

Comune di **GUARDIA SANFRAMONDI**



Via Municipio, 1 C.A.P. 82034 PROVINCIA DI BENEVENTO

Tel. 0824 817444 – Fax 0824 817400

e-mail: protocolloguardiasanframondi@pec.cstsannio.it

guardia@pec.cstsannio.it

sito web: <http://www.comuneguardiasanframondi.gov.it/>

PROGETTO: Lavori per la riduzione del **RISCHIO IDRAULICO – IDROGEOLOGICO – Miglioramento Ambientale Forestale dell’Alveo Torrente RATELLO – che interessa l’Abitato Zona via Parallela –Zona piazza Municipio Zona Piazza – Salita Campiano –via Costarelle – strade via S.Francesco e zona circostante Santuario Madonna dell’Assunta di GUARDIA SANFRAMONDI (BN)**

FASE PROGETTUALE

Preliminare

Definitivo

Esecutivo

Allegato n° 11

Descrizione Allegato : **Relazione Geologica**

Scala disegno -

VISTI e Approvazioni

I Progettisti
Ufficio Tecnico Comunale



il Sindaco

PREMESSA

Nel rispetto della normativa vigente, della legge n. 9 del 07/01/1983, su incarico conferito dall'Amministrazione comunale di Guardia Sanframondi (Bn), i sottoscritti geologi dott. Angelo Sebastianelli iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 1514 e la dott.ssa Angela Foschini iscritta all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 2649 hanno eseguito uno studio **geologico-tecnico preliminare** per il Progetto per i lavori di riduzione del rischio idraulico con miglioramento ambientale e forestale dell'alveo del Torrente Ratello che interessa l'abitato del comune di Guardia Sanframondi e l'area strettamente a Nord e a Sud dello stesso.

Lo studio ha inteso relazionare sulle condizioni di stabilità delle aree attraversate dal Torrente Ratello, centro abitato del comune e aree meridionali, dove sbocca "a giorno" il torrente Ratello e fornire un contributo, relativamente alle competenze geologico-tecniche, per una migliore e razionale realizzazione delle opere.

Tale studio geologico preliminare, risultava necessario in quanto il territorio del Comune di GUARDIA SANFRAMONDI è classificato con grado di sismicità ex S=12 con D.G.R. della Campania n° 5447 del 07.11.2002 ZONA 1 ad alto grado di sismicità e le aree interessate sono perimetrate come **"R3" aree a rischio elevato nella quale per il livello di rischio presente sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle strutture socio economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale e "A4" aree non urbanizzate potenzialmente interessate da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frane a massima intensità attesa alta** nella Carta degli scenari di Rischio redatta dall'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Volturno-Garigliano (L.n. 365 del 11.12.2000); inoltre tali aree in studio si sono rese

instabili, creando anche danni, dopo gli eventi pluviometrici e alluvionali del mese di ottobre 2015.

Va da sé che la validità di tali ipotesi di studio, dovrà essere accuratamente controllata, e verificata, tramite indagini geognostiche e prove di laboratorio in fase di redazione del progetto esecutivo, considerando, oltre i dati raccolti in fase di progetto anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori, adattando eventualmente l'opera alle conoscenze dirette che si otterranno nella stessa fase esecutiva.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

La posizione paleogeografica del bacino dove si sono sedimentati i terreni in esame viene individuata (D'Argenio 1973) tra la piattaforma abruzzese-campana ad Est e la piattaforma campano-lucana ad Ovest.

In tale bacino, denominato "Bacino Lagonegrese", dal tempo della sua individuazione (Trias), fino alla sedimentazione delle arenarie quarzose (flysch Numidico) nel Miocene, si sono avute fasi tettoniche di tipo distensivo. Successivamente varie fasi tettoniche compressive (Langhiano-Tortoniano) hanno portato i sedimenti di tale bacino a sovrapporsi tettonicamente ai depositi di piattaforma abruzzese-campana. A queste fasi tettoniche è connessa la posizione strutturale delle formazioni studiate. Ulteriori fasi tettoniche compressive mioceniche e plioceniche hanno determinato le pieghe- faglie che si rinvengono nell'estremo settore settentrionale del territorio. Infine le neotettoniche quaternarie hanno causato la scomposizione delle formazioni affioranti secondo i principali allineamenti noti nell'Appennino e cioè NW-SE. Le faglie individuate e che interessano le strutture calcaree possono essere raggruppate in due sistemi:

1. a direzione appenninico NW-SE che comprendono le grandi faglie perimetrali dei massicci calcarei, e che nelle zone in esame mettono in contatto i calcari con le arenarie

2. a sistema antiappenninico SW-NE, trasversale alle prime, con faglie di minor rigetto e comunque con minore evidenza morfologica.

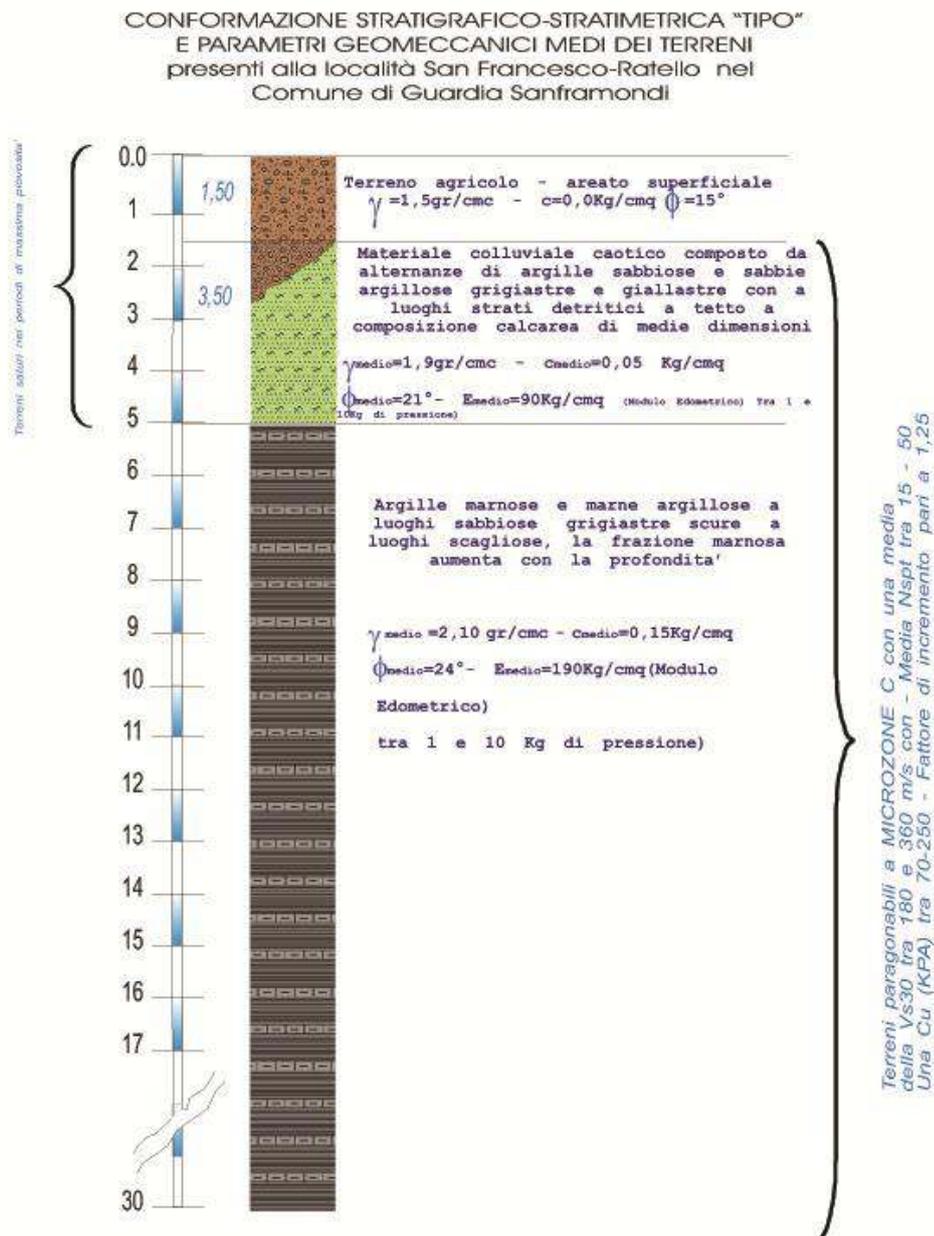
3. I sedimenti delle singole formazioni, tutti interessati da tali fasi tettoniche, presentano attualmente una giacitura caotica (olistoliti e marne), una stratificazione molto tormentata (arenarie), mentre le formazioni calcaree sono state ridotte in un complesso di blocchi limitati da grandi faglie e reticoli di faglie minori, ed internamente fratturati da cataclasi e diaclasi.

GEOLOGIA DELLE AREE

Il territorio di Guardia Sanframondi (BN), ben rappresentato nel foglio 173 della Carta Geologica d'Italia, si estende lungo il versante meridionale delle ultime propaggini del Massiccio del Matese, fino a raggiungere la valle del fiume Calore. Da un punto di vista morfologico il territorio interessa zone di medio e di basso versante; i lineamenti morfologici sono il risultato dei complessi eventi traslativi Mio-Pliocenici, e delle successive fasi tettoniche Plio-Pleistoceniche, intervallate da più cicli morfotettonici. Il comprensorio comunale risulta interessato da due formazioni principali in facies di flysch, riconducibili l'una agli elementi calcareo-marnosi e calcareo-detritici della Formazione del Flysch Rosso, in sovrascorrimento sulla seconda (Di Nocera, Torre, 1993), costituita da elementi a prevalente composizione arenacea-marnosa con olistoliti di varia natura e dimensione, ascritti alla formazione del Flysch Numidico (Formazione di Caiazzo; Tortoniano-Messiniano inf.), entrambi sottostanti al membro argilloso del Flysch Rosso. Gli interventi antropici che si sono susseguiti nel tempo e costituiti principalmente da terrazzamenti ed urbanizzazioni, hanno solo in parte modificato il naturale declivio. I terreni affioranti nell'area in studio appartengono alla formazione di Caiazzo i cui termini sono rappresentati da un'alternanza di calcareniti detritiche, marne calcaree detritiche ed argille verdastre passanti nella parte sommitale ad arenarie grigio giallastre, sottostanti ai terreni detritici costituiti da frammenti e blocchi eterometrici di rocce calcaree e marnose immersi in una

matrice di colore bruno rossastro. Sondaggi geognostici effettuati nelle aree circumvicine effettuati per lavori privati e pubblici hanno rilevato la presenza dei seguenti terreni nel volume significativo di interesse:

STRATIGRAFIA TIPO DEI TERRENI PRESENTI NELL'AREA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA



INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il centro urbano, di Guardia Sanframondi è insediato alla quota in titolo di 432 m.s.l.m.

E' costituito da un *Centro Storico* comprendente l'insediamento originario e le successive espansioni sino alla fine della II Guerra Mondiale, e da una *Parte Recente* che include le espansioni attuali; queste si sono principalmente sviluppate lungo la ex Statale 87 Napoli-Campobasso, lungo la Provinciale Cerreto Sannita Guardia Sanframondi ed a NW ed a NE del centro antico.

Il suo nucleo originale è arroccato in modo dominante su un grosso olistolite litoide di natura calcarea.

Gli ammassi rocciosi, duri e compatti, aventi carattere permanente e duraturo, stabili rispetto all'intorno arenaceo-marnoso-argilloso sovente in dissesto, richiamarono l'attenzione dell'uomo in tutti i tempi; furono, quindi, prescelti per l'ubicazione di edifici e preferiti nelle costruzioni difensive, per baluardi e castelli come si può osservare per la quasi totalità dei paesi del Sannio.

Le successive espansioni sono avvenute in modo concentrico, conservando il più possibile sia la posizione dominante che il difficile accesso da valle.

Il territorio comunale di Guardia Sanframondi è localizzato in destra idrografica della bassa valle del fiume Calore; la morfologia di questo tratto vallivo è caratterizzata da una netta distinzione tra le aree a Nord, dove affiorano sedimenti prevalentemente di natura calcarea e le zone più a valle, costituite da sedimenti calcareo-argillosi e arenaci in facies di flysh e alluvioni antiche e terrazze nella parte più bassa.

Il passaggio brusco tra queste due aree si verifica all'altezza topografica del centro abitato, dove un ampio ripiano morfologico, chiuso verso Sud da una ripida scarpata a guisa di scalino, separa una fascia di rilievi calcarei, con decorso

appenninico e dalla morfologia aspra e tormentata in cui fanno spicco Coppola Croce (720 m), Toppo Capomandro (746 m), Pietra Fellara (823 m), dai sottostanti terreni che degradano con pendii meno acclivi verso la valle del fiume Calore.

Tali terreni presentano la tipica morfologia collinare, a dorsali e speroni, prodotto di una evidente erosione differenziale che ha variamente modellato il paesaggio in relazione alla diversa natura e consistenza dei tipi litologici affioranti e dei grossi olistoliti presenti.

Si identificano così aree con forme aspre e versanti ripidi in corrispondenza delle maggiori incisioni e delle emergenze calcaree ed arenacee, bruschi mutamenti si hanno in presenza di terreni argillosi, ove la facile erosione di questi terreni ha determinato forme più dolci.

L'azione erosiva delle acque superficiali si esplica in modo nettamente differenziale ed assume un ruolo morfogenetico rilevante.

Le valutazioni legate ai problemi dell'urbanizzazione, hanno suggerito la scelta di quattro classi di pendenza, ove per % di pendenza si intende l'inclinazione in gradi del versante, che stanno a rappresentare le situazioni medie più diffuse e le nostre quattro aree studiate rientrano in queste classi:

1. Area che per i terreni rappresentati (calcareo e calcareo-marnosi) hanno pendenze che vanno dai 35°-90° (facciata di versante) ai 20°-35°(zone di pianori montani e di versante);
2. Area urbanizzata sub-pianeggiante con valori di pendenze che vanno dai 0°-15°;
3. Area fondata su grossi olistoliti le cui pendici in alcune zone offrono pareti quasi verticali, quindi a formare scalini di scarpate le cui pendenze vanno dai 50°-90°;
4. Area incisa da fossi e valloni, a Sud del centro storico con pendenze che oscillano tra i 30° ed i 40°;

L'area in studio si colloca a circa 330 m.s.l.m., si presenta con una morfologia a scalini, con salti di pendenza anche notevoli; laddove sono presenti canali di scolo e valloni c'è una erosione areale molto spinta con anche collassi delle aree spondali dove questi solcano terreni sciolti di natura sabbioso-argillosa.

Questa area, a Sud del perimetro urbano, è costituita dai terreni sciolti della formazione di Caiazzo, in alcuni casi in situazione caotica e tormentata. Questa è l'area della frana, di tipo rotazionale, denominata di San Francesco sulla quale, nei primi anni novanta, sono stati eseguiti parziali lavori di consolidamento.

Quest'area raccoglie tutte le acque di scolo e superficiali del territorio a monte, provocando, in conseguenza di eventi meteorici copiosi, ruscellamenti superficiali in forma erosiva, dando luogo a piccoli collassi superficiali.

Il rilevamento geomorfologico dell'area ha evidenziato la presenza di movimenti di tipo frana rotazionale quiescente superficiali e le aree spondali del Ratello risultano interessate da fenomeni erosivi nei periodi di massima piovosità con collassi delle stesse poiché l'asta torrentizia raccoglie e drena gran parte delle acque che provengono da nord del territorio di Guardia Sanframondi; la stessa asta presenta anche tratti interrati ed occlusi da materiale di riporto e risulta facendo esondare così le acque nei periodi di massima piovosità.

INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La rete idrografica assolkante il territorio di Guardia Sanframondi è rappresentata dagli affluenti in sinistra del fiume Calore (fossi, valloni e torrenti). Questa rete drena essenzialmente le precipitazioni che avvengono nei rispettivi bacini in quanto sono assenti o celate emergenze idriche di notevole importanza.

L'afflusso meteorologico sui bacini è, in prima approssimazione, funzione dell'altitudine ed il modello matematico elaborato in questi termini sulle precipitazioni medio annue e mensili rilevate dal Servizio Idrografico alle stazioni pluviometriche del Matese .

Dal punto di vista idrografico questa rete, nel complesso ben gerarchizzata, evidenzia un pattern sub-parallelo e drena essenzialmente le precipitazioni che avvengono nei rispettivi bacini in quanto sono assenti o celate emergenze di qualunque importanza. L'afflusso meteorologico sui bacini è in prima approssimazione, funzione dell'altitudine ed il suo modello matematico elaborato in questi termini sulle precipitazioni medio – annue, rilevate dal Servizio tecnico di supporto “Centro Agrometeorologico Regionale (CAR) ” istituito dalla Regione Campania con la L.R. 7/85, può essere espresso dalla seguente relazione:

$$\text{Precipitazioni annue (mm)} = 1.14 * \text{m/slm} + 841$$

Per lo studio delle condizioni pluviometriche dell'abitato di Guardia Sanframondi, infatti, sono stati considerati i dati registrati nelle due stazioni pluviometriche in esso presenti, rispettivamente alla quota 173 m/slm e 83 m/slm, per il periodo 2002-2012 riportati in Allegato I.

Sulla base di questi dati sono stati ricavati i valori medi delle precipitazioni mensili, stagionali e annuali nonché la densità pluviometrica mensile stagionale (cfr. Tabella 1 e 2.)

STAZIONE DI GUARDIA SANFRAMONDI														
Media Decennale delle Precipitazioni														
		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot anno
Decenni o 2002- 2012	mm Totali	112.2	64	123.8	85	76.7	51	43.2	28.1	88.5	105.6	151.9	152.1	1080.1
	Giorni	12.1	10.1	10.5	13.4	9.8	6.8	4.7	4.7	10.2	11.3	15.2	17.2	120
	mm/Giorni	8.0	5.5	10.7	6	8.4	7.4	7.8	3.5	8.5	9.1	10.5	8.8	94.8

Tab.1 – Elaborazione dei dati pluviometrici riportati nell’Allegato I. Media decennale delle Precipitazioni nel decennio 2002 – 2012 che interessano l’abitato di Guardia Sanframondi.

Osservando la Tabella 1 di cui sopra si evince che o valori massimi di precipitazione si registrano nel mese di Novembre e Dicembre con valori medi intorno ai 150 mm, mentre i minimi si hanno nel mese di Agosto con meno di 30 mm di pioggia. Nella stessa tabella, inoltre è possibile notare che il massimo dei giorni piovosi si ha nel mese di Dicembre con circa 20 giorni di pioggia, mentre il minimo si registra nei mesi di Luglio e Agosto con ~ 5 giorni piovosi.

Sulla base di questi dati, per meglio visualizzare l’andamento delle precipitazioni e dei giorni di pioggia mensili, è stato costruito un grafico avente in ascissa i mesi, in ordinata sinistra le precipitazioni (istogramma) e in ordinata destra i giorni piovosi (curva).



Volendo invece ragionare in termini di media stagionale i dati raccolti, riportati in Allegato I e sintetizzati in Tabella 2, sono stati analizzati considerando *Invernali* i mesi di Dicembre, Gennaio e Febbraio, *Primaverili* i mesi di Marzo, Aprile e Maggio, *Estivi* quelli di Giugno, Luglio e Agosto ed infine *Autunnali* quelli di Settembre, Ottobre e Novembre. Così facendo è stata ottenuta la sottostante tabella dalla cui lettura si evince che la stagione più piovosa è l'Autunno con il 114.7 mm di pioggia e quella meno piovosa è l'Estate con soli 40.8 mm di pioggia.

Media Stagionale delle Precipitazioni					
	INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO	TOT ANNO
mm Totali	109.4	95.2	40.8	114.7	360.1
Giorni	13.1	11.2	5.4	12.2	41.9
mm/Giorni	7.6	8.4	6.2	9.4	31.6

Tab.2 – Elaborazione dei dati pluviometrici riportati nell'Allegato I. Media decennale delle Precipitazioni nel decennio 2002 – 2012 che interessano l'abitato di Guardia Sanframondi.

In conclusione, riferendoci al modello matematico precedentemente mansionato si può dedurre che il Valore Medio - Annuo della Pluviometria a Guardia

Sanframondi (quota in titolo 420 m) risulta essere intorno a 1320 mm di pioggia in ~ 120 giornate; valore che non si discosta poco dal reale come finora dimostrato.

Considerata, poi, la permeabilità secondaria della formazione Carbonatica fratturata e fessurata, il valore delle infiltrazioni è alquanto elevato; esso, poi è molto basso nell'ambito delle formazioni terrigene Mioceniche e nel complesso delle Argille marnose; pertanto si verifica che la rete idrografica drena le sole precipitazioni intense e continue.

Infatti, alla stazione di misura di Solopaca, il Servizio Idrografico ha determinato, per il bacino del fiume Calore sotteso, un coefficiente di deflusso annuo di 0,33; mentre quello mensile presenta un andamento concorde con quello della pluviometria mensile.

Ancora, stante lo stadio piuttosto giovanile della suddetta rete ed un deflusso idrico legato ad eventi pluviali intensi e continui, la quantità del trasporto solido è elevata in concomitanza di essi; sono, quindi, esaltate le azioni di dilavamento e di erosione areale dei sedimenti, specie a preminenza di "fine", e la rete idrografica è impostata in incisioni incanalate progressive regolate dalle successive soglie di sbocco. In genere, nelle piccole conche vallive ed all'uscita delle valli, è stato osservato un deposito a granulometria preminentemente "fine" con qualche elemento o interdigitazioni di "medio-grosso".

Il deflusso idrico nell'ambito dei terreni assolcati é, quindi, sempre scarso, salvo l'instaurarsi di un regime torrentizio in occasione di fenomeni pluviali intensi e continui che hanno generato e generano le incisioni incanalate progressive.

Nel complesso i reticoli idrografici presentano una densità media-bassa con aree dove è addirittura fantasma, una forma parallelo-pinnata per la predominanza di una pendenza topografica ed accenni di forma dendritica nell'ambito degli

affioramenti terrigene Mioceniche e del complesso delle argille ad acclività poco accentuata.

Di norma, il controllo dell'erosione dei reticoli idrografici è regolato dalle successive soglie di sbocco; è, invece, regolato dalla "testa " nei pochi casi in cui l'abbrivio avviene nei sedimenti Carbonatici.

Infine, le aste del reticolo sono da ritenersi sempre drenanti, salvo i casi in cui esse percorrono i sedimenti Carbonatici (alcuni tratti a monte del Torrente Seneta, Rio Capuano e Ratello), laddove sono da considerarsi perdenti.

I terreni presenti nelle aree di studio offrono una permeabilità per porosità nei terreni a granulometria sabbioso-argillosa; una permeabilità per fratturazione nei terreni lapidei e mista nei detriti e nei terreni marnosi.

L'area in oggetto ricade nel bacino imbrifero del Torrente Torrente Ratello-Capuano, affluente in sx del fiume Volturno, con estensione di kmq 10,70.

La fratturazione degli strati rigidi da luogo a dei livelli acquiferi, in genere di scarsa importanza che possono dare origine a piccole manifestazioni sorgentizie sparse, come quelle presenti nella parte mediana del centro abitato, a carattere "pulsante" a soglia sovrimposta:

- Fontana del Molino di Guardia 0,65 l/s
- Fontanelle 0,58 l/s

SISMICITA' DEL TERRITORIO

Il territorio del comune di Guardia Sanframondi con Delibera di Giunta della Regione Campania n° 5447 del 07.11.2002 è stata classificata a rischio sismico di prima categoria S=12 con un coefficiente di Intensità Sismica pari a 0,1.

Esso è stato interessato durante gli anni da gravi ed intensi terremoti, come quelli del 1158, del 1456, del 1702, del 1732, 1805, 1885, 1897 e poi quelli contemporanei del 1909, del 1930, 1962 e 1980.

Tutti questi eventi sismici disastrosi, hanno avuto epicentro nel complesso dei

Monti del Matese, alle cui propaggini più orientali è dislocato il comune di Guardia Sanframondi, e gli stessi sono distribuiti grosso modo in fasce parallele alle principali direttrici tettoniche dell'Appennino Meridionale e ricalcano le zone più intensamente disturbate dai fenomeni tettonici connessi con l'orogenesi appenninica e nello stesso tempo quelle che separano in termini di evoluzione paleogeografica più antica, aree a diverso comportamento; quindi il territorio comunale presenta in generale un rischio sismico elevato proprio perché si trova ai margini di un rilievo calcareo, lungo grandi faglie che amplificano notevolmente lo scuotimento determinato dai terremoti, per cui, a parità di energia che proviene dall'ipocentro, in queste zone di frattura le sollecitazioni, che devono sopportare le strutture, sono molto gravose.

Il terreno durante un evento sismico è soggetto ad una forza orizzontale determinata da:

$$F_t = K_t \times m$$

dove

F_t = forza sismica orizzontale

K_t = accelerazione cui è sottoposto il terreno in presenza di evento sismico

m = massa del terreno

Risulta alquanto difficoltosa la quantificazione dell'accelerazione locale K_t , funzione di K_b (*accelerazione di base*) e K_l (*fattore di amplificazione locale*), ma d'altra parte estremamente utile ai fini ingegneristici.

L'accelerazione K_b dipende dalla distanza della posizione considerata dall'ipocentro di un possibile terremoto e dalla situazione geologica e strutturale di base (lineamenti paleo e/o neotettonici, rilievi conformati a dorsali e a terrazzi, conoidi attivi, scarpate rocciose sepolte, strutture e lineamenti morfologici e/o tettonici sepolti); terreni a rigidità R' inferiore a quella del litotipo di riferimento e la presenza di falde idriche episuperficiali, sono elementi che inducono ad un incremento *dell'Intensità sismica locale*.

La zona del Comune di Guardia Sanframondi è stata dichiarata zona sismica di categoria S=12, a cui corrisponde un coefficiente d'intensità sismica $C=0.10$ (D.M. 07/03/1981 modificato con delibera n° 5447 del 07/011/2002 dalla Giunta Regionale della Campania – AGGIORNAMENTO DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DELLA CAMPANIA).

Tenendo conto delle attuali conoscenze sulla sismogenesi dell'Appennino meridionale, tale accelerazione di base $K_b=C$, appare sufficientemente rappresentativa del rischio sismico presente nel comprensorio comunale, ma certamente non tiene conto del fattore di amplificazione locale.

Comunque, durante un evento sismico la risposta locale del terreno può essere rappresentata da un coefficiente K_l il quale, secondo i nuovi criteri di zonazione sismica dipende in gran parte:

- dalle caratteristiche geotecniche dei terreni;
- dall'altezza della falda freatica;
- dalle incidenze tettoniche e morfologiche del sito.

Le caratteristiche geotecniche ed idrologiche dei terreni permettono di assegnare al coefficiente di risposta meccanica ed idrologica del terreno (*Broili 1979*) un valore pari a:

$$C1 = 1.0$$

Inoltre, le considerazioni morfologiche e strutturali precedentemente fatte consentono di attribuire al coefficiente di risposta morfotettonica ($C2$), un valore pari a:

$$C2 = 1.2$$

Da ciò si può ricavare il coefficiente K_l (fattore di amplificazione locale) attraverso il prodotto dei due coefficienti individuati:

$$K_l = C1 * C2 = 1.2$$

Il coefficiente K_I consente di sostituire in modo più preciso ed efficace il coefficiente di fondazione “ ϵ ” previsto dalla normativa vigente, valutando le varie incidenze geologiche e geotecniche sfavorevoli in caso di evento sismico.

Quindi in base alle considerazioni idrogeologiche, morfologiche e tettoniche fin qui fatte, si ritiene che il coefficiente di fondazione $\epsilon = 1.2$ esprime e sintetizza al meglio il comportamento dinamico dei terreni di fondazione.

Riprendendo l’accelerazione di base ($K_b = 0.10$) e risolvendo in funzione dell’accelerazione locale K_t , si ottiene:

$$K_t = K_b \times K_I = 0.10 \times 1.2 = 0.12 \text{ g(m/sec}^2\text{)}$$

Tale valore rappresenta il coefficiente di intensità sismica che tiene conto sia del grado d’intensità macrosismica previsto dalla normativa vigente, sia dell’amplificazione sismica locale generata, in occasione di crisi telluriche, dai fattori geodinamici peculiari del complesso terreno-struttura.

Pertanto, ai fini del calcolo di verifica sismica delle strutture in progetto, va usato, in sostituzione del *coefficiente sismico regionale* ($c = 0,10$) quello corretto sopra calcolato, ossia $c = 0,12$.

Non sono da prevedere eventuali fenomeni di liquefazione in quanto l’assortimento granulometrico del litotipo costituente l’area non è ascrivibile al fuso granulometrico individuato da SEED, IDRISS et Alii ed, inoltre, l’addensamento dei depositi ha raggiunto un grado tale da non generare, in caso di crisi sismica, la loro liquefazione.

Durante un evento sismico, la capacità portante del terreno diminuisce e Sano identifica tale decadimento con una diminuzione temporanea dell’angolo d’attrito interno del terreno secondo la relazione:

$$\phi_k = \phi - \arctang (K_t / \sqrt{2})$$

dove:

ϕ_k = angolo d’attrito interno corretto;

ϕ = angolo d’attrito misurato

K_t = accelerazione sismica locale

Pertanto l'angolo d'attrito si riduce passando da un valore medio di 24.00° a quello di 19,14°.

TRATTI ALVEO IN STUDIO

Premessa

La rete idrografica assolvante l'area di studio è rappresentata dagli affluenti in destra del Fiume Calore, Torrente Ratello e Torrente Rio e dai relativi tributari, tutti a carattere torrentizio. Essa si presenta, nel complesso, ben gerarchizzata, evidenziando un *pattern* sub- parallelo, e drena essenzialmente le precipitazioni che si verificano nell'area in quanto sono assenti o celate emergenze idriche di notevole importanza.

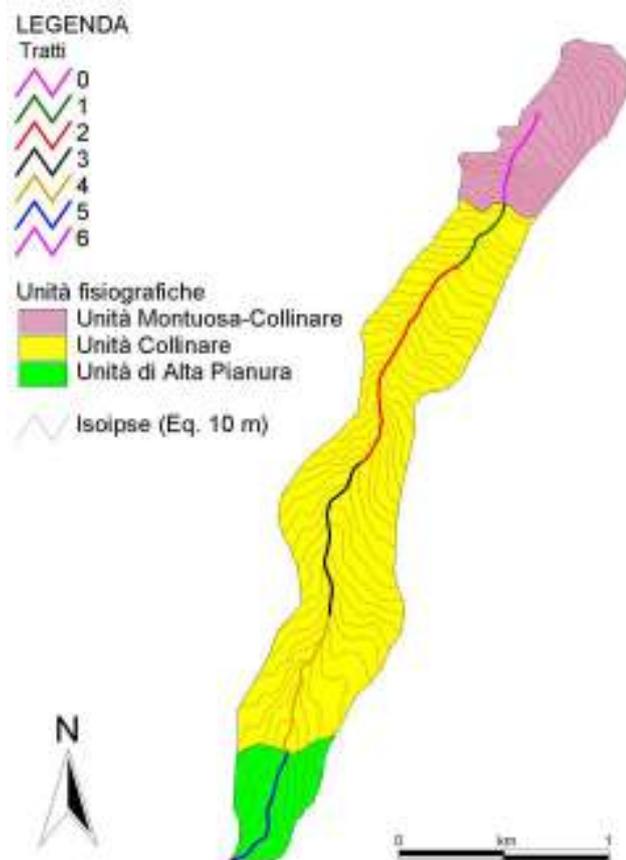
Più precisamente, l'analisi geomorfologica condotta sui due corsi d'acqua sopracitati ha evidenziato quando segue:

- Il *Torrente Ratello* nasce in territorio di Guardia Sanframondi, lungo le pendici di Toppo Capomandro, a una quota di 585 m s.l.m. Da tale quota il torrente scorre, ripido e a carattere torrentizio in direzione circa N-S fino a quota 440 m s.l.m.; da quest'ultima quota poi esso attraversa l'abitato di Guardia Sanframondi, e in particolare il centro storico. Lungo tale tratto il torrente Ratello si presenta tombato e si collega al tratto pedemontano attraverso una serie di salti, rivestiti con muratura in pietrame calcareo squadrate, realizzati tra le pareti verticali degli edifici latitanti, che corrono dal punto in cui il torrente riaffiora in superficie (420 m s.l.m.) e la S.S n. 87. Tornato in superficie, il torrente Ratello scorre variando poco la sua direzione da N-S a NNE-SSW. Durante il suo percorso riceve, sia in destra sia in sinistra idraulica, l'apporto di una serie di ruscelli. Infine presso località "Taverna Starze" riceve l'apporto in sinistra del torrente Rio Capuano e procede il percorso (interamente canalizzato) per altri 1.6 Km, per poi sfociare nel Fiume Calore, del quale è il principale affluente e dove è stata individuata la sezione di chiusa del suo bacino idrografico.

ANALISI GEOAMBIENTALE PER LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DA ESONDAZIONE: IL TORRENTE RATELLO

Analisi del bacino Idrografico

Il bacino idrografico del Torrente Ratello, a monte della sezione di chiusa posta presso la confluenza con Il Torrente Rio, ha un'estensione, pari a 2.04 Km². Ricade totalmente nel Comune di Guardia Sanframondi ed è stato suddiviso in quattro principali unità fisiografiche: Unità Montuosa, Unità Collinare, Unità di Alta Pianura ed Unità della Bassa Pianura; il corso d'acqua è stato invece suddiviso in 5 tratti (di seguito descritti), seguendo la metodologia di RINALDI *et alii* (2011). La sua porzione settentrionale è delimitata dalla linea di spartiacque passante per Pietra Fellara (821 m) e Toppo Capomandro (702 m), quella occidentale invece, è delimitata dalla strada statale 88 e dalla località Cavarena, mentre quella orientale dalle contrade Sapenzie, Galano, Taverna Starze e Vassallo.



– Rappresentazione schematica della suddivisione in tratti del T. Ratello e in unità fisiografiche dell'intero bacino

Essendo il bacino del Torrente Rio, in cui si è verificata la disastrosa piena del Luglio 2009 e descritto nel Cap. 10, in realtà un sottobacino di quello del T. Ratello: ciò renderebbe poco significativo un confronto tra il bacino del T. Rio e quello del T. Ratello.

Tuttavia, a nostro avviso, tale confronto costituisce uno dei passaggi centrali di questa Tesi, poiché il T. Ratello non fu interessato dalla suddetta piena, a differenza del T. Rio: confrontare i due bacini, pertanto, potrebbe chiarire il perché di tale diverso “comportamento” dei due corsi d’acqua in risposta ad uno stesso evento piovoso e fornire, al contempo, utili informazioni, possibilmente estrapolabili ad altri bacini simili, per la valutazione della pericolosità da esondazione.

Per tale motivo, si è operata la scelta di considerare, nel suddetto confronto, unicamente quella porzione del bacino del T. Ratello posta a monte con la confluenza nel T. Rio. Il tratto terminale del bacino, ovvero quello posto a valle della confluenza Rio-Ratello, è stato comunque caratterizzato e verrà adeguatamente descritto; di esso, tuttavia, non si è tenuto conto nel confronto tra bacini e nella determinazione dell’IQM (Indice di Qualità Morfologica) del Torrente Ratello.

Distribuzione delle forme di erosione prodotte dal deflusso idrico superficiale

Come già accennato nel Capitolo precedente, tra i diversi aspetti geomorfologici, risulta essere di particolare rilevanza per le finalità di questa Tesi la distribuzione delle superfici soggette ad intensa *sheet e rill erosion*, nonché quella dei *gullies*: infatti, essendo tutte queste forme prodotte dall'erosione indotta dal ruscellamento superficiale, maggiore è la loro densità in una data classe di fattore geoambientale (pendenza, litologia, esposizione, uso del suolo), maggiore potrà essere considerata la propensione di quella classe al deflusso superficiale rispetto all'infiltrazione e, di conseguenza, maggiore potrà essere considerato il volume di acque di precipitazione meteorica che andrà ad alimentare in maniera più o meno rapida e diretta il sottostante corso d'acqua: tutto ciò, ovviamente, ha delle chiare ripercussioni nel quadro di un'analisi geo-ambientale finalizzata alla valutazione del rischio piena.

Sul base di quanto detto, interpretando i dati elaborati in GIS, l'area che delimita il bacino del Torrente Ratello a monte della confluenza con il T. Rio appare fortemente interessata dai processi di *sheet e rill erosion*. In essa sono state individuate, infatti, ben 56 superfici aventi un'area compresa tra 252.440 m² e 53 m². Più precisamente le superfici di maggior estensione sono state rilevate nell'area del versante calcarenitico di Toppo Capomandro, mentre nella restante parte del bacino, comprendente l'area pedemontana e parte di quella di fondovalle, in cui sono presenti forme relitte (lembi di *glacis*) e fenomeni franosi, le superfici soggette a *sheet e rill erosion* sono risultate essere di minori dimensioni (area compresa tra 53 m² e 52.150 m²) ma molto più frequenti.

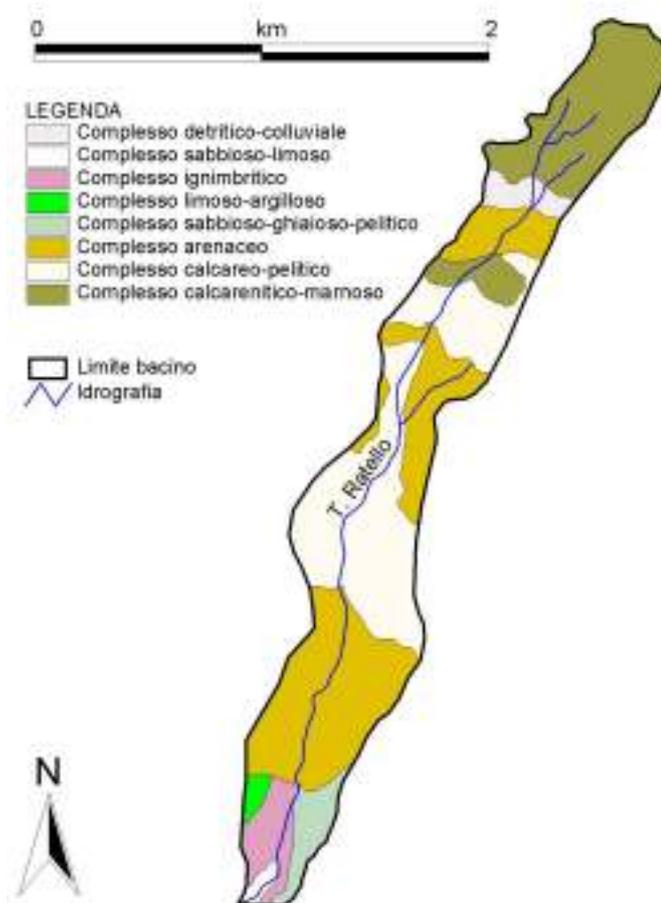
Infine in riguardo alla distribuzione dei *gullies*, nell'area di interesse, i dati elaborati in GIS hanno evidenziato la presenza di 5 *gullies* aventi lunghezza compresa tra 99.7 m e 805.5 m e un'orientazione variabile da NE-SW a NNE-SSW. Essi sono localizzati in modo prevalente nell'area pedemontana, ai bordi dei lembi relitti di *glacis* e dei corpi di frana.

Assetto litologico e rapporto con il deflusso superficiale

L'area della porzione considerata del bacino del Torrente Ratello, da un punto di vista litologico evidenzia una disomogeneità litologica (Fig. 134). In tale area, il substrato pre-quadernario è rappresentato dai depositi del *complesso calcarenitico-marnoso* tettonicamente sovrapposti a quelli dei *complessi calcareo-pelitico* ed *arenaceo*. Più precisamente il complesso calcarenitico-marnoso affiora nella porzione settentrionale del bacino occupando una superficie di circa 0.4 Km², pari al 20.6% della superficie totale. Al contrario, i *complessi calcareo-pelitico* ed *arenaceo* affiorano per buona parte dell'area del bacino, pari al 66.3%, in un'area estesa per circa 1.4 Km².

Nel bacino, è inoltre possibile osservare la presenza di terreni quadernari costituiti dalle alluvioni (recenti ed antiche) del Fiume Calore e dal deposito piroclastico dell'Ignimbrite Campana. In particolare le alluvioni appartenenti al primo ciclo deposizionale del Fiume Calore sono state distinte in un *complesso sabbioso-ghiaioso-pelitico*, affiorante nel 3,9% del bacino, e in un *complesso limoso argilloso* (1.0%); entrambi questi complessi affiorano, più precisamente, all'estremo limite meridionale del bacino, coprendo un'area, rispettivamente, pari a 0.08 Km² e 0.02 Km².

Le alluvioni appartenenti al secondo ciclo deposizionale, affioranti anch'esse nella porzione terminale del bacino, sono rappresentate dal *complesso sabbioso-limoso* che affiora su una superficie di 0.02 Km^2 , pari allo 0.9% dell'area totale del bacino. Infine, a completare il quadro geologico concorre la presenza del deposito piroclastico dell'Ignimbrite Campana affiorante nella porzione terminale del bacino per un'area di 0.09 Km^2 , pari al 4.6% del bacino.



Carta Litologica del Bacino Ratello

I valori dell'Indice di Deflusso superficiale su base Geomorfologica (IDSg), calcolati per ciascun complesso litologico utilizzando la metodologia descritta in "Materiali e Metodi (Cap. 8), sono riportati in Tabella

Complesso	Superficie occupata (km ²)	Percentuale della superficie totale del bacino(%)	IDSg	Classe di IDSg (classi di Van Westen, 1993)
Complesso calcarenitico-marnoso	0.42	20.6	0.838	Alta – molto alta
Complesso calcareo-pelitico	0.64	31.3	-0.154	Moderata Bassa
Complesso arenaceo	0.71	35	0.102	Moderata Alta
Complesso sabbioso-ghiaioso-pelitico	0.08	3.9	-0.114	Moderata Bassa
Complesso limoso-argilloso	0.02	1.0	-0.181	Moderata Bassa
Complesso sabbioso-limoso	0.02	0.9	-0.923	Bassa - molto bassa
Complesso ignimbrítico	0.09	4.6	-0.725	Moderata Bassa
Complesso detritico - colluviale	0.06	2.8	-2.496	Bassa - molto bassa

Tabella riepilogativa della distribuzione dei complessi litologici nel bacino del T. Ratello e dei relativi Indici di deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg) I valori dell'IDSg evidenziano che, tra i vari complessi litologici, quello maggiormente propenso al deflusso superficiale è il complesso *calcarenitico-marnoso* (IDSg = 0.838) Al contrario, il complesso meno propenso al deflusso superficiale, come rilevato dal basso valore dell'IDSg (IDSg = -0.114) è quello *sabbioso-ghiaioso-pelitico*, di origine alluvionale, costituito da depositi altamente permeabili per porosità.

Uso del suolo e rapporti con il deflusso superficiale

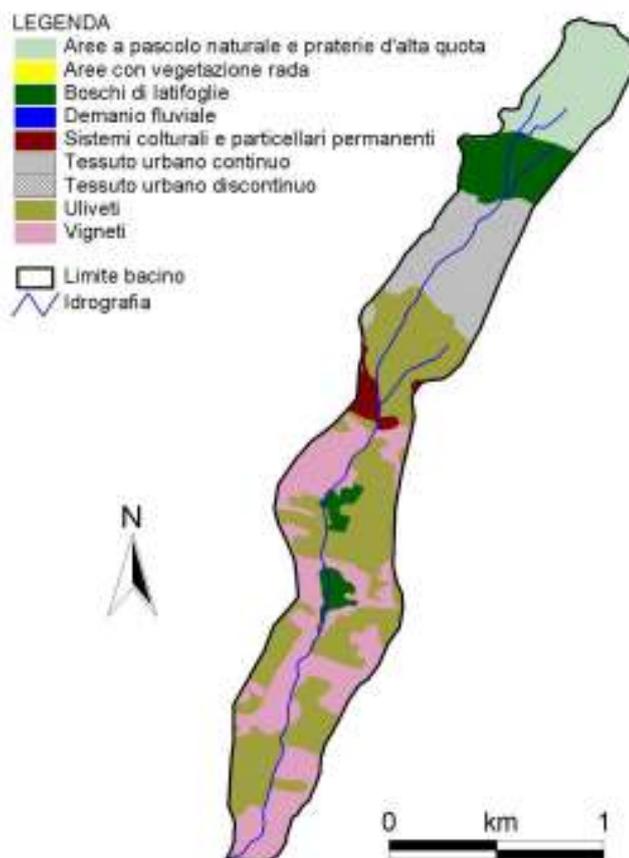
L'area che delimita il bacino del Torrente Ratello, da un punto di vista dell'Uso del Suolo, appare caratterizzata dalle seguenti classi:

1. Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota
2. Boschi di latifoglie
3. Sistemi colturali e particellari permanenti
4. Tessuto urbano continuo
5. Uliveti
6. Vigneti

Le *Aree a pascolo* e le *Aree boschive*, poste nella parte sommitale del bacino, si sviluppano lungo il versante acclive di Toppo Capomandro ed occupano rispettivamente un'area di

0.25 Km² (pari al 12.5% della superficie totale del bacino) e

0.21 Km² (10.3%); il *Tessuto urbano continuo*, posto alla base del sopra citato versante, si sviluppa per circa 0.29 Km² (14.1% della superficie totale del bacino); infine, l'area che si sviluppa a sud dell'abitato di Guardia Sanframondi appare fortemente sfruttata per le pratiche agricole. Più precisamente la maggior parte del bacino (36,3%) è occupata dalle aree destinate alla coltivazione di *Uliveti*, distribuiti in modo omogeneo nel bacino su un'area di circa 0.74 Km²; seguono poi le aree destinate alla coltivazione dei *Vigneti* che occupano un'area di circa 0.51 Km² (pari al 25.0% della superficie del bacino); infine, le aree destinate ad altre colture occupano un'area del bacino pari a 0.04 Km² (corrispondente all'1.8% del bacino).



Carta dell'Uso del Suolo del Bacino Ratello

Classi di uso del suolo	Superficie occupata (km²)	Percentuale della superficie	IDSg	Classe di IDSg (classi di Van Westen, 1993)
Aree a pascolo naturale e praterie	0.25	12.5	1,111	Alta - molto alta
Boschi di latifoglie	0.21	10.3	-1,567	Bassa - molto
Sistemi colturali e particellari	0.04	1.8	-0,108	Moderata Bassa
Tessuto Urbano	0.29	14.1	1,312	Alta - molto alta
Uliveti	0.74	36.3	-0,719	Moderata Bassa
Vigneti	0.51	25.0	-0,221	Moderata Bassa

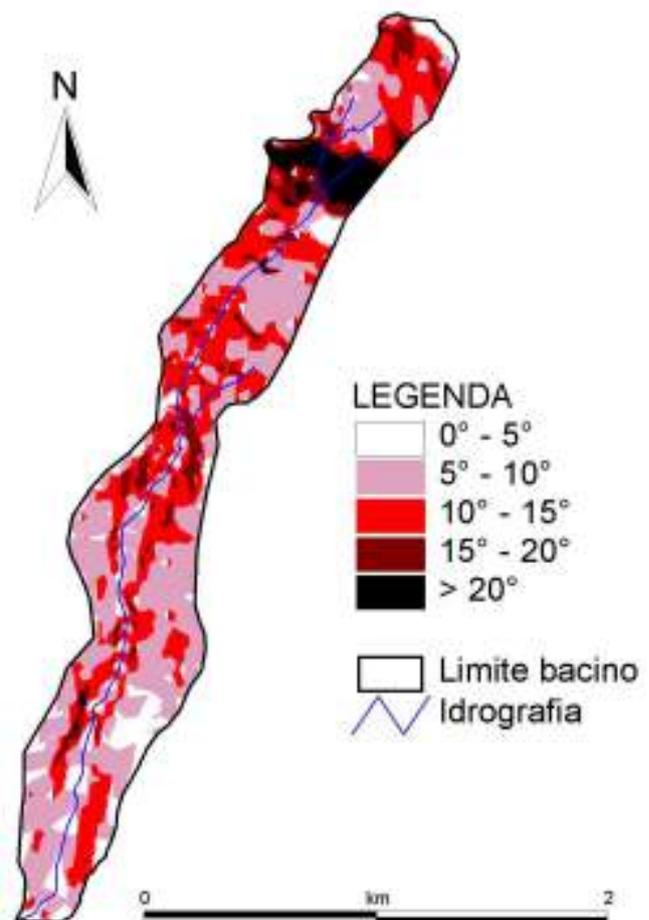
Tabella riepilogativa della distribuzione delle classi dell'uso del suolo nell'area di studio e dei relativi Indici di deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg)

I valori dell'Indice di Deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg), riportati nella Tab.8, hanno evidenziato che, tra le varie classi di uso del suolo, quella maggiormente propensa al deflusso superficiale è risultata essere il *Tessuto urbano continuo* (IDSg = 1.312), data la sua notevole impermeabilità derivante dall'utilizzo di materiali come cemento, cemento armato, asfalto, ecc.; mentre al contrario, la classe di uso del suolo che si è rivelata meno propensa al deflusso superficiale sono le *Aree Boschive*, data la loro propensione a trattenere l'acqua piovana favorendo l'infiltrazione rispetto al ruscellamento.

Pendenza e rapporti con il deflusso superficiale

Il range di pendenze che caratterizza il bacino del Torrente Ratello è stato suddiviso in 5 classi (Fig.136):

1. Classe 0° - 5°
2. Classe 5° - 10°
3. Classe 10° - 15°
4. Classe 15° - 20°
5. Classe >20°



Carta delle pendenze del Bacino Ratello

Di queste classi, quella che prevale è la classe 5°-10° occupante un'area pari a 0.87 Km² corrispondente al 42.9% della superficie totale del bacino; al contrario quella meno rappresentata risulta essere la classe > 20°, che si rinviene su una superficie complessiva di circa 0.09 Km², pari al 4.6% della superficie del bacino.

Classi di pendenza	Superficie occupata (km²)	Percentuale della superficie	IDSg	Classe di IDSg (classi di Van Westen, 1993)
0°-5°	0.23	11.2	-0,465	Moderata bassa
5°-10°	0.87	42.9	0,120	Moderata alta
10°-15°	0.68	33.4	0,178	Moderata alta
15°-20°	0.16	7.9	0,184	Moderata alta
> 20°	0.09	4.6	-0,018	Moderata Bassa

Tabella riepilogativa della distribuzione delle classi di pendenza nel bacino del T. Ratello e dei relativi Indici di deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg)

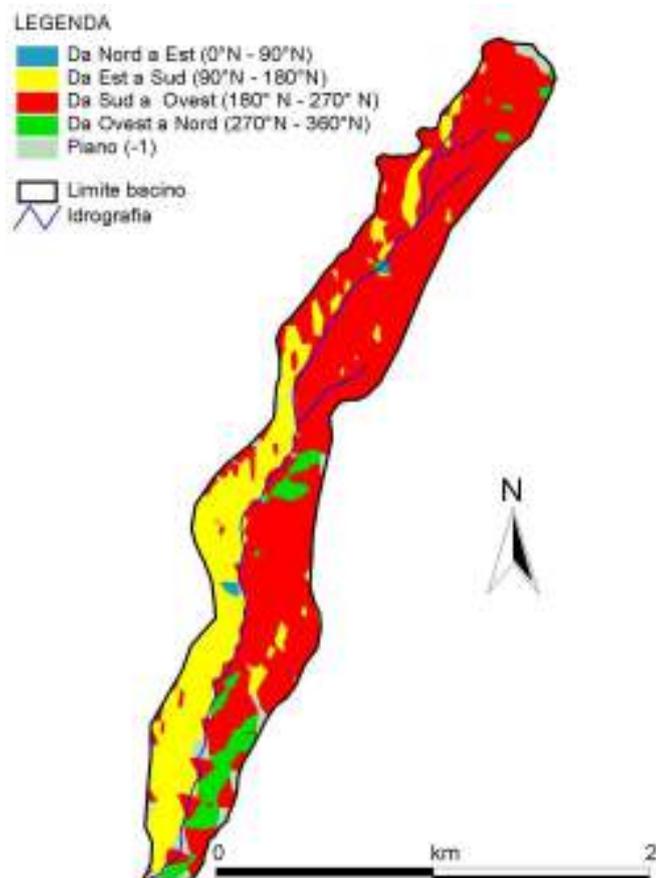
L'Indice di deflusso superficiale, calcolato per le diverse classi di pendenza evidenzia un incremento progressivo con l'aumentare della pendenza stessa, fatta eccezione per la classe >20 dove l'IDSg calcolato è risultato essere pari a -0.018. Questo dato apparentemente incoerente si spiega facilmente con la presenza di boschi sulle superfici più acclivi (si confrontino le Figg. 135 e 136), che riducono il Deflusso Superficiale. Nel complesso, quindi, i dati risultano coerenti da un punto di vista geomorfologico, poiché è noto che all'aumentare della pendenza aumenta anche la velocità di deflusso e, con essa l'erosività delle acque di ruscellamento.

Esposizione e rapporti con il deflusso supereficiale

L'area del bacino del Torrente Ratello, dal punto di vista delle esposizioni, è stata suddivisa in 5 classi:

1. Da Nord ad Est ($0^{\circ}\text{N}-90^{\circ}\text{N}$)
2. Da Est a Sud ($90^{\circ}\text{N}-180^{\circ}\text{N}$)
3. Da Sud a Ovest ($180^{\circ}\text{N}-270^{\circ}\text{N}$)
4. Da Ovest a Nord ($270^{\circ}\text{N}-360^{\circ}\text{N}$)
5. Piano (-1)

La distribuzione di tali classi, all'interno del bacino, appare non omogenea; si nota infatti una netta predominanza dei versanti esposti da Sud ad Ovest, che occupano il 63.3% della superficie del bacino, pari a 1.3 Km^2 , rispetto a quelli esposti da Est a Sud, occupanti un'area di 0.6 Km^2 (pari al 27.3% della superficie del bacino). A queste classi seguono le classi di esposizione da Ovest a Nord (6.1% della superficie del bacino) e Piano (2.9%) che occupano un'area, rispettivamente, un'area di 0.12 Km^2 e 0.06 Km^2 . Infine si nota una quasi assenza della classe d'esposizione da Nord a Est (0.4%) occupanti un'area di 0.01 Km^2 .



Carta delle esposizioni del Bacino del Torrente Ratello

I valori dell'Indice di deflusso superficiale (IDSg) calcolato per queste classi, riportato in Tab.10, hanno evidenziato che, tra le varie classi di esposizione, i versanti esposti da "Est a Sud" sono quelli più propensi al deflusso superficiale (IDSg = 0.228); al contrario, i versanti esposti da "Ovest a Nord" (IDSg = 0.022) nonché quelli "pianeggianti" (IDSg = -) risultano meno propensi al deflusso superficiale. L'IDSg attribuito alla classe di esposizione "Piano" appare perfettamente spiegabile, poiché su superfici pianeggianti l'acqua di precipitazione meteorica tende ad infiltrarsi piuttosto che a ruscellare ed è, pertanto, inibita qualsiasi fenomenologia erosiva legata al deflusso superficiale.

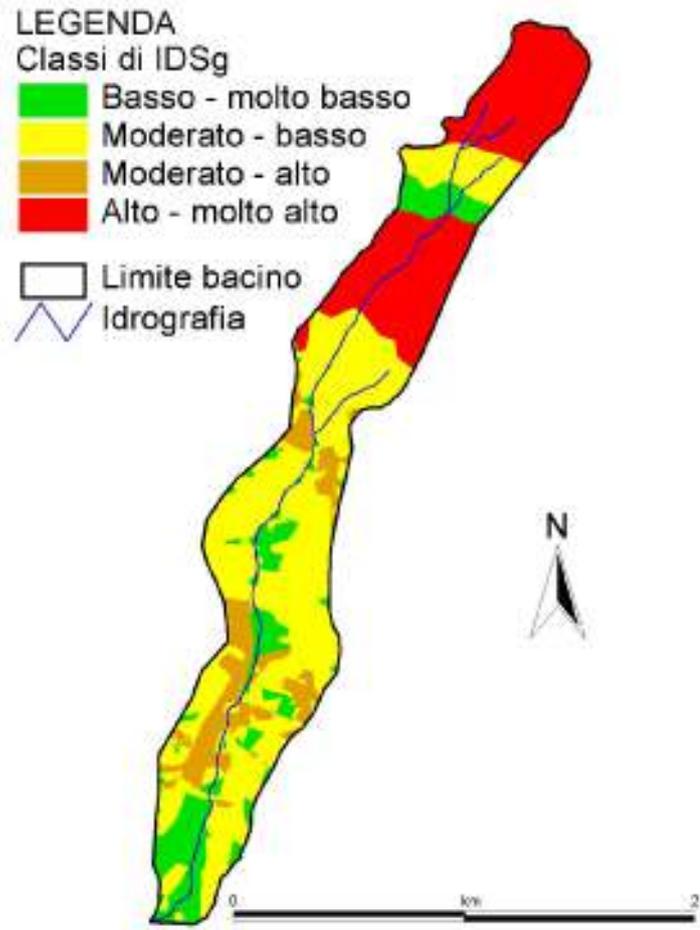
Classi di esposizione	Superficie occupata (km²)	Percentuale della superficie totale del bacino(%)	IDSg	Classe di IDSg (classi di Van Westen, 1993)
Da Nord a Est (0°N-90°N)	0.01	0.4	0,115	Moderata alta
Da Est a Sud (90°N - 180°N)	0.56	27.3	0,228	Moderata alta
Da Sud a Ovest (180°N - 270°N)	1.29	63.3	0,072	Moderata alta
Da Ovest a Nord (270°N - 360°N)	0.12	6.1	0,222	Moderata alta
Piano (-1)	0.06	2.9	—	—

Tabella riepilogativa della distribuzione delle classi di esposizione nel bacino del Torrente Ratello e dei relativi Indici di deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg)

Distribuzione dell'indice di deflusso Superficiale su base geomorfologica (IDSg)

La propensione al deflusso idrico superficiale dell'area del bacino del Torrente Ratello è stata espressa mediante un apposito indice (Indice di Deflusso Superficiale su base Geomorfologica, di seguito IDSg), calcolato seguendo la metodologia già ("Materiali e Metodi"). Il *range* di valori di tale indice è stato suddiviso in quattro classi, secondo quanto suggerito da Van Westen (1993), ovvero:

1. Basso – molto basso ($IDSg < -0.75$)
2. Moderato – basso ($-0.75 < IDSg < 0.05$)
3. Moderato – alto ($0.05 < IDSg < 0.5$)
4. Alto – molto alto ($IDSg > 0.5$)



Carta dell'IDSg del Bacino del T. Ratello

La distribuzione di tali classi all'interno del bacino è riportata in Fig. 138 ed appare non omogenea; si nota infatti una netta prevalenza della classe di IDSg “Moderato - basso” che occupa un'area complessiva di 1.01 Km², pari al 50% dell'intera area del bacino.

Tale classe è diffusa soprattutto nel settore centrale del bacino, dove il substrato è costituito dai depositi del complesso calcareo-pelitico ed arenaceo, l'uso del suolo consiste in uliveti e vigneti e le pendenze sono estremamente variabili, ma prevalentemente comprese tra 5° e 15°. La bassa propensione al deflusso appare quindi spiegabile soprattutto con l'elevata permeabilità per porosità e fessurazione delle arenarie del *complesso arenaceo*, con le pendenze complessivamente contenute e, soprattutto, con l'azione favorevole all'infiltrazione piuttosto che al deflusso svolta dagli uliveti e subordinatamente dai vigneti. Tali elementi sfavorevoli al deflusso superficiale sembrano “annullare” la propensione allo stesso indotta dalla bassa permeabilità dei depositi del complesso calcareo-pelitico.

Si osserva poi una distribuzione altrettanto ampia della classe di IDSg “Alto – molto alto”, che occupa un'area di

0.53 Km² (26% dell'area del bacino) ed è concentrata nella

parte alta del bacino. L'elevata propensione al deflusso in questa porzione di bacino appare in massima parte spiegabile con la presenza delle *Impervious cover* del *Tessuto urbano continuo* dell'abitato di Guardia Sanframondi, che la rendono un'area totalmente impermeabile. In questa zona, inoltre, sono concentrate le superfici a maggiore pendenza, che, come noto, sono caratterizzate da una prevalenza del deflusso superficiale sull'infiltrazione. L'elevata propensione al deflusso in questa porzione di bacino appare in contrasto unicamente con l'elevata permeabilità per fratturazione delle calcareniti qui presenti. Essa è

tuttavia spiegabile con la presenza

di intercalazioni marnose poco permeabili nelle calcareniti, nonché con quella di suoli di origine piroclastica fortemente argillificati, che occludono la fessure presenti nelle calcareniti, impermeabilizzandole. Inoltre, manca in questa zona una vegetazione arborea in grado di favorire l'infiltrazione sul deflusso superficiale, essendo essa prevalentemente di tipo erbaceo e/o arbustivo.

Infine si nota una minima distribuzione della classe "Bassa – molto bassa" (14% dell'area del bacino), occupante un'area di circa 0.29 Km². Superfici appartenenti a questa classe di IDSG sono impostate in sedimenti alluvionali o detritico-colluviali ad elevata permeabilità per porosità dei

depositi (*complesso sabbioso-ghiaioso-pelitico, complesso sabbioso-limoso e complesso detritico-colluviale*). La bassa propensione al deflusso idrico superficiale appare spiegabile anche con la frequenza relativamente alta di superfici pianeggianti e/o debolmente inclinate (pendenza compresa tra 0°-15°). Infine, poco diffuse sono le superfici con IDSG

"Moderato - alto", che occupano un'area di circa 0.20 Km², pari

al 10% della superficie totale del bacino. Tali superfici sono localizzate dove sono presenti classi di fattori geoambientali con propensione intermedia al deflusso idrico superficiale.

Classe di IDSg	Area occupata (Km²)	Percentuale della superficie totale del bacino (%)
Bassa - molto bassa (IDSg < -0,75)	0.29	14
Moderata - bassa (-0,75 < IDSg < 0,05)	1.01	50
Moderata - alta (0,05 < IDSg < 0,5)	0.20	10
Alta - molto alta (IDSg > 0,5)	0.53	26

Tabella riepilogativa della distribuzione delle classi dell' Indice di deflusso Superficiale su base Geomorfologica (IDSg) nel bacino del T. Ratello

Caratteristiche morfologico-geometriche

del Torrente Ratello

Premessa

In questo paragrafo sono state riportate le informazioni ricavate dalle analisi effettuate in campo per la determinazione dei fattori morfologico-geometrici dell'alveo del Torrente Ratello, *sensu RINALDI et alii* (2011), ovvero: andamento plano-altimetrico, caratteristiche delle sezioni trasversali, forme fluviali, granulometrie prevalenti dei sedimenti, ecc. Lo scopo dell'analisi è stato quello di individuare dei tratti fluviali che potessero essere ritenuti relativamente uniformi dal punto di vista morfologico ed interpretarli e discuterli in un'ottica di pericolosità associata alle esondazioni: è evidente, infatti, che peggiore è la "qualità morfologica" (*sensu RINALDI et alii*, 2011), maggiore è il disturbo sulla normale dinamica fluviale e, quindi, maggiore può essere la pericolosità associata alle piene che non avvengono più con le modalità tipiche di un alveo indisturbato.

Descrizione dei tratti

Tratto A-B: zona Fontana Pendino

Lunghezza 750 metri Pendenza media di 14° Sezione variabile e ampia con salti naturali di varie altezze a secondo della pendenza- I cigli sono in parte sistemati con ampie scarpate con pendenze lievi a destra e sinistra, in parte ciò si verifica solo a un lato mentre l'altro è quasi verticale. La vegetazione è molta intensa – E' composta da alberi di alto fusto infestati da rovi e altri piccoli arbusti che impediscono la vivibilità. In un tratto l'erosione ha creato una vera e proprio Canyon -

Tratto C-D: zona a valle di Via Parallela fino a Piazza Mercato

Lunghezza 270 metri Pendenza media lieve. Sezione intubata con scatolare in c.a e soprastante zona dotata di arredo urbano (verde pubblico, piazza).

Tratto D-E-F: zona a valle di Piazza Mercato

Lunghezza 140 metri Pendenza media lieve. Sezione in parte libera, in parte intubata con scatolare in muratura struttura portante di fabbricati della zona storica.

Tratto F-G: zona a valle di Via Costarella-Via San Francesco-Zona circostante Santuario Madonna dell'Assunta

Il tratto in esame è posto nell'unità fisiografica "collinare" del bacino, questo tratto è lungo 375 m e si collega con il tratto pedemontano, posto ad una quota di 365 m s.l.m., attraverso una serie di salti rivestiti con muratura in pietrame calcareo squadrato, realizzati tra le pareti verticali degli edifici latitanti. La pendenza media è pari a 6%. L'alveo al momento del sopralluogo è stato considerato in condizioni di completa artificialità; inoltre, la distanza tra le opere trasversali è talmente ravvicinata da non permettere l'instaurarsi di unità morfologiche non dipendenti dall'opera stessa. In questi casi non si riconosce la configurazione del fondo in condizioni naturali è quindi non è stato possibile determinare i fattori morfologico-geometrici . Sulla base di tutto ciò e delle poche informazioni ricavate è stato possibile ricavare un IQM pari a 0.36 è collocare il tratto in una classe di qualità morfologica SCADENTE.

Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
<i>F1</i>	<i>A</i>	<i>A1</i>	/	<i>V1</i>	/
<i>F3</i>	<i>B</i>	<i>A2</i>	<i>B1</i>	<i>V2</i>	/
<i>F6</i>	<i>A</i>	<i>A3</i>	/	<i>V3</i>	/
<i>F7</i>	/	<i>A4</i>	<i>C</i>	Indici e classe	
<i>F9</i>	<i>C</i>	<i>A5</i>	<i>B</i>	<i>Stot</i>	61
<i>F10</i>	<i>C2</i>	<i>A6</i>	<i>C(+12)</i>	<i>Smax</i>	94
<i>F11</i>	<i>C</i>	<i>A9</i>	<i>C(+12)</i>	<i>IAM</i>	0.64
<i>F12</i>	<i>B</i>	<i>A10</i>	<i>A</i>	<i>IQM</i>	0.36
<i>F13</i>	<i>C</i>	<i>A11</i>	<i>A</i>	<i>Classe</i>	Scadente
		<i>A12</i>	<i>B</i>		



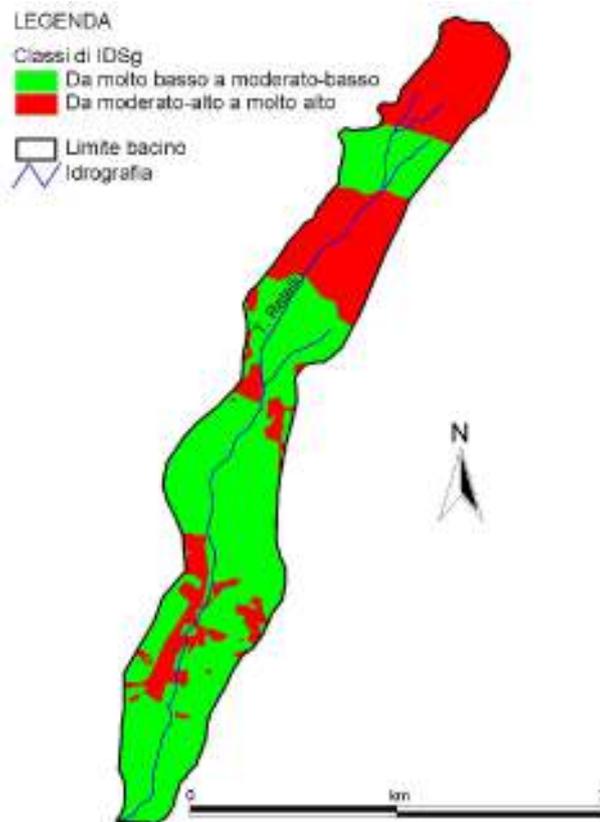
Torrente Ratello

CONCLUSIONI

Gli ultimi eventi pluviometrici di ottobre 2015 hanno provocato danni spondali del Torrente Ratello anche in concomitanza del centro abitato di Guardia Sanframondi. I tratti presi in esame precedentemente sono quelli a più alta vulnerabilità e con un rischio quindi maggiore.

Il bacino idrografico del Torrente Ratello, a monte della sezione di chiusa posta in corrispondenza della confluenza con il Torrente Rio, ha un'estensione pari a 2.04 km² ed una densità di drenaggio paria a 2.74 km⁻¹. Tale basso valore della densità di drenaggio è spiegabile, da un punto di vista litologico, con la predominanza nel bacino di depositi permeabili per fessurazione e porosità, quali quelli costituenti il *complesso arenaceo*, nonché con la contemporanea presenza di altri depositi permeabili per porosità e fessurazione (depositi dei complessi *sabbioso-ghiaioso-pelitico*, *sabbioso-limoso*, *detritico-colluviale* e *ignimbrítico*); di conseguenza, in tale bacino, il reticolo idrografico appare poco sviluppato.

Da un punto di vista della propensione al deflusso superficiale, espresso dall'IDSg, è possibile notare una notevole prevalenza delle superfici ricadenti nella classe da "Molto basso a moderato-basso" che occupano una superficie complessiva del 1.03 km², pari al 64% dell'intera area del bacino. Tale bassa propensione al deflusso, diffusa soprattutto nella zona centrale e terminale del bacino, è anch'essa spiegabile da un punto di vista litologico, data la presenza di depositi con elevata permeabilità per porosità e fessurazione (*complesso arenaceo*) e per porosità (*complesso sabbioso-ghiaioso-limoso*, *sabbioso-limoso* e *detritico - colluviale*), nonché da un punto di vista dell'uso del suolo in virtù della forte prevalenza degli uliveti sui vigneti, i quali tendono a favorire l'infiltrazione anziché il deflusso e/o ruscellamento, come evidenziato dai bassi valori dell'IDSg



L'estensione del bacino del Ratello rende più difficile che esso possa non essere interessato interamente da un dato evento piovoso. Il corso d'acqua principale non ha praticamente affluenti, per cui l'intero volume di pioggia trova recapito immediato e diretto nel corso d'acqua principale.

A rafforzare quest'ultima affermazione concorre la maggiore propensione al deflusso idrico superficiale (a scapito dell'infiltrazione) del bacino del T. Ratello infatti, le superfici con Indice di Deflusso Superficiale più elevato costituiscono il 36% della superficie del bacino.

Inoltre si evidenzia un gradiente medio del T. Ratello che lascia ipotizzare una maggiore velocità di deflusso di un'onda di piena.

In sintesi, quindi, i dati sin qui esposti suggeriscono una elevata pericolosità del T. Ratello ed a spiegare ciò sembra concorrere l'Indice di Qualità Morfologica (RINALDI *et alii*, 2011): tale indice, infatti, esprime, in sintesi, l'entità della perturbazione della normale dinamica fluviale ad opera dell'uomo. In tal senso, l'IQM del T. Ratello, il che indica un disturbo antropico elevato e poco finalizzato alla mitigazione della pericolosità.

In generale, l'inadeguata presenza di opere trasversali comporta un incremento del trasporto solido di fondo, maggiore scabrezza, un maggiore potere erosivo e distruttivo sulle sponde e sugli argini e, soprattutto, si traduce in una mancanza di ostacoli ad un'accelerazione pressoché continua delle acque durante un evento di piena. Parallelamente, la presenza di luce ridotta all'imbocco del torrente all'altezza di Via Parallela dove lo stesso si incassa, oltre ad essere da ostacolo al normale deflusso fluviale in occasione di un evento di piena, ne consegue un accumulo di materiale grossolano con un comportamento restringimento della sezione dell'alveo, costringendo, quindi, il corso d'acqua ad erodere e a valle ad esondare. Da un punto di vista delle caratteristiche morfologico-geometriche, esso si sviluppa lungo un gradiente pari a 9.2%. il corso d'acqua si presenta rettilineo e/o debolmente sinuoso con un alveo inizialmente antropizzato in prossimità dell'abitato di Guardia Sanframondi; più a valle, esso si sviluppa in condizioni di naturalità e/o semi-naturalità evidenziando un profilo longitudinale a gradinata (*step-pool*) e, successivamente, man mano che ci si sposta verso la sezione di chiusa, esso assume una configurazione di fondo a *plane-bed*. Il sedimento in esso presente appare eterogeneo lungo tutto il tratto, con tratti spondali molto instabili.

Per un'adeguata sistemazione degli stessi si suggerisce di adottare i seguenti interventi che in fase definitiva-esecutiva dovranno meglio essere dimensionati:

Tratto A-B zona Fontana-Pendino

Le opere a farsi sono :

Taglio vegetazione selvaggia – Scelta vegetazione esistente a difesa degli argini
Riformazione della profilatura stabile degli argini- Formazione di scogliere –
Consolidamento delle scarpate instabile degli argini. Profilatura alveo in modo da razionalizzare lo scolo delle acque (ripristino le briglie in pietra esistenti)

Effetto

Recupero ambientale del paesaggio permettendo una vivibilità dello stesso e una frequentazione quotidiana con escursioni ristoratrici. Miglioramento della sicurezza idraulica – idrogeologica -

Tratto B -C zona a monte di via Parallela

Le opere a farsi sono :

sostituzione del tubo con uno scatolare in c.a , opportunamente dimensionato e interrato per tutta la lunghezza.

Effetto

Miglioramento della sicurezza idraulica- idrogeologica –delle infrastrutture pubbliche e della proprietà privata

Tratto C-D zona a valle di via Parallela fino a Piazza mercato

Le opere a farsi sono : Nessuna

Tratto D-E -F zona a valle di Piazza mercato

Le opere a farsi sono : consolidamento alveo , muratura laterale, volte in muratura e solai dello scatolare e il risanamento igienico sanitario dello stesso.

**Tratto F-G zona a valle di via Costarella –via S.Francesco-
Zona circostante Santuario Madonna dell’Assunta-**

Le opere a farsi sono :

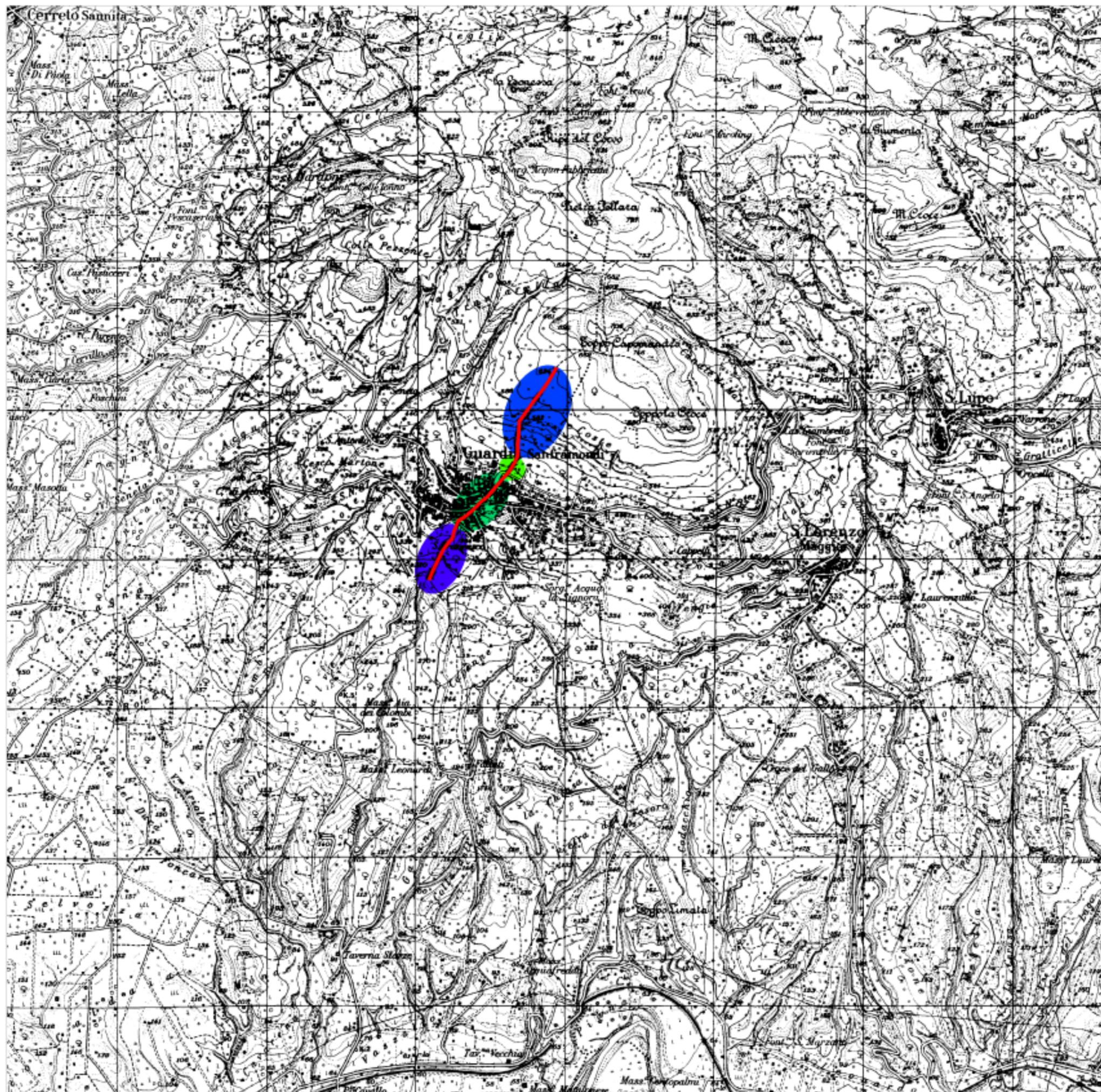
Palificata trasversale in destra e in sinistra idrografica del Torrente Ratello ed in concomitanza del ponte su Via San Francesco ove è in atto una frana innescata con gli ultimi eventi pluviometrici; gabbionate e scogliere rinverdate con drenaggi a spina di pesce lungo le sponde del Torrente.

Guardia Sanframondi, ottobre 2015

I Geologi

Dott. Angelo Sebastianelli

Dott.ssa Angela Foschini



Corografia

Rapporto 1:25.000



Tratto A-B



Tratto B-C



Tratto C-D e D-E-F



Tratto F-G

Tratto del Torrente Ratello
interessato dai lavori



Rapporto 1:25.000

INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO

Rapporto 1:25.000

LEGENDA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

DEPOSITI DETRITICI:
 - Detrito sciolto, attuale o recente, costituito da clasti carbonatici di varia pezzatura in matrice sabbiosa oppure terrosa brunnastri (terre rosse residuali e proclasti rimangiati).
 - Breccie antiche, pleistoceniche, a cemento calcareo sabbioso, sovente in strati e bancate.

DEPOSITI ALLUVIONALI:
 - Sedimenti alluvionali, olocenici, costituiti da ghiaie e sabbie di fondovalle, di gola e di riempimento degli avvisi abbandonati.
 - Alluvioni distali del Fiume Volturno e del Fiume Calore, olocenici, costituiti prevalentemente da sedimenti limo-sabbiosi.
 - Depositi fluvio-palustri sabbio-limo-torbosi e depositi travertinosi della Piana telesina s.s.

DEPOSITI PROCLASTICI DELL'IGHIMBRITE CAMPANA:
 - Ceneri grigie con sparse scorie nerastre, porici e frammenti liti, litoidi e con tipica fratturazione colonnare (Tulo Gigio Campano), del Pleistocene superiore, sovente ricoperto da un "cappellaccio" di proclasti sciolti, umzzate, argillificati ed talora rimangiati.

DEPOSITI FLUVIALI ANTICHI DEL FIUME CALORE:
 - Ghiaie poligeniche e sabbie, da addensate a discretamente cementate, Pleistoceniche.
DEPOSITI LACUSTRI, Pleistocenici, dell'alta valle del Torrente Terno.

SEDIMENTI ARENACEO-PELTICI MIOCENICI IN FACIES DI FLYSCH

FORMAZIONE DI PIETRAROLA:
 - Argille, argille siltose, silti argillose e mame siltose con interstrati arenacei, del Miocene Medio-Superiore.
ARENARE DI CAIAZZO:
 - Arenarie quarzose a granulometria variabile, variamente cementate, con a luoghi interstrati di mame ed argille del Miocene Superiore.

SEDIMENTI CALCAREO-MARNOSO-ARGILLOSI DI PROVENIENZA ALLOCTONA

ARGILLE VARIOCOLORI:
 - Argille, argille siltose e mame rosse, violacee e grigie, a fossilità diffusa, con inglobato materiale litoidi di varia pezzatura.

SEDIMENTI CALCAREO-MARNOSI:
 - Calcareni, calcinelli, calcari cristallini e breccie calcaree con livelli di mame ed argille policrome.
 - Argille e mame con intercalazioni di calcari, calcari marnosi avana e calcareniti verdastre.

SEDIMENTI CALCAREI E MARNOSO-CALCAREI IN FACIES DI TRANSIZIONE, DEL CRETACICO SUPERIORE - OLIGOCENE

SEDIMENTI CALCAREI:
 - Calcareni e calcinelli di colore avana, ben stratificati con amioni di selce verso la base e con rare intercalazioni marnose. Calcareni e calcari pseudosaccaroidi, ben stratificati, con bancate conglomeratiche. Calcareni grigie, ben stratificati, e breccie con amioni e stratielli di selce e rare intercalazioni di mame rosate.

SEDIMENTI MARNOSO-CALCAREI:
 - Almarose di mame rosastre o verdastre e di calcari biancastri pseudo-cristallini, sottilmente stratificati, con noduli e stratielli di selce. Conglomerati a cemento argilloso, sabbioso o calcareo rosastro alternati a mame e mame argillose rosastre e verdastre.

SEDIMENTI CARBONATICI DI PIATTAFORMA DEL MESOZOICO E DEL MIOCENE INFERIORE

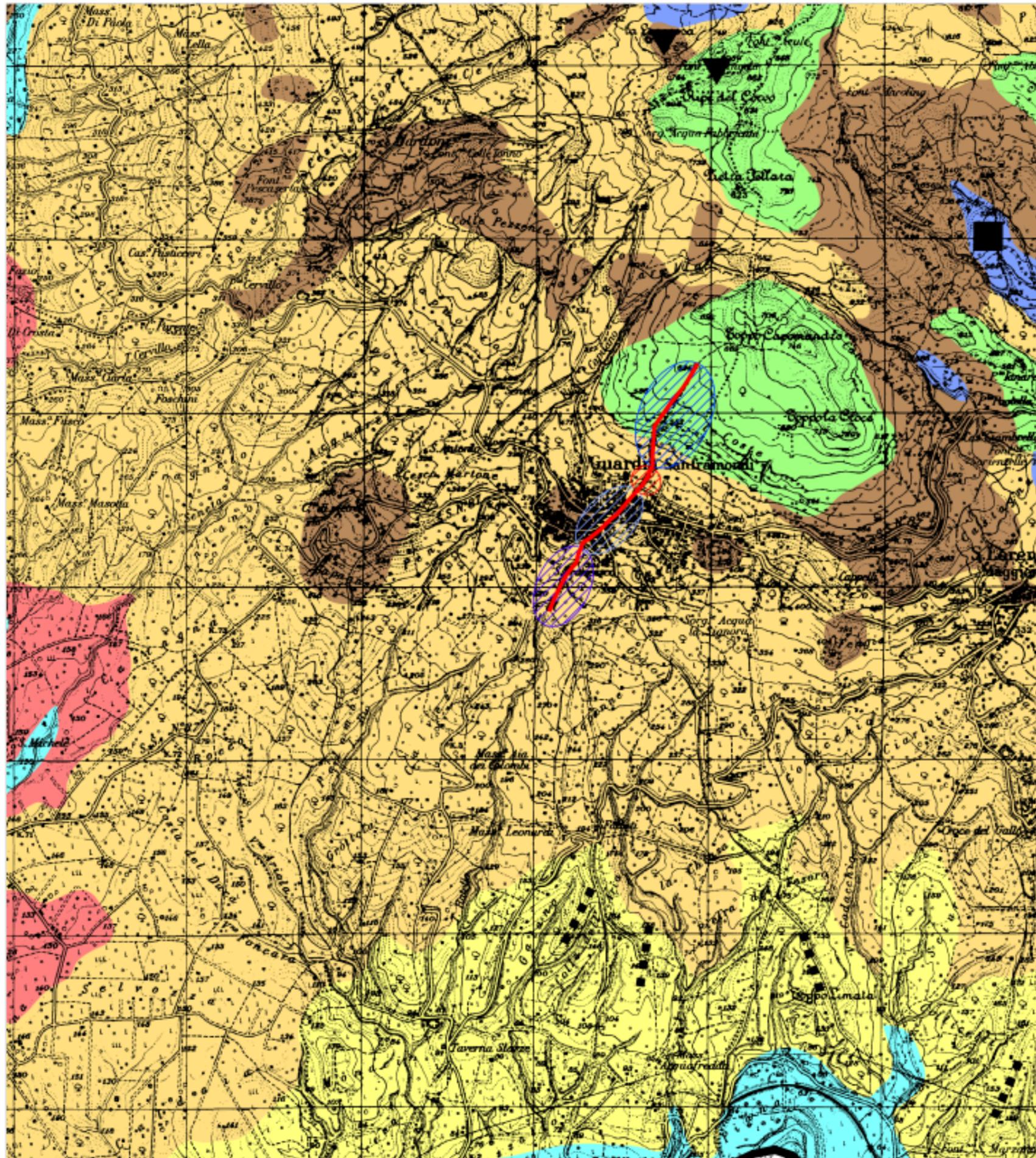
SUCCESSIONE MIOCENICA (Langhiano-Sarnaveliano):
 - Calcareni e bio-calcareni biancastri e grigie con grossi lamelli bianchi, edini, briciole e litolami (Formazione di Cusano).
 - Calcari marnosi con ricca microfaua planctonica ad Orbulina univerta (Formazione di Longano).

SUCCESSIONE MESOZOICA (Trias Sup.-Cretaco Sup.):
 - Calcari omogenei e calcareniti con venature calciche, grigi, biancastri o avana, con livelli biotromali a Rudate, del Cretaco Superiore.
 - Leni di Bauxite, associate a breccie a cemento marnoso rosso e verdastro ed a livelli di argille e mame, Albano-Turoniano.
 - Calcari itoliferi, sottilmente stratificati, Bareniano-Albano.
 - Calcari compatti, detritici e pseudolifici, grigi o nocciola, a Requena, Toucasia e Nernee, con intercalazioni di calcari dolomiti, Cretaco Inf.
 - Calcareni, calcari colitici e psiditici, calcinelli, mame e calcari marnosi, Giurassico medio-Sup.
 - Calcari con intercalazioni dolomiti e livelli di breccie interformazionali, Giurassico Inf.
 - Dolomie e calcari dolomiti, Lias Inf.-Trias Sup.

-  Parco Geopaleontologico di Pietraraja
-  Località fossilifera
-  Affioramenti di Bauxite
-  Dolina
-  Grotta
-  Conca Tettono-Carsica
-  Forra
-  Paleoterrazzo sommital delle alluvioni del Fiume Calore

-  Tratto A-B
-  Tratto B-C
-  Tratto C-D e D-E-F
-  Tratto F-G
-  Tratto del Torrente Rabello interessato dai lavori


 Rapporto 1:5.000



CARTA IDROGEOLOGICA

legenda

AREE A PERMEABILITA' DA MEDIO-ALTA, per fratturazione/fessurazione e per porosità primaria, **AD ALTA** per fratturazione e carsismo, costituenti i principali **ACQUIFERI**.

- Nei **SEDIMENTI CARBONATICI DI PIATTAFORMA** è riscontrabile una rete acquifera principale, profonda (falda di base del Matese orientale), ad elevata potenzialità; sono presenti inoltre "falde sospese", di tipo per lo più perenne, connesse a condizioni morfo-tettoniche locali.
- Nei **SEDIMENTI CALCAREI DI TRANSIZIONE** la circolazione idrica sotterranea è solo in parte condizionata dalle intercalazioni di "fina" e dal restringimento delle fratture/fessure con la profondità e può talora fruire di canali carsici. La falda di maggior rilievo è posta a medie profondità ed alimenta sorgenti perenni e di portata anche discrete.
- Nei **DEPOSITI DETRITICI**, posti alla base dei principali rilievi, la circolazione idrica sotterranea è connessa sia agli apporti meteorici diretti che ad eventuali drenaggi di "falde sospese" in acquiferi adiacenti. Nel primo caso la potenzialità della falda in essi impostata, non rilevante, è funzione soprattutto della estensione di predetti Depositi.
- I **DEPOSITI ALLUVIONALI** di spessore ed estensione significativi sono rappresentati da quelli del Fiume Calore; in essi, anche per la presenza di apporti sotterranei da acquiferi adiacenti, è presente una falda di subalveo a sviluppo articolato ed a buona potenzialità.

AREE A MEDIA PERMEABILITA' per porosità o per fratturazione/fessurazione.

- In tali aree la circolazione idrica sotterranea non è mai profonda essendo condizionata dai modesti spessori delle formazioni (come nei Depositi Piroclastici), dalla parziale occlusione delle maglie da parte di cementi diagenetici (come in più livelli dei Depositi Fluviali Antichi) e dalle non rare intercalazioni di "fina" (come nei Sedimenti Calcario-Marmosi alloctoni, nei Depositi Fluviali Antichi e nei Depositi Alluvionali distali dei Fiumi Volturno e Calore). Possono essere sede di modesti acquiferi alimentanti pozzi e effori sorgenti generalmente a bassa potenzialità.

AREE A PERMEABILITA' DA BASSA A PRATICAMENTE NULLA

- I sedimenti costituenti tali aree rappresentano le principali soglie di permeabilità (sovraposte ed in subordina sottoposte) dei principali acquiferi, agendo da "tamponi" impermeabile e condizionandone le emergenze. Essi sono sede di strati saturi episupefficiali, impostati nell'arenato-argillato (primi metri dal p.c.) e, a luoghi, quando prevalgono le intercalazioni limose (come nelle Arenarie di Casaleto), di modeste circolazioni idriche impostate lungo le superfici di discontinuità (giunti di stratificazione, fratture/fessure). Pertanto i "punti d'acqua" riscontrabili sono rappresentati da "pozzi-serbatoi" a scarsa potenzialità e da emergenze stagionali.



Linee di flusso della falda di base del Matese Orientale



Linee di flusso della direttrice principale della falda di subalveo del Fiume Calore



Direttrici di flusso delle falde medio-profonde alimentanti le principali emergenze idriche locali (portata minima di almeno 2 l/sec.)



Tratto A-B



Tratto F-G



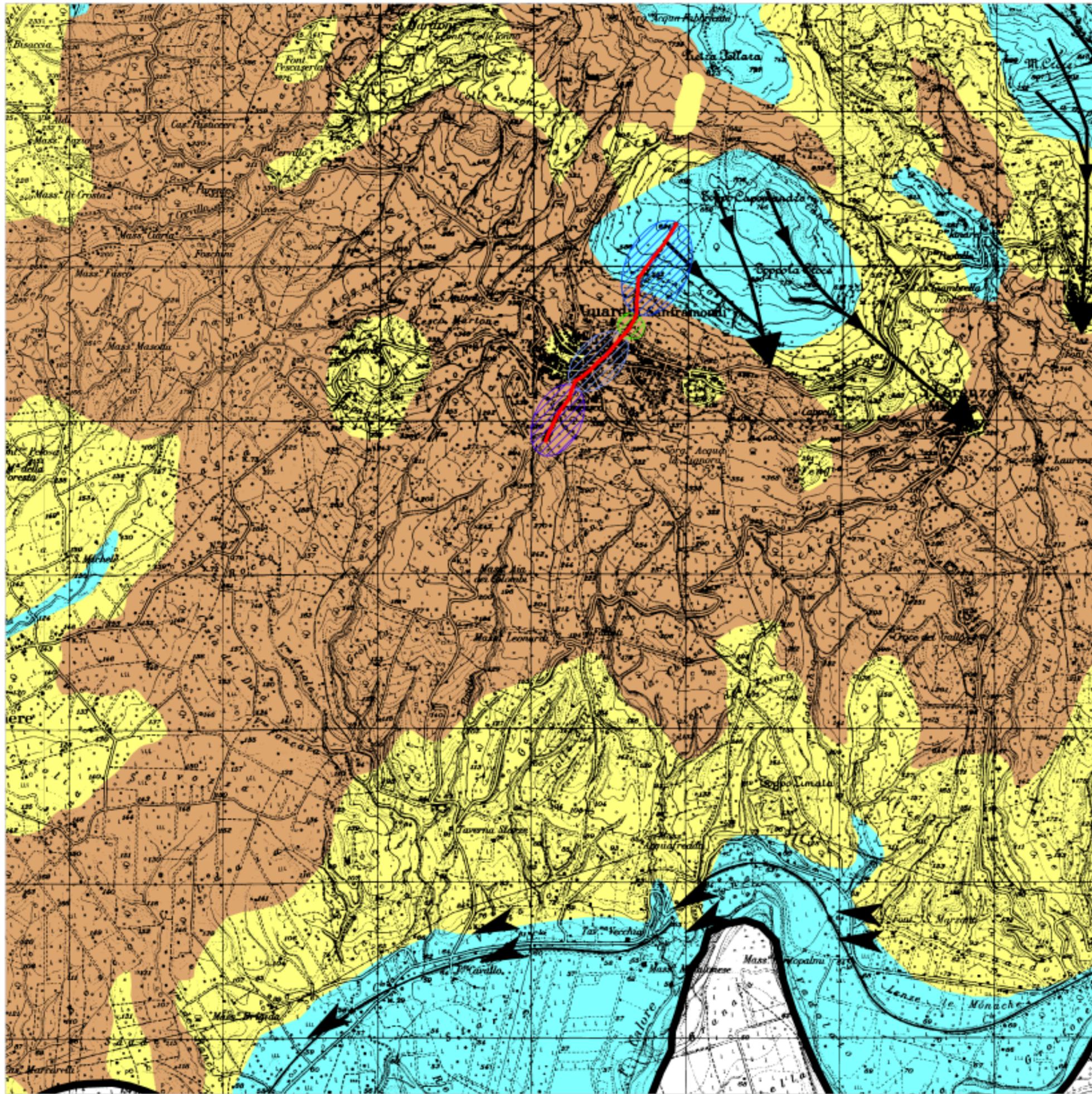
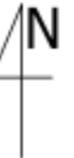
Tratto B-C

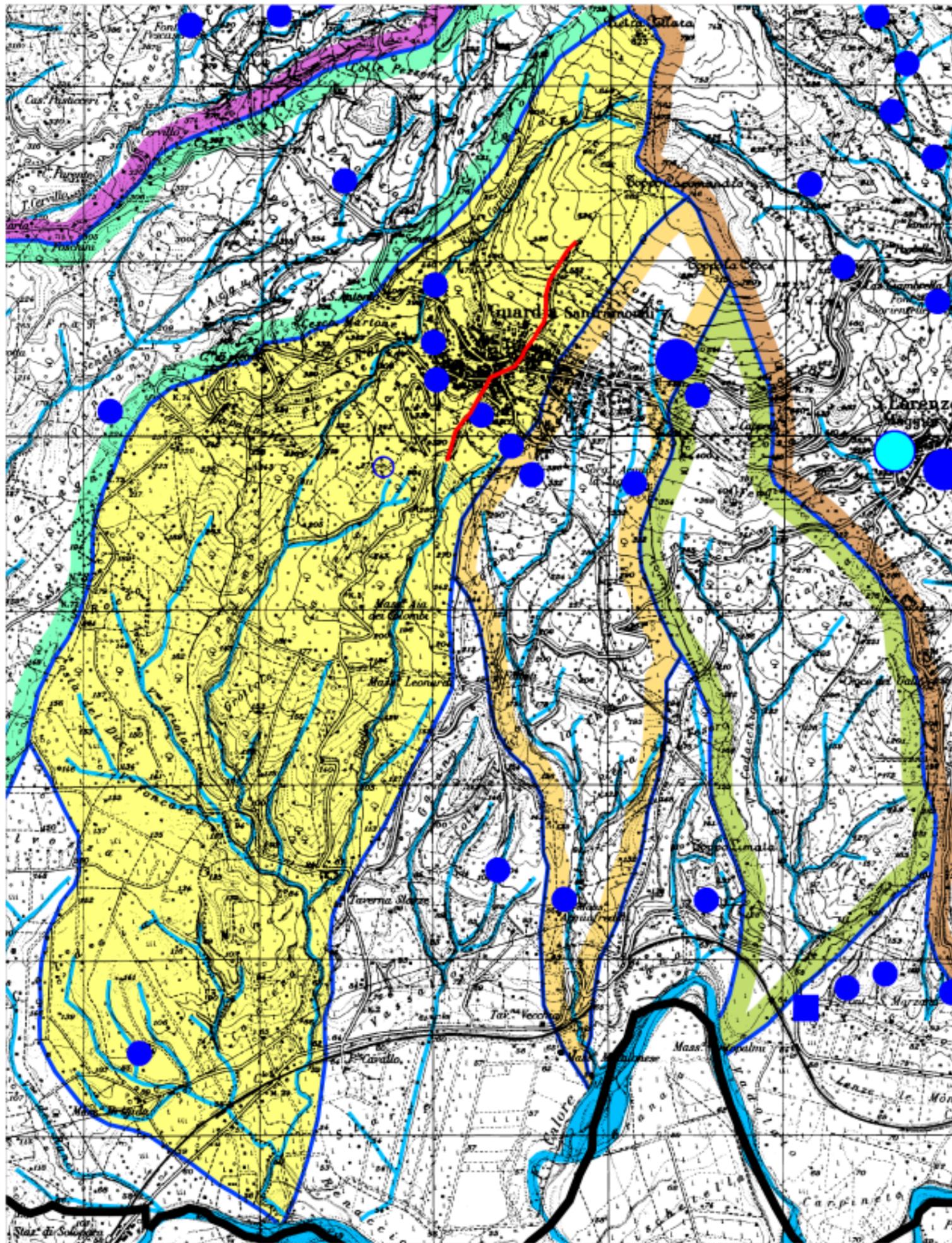


Tratto C-D e D-E-F



Tratto del Torrente Ratello interessato dai lavori



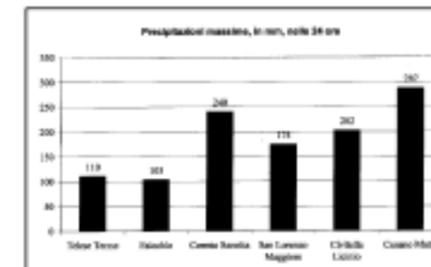
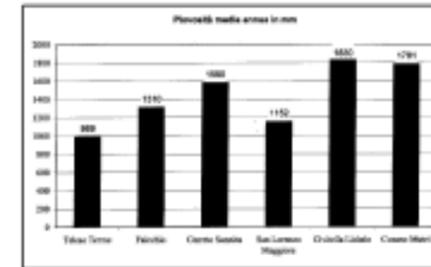
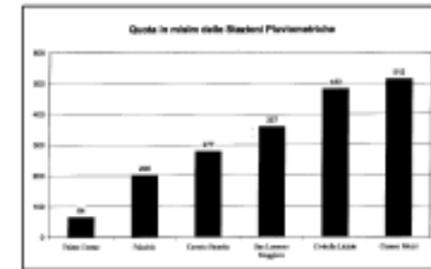


GRAFICI DESUNTI DAI DATI DEL SERVIZIO IDROGRAFICO DELLO STATO RELATIVI AL TRENTENNIO 1921/1950

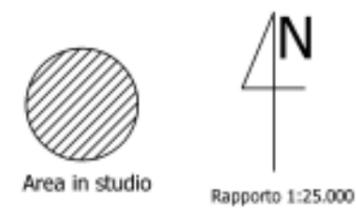
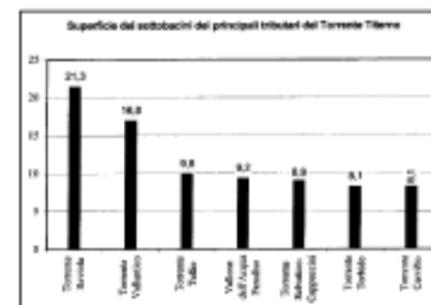
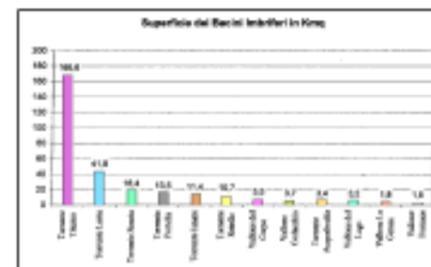
CARTA IDROLOGICA

LEGENDA

- Bacino imbrifero del TORRENTE TITERNO (Affluente in sx del F. Volturno)
- Bacino imbrifero del TORRENTE TRUONO-PORTELLA-GRASSANO (Affluente in dx del F. Calore)
- Bacino imbrifero del TORRENTE SENETA (Affluente in dx del F. Volturno)
- Bacino imbrifero del TORRENTE RATELLO-CAPUANO (Affluente in sx del F. Volturno)
- Bacino imbrifero del TORRENTE ACQUAFREDDA (Affluente in dx del F. Calore)
- Bacino imbrifero del VALLONE CODACCHIO (Affluente in dx del F. Calore)
- Bacino imbrifero del TORRENTE IANARE (Affluente in dx del F. Calore)
- Bacino imbrifero del VALLONE LA CERASA (Affluente in dx del F. Calore)
- Bacino imbrifero del VALLONE LAGO (Affluente in dx del F. Calore)
- Bacino imbrifero del VALLONE DEL CORPO (Affluente in dx del F. Calore)
- Bacino imbrifero del VALLONE FORNACE (Affluente in dx del F. Calore)
- Bacino imbrifero del TORRENTE LENTE (Affluente in dx del F. Calore)
- Sottobacini dei principali tributari del TORRENTE TITERNO
- Reticolo idrografico
- SORGENTE PERENNE
- SORGENTE PERENNE con portata minima di almeno 2 l/sec.
- SORGENTE NON PERENNE
- POZZO PROFONDO
- GRUPPO SORGENTIZIO DEL GRASSANO una delle principali emergenze idriche del Basso Centro-Meridionale
- STAZIONE PLUVIOMETRICA
- Tratto Rattelto sede di interventi

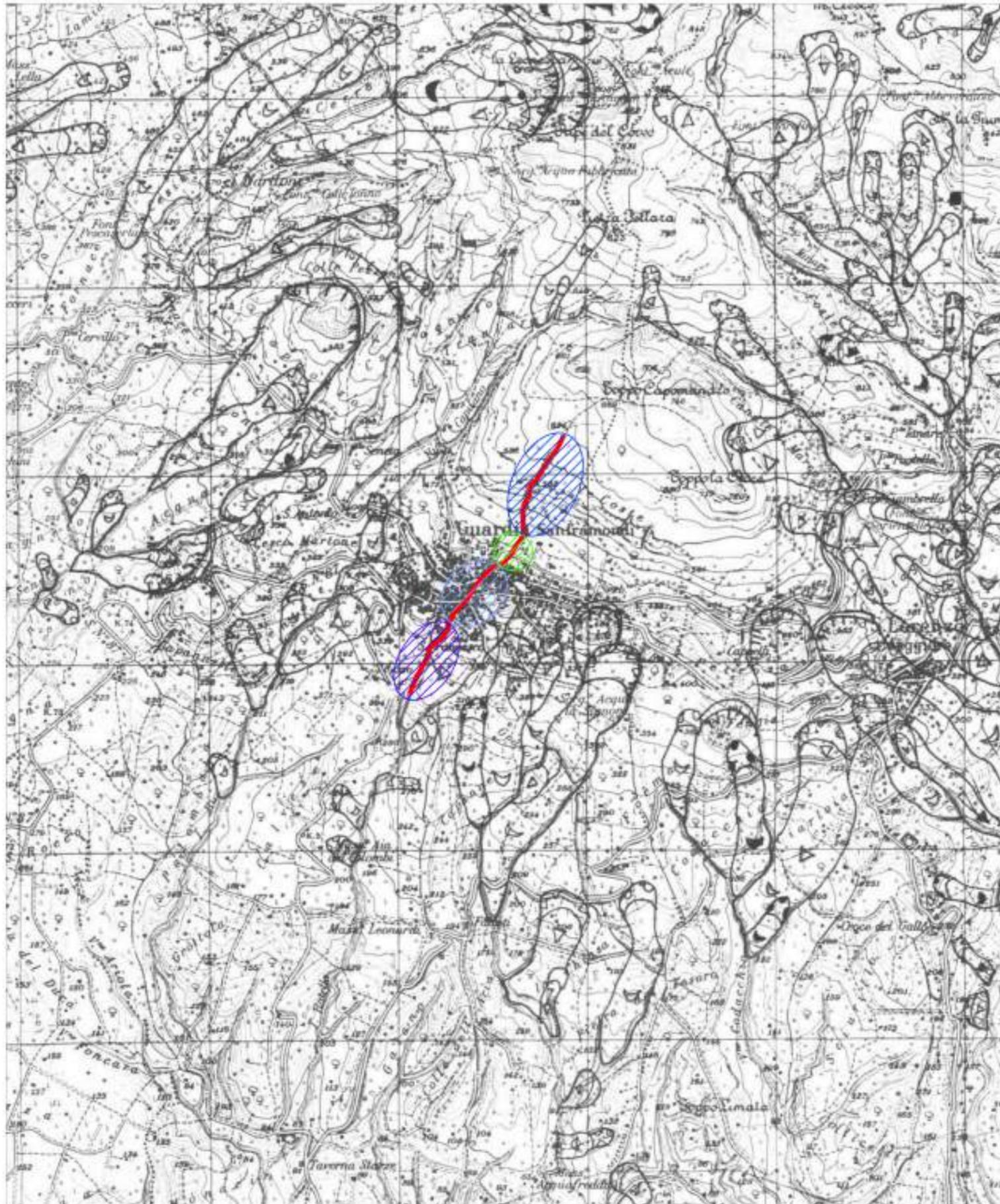


ESTENSIONE DEI BACINI E SOTTOBACINI IMBRIFERI



CARTA GEOMORFOLOGICA

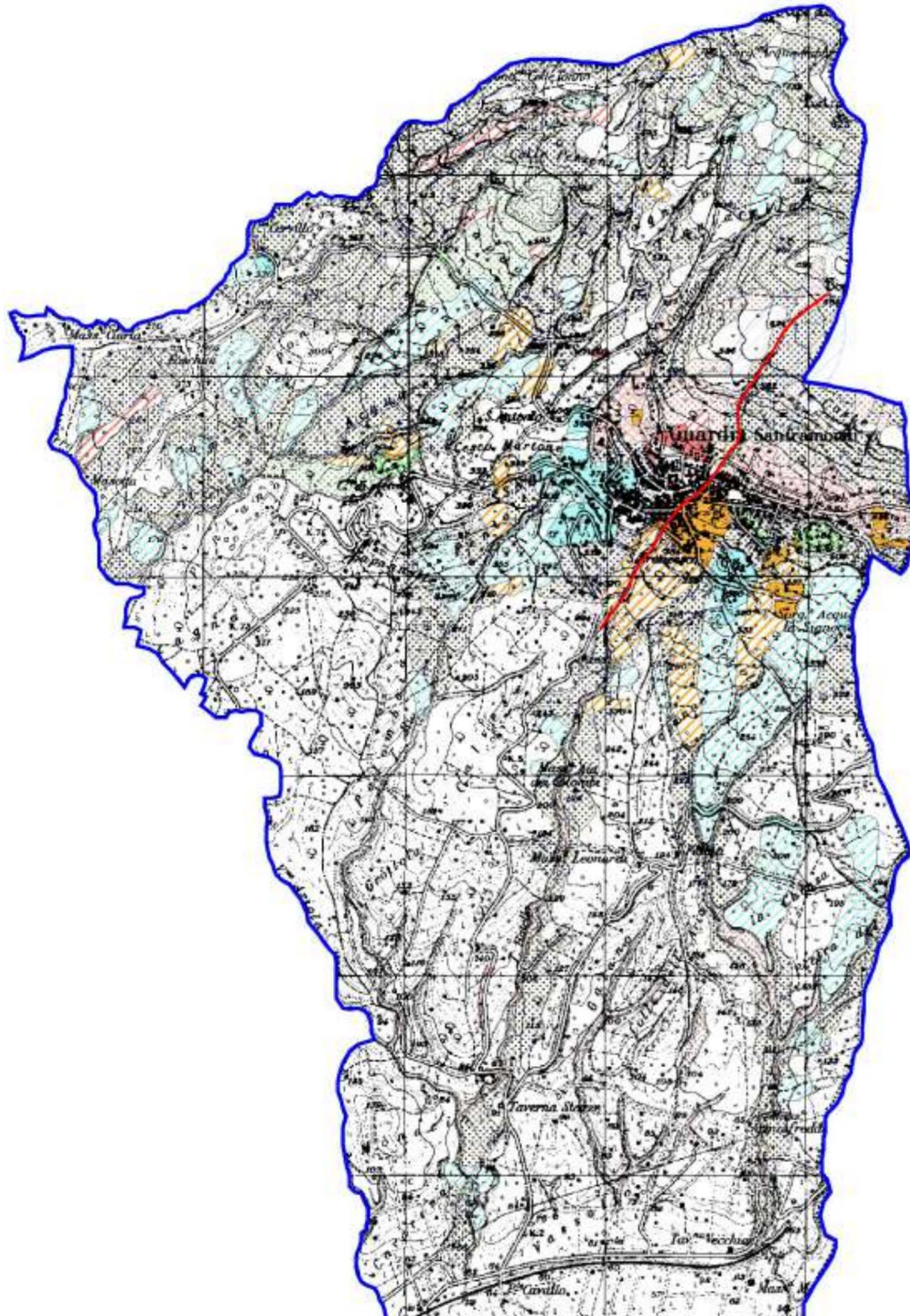
(Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano-Volturno
D.L. n. 132 del 13.05.99 - L. n. 226 del 13.07.99)



Stato di attività			Tipo di movimento	Simbolo
Attivo	Quiescente	Inattivo		
			Frana di crollo o ribaltamento frontale zona di distacco e probabile zona di invasione	Ofo di scarpato Trinche Frattura beam
			Frane di flusso rapido Zona di alimentazione Necchia di distacco Zona di flusso o travaso Zona di accumulo e invasione	Creep superficiale Creep profondo
			Colata rapida di fango	Dolina
			Colata di detrito Colata rapida in terreni prevalentemente mamoso-argillosi	Inghititoio Griffa
			Frana di scorrimento traslativo	Cave
			Frana di scorrimento rotazionale	Scarica
			Frane di colata lenta - colamento	Limiti amministrativi Limite del Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno (D.P.R. 01/06/98 pubblicato sulla G.U. del 22/10/98 n. 247) Limite regionale Limite provinciale Limite comunale
			Frana di espansione laterale	
			Deformazione gravitativa profonda di versante (D.G.P.V.)	
			Concavità morfologica	
			Area calanchive	
			Contropendenza	

Rapporto 1:25.000





- Tratto A-B
- Tratto B-C
- Tratto C-D e D-E-F
- Tratto F-G

Tratto del Torrente Ratello
interessato dai lavori



Rapporto 1:25.000

Autorità di Bacino
dei Fiumi Tirino, Volturno e Tevere



Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico
Rischio di frana

Carta degli scenari di rischio
Comune di
Guardia Sanframonti

Regione Campania
Provincia di Benevento
Scala 1:25.000

Legenda

- AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4**
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili le perdite di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
[* Area a rischio molto elevato ricadenti in zone a Piano]
- AREA A RISCHIO ELEVATO - R3**
Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguenze rilevanti degli stessi, la riduzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
- AREA A RISCHIO MEDIO - R2**
Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
- AREA A RISCHIO MODERATO - R1**
Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici o al patrimonio ambientale sono marginali.
- AREA DI ALTA ATTENZIONE - A4**
Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di frana, frantoio ed erosione di frana a massima intensità attesa alta.
- AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A3**
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa medio o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di attenzione.
- AREA DI MEDIA ATTENZIONE - A2**
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa medio.
- AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A1**
Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa.
- AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO - R4p**
Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scale di maggior dettaglio.
- AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE ALTA - A4p**
Area non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scale di maggior dettaglio.
- AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE BASSO - R1p**
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scale di maggior dettaglio.
- AREA DI ATTENZIONE POTENZIALMENTE BASSA - A1p**
Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scale di maggior dettaglio.
- Area di possibile ampliamento del fenomeno frana cartografato nell'elenco, ovvero di fenomeni di primo distacco, per lo quale si rimanda al D.M. L.P.P. 15/588 - C.**
Il fenomeno frana cartografato è stato classificato in base alle norme di cui all'art. 15 del D.M. L.P.P. 15/588 - C.
- Area di versante nella quale non è stato ricostruito un livello di rischio o di attenzione significativo (applicazioni D.M. L.P.P. 15/588 - C).**

Aprile 2006

S.T.O. - Settore Geologico Geotecnico - VC