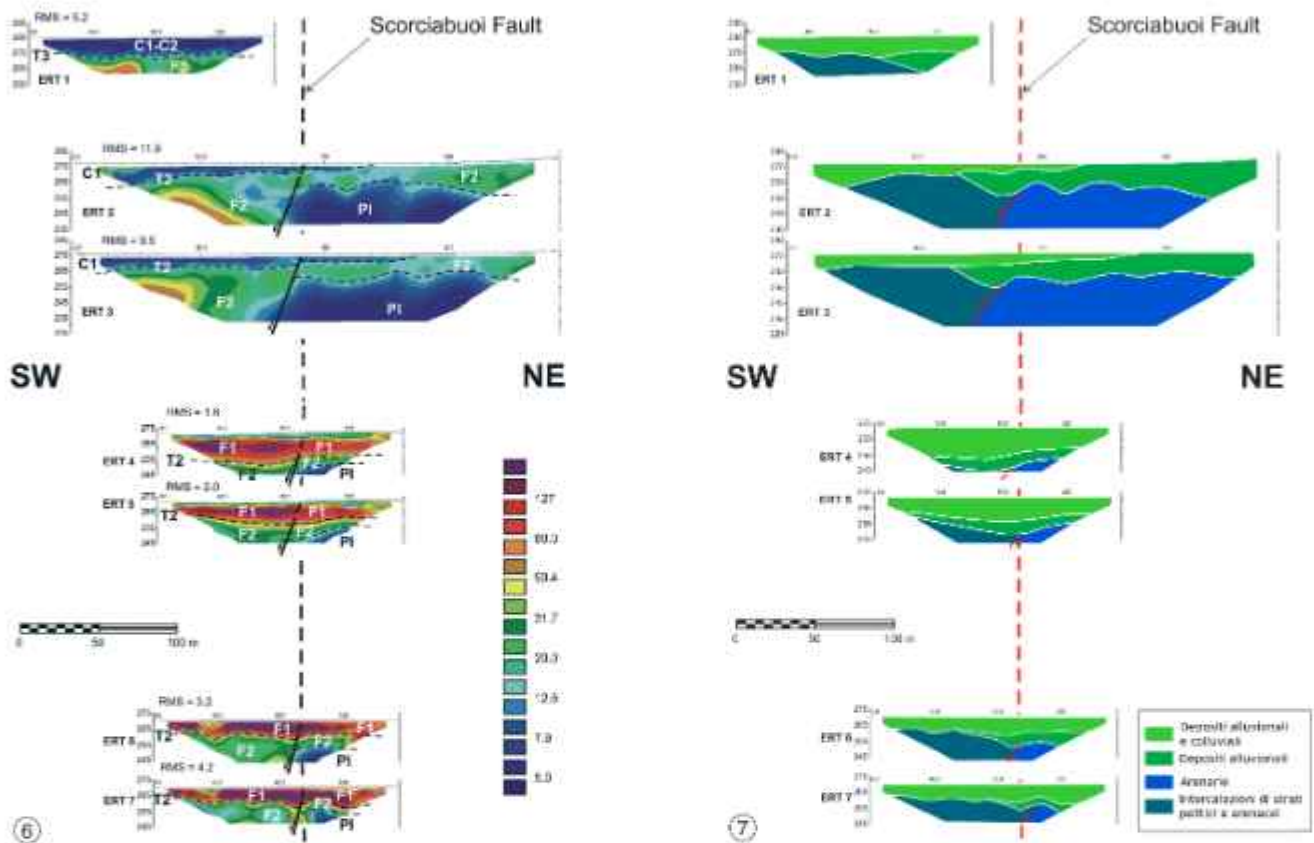


Figura 7.3 – (6) Interpretazione delle sette indagini geoelettriche ERT eseguite attraverso la Faglia Scorciabuoi in località Acinello (Caputo et al., 2007). I valori di resistività sono in Ωm . (7) Profili geologici reinterpretati nel presente lavoro dalle indagini geoelettriche ERT. Si noti che a differenza dell'interpretazione di Caputo et al. (2007), la Faglia Scorciabuoi non intercetta i depositi alluvionali tardo-quadernari del Torrente Sauro.

Questa interpretazione dei dati geofisici concorda con quanto emerso dal rilevamento geologico e geomorfologico effettuato nel settore settentrionale e nord-orientale del Bacino di Sant'Arcangelo, in tutto l'areale di affioramento della Faglia Scorciabuoi. Come riportato in capitolo 3, la Faglia Scorciabuoi disseca l'intera successione silicoclastica del Bacino di Sant'Arcangelo, di età Pliocene – Pleistocene inf. - medio (?), e le sottostanti successioni cretaco-mioceniche.

La Faglia Scorciabuoi si presenta sotto forma di contatti ad alto angolo e netti tra formazioni/associazioni litologiche differenti, con una direzione variabile da N110° a N135°, e immersione sia verso SSO (prevalente) sia verso NNE con pendenze comprese fra 70° e 90°.

Durante il Pleistocene inferiore, e probabilmente anche prima, in accordo con la letteratura precedente (es. Hippolyte et al., 1994; Bonini e Sani, 2000; Caputo et al., 2008), la faglia mostra evidenze di cinematica transpressiva sinistra. Non sono stati invece trovati evidenti indizi di tettonica distensiva in corrispondenza della Faglia Scorciabuoi, durante il Pliocene Inferiore.

L'analisi dei dati geologici non evidenzia alcun elemento superficiale di dislocazione dei depositi continentali quaternari o deformazione di terrazzi alluvionali in corrispondenza o nelle vicinanze della Faglia Scorciabuoi. Inoltre, è stato osservato che i depositi alluvionali terrazzati più giovani (età stimata 7.000-8.000, Caputo et al. 2008) e i depositi eluvio-colluviali incoerenti (età presumibilmente olocenica) suturano la Faglia Scorciabuoi senza alcuna deformazione.

Ulteriormente, la Faglia Scorciabuoi sembra essere suturata dal deposito continentale limoso-sabbioso rappresentante il paleosuolo bruno (età stimata superiore ai 60.000 anni - Fig., 4.18 e 4.19). Infine, non sono state trovate evidenze geomorfologiche a supporto di una tettonica recente della Faglia Scorciabuoi, come ad esempio faccette triangolari; e neppure il reticolo idrografico secondario mostra evidenze in accordo con la cinematica trascorrente della Faglia Scorciabuoi: le aste fluviali, infatti, appaiono non deviate oppure deviate sia a destra che a sinistra in corrispondenza della faglia, indicando un *pattern* idrografico indipendente dalla cinematica della faglia.

In conclusione, le indagini geofisiche, geologiche e geomorfologiche non mostrano elementi di deformazione superficiale legate alla Faglia Scorciabuoi, escludendone la sua attività durante almeno gli ultimi 60.000 anni. Le differenze trovate con studi precedenti sono da attribuire all'incertezza che caratterizza le prospezioni con metodi geofisici e

remoti utilizzati (Caputo et al., 2007 e Caputo et al., 2008, rispettivamente); tale studio dimostra inoltre l'importanza di integrare i risultati derivanti da diversi metodi di indagine geofisica (es. Tomografia di resistività elettrica, Sismica a rifrazione) con i dati geologici disponibili (sondaggi e dati di affioramento).

7.2 Area Val D'Agri e Potenza

Sulla base del modello crostale sviluppato ed in accordo con la distribuzione spaziale delle faglie sismogenetiche presenti nell'area, sono state individuate le diverse aree con faglie attive e potenzialmente capaci presenti nell'area di studio.

In tal senso vanno citate:

- la faglia val d'Agri e la faglia Agri Est, entrambe caratterizzate da cinematica normale e localizzate in Val d'Agri a circa 25 km in linea d'aria dall'impianto;
- la faglia normale del Vallo di Diano;
- la faglia di trascorrente di Potenza che fa parte del sistema Baragiano-Palagianello, a 30-40 km in linea d'aria dall'impianto.

Nell'area della Val d'Agri è stato localizzato il terremoto storico del 1857, a dimostrazione della presenza di strutture capaci di generare terremoti significativi distruttivi (Mw 6.0-7.5) Cello et al. (2003). In questa area (entro un raggio di 10 km dal paese Villa d'Agri), dal 1985 ad oggi, sono stati registrati sei terremoti con magnitudo tra 3.0 e 3.8, purtroppo la profondità riportata da INGV per la maggior parte di questi eventi è da considerarsi incerta in quanto gli ipocentri risultano plottati manualmente ad una profondità di 5 km. Tuttavia, il terremoto più recente (ottobre 2017, Mw 3.8) avvenuto nell'area, è stato localizzato ad una profondità di circa 14 km (tramite tecnica TDMT), tra il Vallo di Diano e la Val d'Agri. Il meccanismo focale di questo terremoto mostra chiaramente che l'evento può essere correlato ad una faglia normale con orientazione NO-SE.

Anche l'area circostante alla città di Potenza presenta sismicità storica significativa, con eventi importanti: la banca dati INGV ha registrato in questa zona, dal 1985 ad oggi, 84 terremoti con magnitudo tra 3 e 5; in particolare va ricordato il terremoto di maggio 1990 (Md 5.0) che causò numerosi danni nell'area di Potenza, a soli 10 anni dal terremoto dell'Irpinia (Mw 6.9).

7.3 Il Terremoto del 1857

Il 16 dicembre 1857, alle ore 20:15, 20:18 e 21:15 (GMT) tre violentissime scosse di terremoto devastarono una vasta area della Basilicata e una parte della Campania, causando oltre 19.000 morti. In particolare, furono colpite l'attuale provincia di Potenza e la zona centro-orientale di quella di Salerno. Più di 180 località, comprese in un'area di oltre 20.000 km², subirono danni gravissimi al patrimonio edilizio, tanto da rendere inagibili gran parte delle case. Entro quest'area, più di 30 centri subirono danni disastrosi: interi paesi e villaggi sparsi su una superficie di 3.150 km² furono rasi al suolo. Gli effetti cosismici si osservarono soprattutto nelle zone montuose, in particolare nell'alta Val d'Agri (Fig. 7.4). La maggior concentrazione dei danni fu riscontrata nell'Alta Val d'Agri a monte della diga del Pertusillo, ma intensità di IX e X grado MCS furono registrate in una regione estesa della parte settentrionale del Vallo di Diano fino al bacino di Sant'Arcangelo. La regione caratterizzata da intensità macrosismiche (MCS) pari al X grado o superiore si ritiene che fosse estesa per circa 900 km² (fonte INGV). Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI11), che riprende lo studio da Guidoboni et al. (2007), classifica questo terremoto con un'intensità epicentrale pari al grado XI della Scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) e una stima della magnitudo momento equivalente Mw=7,03. Secondo l'INGV questo terremoto riveste una particolare importanza per almeno tre aspetti: 1) è uno dei più distruttivi della storia sismica italiana degli ultimi 25 secoli, 2) è

il primo al mondo documentato fotograficamente ed è 3) il primo per cui la scienza dei terremoti fu definita come sismologia (da Mallet, 1862).

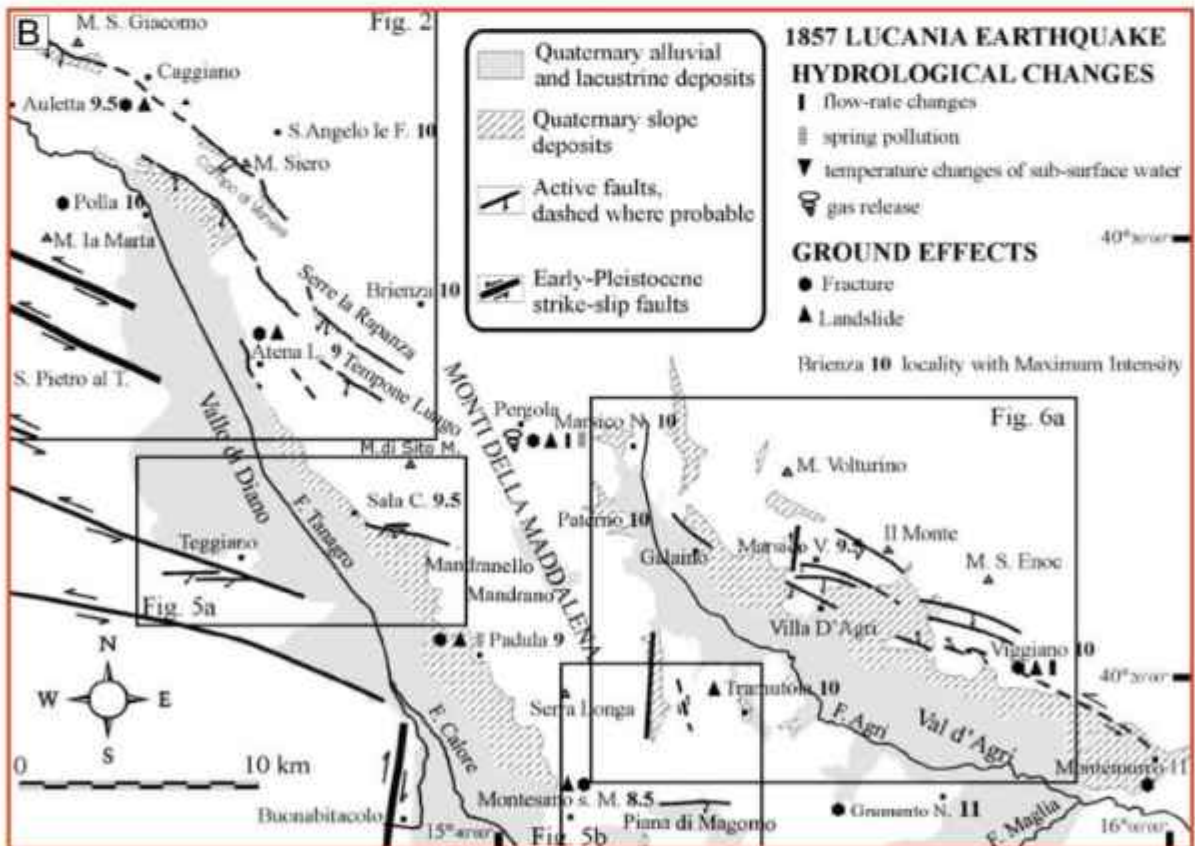
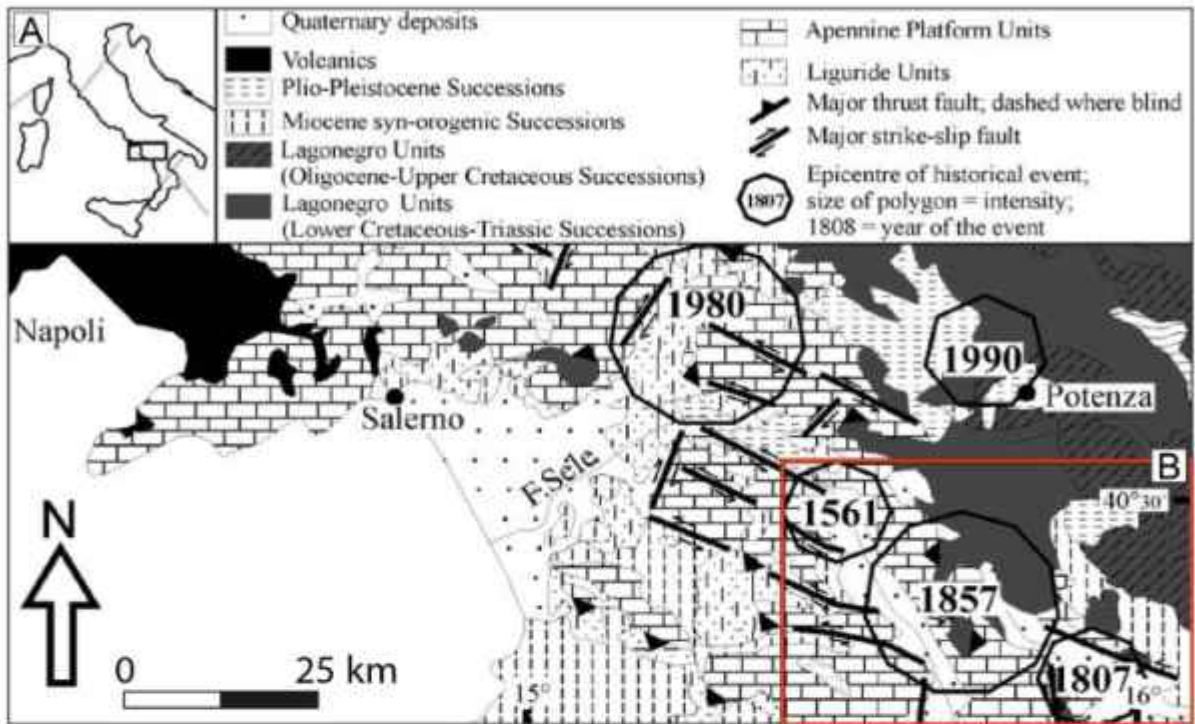


Figura 7.4 - A) Carta strutturale dell'Appennino meridionale con l'ubicazione dei terremoti storici (da Boschi et al., 1997). B) Carta delle faglie attive del tardo Quaternario affioranti in Val d'Agri e Vallo di Diano; nella carta sono anche rappresentati gli effetti cosismici associati al terremoto del 1857 (modificato da Cello et al., 2003).

Nell'area epicentrale del terremoto del 1857, i due sistemi di faglie normali e trastensive, ovvero quello della Val d'Agri e Vallo di Diano, mostrano evidenze della loro attività durante il Pleistocene superiore-Olocene (Cello et al., 2003). Il sistema di faglie del Vallo di Diano (DIFS) include per lo più faglie che hanno un *trend* NO-SE e ONO-ESE e che mostrano movimenti a lungo termine di poche centinaia di metri. I dati raccolti lungo i piani di faglia in roccia mostrano una cinematica da normale a trastensivo destro.

Per quanto riguarda invece il sistema di faglie della Val d'Agri (VAFS), questo risulta caratterizzato da zone di faglia di dimensioni diverse; dal punto di vista cinematico è un sistema che include faglie con movimento trascorrente sinistro, approssimativamente con *trend* di N120° e movimento transtensionale sinistro con *trend* N090-N100°.

Cello et al. (2003) suggeriscono che il terremoto del 1857 sia stato generato dalla rottura in rapida successione delle sorgenti sismogenetiche della porzione settentrionale del Vallo di Diano e della Alta Val d'Agri (Fig. 7.5). Secondo uno studio di McGuire et al. (2002) rotture prevalentemente unilaterali avvengono nell'80% dei grandi terremoti crostali per fagliazione normale, e quindi è molto probabile che questo tipo di rottura possa essere avvenuto anche durante il terremoto del 1857. Questa forte direttività spiegherebbe bene la forte asimmetria del danno verso sud-est, ovvero verso il bacino di Sant'Arcangelo.

Le faglie in Val d'Agri e quelle nel Vallo di Diano risultano spazialmente correlate con l'area epicentrale del terremoto del 1857, dove furono registrate significative deformazione del terreno (Boschi et al., 1997), tra cui nella terminazione nord del Vallo di Diano, tra Polla e Sala Consilia, in Val d'Agri, tra Marsico Nuovo e Montemurro e l'area tra i due sistemi di faglie affioranti, ovvero tra Brienza e Pergola (Fig. 7.5).

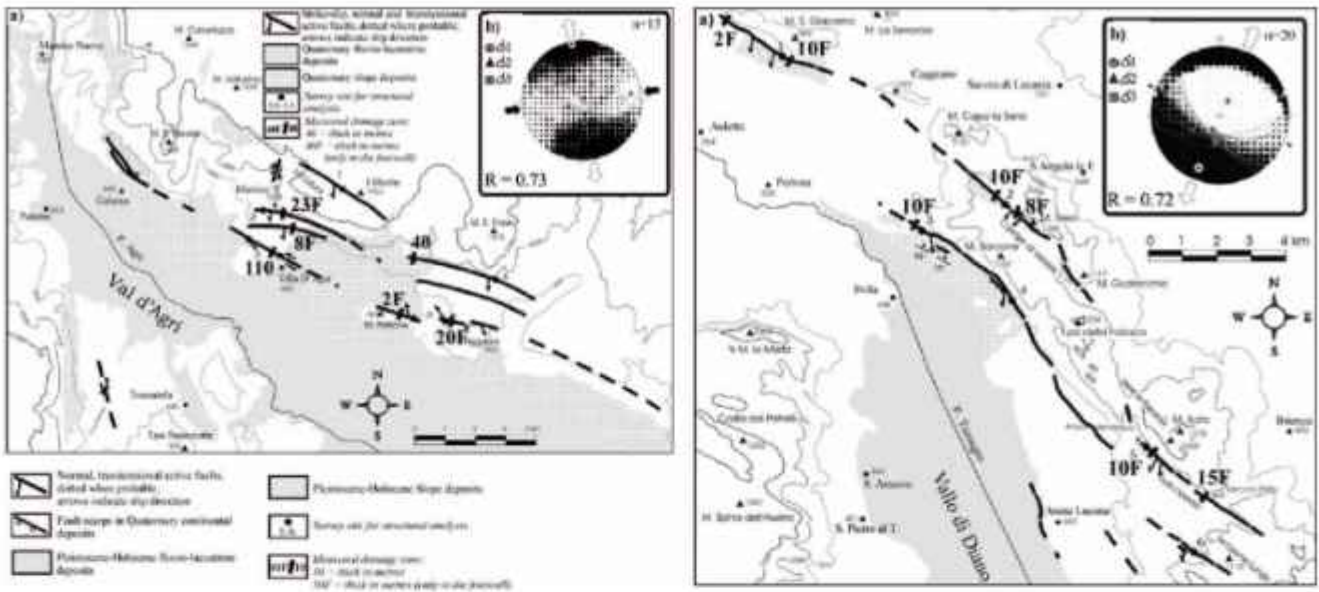


Figura 7.5 – Carta delle faglie attive con la serie di faglie della A) Val d’Agri e B) Vallo di Diano. Le geometrie del campo di stress sono ottenute dall’analisi del sistema di faglie della Val d’Agri (VAFS) e del Vallo di Diano (DIFS) (da Cello et al., 2003).

A conclusione di ciò, gli autori suggeriscono che le faglie attive esposte nel Vallo di Diano e in Val d’Agri siano l’espressione di una faglia sismogenetica profonda in gradi di 1) generare forti terremoti ($M_w=7.0-7.5$) come il risultato di una rottura complessiva e composita, legata all’interazione cinematica e meccanica tra il sistema di faglie del Vallo di Diano e quello della Val d’Agri, o 2) essere responsabili di terremoti di media intensità ($M_w 6.0$) quando solo uno dei due sistemi sismogenetici si attiva (Tabella 7.1).

Sorgente sismogenetica	Lunghezza (km)	Larghezza (km)	Massima profondità (km)	M_0^* attesa (N/m)	M_w^{**} attesa	M_w^{***} attesa
Melandro-Pergola	17.9	11.3	10.8	9.4E18	6.6	6.3
Alta Val d’Agri	23.0	13.5	12.7	1.4E19	6.7	6.5
<i>Entrambe</i>	41.0	13.5	12.7	2.6E19	6.9	6.7

Tabella 7.1 - Dimensioni delle sorgenti sismogenetiche potenzialmente responsabili del terremoto del 1857 (dal database DISS). * Ipotizza un movimento medio sul piano di faglia pari a 1,5 m, per similitudine con l’adiacente sorgente sismogenetica del terremoto dell’Irpinia del 23 novembre 1980. ** Basata sulla M_0 utilizzando le formule di Hanks e Kanamori (1979). *** Basata sulle dimensioni della faglia utilizzando le formule di Wells e Coppersmith (1994).

L'importante conclusione che ne deriva è che la zona ad alto potenziale sismogenetico in questo settore dell'Appennino meridionale rimane confinata ad ovest del giacimento petrolifero Tempa Rossa, nell'area della Val d'Agri.

8 CONCLUSIONI

La raccolta e l'elaborazione dei dati presentati in questo lavoro ha permesso di formulare quanto segue:

- 1) la Faglia Scorciabuoi è una faglia lunga circa 30 km, orientata ONO-ESE con prevalente cinematica trascorrente sinistra;
 - coinvolge i depositi marini cretacico-miocenici della catena appenninica e quelli pliocenici e del Pleistocene inferiore del Bacino di Sant'Arcangelo, nei quali ha sviluppato zone di deformazione di esiguo spessore (max 6 m);
 - è suturata da depositi continentali di varia natura di età Pleistocene superiore - Olocene, in particolare da un deposito limoso-sabbioso (possibile *glacis* di accumulo) la cui età è stimata in 60.000 anni o più antica;
- 2) in corrispondenza della Faglia Scorciabuoi non si segnalano elementi geomorfologici che evidenzino un fagliamento superficiale in tempi recenti (es. reticolo idrografico dislocato, faccette triangolari);
- 3) i risultati delle indagini geofisiche integrate, tomografia a rifrazione sismica e resistività elettrica, indicano l'esistenza di diversi corpi possibilmente alluvionali di età Pleistocene superiore senza evidenze di fagliazione. Il substrato può essere localizzato a una profondità tra 10 e 15 metri, lo stesso sembra essere composto da due diverse litologie: i) arenarie e ii) una sequenza pelitica-arenacea, messe a contatto dalla Faglia Scorciabuoi;
- 4) la sismicità strumentale registrata nell'area del giacimento petrolifero Tempa Rossa può essere considerata una sismicità di *back-ground*, in relazione all'attivazione di faglie e discontinuità strutturali minori, relative alla fagliazione e fratturazione della crosta superiore di tipo diffuso e non localizzato in corrispondenza di importanti faglie sismogenetiche.

5) il modello 3D crostale mostra la Faglia Scorciabuoi confinata all'interno dei terreni più superficiali coinvolti nella catena a pieghe e sovrascorrimenti sud-appenninica, senza interessare il substrato apulo. Come è possibile notare, la distribuzione degli ipocentri si allinea preferenzialmente con le sorgenti sismogenetiche modellate (INGV-DISS, Cello et al., 2003) e che il volume di roccia nell'intorno del piano della Faglia Scorciabuoi, presenta una minore sismicità rispetto al settore occidentale (Potenza) con eventi di magnitudo relativamente bassa ($M < 3.5$). Inoltre, i dati utilizzati nel modello 3D crostale, hanno permesso di caratterizzare il comportamento sismogenetico delle diverse unità geologiche presenti nel sottosuolo: l'analisi dei terremoti plottati lungo le sezioni di Mazzoli et al., 2013 ha consentito di individuare le unità geologiche entro le quali sono maggiormente distribuiti gli ipocentri e che sono quindi favorevoli a processi di rottura crostale, generando i terremoti registrati nell'area.

Sulla base di quanto sopra esposto è possibile concludere che la Faglia Scorciabuoi non è una Faglia Attiva e Capace, in grado di generare fagliazione superficiale in occasione di forti terremoti. In superficie è suturata da depositi continentali del Pleistocene superiore e in profondità non interessa il substrato apulo, è quindi confinata nei primi chilometri crostali e non ha carattere sismogenico. La sua attività è verosimilmente associabile alla genesi ed evoluzione dei bacini plio-pleistocenici di *piggyback* di Calvello e Sant'Arcangelo.

8.1 Conclusioni relative alle note ARPAB (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata)

Le conclusioni ottenute dal presente lavoro vengono di seguito contestualizzate rispetto alle note ARPAB relative alla sismicità dell'area.

8.1.1 Nella Figura 2.19 dell'Appendice G "Inquadramento sismotettonico dell'area e sismicità storica" viene rappresentata la Faglia Scorciabuoi, definita "Debated Source", che interseca l'area della concessione. Sarebbero auspicabili ulteriori studi su questo elemento tettonico per verificarne l'eventuale attività tardo-Pleistocenica e i relativi intervalli di ricorrenza; in particolare, sarebbe da verificare la possibilità di eseguire studi paleosismologici (trincee) in adeguati siti da individuare.

La Faglia Scorciabuoi è una faglia lunga circa 30 km, orientata ONO-ESE con prevalente cinematica trascorrente sinistra. Coinvolge i depositi marini cretacico-miocenici più superficiali della catena sud-appenninica e quelli pliocenici e del Pleistocene inferiore del Bacino di Sant'Arcangelo, nei quali ha sviluppato zone di deformazione di esiguo spessore (max 6 m). In profondità non interessa il substrato apulo e in superficie è suturata da depositi continentali di varia natura di età Pleistocene superiore - Olocene, in particolare da un deposito limoso-sabbioso (possibile glacis di accumulo) la cui età è stimata in 60.000 anni o più antica. In corrispondenza della faglia non si segnalano elementi geomorfologici che evidenzino un fagliamento superficiale in tempi recenti (es. reticolo idrografico dislocato, faccette triangolari). I risultati delle indagini geofisiche integrate, tomografia a rifrazione sismica e resistività elettrica, indicano l'esistenza di diversi corpi possibilmente alluvionali di età Pleistocene superiore senza evidenze di fagliazione. Il substrato può essere localizzato a una profondità tra 10 e 15 metri, lo stesso sembra essere composto da due diverse litologie: i) arenarie e ii) una sequenza pelitica-arenacea, messe a contatto tramite la Faglia Scorciabuoi. Le trincee esplorative non hanno evidenziato indizi di attività recente (<40k anni) e i depositi terrazzati alluvionali non manifestano dislocazioni associabili ad un movimento della Faglia Scorciabuoi.

8.1.2 Si rileva la mancanza di un'analisi comparata tra la sismicità registrata dal gennaio 2015 al febbraio 2016 nell'area della concessione e le strutture tettoniche individuate nell'Appendice G (es. Faglia Scorciabuoi) o tramite interpretazione di linee sismiche.

L'analisi comparata tra la sismicità registrata dal gennaio 2015 al febbraio 2016 dell'area della concessione e la sorgente ITDS016 Scorciabuoi che intercetta la concessione a SE ha permesso di studiare la relazione tra la sismicità dell'area della concessione Tempa Rossa e le possibili sorgenti sismogenetiche che intercettano la concessione in oggetto.

Gli eventi sismici riferiti al periodo 01/01/2015 - 28/02/2016 (fonti INGV) sono caratterizzati da una bassa magnitudo, generalmente compresa tra Mw 1 e Mw 2.0, con sedici eventi compresi tra Mw 2.0 e 2.5, cinque eventi con magnitudo compresa tra Mw 2.5 e 3.0, ed infine un solo evento misurato con Mw 3.1 (Tab. 6.2). Gli ipocentri di questi eventi sono caratterizzati da una generale diffusione aerea (Fig. 6.6) o con una leggera concentrazione dei terremoti nel settore ovest dell'area oggetto di modellazione, in prossimità della sorgente sismogenetica composita dell'Irpinia-Val d'Agri, mentre la profondità degli ipocentri è stimata tra i 5 ed i 10 km e quindi da ritenersi generalmente superficiali. I dati della sismicità del periodo 01/01/2015 - 28/02/2016 (fonti INGV) mostrano che non si hanno terremoti misurati nel settore sudorientale dell'area in prossimità della struttura della Faglia Scorciabuoi e dei pozzi della concessione Tempa Rossa e che quindi gli eventi sopra descritti potrebbero rappresentare la normale sismicità di fondo dell'area.

L'analisi della sismicità del periodo 01/01/2015 - 28/02/2016, effettuata nel presente lavoro su scala regionale, implementa i dati raccolti dalla rete di monitoraggio temporanea allestita da INGV per la valutazione del livello di base della sismicità naturale nell'area della Concessione, e conferma che la sismicità dell'area risulta essere scarsa e di bassa intensità. Tali risultati sono in accordo con i dati della sismicità storica (catalogo DBMI11 - <http://emidius.mi.ingv.it>), che mostrano che l'area della concessione non è stata sede di terremoti importanti né vede la presenza di sorgenti sismogenetiche accertate.

8.1.3 Si rileva la mancanza di una carta che rappresenti le relazioni spaziali esistenti tra i pozzi di estrazione e le strutture tettoniche individuate e descritte sia in Appendice G che in Appendice E. In Appendice E, a pag. 20, viene riportato che: "L'area del pozzo TR1 è localizzata sul versante occidentale del costone della Cima di S. Pietro, ad una quota di circa 1.010 m s.l.m. Tale versante è caratterizzato da una importante impronta tettonica, con aree in sovrascorrimento successivamente oggetto di fagliazione di tipo sostanzialmente distensivo."; inoltre, per il Pozzo TR2, viene riportato che: "L'area in oggetto si colloca ad una quota di circa 1.020 m s.l.m., situata poco ad ovest della cima Serra D'Evoio lungo un versante degradante in direzione ovest, verso la Fiumarella di Corleto, e posta a nord-est rispetto al lineamento tettonico noto come "Scorciabuoi". Le strutture tettoniche citate andrebbero caratterizzate meglio ed, eventualmente, investigate dal punto di vista paleosismologico.

In figura 6.1 vengono riportate le strutture sismotettoniche (documentate ed incerte) presenti nell'area oggetto di studio, reperite dal DISS (Database of Individual Seismogenic Source; DISS Working Group, 2018) e riassunte in Tabella 6.1. Inoltre, sono state aggiunte le sorgenti sismogenetiche delle faglie Agri Est e Caggiano, documentate in letteratura come attive e capaci (Cello et al., 2003). Per quanto riguarda la sismicità dell'area oggetto di modellazione, i dati parametrici omogenei (sia macrosismici che strumentali) relativi ai terremoti con intensità compresa tra $2 \leq Mw \leq 5$, sono stati scaricati dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15, Rovida et al., 2016)

dell'INGV, integrandoli con i più recenti eventi sismici disponibili nel sito web dell'INGV (<http://cnt.rm.ingv.it>).

Nome	Dimensioni (Lung. / Larg.)	Profondità (Min. - Max.)	Orientazione (Strike/Dip/Rake)	Referenze
<i>Val d'Agri</i>	23.0 / 13.5 km	1.0 - 12.7 km	316/60/270	DISS working group (2018)
<i>Agri Est</i>	~30.0 / 15.0 km	~1.0 - 12.5 km	~120/60/270	Cello et al. (2003)
<i>Caggiano</i>	~32.5 / 15.0 km	~1.0 - 12.5 km	~120/60/270	Cello et al. (2003)
<i>Melandro- Pergola</i>	17.9 / 11.3 km	1.0 - 10.8 km	317/60/270	DISS working group (2018)
<i>Potenza</i>	7.9 / 6.2 km	14.8 - 21.0 km	095/88/175	DISS working group (2018)
<i>San Gregorio Magno</i>	9.0 / 15.0 km	1.0 - 14.0 km	300/60/270	DISS working group (2018)
<i>Scorciabuoi</i>	~36.0 / 4.0 km	0.1 - 4.0 km	120/85/incerto	DISS working group (2018)

8.1.4 Si rileva anche la mancanza di una rappresentazione 3D delle relazioni spaziali esistenti tra il serbatoio petrolifero, i pozzi di estrazione e le strutture tettoniche descritte nell'Allegato G, con particolare attenzione per la faglia "Agri Valley" (vedi Appendice G), responsabile del forte terremoto del 1857.

Al fine di una migliore comprensione delle relazioni spaziali esistenti tra l'area della concessione Tempa Rossa, i pozzi di estrazione e le strutture tettoniche sopra descritte (Capitolo 2) si è resa necessaria la costruzione di un modello 3D crostale. Il modello 3D crostale ha messo in evidenza e valutato le possibili interazioni tra strutture sismogenetiche e terremoti, oltre a meglio inquadrare e caratterizzare l'area della Val d'Agri dove è presente l'omonima faglia "Val d'Agri", responsabile del terremoto Mw 7.0 del 1857.

Sulla base del modello crostale sviluppato ed in accordo con la distribuzione spaziale delle faglie sismogenetiche presenti nell'area, sono state individuate le diverse aree con faglie attive e potenzialmente capaci presenti nell'area di studio: 1) la faglia val d'Agri e la faglia Agri Est, entrambe caratterizzate da cinematica normale e localizzate in Val d'Agri a circa 25 km dell'impianto; 2) la faglia normale di Vallo di Diano; 3) la faglia di trascorrente di Potenza che fa parte del sistema Baragianello-Palagianello, a 30-40 km dal giacimento.

Nell'area della Val d'Agri è stato localizzato il terremoto storico del 1857, a dimostrazione della presenza di strutture capaci di generare terremoti significativi distruttivi (Mw 6.0-7.5) Cello et al. (2003). In questa area (entro un raggio di 10 km dal paese Villa d'Agri), dal 1985 ad oggi, sono stati registrati sei terremoti con magnitudo tra 3.0 e 3.8, purtroppo la profondità riportata da INGV per la

maggior parte di questi eventi è da considerarsi incerta in quanto è stata fissata pari a 5 km dall'operatore. Tuttavia, il terremoto più recente (ottobre 2017, Mw 3.8) avvenuto nell'area, è stato localizzato ad una profondità di circa 14 km (tramite tecnica TDMT), tra la Valle di Diano e la Val d'Agri. Il meccanismo focale di questo terremoto mostra chiaramente che l'evento può essere correlato ad una faglia normale con orientazione NO-SE.

Anche l'area circostante alla città di Potenza presenta sismicità storica significativa, con eventi importanti: la banca dati INGV ha registrato in questa zona, dal 1985 ad oggi, 84 terremoti con magnitudo tra 3 e 5; in particolare va ricordato il terremoto di maggio 1990 (Md 5.0) che causò numerosi danni nelle aree Potenza, a soli 10 anni dal terremoto dell'Irpinia (Mw 6.9).

I risultati più significativi dell'analisi del modello crostale mostrano che:

- nell'area in prossimità della Faglia Scorciabuoi e della concessione del giacimento Tempa Rossa non sono presenti importanti eventi sismici (Fig. 6.3 e 6.4).
- gli ipocentri con $M_w \geq 4.1$ sono localizzati nella zona di Potenza, potenzialmente associati alla faglia trascorrente di Potenza (Fig. 6.1) localizzata a una profondità considerevole (12-22 km). La attività trascorrente e il carattere sismogenetico della faglia di Potenza è messo in evidenza nel terremoto di $M_w=5.77$ del 1990 (Fig. 6.1). Nell'area di Potenza, sono registrati terremoti che dovute a la situazione dei ipocentri (Fig. 6.1, 6.3) non possono essere correlati alla faglia di Potenza o qualunque altra sorgente sismogenetica perciò devono essere parte della sismicità di fondo dell'area.
- ipocentri di terremoti con $M_w \geq 3.6$ sono presenti anche nella zona della Val d'Agri e Vallo di Diano, con una distribuzione più marcata lungo quelle che potrebbero rappresentare le faglie Val d'Agri, Agri Est, Caggiano e Melandro-Pergola (Fig. 6.1 e 6.4). Queste faglie allineate circa N-S hanno una attività sismica importante, anche storica (terremoto del 1857 - Fig. 6.1).

BIBLIOGRAFIA

- Ascione A., Ciarcia S., Di Donato V., Mazzoli S. & Vitale S. (2012) - The Pliocene-Quaternary wedge-top basins of southern Italy: an expression of propagating lateral slab tear beneath the Apennines. *Basin Research*, 24, 456-474, doi:10.1111/J.1365-2117.2011.00534.X.
- Basili, R., Valensise, G., Vannoli, P., Burrato, P., Fracassi, U., Mariano, S., Tiberti, M.M. and Boschi, E. (2008) - The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology. *Tectonophysics*, 453 (1-4), pp.20-43.
- Basili, R., D'Amico, V., Meletti, C., Valensise, G. (2017) - Linee-guida per la redazione e le istruttorie degli studi sismotettonici relativi alle grandi dighe. Accordo tra INGV e Direzione Generale Dighe, Ministero Infrastrutture e Trasporti, pp. 56.
- Benvenuti, M., Bonini, M., Moratti, G. and Sani, F. (2006) - Tectonosedimentary evolution of the Plio-Pleistocene Sant'Arcangelo Basin (southern Apennines, Italy). In *Tectonics of the Western Mediterranean and North Africa*, edited by Moratti, G. and Chalouan, A., Geological Society, London, Special Publication, 262, pp.289-322.
- Bertello, F., Fantoni, R., Franciosi, R., Gatti, V., Ghielmi, M. and Pugliese, A. (2010) - January. From thrust-and-fold belt to foreland: hydrocarbon occurrences in Italy. In *Geological Society, London, Petroleum Geology Conference series (Vol. 7, No. 1, pp. 113-126)*. Geological Society of London.
- Bianca, M. and Caputo, R. (2003) - Analisi morfotettonica ed evoluzione quaternaria della Val d'Agri, Appennino meridionale. *Il Quaternario*, 16(2), pp.158-170.
- Bonini, M. and Sani, F. (2000) - Thrusting, strike-slip faulting and syntectonic deposition in the Potenza-Guardia Perticara area (Basilicata, southern Apennines, Italy). *Mem. Soc. Geol. It.*, 55, pp.123-132.
- Bonini M., Sani F., Moratti G & Benvenuti M.G. (2011) - Quaternary evolution of the

- Lucania Apennine thrust front area (Southern Italy), and its relations with the kinematics of the Adria Plate boundaries. *Journal of Geodynamics*, 51, 125–140.
- Boschi, E., Guidoboni, E., Ferrari, G., Mariotti, D., Valensise, G. and Gasperini, P. (2000) - Catalogue of Strong Italian Earthquakes from 461 BC to 1997 (Appendix to volume 43 N 4, 2000). *Annals of Geophysics*, 43(4).
- Branno, M., De Franciscis, V. and Tosi, L. (1983) - In vitro methylation of histones in sea urchin nuclei during early embryogenesis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Gene Structure and Expression*, 741(1), pp.136-142.
- Burrato, P. and Valensise, G. (2008) - Rise and Fall of a Hypothesized Seismic Gap: Source Complexity in the Mw 7.0 16 December 1857 Southern Italy Earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 98(1), pp.139-148.
- Butler R.W.H., Mazzoli S., Corrado S., De Donatis M., Di Bucci D., Gambini R., Naso G., Nicolai C., Scrocca D., Shiner P. & Zucconi V. (2004) - Applying thick-skinned tectonic models to the Apennine thrust belt of Italy: Limitations and implications. In: *Thrust Tectonics and Petroleum Systems* (Ed. by K.R. McClay). *AAPG Mem.*, 82, 647-667.
- Caputo, R., Salviulo, L., Piscitelli, S. and Loperte, A. (2007) - Late Quaternary activity along the Scorciabuoi Fault (southern Italy) as inferred from electrical resistivity tomographies. *Ann. Geophys.*, 50(2), pp.213-224.
- Caputo, R., Salviulo, L., Bianca, M. (2008) - Late Quaternary activity of the Scorciabuoi Fault (southern Italy) as inferred from morphotectonic investigations and numerical modeling. *Tectonics*, 27, TC3004, doi:10.1029/2007TC002203.
- Casciello, E., Cesarano, M. and Cosgrove, J.W. (2004) - Shear deformation of pelitic rocks in a large-scale natural fault. *Geological Society, London, Special Publications*, 224(1), pp.113-125.
- Casero, P., Roure, F., Endignoux, L., Moretti, I., Muller, C., Sage, L. and Vially, R. (1988) - Neogene geodynamic evolution of the Southern Apennines. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41(1), pp.109-120.

- Cassinis R., Scarascia S. & Lozej A. (2003) - The deep crustal structure of Italy and surrounding areas from seismic refraction data; a new synthesis. *Ital. J. Geosci*, 122, 365-376.
- Catalano, S., Monaco, C., Tortorici, L., Paltrinieri, W. and Steel, N. (2004) - Neogene-Quaternary tectonic evolution of the southern Apennines. *Tectonics*, 23(2).
- Cello, G., Mazzoli, S. (1999) - Apennine tectonics in southern Italy: a review. *Journal of Geodynamics* 27, 191-211.
- Cello, G., Gambini, R., Mazzoli, S., Read, A., Tondi, E. and Zucconi, V. (2000) - Fault zone characteristics and scaling properties of the Val d'Agri Fault System (Southern Apennines, Italy). *Journal of Geodynamics*, 29(3-5), pp.293-307.
- Cello, G., Tondi, E., Micarelli, L., Mattioni, L. (2003) - Active tectonics and earthquake sources in the epicentral area of the 1857 Basilicata earthquake (Southern Italy). *Journal of Geodynamics*, 36, 37-50.
- Cippitelli G. (2007) - The CROP-04 seismic profile. Interpretation and structural setting of the Agropoli-Barletta Geotraverse. In CROP-04 (Ed. By A. Mazzotti, E. Patacca And P. Scandone). *Boll. Soc. Geol. IT., Special Issue*, 7, 267-281.
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 2015.
- D'Argenio, B., Pescatore, T. and Scandone, P. (1973) - Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania). *Accademia Nazionale dei Lincei*, 182, pp.49-72.
- D'Argenio, B., Pescatore, T. and Scandone, P. (1975) - Structural pattern of the Campania-Lucania Apennines. In *Structural Model of Italy*, *Quad. Ric. Sci.*, 90, pp.313-327.
- Dewey, J.F., Helman, M.L., Knott, S.D., Turco, E. and Hutton, D.H.W. (1989) - Kinematics

of the western Mediterranean. Geological Society, London, Special Publications, 45(1), pp.265-283.

Di Bucci, D., Ravaglia, A., Seno, S., Toscani, G., Fracassi, U. and Valensise, G. (2006) - Seismotectonics of the southern Apennines and Adriatic foreland: Insights on active regional E-W shear zones from analogue modeling. *Tectonics*, 25(4).

Di Bucci, D., Ridente, D., Fracassi, U., Trincardi, F. and Valensise, G. (2009) - Marine palaeoseismology from very high resolution seismic imaging: the Gondola Fault Zone (Adriatic foreland). *Terra Nova*, 21(5), pp.393-400.

DISS Working Group (2015). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0

DISS Working Group (2018). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1.

Doglioni, C. (1991) - A proposal for the kinematic modelling of W-dipping subductions-possible applications to the Tyrrhenian-Apennines system. *Terra Nova*, 3(4), pp.423-434.

Doglioni, C., F. Mongelli, and P. Pieri (1994), The Puglia uplift (SE Italy): An anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere, *Tectonics*, 13(5), 1309-1321, doi: 10.1029/94TC01501.

Doglioni, C. , Harabaglia, P. , Martinelli, G. , Mongelli, F. and Zito, G. (1996), A geodynamic model of the Southern Apennines accretionary prism. *Terra Nova*, 8: 540-547. doi:10.1111/j.1365-3121.1996.tb00783.x

Fracassi, U. and Valensise, G. (2007) - Unveiling the sources of the catastrophic 1456 multiple earthquake: Hints to an unexplored tectonic mechanism in southern Italy.

Bulletin of the Seismological Society of America, 97(3), pp.725-748.

Guidoboni, E., Ferrari, G., Mariotti, D., Comastri, A., Tarabusi, G. and Valensise, G. (2007) - Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 BC-1997) and Mediterranean Area (760 BC-1500).

Hanks, T.C. and Kanamori, H. (1979) - A moment magnitude scale. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 84(B5), pp.2348-2350.

Hippolyte, J.C., Angelier, J., Roure, F. and Casero, P. (1994) - Piggyback basin development and thrust belt evolution: structural and palaeostress analyses of Plio-Quaternary basins in the Southern Apennines. Journal of Structural Geology, 16(2), pp.159-173.

INGV (2018). Lista Terremoti aggiornata in tempo reale - INGV Centro Nazionale Terremoti. [online] Cnt.rm.ingv.it. Available at: <http://cnt.rm.ingv.it> [Accessed 19 Jul. 2018].

INGV (2016). Campagna di sismica passiva per lo studio della sismicità di fondo della Concessione Gorgoglione – report finale, giugno 2016.

Improta L. & Corciulo M. (2006) - Controlled source nonlinear tomography: A powerful tool to constrain tectonic models of the Southern Apennines orogenic wedge, Italy. Geology, 34, 941-944.

Improta, L., Bagh, S., De Gori, P., Valoroso, L., Pastori, M. Piccinini, D Chiarabba, C. Anselmi, M., Buttinelli, M. (2017). Reservoir Structure and Wastewater-Induced Seismicity at the Val d'Agri Oilfield (Italy) Shown by Three-Dimensional Vp and Vp/Vs Local Earthquake Tomography. Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 10.1002/2017JB014725.

Kastens, K., Mascle, J., Auroux, C., Bonatti, E., Broglia, C., Channell, J., Curzi, P., Emeis, K.C., Glaçon, G., Hasegawa, S. and Hieke, W. (1988) - ODP Leg 107 in the Tyrrhenian Sea: Insights into passive margin and back-arc basin evolution. Geological Society of America Bulletin, 100(7), pp.1140-1156.

- Knott, S.D. (1987) - The Liguride complex of southern Italy—A Cretaceous to Paleogene accretionary wedge. *Tectonophysics*, 142(2-4), pp.217-226.
- Malinverno, A. and Ryan, W.B. (1986) - Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as result of arc migration driven by sinking of the lithosphere. *Tectonics*, 5(2), pp.227-245.
- Mallet, R. (1862) - Great Neapolitan Earthquake of 1857: The First Principles of Observational Seismology as Developed in the Report to the Royal Society of London of the Expedition Made by Command of the Society Into the Interior of the Kingdom of Naples, to Investigate the Circumstances of the Great Earthquake of Demember 1857 (Vol. 2). Chapman and Hall.
- Mazzoli, S. and Helman, M. (1994) - Neogene patterns of relative plate motion for Africa-Europe: some implications for recent central Mediterranean tectonics. In *Active Continental Margins—Present and Past* (pp. 464-468). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Mazzoli S., Corrado S., De Donatis M., Scrocca D., Butler R.W.H., Di Bucci D., Naso G., Nicolai C. & Zucconi V. (2000) - Time and space variability of "thin-skinned" and "thick-skinned" thrust tectonics in the Apennines (Italy). *Rend. Lincei, Scienze Fisiche e Naturali*, 11 (serie 9), 5-39.
- Mazzoli, S., Barkham, S., Cello, G., Gambini, R., Mattioni, L., Shiner, P. and Tondi, E., (2001) - Reconstruction of continental margin architecture deformed by the contraction of the Lagonegro Basin, southern Apennines, Italy. *Journal of the Geological Society*, 158(2), pp.309-319.
- Mazzoli, S., Ascione, A., Candela, S., Iannace, A., Megna, A., Santini, S., & Vitale, S. (2013) - Subduction and continental collision events in the southern Apennines: Constraints from two crustal cross-sections. *Rendiconti Online Societa Geologica Italiana*, 25(September), 78-84. <https://doi.org/10.3301/ROL.2013.07>
- Mazzoli, S., Ascione, A., Candela, S., Iannace, A., Megna, A., Santini, S., & Vitale, S. (2013) - Subduction and continental collision events in the southern Apennines:

Constraints from two crustal cross-sections. *Rendiconti Online Societa Geologica Italiana*, 25 (September), 78–84. <https://doi.org/10.3301/ROL.2013.07>

Menardi Noguera A. & Rea G. (2000) - Deep structure of the Campanian-Lucanian Arc (southern Apennines). *Tectonophysics*, 324, 239-265.

Mostardini, F., and Merlini, S. (1986) - Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale. *Memorie della Societa Geologica Italiana*, 35, pp.177-202.

Mucciarelli, M., Gallipoli, M. R., Lizza, C., Nostro, C. (2007) - Effetti di amplificazione sismica in Val d'Agri e conseguenze per la localizzazione del terremoto del 1857. Dipartimento Strutture ed all'Ingegneria, G.A.,

Nicolai, C. and Gambini, R. (2007) - Structural architecture of the Adria platform-and-basin system. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 7, pp.21-37.

Noguera, A.M. and Rea, G. (2000) - Deep structure of the Campanian–Lucanian arc (southern Apennine, Italy). *Tectonophysics*, 324(4), pp.239-265.

Ogniben, L. (1969) - Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano. *Mem. Soc. Geol. It.*, 8, pp.453-763.

Onofrio, V., Tropeano, M., Festa, V., Moretti, M., and Sabato, L. (2009) - Quaternary transpression and lacustrine sedimentation in the San Lorenzo area (Sant'Arcangelo Basin, Italy). *Sedimentary Geology*, 222(1–2), pp.78-88.

Patacca, E., Sartori, R. and Scandone, P. (1990) - Tyrrhenian basin and Apenninic arcs: kinematic relations since Late Tortonian times. *Memorie della Societa'Geologica Italiana*, 45, pp.425-451.

Patacca, E. and Scandone, P. (1989) - Post-Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic lithospheric slab. *Atti dei Convegni Lincei*, 80, pp.157-176.

Patacca, E., Sartori, R. and Scandone, P. (1992) - Tyrrhenian Basin and Apennines. Kinematic evolution and related dynamic constraints. In *Proceedings of the Course*

- on Recent Evolution and Seismicity of the Mediterranean Area, Erice - 1992, pp.1-10.
- Patacca, E. and Scandone, P. (2001) - Late thrust propagation and sedimentary response in the thrust-belt–foredeep system of the Southern Apennines (Pliocene-Pleistocene). In *Anatomy of an orogen: the Apennines and Adjacent Mediterranean Basins* (pp. 401-440). Springer, Dordrecht.
- Pavlidis, S. and Caputo, R. (2004) - Magnitude versus faults' surface parameters: quantitative relationships from the Aegean Region. *Tectonophysics*, 380(3-4), pp.159-188.
- Pieri, P., Sabato, L., Loiacono, F. and Marino, M. (1994) - Il bacino di piggy back di Sant'Arcangelo: evoluzione tettonico-sedimentaria. *Boll. Soc. Geol. It.*, 113, pp.465-481.
- Pieri, P., Vitale, G., Beneduce, P., Doglioni, C., Gallicchio, S., Giano, S.I., Loizzo, R., Moretti, M., Prosser, G., Sabato, L., Schiattarella, M., Tramutoli, M. and Tropeano, M. (1997) - Tettonica quaternaria nell'area bradanico-ionica. *Il Quaternario*, 10, pp.535-542.
- Pondrelli, S., Salimbeni, S., Ekström, G., Morelli, A., Gasperini, P. and Vannucci, G. (2006) - The Italian CMT dataset from 1977 to the present. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 159(3-4), pp.286-303.
- Rovida, A., Locati, M., Camassi, R., Lolli, B., Gasperi (2016). CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.
- Scarascia S., Lozej A. & Cassinis R. (1994) - Crustal structures of the Ligurian, Tyrrhenian and Ionian seas and adjacent onshore areas interpreted from wide-angle seismic profiles. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, 36, 141-144.
- Schiattarella, M., Giano, S.I. and Gioia, D. (2017) - Long-term geomorphological evolution of the axial zone of the Campania-Lucania Apennine, southern Italy: A review. *Geologica Carpathica*, 68(1), pp.57-67.

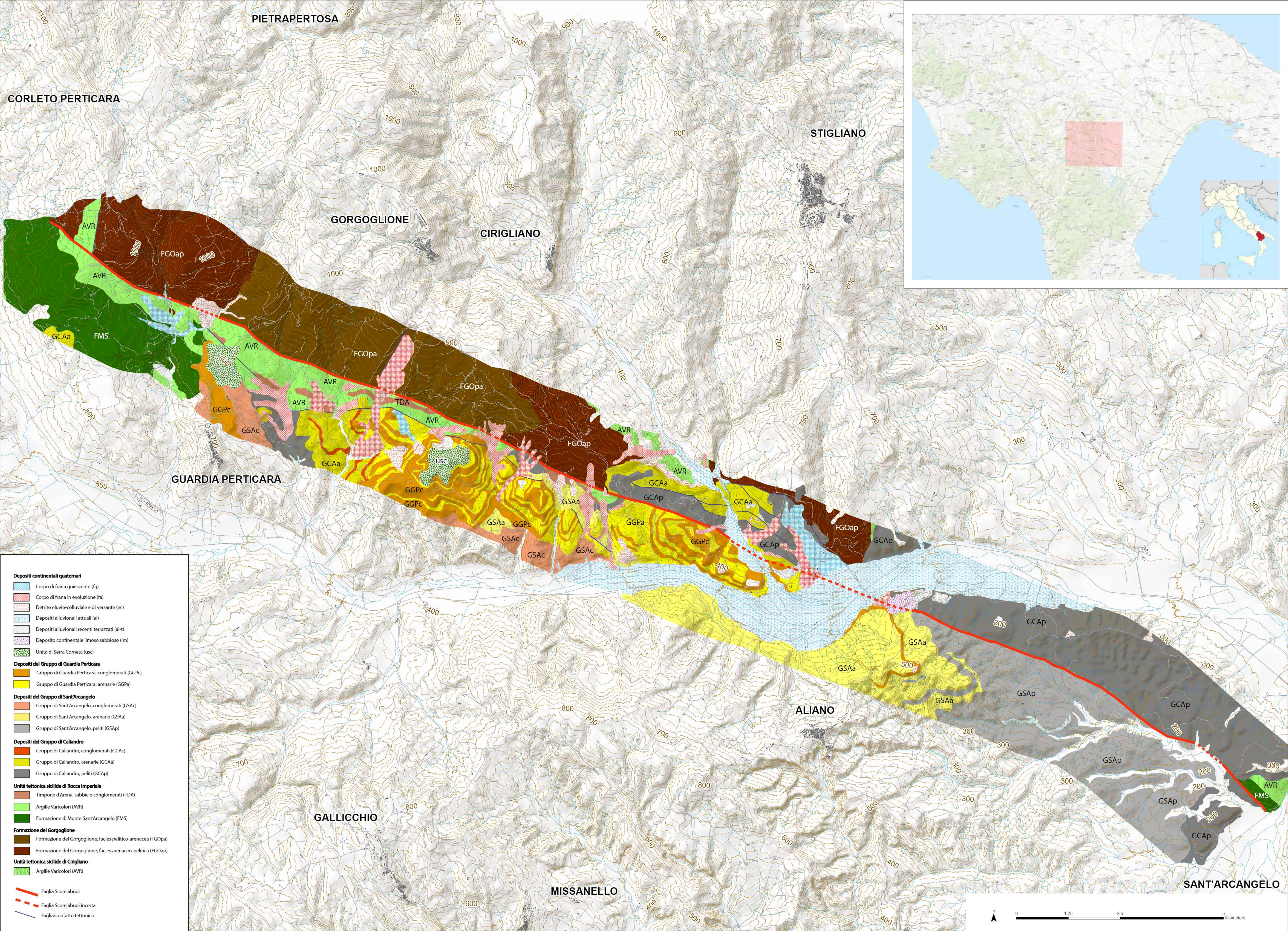
- Scrocca, D., Carminati, E. and Doglioni, C. (2005) - Deep structure of the southern Apennines, Italy: Thin-skinned or thick-skinned?. *Tectonics*, 24(3).
- Scrocca D., Sciamanna S., Di Luzio E., Tozzi M., Nicolai C. & Gambini R. (2007) - Structural setting along the CROP-04 deep seismic profile (Southern Apennines - Italy). *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. spec., 7, 283-296
- Sgrosso, I. (1988) - Nuovi elementi per un più articolato modello paleogeografico nell'Appennino centromeridionale. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 41, pp.225-242.
- Shiner P., Beccacini A. & Mazzoli S. (2004) - Thin-skinned versus thick-skinned structural models for Apulian Carbonate Reservoirs: constraints from the Val D'Agri Fields. *Mar. Petrol. Geol.*, 21, 805-827.
- Speranza F., & Chiappini M. (2002) - Thick-skinned tectonics in the external Apennines, Italy: New evidence from magnetic anomaly analysis. *J. Geophys. Res.*, 107, 2290.
- Spina, V., Tondi, E., Galli, P., Mazzoli, S., Cello, G. (2008) - Quaternary fault segmentation and interaction in the epicentral area of the 1561 earthquake (Mw=6.4), Vallo di Diano, southern Apennines, Italy. *Tectonophysics*, 453, 233-245.
- Steckler M.S., Piana Agostinetti, N., Wilson C.K., Roselli P., Seeber L., Amato A. & Lerner-Lam A. (2008) - Crustal structure in the Southern Apennines from teleseismic receiver functions. *Geology*, 36 (2), 155-158.
- Valensise, G. and Pantosti, D. (2001) - The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review. *Journal of Seismology*, 5(3), pp.287-306.
- Valensise, G., Pantosti, D. and Basili, R. (2004) - Seismology and tectonic setting of the 2002 Molise, Italy, earthquake. *Earthquake Spectra*, 20(S1), pp.S23-S37.
- Vallée, M. and Di Luccio, F. (2005) - Source analysis of the 2002 Molise, southern Italy, twin earthquakes (10/31 and 11/01). *Geophysical Research Letters*, 32(12).
- Tondi, E. (2000) - Geological analysis and seismic hazard in the central Apennines (Italy). *Journal of Geodynamics*, 29(3-5), pp.517-533.

CARTOGRAFIA

Regione Basilicata ISPRA Progetto CARG - Foglio Sant'Arcangelo 506 (1:50.000)

Geoportale RSDI Basilicata – Digital Terrain Model (risoluzione 10m)

PAI Autorità di Bacino (AdB) Basilicata - Classificazione delle frane



PIETRAPERTOSA

CORLETO PERTICARA

STIGLIANO

GORGOGNONE

CIRIGLIANO

GUARDIA PERTICARA

ALIANO

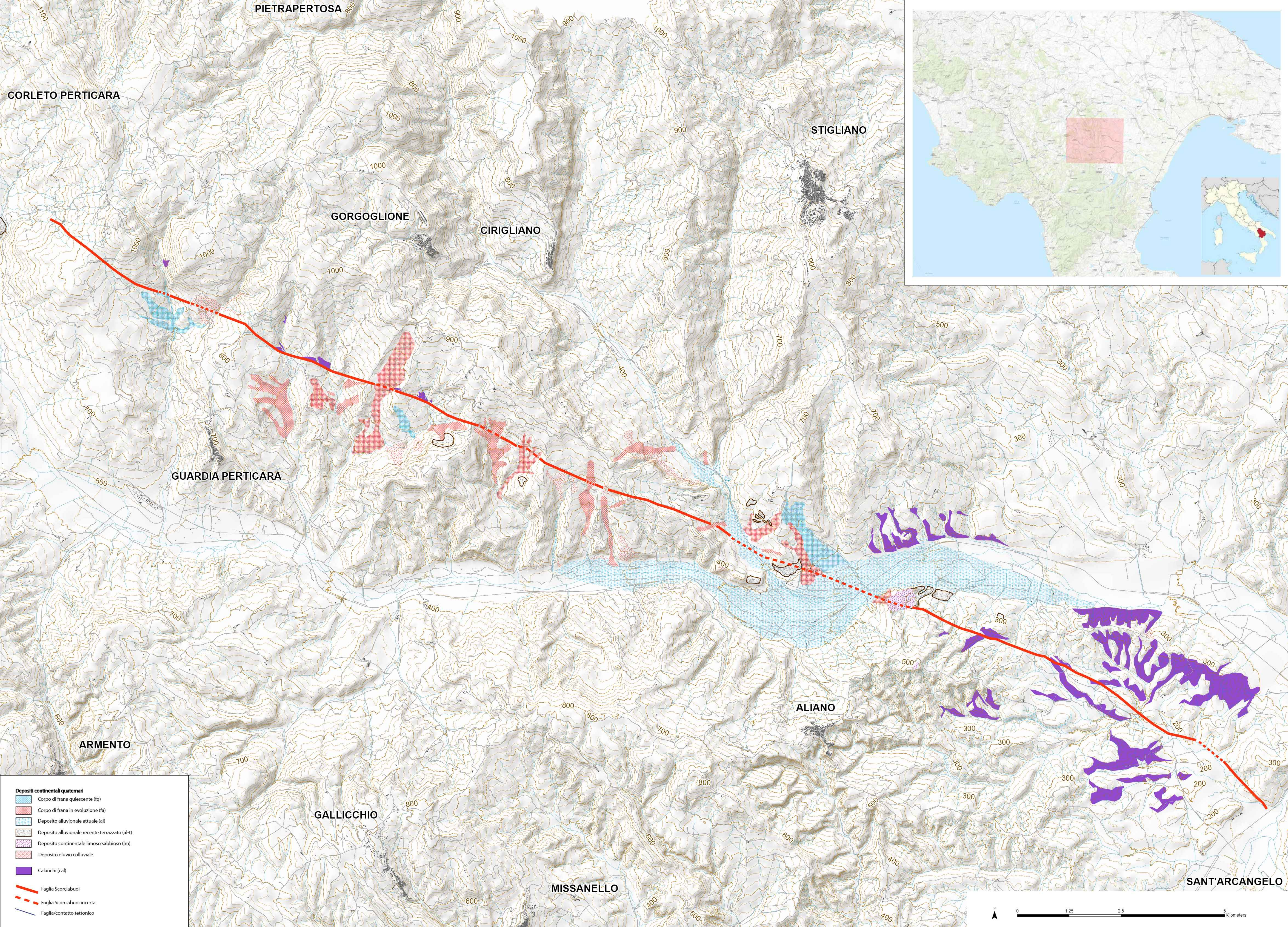
GALLICCHIO

MISSANELLO

SANT'ARCANGELO

- Depositi continentali quaternari**
- Corpo di frana quiescente (fq)
 - Corpo di frana in evoluzione (fa)
 - Detrito eluvio-colluviale e di versante (ec)
 - Depositi alluvionali attuali (al)
 - Depositi alluvionali recenti terrazzati (al-t)
 - Deposito continentale limoso sabbioso (lm)
 - Unità di Serra Corneta (usc)
- Depositi del Gruppo di Guardia Perticara**
- Gruppo di Guardia Perticara, conglomerati (GGPc)
 - Gruppo di Guardia Perticara, arenarie (GGPa)
- Depositi del Gruppo di Sant'Arcangelo**
- Gruppo di Sant'Arcangelo, conglomerati (GSAc)
 - Gruppo di Sant'Arcangelo, arenarie (GSAa)
 - Gruppo di Sant'Arcangelo, peliti (GSAp)
- Depositi del Gruppo di Callandro**
- Gruppo di Callandro, conglomerati (GCAC)
 - Gruppo di Callandro, arenarie (GCAa)
 - Gruppo di Callandro, peliti (GCAP)
- Unità tettonica sicilide di Rocca Imperiale**
- Timpone d'Arena, sabbie e conglomerati (TDA)
 - Argille Varicolori (AVR)
 - Formazione di Monte Sant'Arcangelo (FMS)
- Formazione del Gorgoglione**
- Formazione del Gorgoglione, facies pelitico-arenacea (FGOpa)
 - Formazione del Gorgoglione, facies arenacea-pelitica (FGOap)
- Unità tettonica sicilide di Cirigliano**
- Argille Varicolori (AVR)
- Faglia Scorciabuoi**
- Faglia Scorciabuoi
 - Faglia Scorciabuoi incerta
 - Faglia/contatto tettonico





CORLETO PERTICARA

PIETRAPERTOSA

STIGLIANO

GORGOGNONE

CIRIGLIANO

GUARDIA PERTICARA

ARMENTO

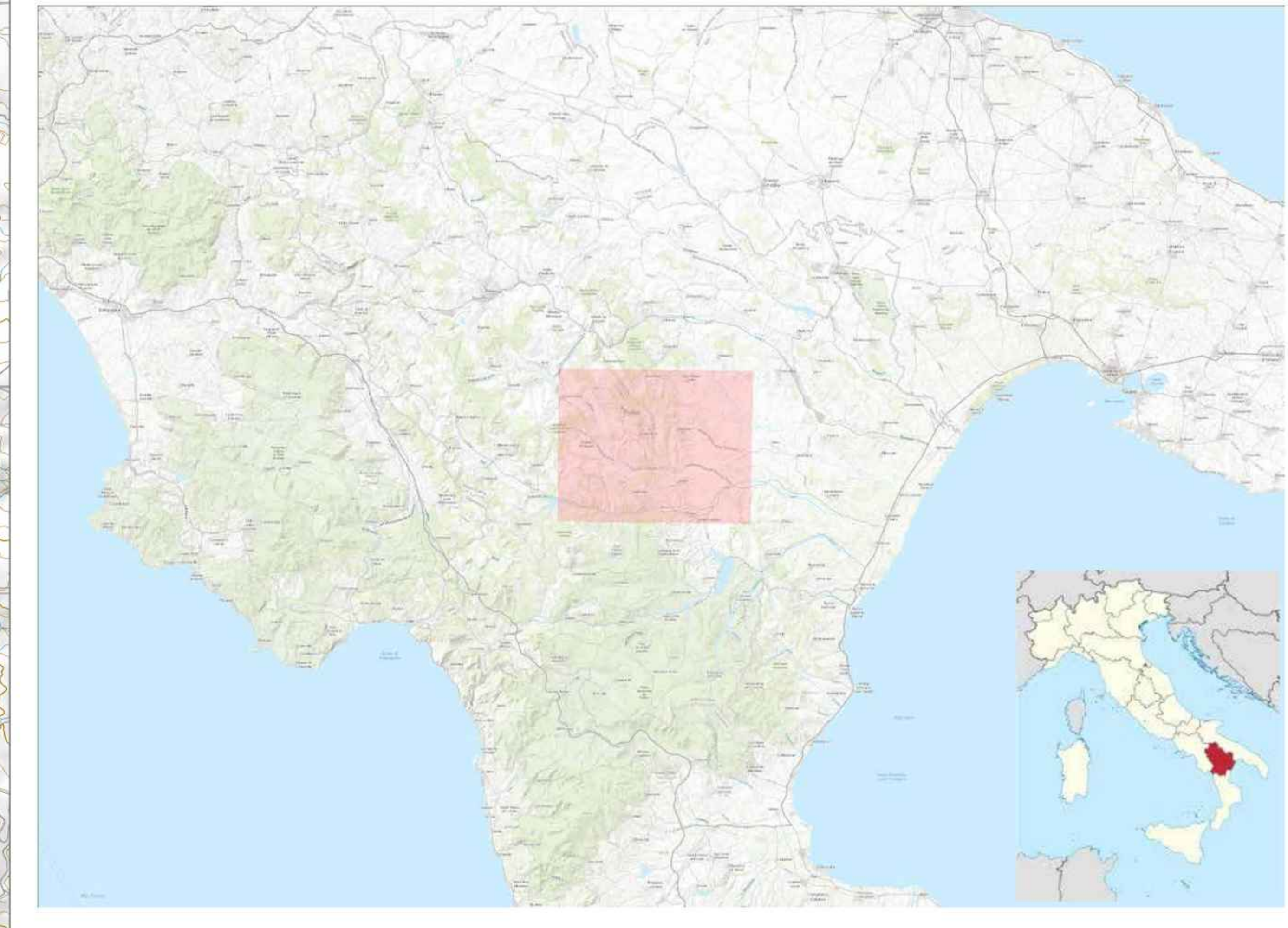
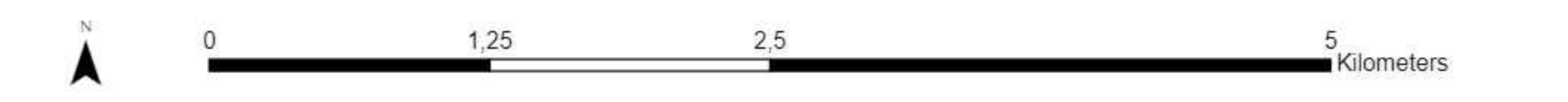
ALIANO

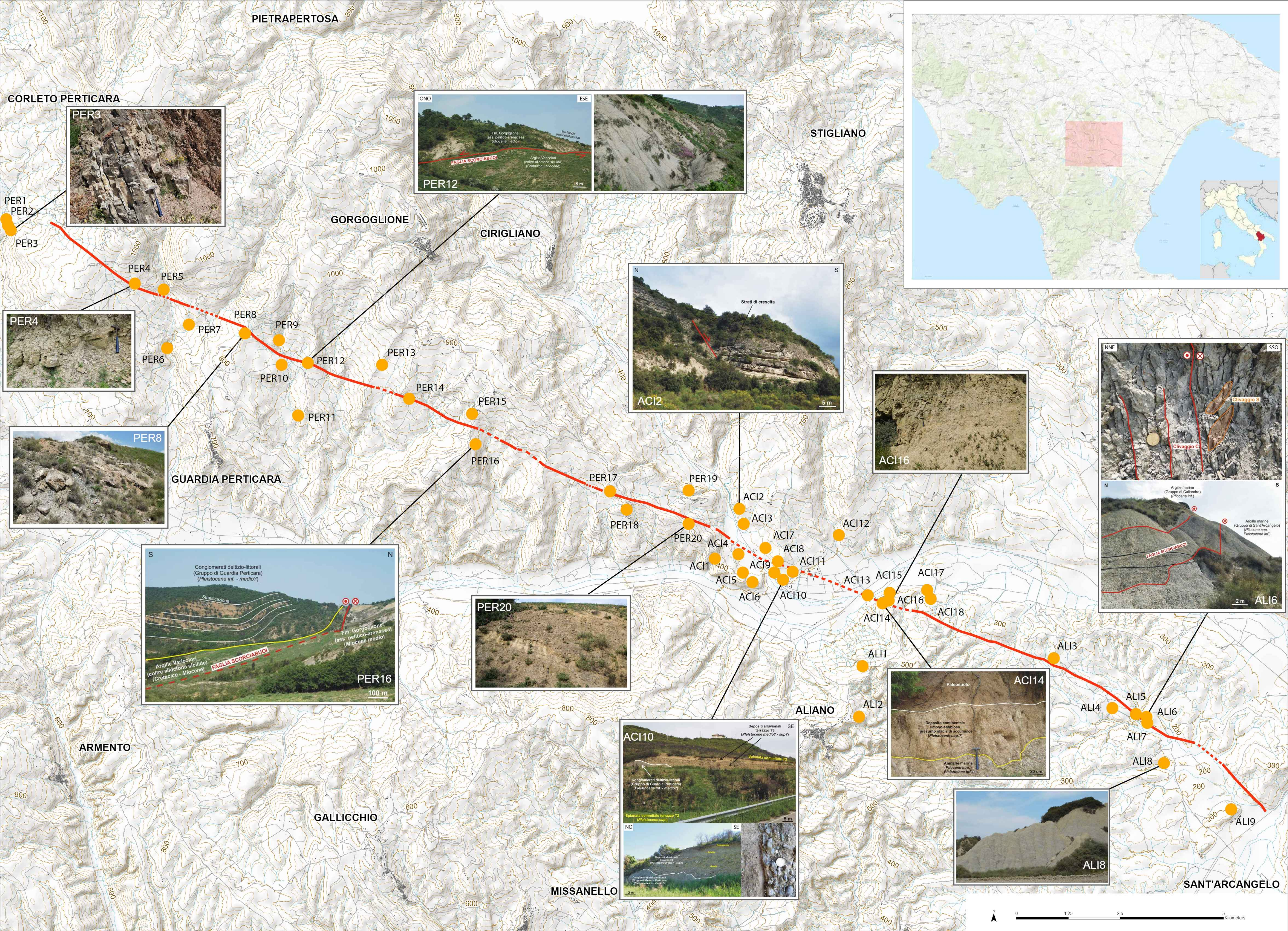
GALLICCHIO

MISSANELLO

SANT'ARCANGELO

- Depositi continentali quaternari**
- Corpo di frana quiescente (fq)
 - Corpo di frana in evoluzione (fa)
 - Deposito alluvionale attuale (al)
 - Deposito alluvionale recente terrazzato (al-t)
 - Deposito continentale limoso sabbioso (lm)
 - Deposito eluvio colluviale
 - Calanchi (ca)
- Faglia Scorcianti
- Faglia Scorcianti incerta
- Faglia/contatto tettonico





PIETRAPERTOSA

CORLETO PERTICARA

STIGLIANO

GORGOLGIONE

CIRIGLIANO

GUARDIA PERTICARA

ARMENTO

GALLICCHIO

MISSANELLO

ALIANO

SANT'ARCANGELO

