



REGIONE ABRUZZO

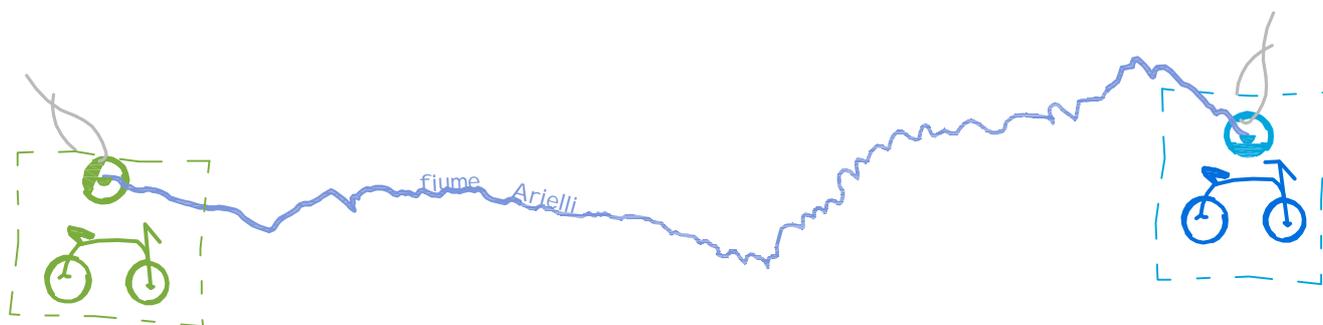
PROVINCIA DI CHIETI

CONTRATTO DI FIUME COMUNI DI:
ARIELLI-CANOSA SANNITA-CRECCHIO-ORTONA-TOLLO

PISTA CICLABILE "VIA DEI MULINI" (Fondi PAR FAS 2007-2013 Linea di azione I.3.3.a)

Progetto Definitivo - Esecutivo

Tavola B01 - Relazione Geologica e Caratterizzazione
Geotecnica, Idrogeologica, Idraulica



16/11/2015

IL GEOLOGO:
dott. Concezio Rossi

I - PREMESSA

È stato eseguito uno studio geologico e di inquadramento geotecnico, idrogeologico ed idraulico iniziale su un'area per la realizzazione della Pista Ciclabile "Via dei Mulini", contratto di fiume Comuni di Arielli, Canosa Sannita, Crecchio, Ortona e Tollo (Fondi PAR FAS 2007-2013 Linea di azione I.3.3.a).

Lo studio è stato realizzato attraverso un'accurata indagine conoscitiva che ha previsto un rilievo geologico e geomorfologico dell'area interessata e di quelle prossime ad essa, con osservazioni dirette su affioramenti naturali e scarpate antropiche, per comprendere i caratteri dell'area stessa e le sue problematiche.

Inoltre sono stati acquisiti dati, notizie bibliografiche e risultati di indagini esistenti sulla zona che hanno integrato il presente lavoro e con cui sono stati confrontati i risultati contenuti in esso.

Quanto detto è stato eseguito in base alle norme dettate dalla Legge n. 64 del 02.02.74 e successive modifiche ed integrazioni, dal D.M. 14.01.2008 ed alla relativa Circolare del 02.02.2009, n. 617/C.S.LL.PP..

II - LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI GENERALI

2.1 Inquadramento geologico

Il territorio in esame è caratterizzato dalla presenza della successione silicoclastica del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore (formazione di Mutignano), discordante sulle strutture della catena nel settore occidentale (Maiella-Casoli) ed in concordanza nel settore orientale di avampaese, al di sopra dei depositi del Pliocene medio (Donzelli, 1997; Crescenti, 1971a; Casnedi et alii, 1981; Scisciani et alii, 2000; Calamita et alii, 2002).

Pieghe e sovrascorrimenti (strutture del Gran Sasso, dei Monti Sibillini, del M. Morrone e della Maiella) coinvolgono, in questo settore frontale della catena centro-appenninica, la successione carbonatica triassico-miocenica di piattaforma-bacino pelagico (margine continentale di Adria), i depositi messiniani evaporitici e silicoclastici di avanfossa, quelli silicoclastici del Pliocene inferiore di avanfossa o di bacino satellite. Ad oriente della linea Sangro-Volturno (Ghisetti & Vezzani, 1997), affiora l'alloctono molisano-sannitico, traslato al di sopra dei depositi di avanfossa infrapliocenici e coinvolto nelle pieghe e nei sovrascorrimenti che deformano la sottostante successione della piattaforma carbonatica apula. Come evidenziato dall'interpretazione dei dati di sottosuolo, dette strutture sono sigillate, progressivamente verso est, dalla successione tardo-postorogena della formazione di Mutignano (Casnedi et alii, 1981; Scisciani et alii, 2000; Calamita et alii, 2002).

L'anticlinale della Maiella costituisce la struttura più esterna affiorante della catena appenninica abruzzese. Questa piega presenta una culminazione assiale in corrispondenza dell'area della Maiella, immerge verso nord e prosegue per altri 30 km al di sotto dei depositi plio-

pleistocenici nella contigua struttura di Villadegna-Cellino.

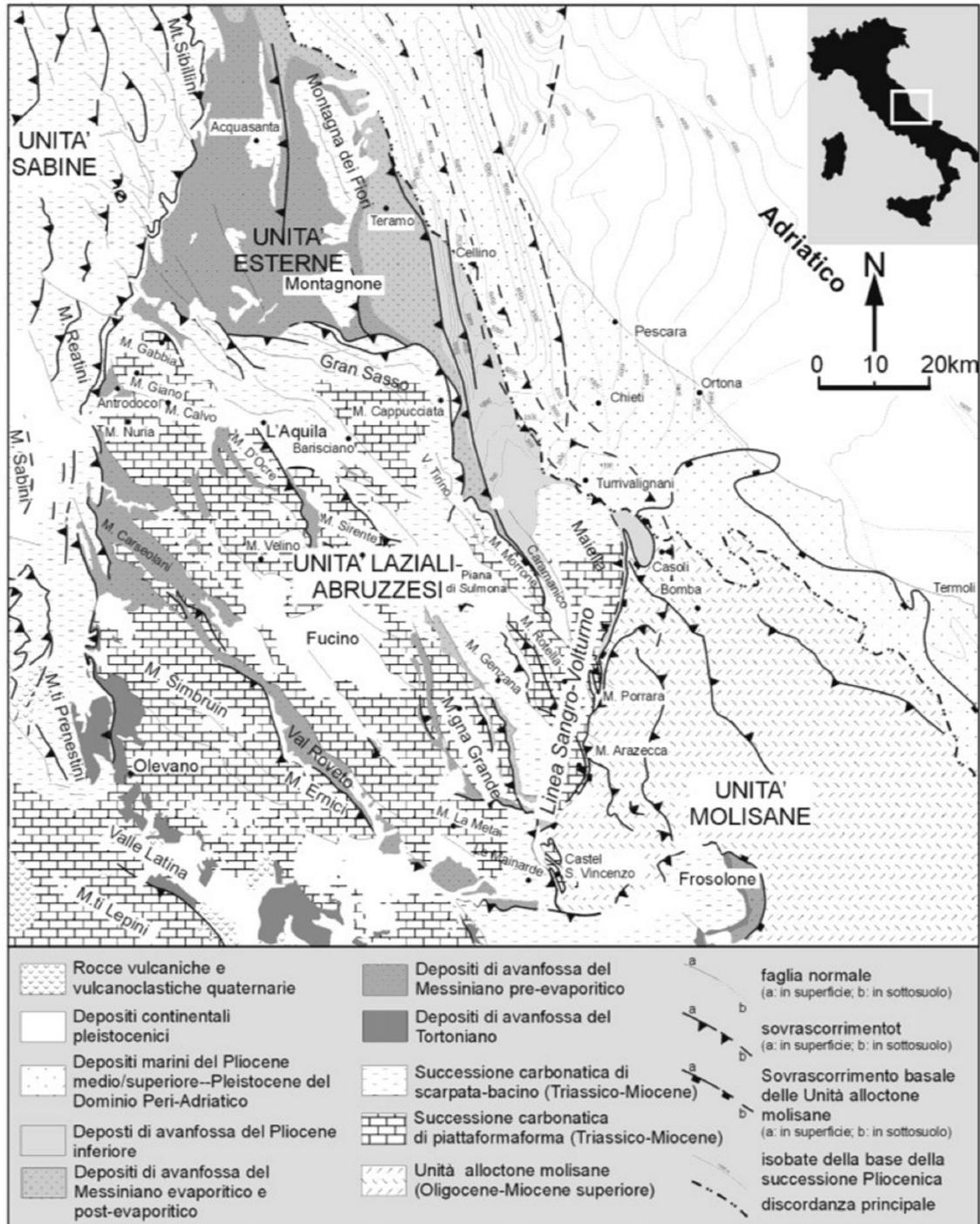


Fig. 1: Schema strutturale dell'Appennino centrale

Verso sud, la piega è bordata dalla rampa obliqua Sangro Volturno ad est della quale, le strutture della catena che coinvolgono la piattaforma apula, si rinvengono al di sotto delle unità alloctone molisano-sannitiche.

In particolare, nell'anticlinale della Maiella sono coinvolte le successioni di piattaforma carbonatica e di scarpata/bacino affioranti, rispettivamente nel tratto meridionale e settentrionale dell'anticlinale, e i depositi silicoclastici dell'avanfossa infrapliocenica.

La piega mostra un profilo decisamente asimmetrico con il fianco

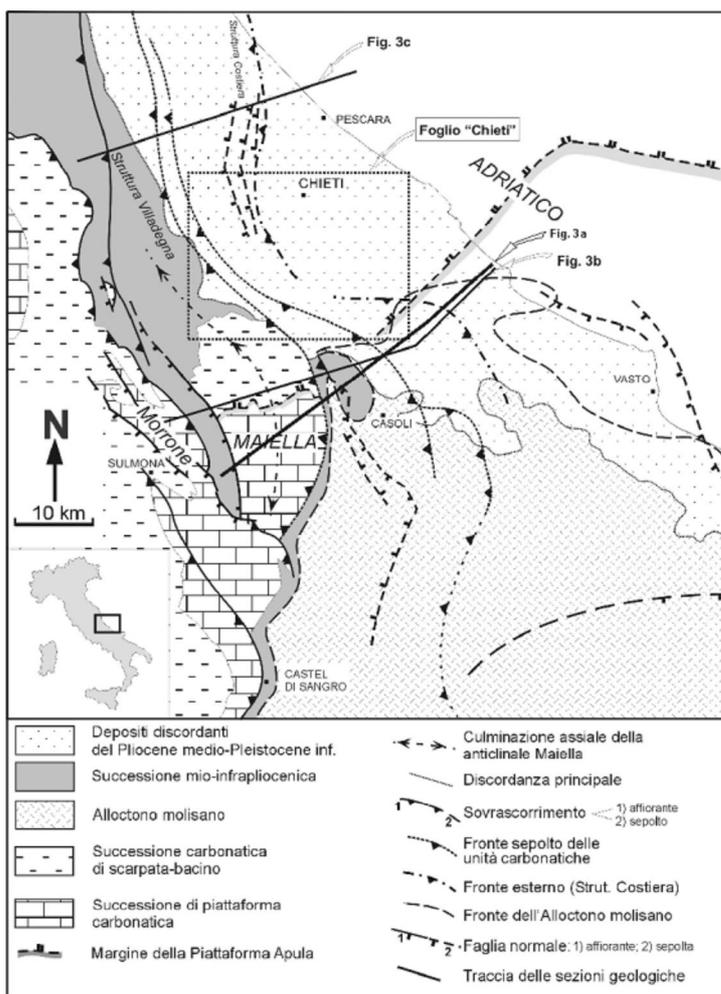


Fig. 2: Schema strutturale del settore esterno dell'Appennino centrale

orientale molto inclinato ed un marcato andamento arcuato a convessità orientale. Ad ovest è presente una faglia normale immergente verso ovest con direzione nordnordovest - estsudest (faglia di Caramanico) che si estende per una lunghezza di circa 30 km.

Il rigetto lungo questa struttura raggiunge un valore massimo di circa 3 km nel settore meridionale (Donzelli, 1997), valore che si riduce progres-

sivamente verso nord. Nel settore nord-orientale dell'anticlinale della Maiella è presente la discordanza angolare tra la successione carbonatica ed i depositi silicoclastici della formazione di Mutignano. Questa configurazione consente di riferire alla fine del Pliocene inferiore ed al Pliocene medio la

principale strutturazione dell'anticlinale della Maiella.

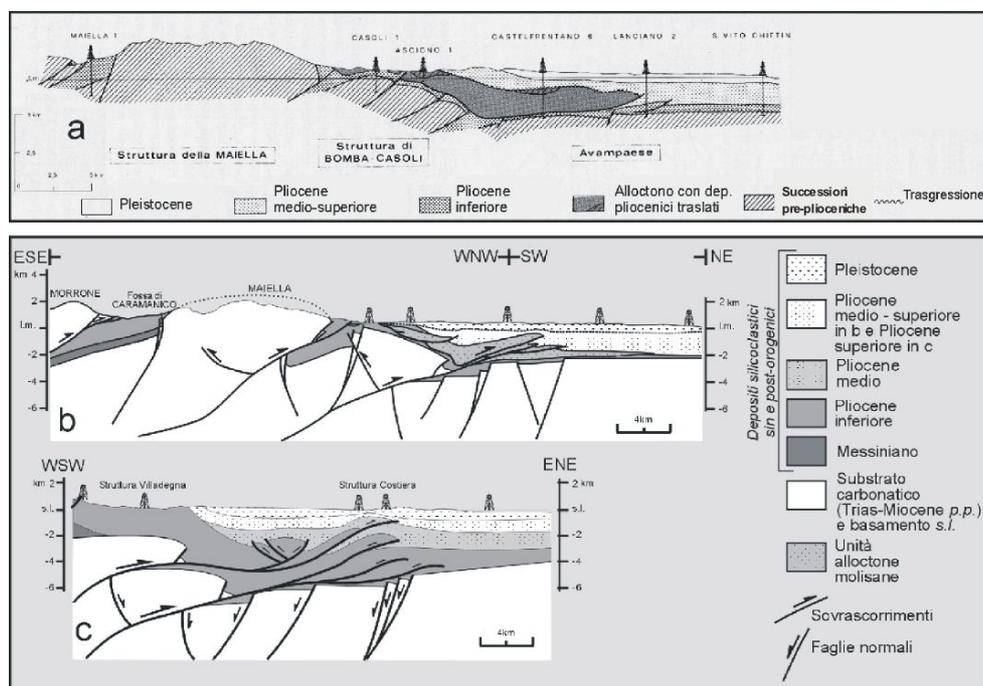


Fig. 3: Sezioni geologiche attraverso il fronte della catena appenninica. a) da Casnedi et alii, 1981; b-c) modificate da Calamita et alii, 2002

La netta culminazione assiale della piega segue l'andamento del tetto dei carbonati nell'antistante avampaese che risale in senso nord-sud dalla profondità di 5000 metri presso Pescara a quella di circa 2000 metri vicino a Ortona, in prossimità del paleo-margine settentrionale della piattaforma carbonatica apula. L'andamento del tetto dei carbonati evidenzia il controllo dell'architettura del paleo-margine della piattaforma sulla fisiografia dell'avanfossa pliocenica che mostra un depocentro localizzato poco a N di Pescara, al di sopra del bacino pelagico mesozoico. Un analogo controllo è stato esercitato dall'architettura del paleomargine (piattaforma carbonatica laziale-abruzzese bacino pelagico marchigiano) sulla fisiografia dell'avanfossa messiniana del bacino della Laga (Calamita et alii, 2002). Ai piani di sovrascorrimento della Maiella e a quello di Casoli (evidenziati attraverso l'interpretazione dei profili sismici) è associata la

“Struttura Costiera” che costituisce la struttura frontale sepolta della catena centroappenninica, ad oriente della quale si rinvengono le avanfosse del Pliocene medio, Pliocene superiore e Quaternario. Verso sud, il fronte della catena coinvolge anche le unità alloctone molisano-sannitiche e la sua principale attività è sigillata dai depositi plio-pleistocenici.

Il piegamento del sovrascorrimento basale delle Unità Molisane e di quello della Maiella nell’anticlinale di Casoli evidenzia una progressione in sequenza della deformazione.

Faglie normali associate alla flessurazione dell’ avampaese sono state evidenziate in questo settore sia dai dati di geologia di superficie che da quelli di sottosuolo (Calamita et alii, 2002).

I depositi del Pliocene superiore della formazione di Mutignano hanno sigillato la storia deformativa che ha portato allo sviluppo dell’anticlinale della Maiella. Il tilting che ha coinvolto questa formazione, connesso al sollevamento regionale del settore periadriatico, ha portato allo sviluppo del caratteristico assetto monoclinale con immersione a nord-est e con pendenza progressivamente decrescente in senso ovest-est. Presso la linea di costa, l’associazione sabbioso-conglomeratica, che chiude la sedimentazione marina, mostra una pendenza di 3°- 5°.

Dall’integrazione dei dati descritti con quelli di sottosuolo, emerge che l’associazione della formazione di Mutignano affiora con continuità e con assetto monoclinale e pendenza di pochi gradi, quindi al di sopra delle strutture della catena (Casoli e strutture frontali) e dell’antistante avampaese, sigillando e post-datando la strutturazione compressiva.

Allora, da un punto di vista geologico, il territorio in esame si caratterizza per la presenza dei depositi plio-pleistocenici con una giacitura monoclinale, debolmente inclinata verso la costa, costituiti, dal basso

verso l'alto, da argille limose grigio-azzurre, sabbie e conglomerati. Il passaggio fra le unità risulta sempre graduale. Le sabbie ed i conglomerati affiorano in corrispondenza delle paleo-superfici situate nella parte alta dei rilievi mentre, le argille limose, si collocano alla base delle numerose scarpate che bordano le incisioni fluviali su tutto il territorio.

Al tetto di questa successione, inoltre, spesso sono presenti depositi quaternari rappresentati da coltri di copertura derivanti dal disfacimento e/o dall'alterazione delle unità citate e depositi alluvionali riferibili ad ambienti fluviali mentre, verso il mare, troviamo i tipici depositi sabbiosi e ghiaiosi delle piane costiere.

Per quanto riguarda la cartografia di riferimento, possiamo aggiungere che essa è rappresentata dalla Carta geologica d'Italia a scala 1:100.000, Fogli 141 Pescara (1967) e 147 Lanciano (1974), Carta Geologica della Regione Abruzzo di Ghisetti & Vezzani a scala 1:100.000 e la Carta Geologica CARG a scala 1:50.000 del Servizio Geologico d'Italia, Foglio n. 361-Chieti (che copre solo parte del territorio in esame).

Possiamo descrivere le caratteristiche principali delle unità che si rilevano nella zona seguendo un ordine cronologico, passando dalla più antica alla più recente.

Associazione pelitico-sabbiosa della Formazione di Mutignano: argille ed argille marnose grigio-azzurre, argille siltose avana, compatte, spesso a frattura concoide, con livelli sabbiosi ocra, sabbie limose e sabbie microconglomeratiche; il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. In alcuni affioramenti, in corrispondenza dei livelli argillosi sono stati osservati contatti discordanti e slump a scala metrica.

Associazione sabbioso-pelitica della Formazione di Mutignano: alternanza di sabbie e sabbie siltose giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed

argille e argille silteose grigiastre sottilmente laminate; lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto passando da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari all'unità. I livelli sabbiosi sono generalmente in rapporto erosivo sulle peliti e possono presentare laminazioni parallele, incrociate e hummocky; frequente è, inoltre, la presenza di piritizzazione interstrato.

Associazione sabbioso-conglomeratica della Formazione di Mutignano: successione di sabbie, sabbie limose e arenarie da fini a molto grossolane e di colore giallastro, frequentemente bioturbate, in strati da sottili a spessi, con lenti e strati di ghiaie e di conglomerati, ben sciacquati e selezionati, costituiti da clasti di qualche centimetro in prevalenza calcarei e, subordinatamente, silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere organizzati in set tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo. Negli strati sabbiosi sono stati osservati ripples simmetrici e stratificazione di tipo flaser, tipici di ambienti di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. In più punti (Villamagna, Tollo, Miglianico) si osserva, all'interno della successione sabbiosa, una potente intercalazione pelitica (spessore massimo di 20-25 m) di notevole continuità laterale (fino a 3-4 km) con terminazione a pinch-out verso sud-sudovest. Il tetto di questa intercalazione è sub-orizzontale o debolmente immergente verso oriente mentre, la base, immerge moderatamente verso nord-nordest. L'associazione sabbioso-conglomeratica forma spesso la parte sommitale dei rilievi dell'area teatina e solo raramente è visibile il passaggio alle unità continentali o di transizione. Il suo spessore è variabile fra i 30 ed i 50 metri.

Argille e conglomerati di Ripa Teatina: l'unità è in genere definita come

argille e limi grigio-verdastri di ambiente lagunare o di stagno costiero incisi da corpi ghiaiosi, canalizzati a bassa continuità laterale, e geometria a ribbon. Composizionalmente le ghiaie (che spesso caratterizzano la zona) sono poligeniche, in matrice sabbiosa o microconglomeratica, con ciottoli prevalentemente calcarei, a granulometria eterometrica, con grado di cementazione variabile; lenti e strati di sabbie grossolane e sabbie più o meno limose. Le ghiaie passano frequentemente a sabbie grigio-giallastre a stratificazione incrociata, di ambiente fluvio-deltizio. Localmente (ad es. in località Colle della Signora, a circa 1 km a nord del centro urbano di Tollo), si osservano esclusivamente sabbie, in corpi di spessore variabile da poche decine centimetri ad alcuni metri, di colore ocraceo-rossastro, bruno, nerastro e giallo. I singoli corpi sabbiosi sono separati da deboli discordanze angolari. Argille e limi grigi prevalgono nella parte inferiore della successione. Lo spessore dell'unità è in genere di pochi metri ma sembra aumentare spostandosi verso i settori sud-occidentali; in genere non eccede i 25 m. Si ritrova sempre sovrapposta alla formazione di Mutignano.

Depositi alluvionali terrazzati: depositi alluvionali in terrazzi di diverso ordine costituiti generalmente da ghiaie clasto-sostenute o matrice-sostenute, con clasti sub-arrotondati in matrice sabbioso-siltosa che può formare anche lenti o strati. Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo con le unità delle successioni marine affioranti (formazione di Mutignano) mentre lo spessore è molto variabile, in genere compreso tra i 3 ed i 20 m circa. Nella parte alta possono divenire prevalenti livelli limoso-sabbiosi bruni e grigi con ciottoli sparsi.

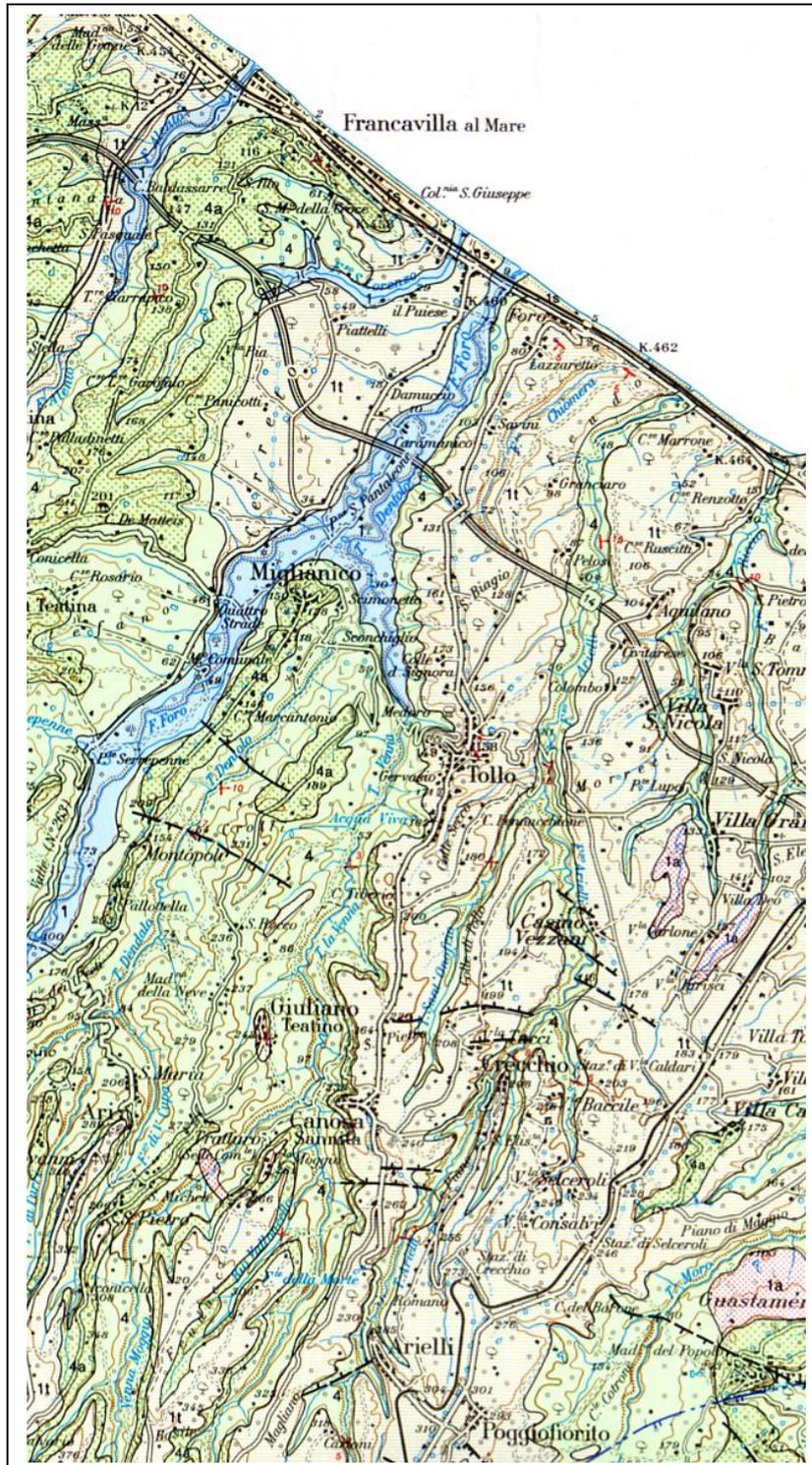
Depositi alluvionali attuali del fondovalle: depositi ghiaiosi-sabbiosi e alternanze di sabbie, ghiaie e limi, con livelli e lenti di argille e torbe. Lo spessore di questi depositi, stimato in quanto non è possibile osservarne la

base, varia da qualche metro a 10-20 m. Affiorano lungo il fondovalle del fiume Arielli e dei suoi principali affluenti e sono riferibili all'alveo e alla piana alluvionale attuale. Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo con le unità delle successioni marine affioranti (formazione di Mutignano).

Depositi di pianura costiera e di spiaggia: Sabbie da fini a medie e talora ciottolame appiattito direttamente collegati con le condizioni fisiche della costa; vanno a formare la spiaggia attuale e, in parte, le aree ormai antropizzate che si sviluppano ad ovest della linea ferroviaria e della viabilità costiera. Sono depositi e comprendono sabbie e ciottoli di elaborazione marina.

Depositi eluvio - colluviali: coltre di alterazione con una composizione in genere sabbiosa-limosa e/o argillosa e spessori variabili ma dell'ordine dei 3 e 10 m circa. Si individuano principalmente nelle porzioni bordiere dei plateau, in corrispondenza del fondo delle vallecole e laddove il terreno tende ad assumere un carattere più pianeggiante. Nel rilevamento di campagna, in corrispondenza delle coltri eluvio-colluviali, è stato possibile osservare anche una serie di concrezioni carbonatiche derivanti dalla precipitazione di carbonato di calcio che, comunque, possono essere rinvenute anche in livelli i cui spessori sono variabili ma generalmente nell'ordine dei centimetri.

Depositi di frana: originati dal movimento di una massa di terra e/o roccia a causa della gravità secondo cinematismi variabili (scivolamento, colamento, crollo, ecc.), sono caratterizzati da litologie differenti a seconda delle unità coinvolte dalle frane; si presentano generalmente come depositi poligenici in assetto caotico, formati da sabbie limose e limi argillosi talora con presenza più o meno abbondante di clasti eterogenei subangolosi.



- 1** Alluvioni recenti ed attuali
- 1t** Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene)
- a** Prevalenti argille grigio-azzurre con locali lenti di sabbia, passanti verso l'alto a sabbie e conglomerati (a) (Pleistocene inf.-Pliocene sup.)
- 4**

Fig. 4: Stralcio Carta geologica (da Vezzani, Ghisetti, 1998)

2.2 Caratteri morfologici

Il territorio regionale manifesta caratteristiche litostrafiche e tettoniche altamente variabili in quanto connessi agli ambienti orogenici di catena e avanfossa.

Ovviamente le differenze si riflettono sugli elementi paesaggistici, scoprendo profonde differenze tra la fascia appenninica e la zona costiera. Infatti, schematicamente è possibile distinguere tre grandi unità geomorfologiche, in fasce di diversa ampiezza, a partire dalla dorsale appenninica, procedendo verso est:

- la *fascia montuosa interna*, costituita dalla catena appenninica e delimitata dalle pendici del massiccio del Gran Sasso e di quello della Maiella;
- la *fascia pedemontana*, in gran parte collinare e compresa tra le montagne e la linea di costa, larga in media una trentina di chilometri;
- la *fascia costiera* adriatica di esigua larghezza.

L'area in esame è compresa tra la fascia costiera adriatica e le prime colline dell'entroterra ed è caratterizzata da blandi rilievi collinari con sommità tabulare che terminano morfologicamente verso il mare con falesie e paleofalesie.

Nel suo insieme, il complesso assetto geomorfologico dell'area è determinato dalle litologie presenti, dai processi modellatori (erosione, trasporto, deposizione), dall'assetto strutturale e dagli eventi climatici.

Le forme del territorio sono costituite dai rilievi tipo mesa e tipo cuesta e derivano dall'erosione selettiva nelle successioni argilloso-sabbioso-conglomeratiche plio-pleistoceniche che hanno determinato la formazione, nei cicli erosivi-deposizionali, di un sistema di valli modellate dall'approfondimento del reticolo idrografico. Queste, in rapporto

all'assetto strutturale, hanno determinato la formazione di valli principali conseguenti, valli secondarie susseguenti e obsequenti (D'Alessandro et alii, 2003a). Generalmente i sistemi vallivi sono orientati in direzione sudovest-nordest al fondo dei quali scorrono corsi d'acqua che hanno esplicato e sviluppano ancora una decisa azione di incisione ed erosione.

Il territorio in esame nel suo complesso è collocato su una porzione del sistema tabulare originario, successivamente smembrato, e gli aspetti geomorfologici rispecchiano chiaramente l'assetto geologico locale. Infatti, nelle zone di affioramento dei depositi conglomeratici, si possono distinguere superfici a scarsa pendenza (costituite dal tetto dei conglomerati) ed aree con pendenze più accentuate (che possono diventare anche verticali) correlabili alle incisioni delle maggiori aste fluviali ed impostate sui termini sabbiosi ed argillosi sottostanti.

Queste caratteristiche generali creano condizioni di stabilità nelle aree pianeggianti poste alla sommità dei rilievi collinari mentre, nelle porzioni bordiere e lungo i versanti, si possono rilevare fenomeni gravitativi la cui genesi è strettamente legata sempre alle litologie affioranti. Fondamentalmente, come emerge anche dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Abruzzo, sul territorio in esame si individuano una serie di forme gravitative ascrivibili a frane di scorrimento, colate e deformazioni superficiali lente, con tipologie che spesso coinvolgono aree differenti della stessa frana, dando luogo a forme complesse.

Il diverso grado di evoluzione del paesaggio in relazione alla natura delle singole formazioni geologiche è osservabile spesso lungo uno stesso versante, con la presenza dell'affioramento sabbioso e conglomeratico nella parte alta e delle argille verso valle. Tale andamento è chiaramente

determinato dalla giacitura degli strati che, nel tempo, hanno mantenuto la loro originaria posizione suborizzontale e quindi, nel pieno rispetto del principio generale di sovrapposizione stratigrafica, le formazioni più giovani (sabbie e conglomerati) vanno ad occupare le aree a quote maggiori.

2.3 Idrogeologia ed idrografia superficiale

Parlare del sistema idrografico ed idrogeologico del nostro territorio significa far comunque riferimento alla diversa litologia affiorante nelle diverse zone, in quanto la densità del reticolo, la forma e l'andamento dei corsi d'acqua e la circolazione idrica sotterranea sono parametri determinati primariamente dalla natura dei materiali che vanno a costituire le varie formazioni geologiche.

Infatti, in corrispondenza degli affioramenti argillosi, si osserva che la scarsa permeabilità che caratterizza questi terreni ha favorito una densità piuttosto alta del reticolo idrografico ed una sua evoluzione verso geometrie piuttosto ramificate.

Situazione alquanto diversa si riscontra nelle litologie conglomeratiche e sabbiose in cui la tipica tessitura clastica determina una permeabilità piuttosto elevata con un deciso calo del numero dei corsi d'acqua. Questa permeabilità, sempre legata al grado di cementazione e di porosità dei sedimenti, è condizionata inoltre dalla presenza di percentuali variabili di limi ed argille che possono formare anche degli orizzonti intercalati ai termini di classe granulometricamente maggiore, caratteristica che rende alquanto variabile il deflusso sia in verticale che in orizzontale. Comunque in generale, vista la successione stratigrafica tipica del territorio, le acque meteoriche possono facilmente infiltrarsi nei terreni incoerenti posti a quote maggiori, infiltrazione che però viene interrotta

quando queste incontrano i sedimenti argillosi posti più in profondità, sedimenti che quindi vanno a formare il limite impermeabile di possibili falde. Per quanto riguarda la permeabilità dei vari litotipi, possiamo fare riferimento ai tanti dati presenti in letteratura che forniscono i valori di permeabilità per i diversi terreni. Di seguito si riportano i valori indicati da Casagrande e Fadum, 1940.

k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
GRADO DI PERMEABILITÀ	alto			medio		basso		molto basso		impermeabile		
DRENAGGIO	buono				povero				praticamente impermeabile			
TIPO DI TERRENO	ghiaia pulita		sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita			sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			terreni impermeabili argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici			
						terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo						

Tabella 1: Permeabilità e classificazione dei terreni

Relativamente al sistema idrografico della zona osserviamo che esso è composto essenzialmente da piccole linee di deflusso che scendono lungo i versanti e vanno a confluire generalmente in collettori maggiori che scorrono ai piedi dei versanti stessi. Spesso questi corsi d'acqua hanno delle tipiche sezioni a "V" che testimoniano il loro stato di approfondimento d'alveo. Attraverso questo sistema idraulico, le acque

raccolte vengono trasportate nei corsi d'acqua principali della zona rappresentato nel nostro caso dal torrente Arielli.

L'Arielli nasce a circa 390 m s.l.m. poco a monte dell'abitato di Malverno, ai piedi del versante settentrionale del rilievo di Orsogna. L'asta principale ha una lunghezza di circa 18 km e una direzione verso nord-nord-est andando a sfociare nel mare Adriatico a sud della stazione di Tollo. Lungo tutto il corso d'acqua, si nota un incremento significativo dei valori delle portate anche se non caratterizzato da forti gradienti. Infatti, partendo dai 0.002 mc/s di portata a quota 370, lungo tutto il percorso l'asta principale riceve contributi costanti da vari affluenti. Procedendo verso valle, i primi apporti significativi sono il fosso S. Anna (337 m s.l.m.) ed il fosso delle Varche (302 m s.l.m.) e, dopo aver ricevuto contributi anche dal fosso San Giorgio e dal fosso Sant'Onofrio (62 m s.l.m.) il fiume percorre ancora 8 km circa prima di sfociare nell'Adriatico con un piccolo estuario.

Quindi il bacino idrografico del fosso Arielli ricade nella Provincia di Chieti e comprende un'area di circa 41.14 Km². Come riportato anche nel Piano Tutela delle Acque della Regione Abruzzo, nell'ambito di questo bacino idrografico non sono presenti laghi, naturali e artificiali, significativi e non significativi, non sono presenti canali artificiali significativi e di interesse, non sono presenti corpi idrici sotterranei significativi e di interesse e non si rilevano acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile.

Per quanto riguarda la litologia dell'area, come illustrato in precedenza, essa è costituita prevalentemente da depositi alluvionali che ricoprono le argille grigio azzurre di piattaforma con sottili orizzonti sabbioso-conglomeratici, depositi che affiorano lungo il corso d'acqua ed i suoi affluenti. Nella zona di foce si rilevano sedimenti di spiaggia attuali e

recenti.

Di seguito si riportano una serie di immagini che illustrano l'idrografia e l'idrogeologia dell'area compresa nel bacino idrografico.

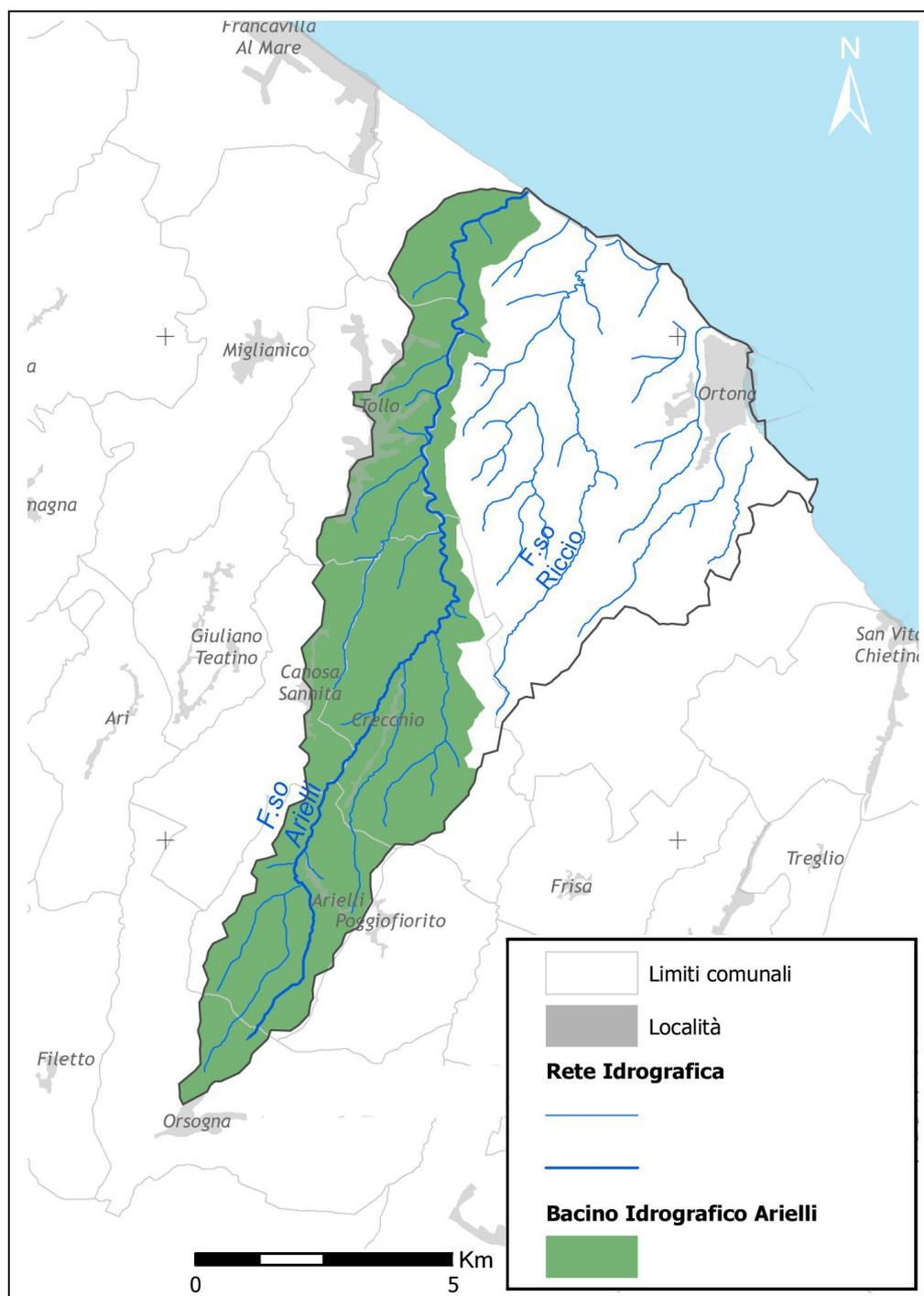


Fig. 5: Il bacino idrografico dell'Arielli (da Regione Abruzzo, Piano di Tutela delle Acque)

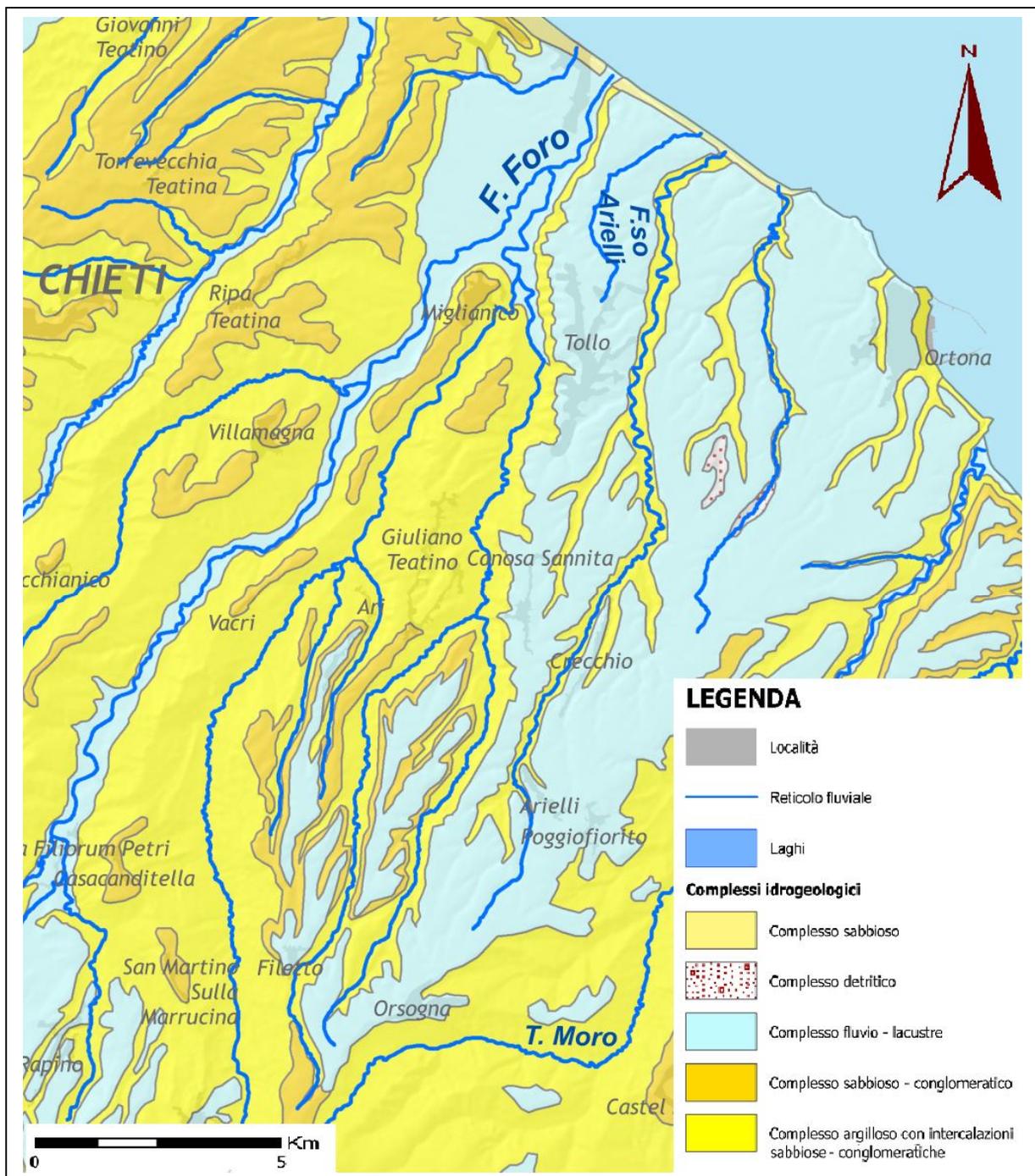


Fig. 6: Carta dei complessi idrogeologici (da Regione Abruzzo, Piano di Tutela delle Acque)

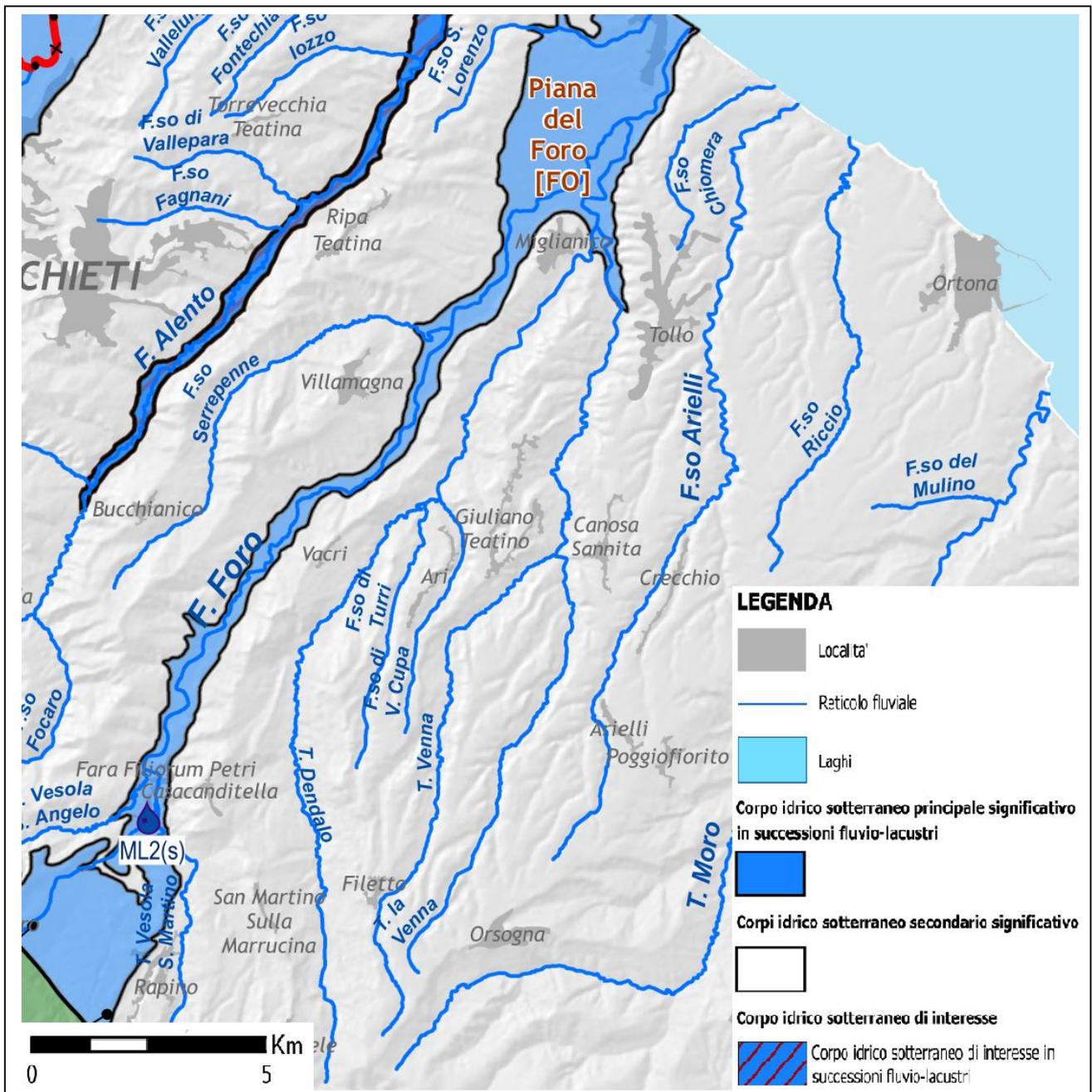


Fig. 7: Carta idrogeologica (da Regione Abruzzo, Piano di Tutela delle Acque)

2.4 Idrologia e caratteristiche idrauliche

Le valutazioni di carattere idrologico e idraulico, seguendo le indicazioni ricevute, si sono basate su un'attività di raccolta dei dati e della documentazione esistente. Sono stati analizzati gli strumenti di

pianificazione, vigenti e in formazione, che determinano la programmazione e l'attuazione degli interventi sul territorio, in particolare i dati contenuti nel Piano Tutela delle Acque e nel Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (P.S.D.A.) della Regione Abruzzo

Per tracciare un quadro idrologico per l'area in esame, possiamo analizzare quindi i dati contenuti nel Piano Tutela delle Acque relativi al bacino idrografico del torrente Arielli.

In questo rapporto è stato trattato il bilancio naturale valutato a scala regionale e su base annua, a partire dai dati meteo-climatici (precipitazione e temperatura). In particolare è stata calcolata la media delle misure di tutta la serie storica disponibile e da questa sono stati calcolati i volumi medi di apporto meteorico. Le misure utilizzate sono costituite da valori di pioggia e temperatura medi mensili compresi in un periodo di ottanta anni e registrati in 172 stazioni del Servizio Idrografico; nelle zone con una scarsa presenza di stazioni, i dati sono stati estrapolati mediante leggi di correlazione fra la pioggia e l'altitudine.

Dai volumi in afflusso così valutati è stata calcolata l'aliquota di perdita per evapotraspirazione (utilizzando i dati di temperatura ed uso del suolo), l'aliquota di ruscellamento e quella di infiltrazione nel sottosuolo.

In definitiva per ogni corpo idrico superficiale è stato quindi possibile determinare i valori medi di precipitazione, evapotraspirazione, precipitazione efficace, infiltrazione e ruscellamento, elementi che per il torrente Arielli sono riassunti nelle tabelle seguenti.

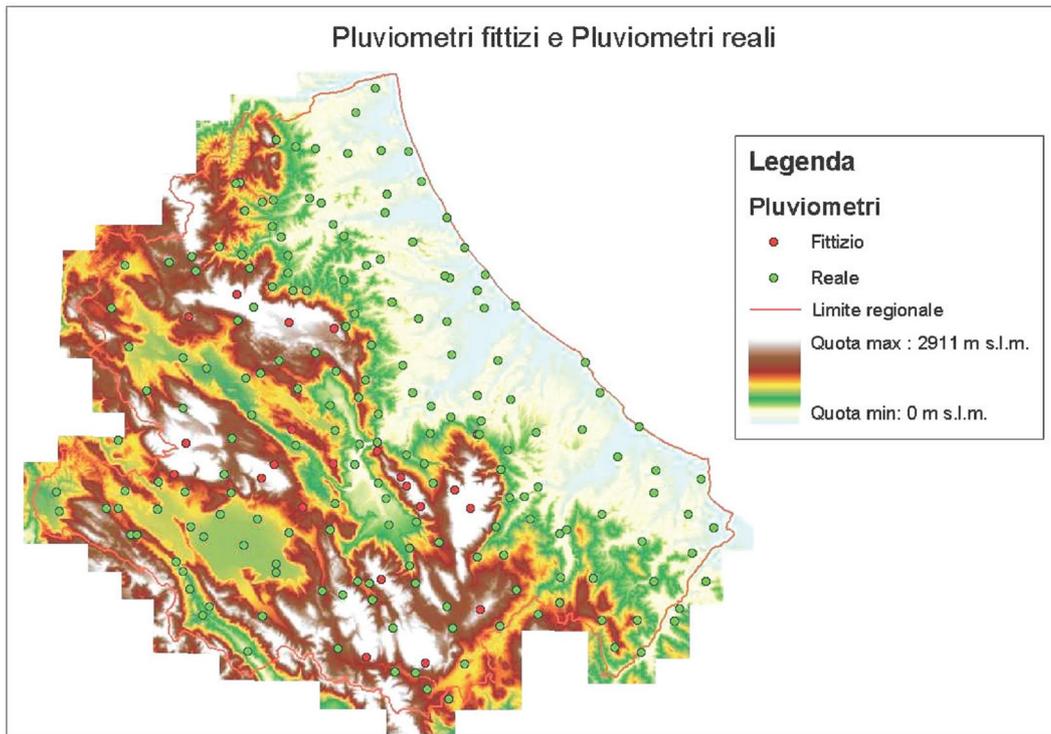


Fig. 8: Distribuzione dei pluviometri nel territorio regionale

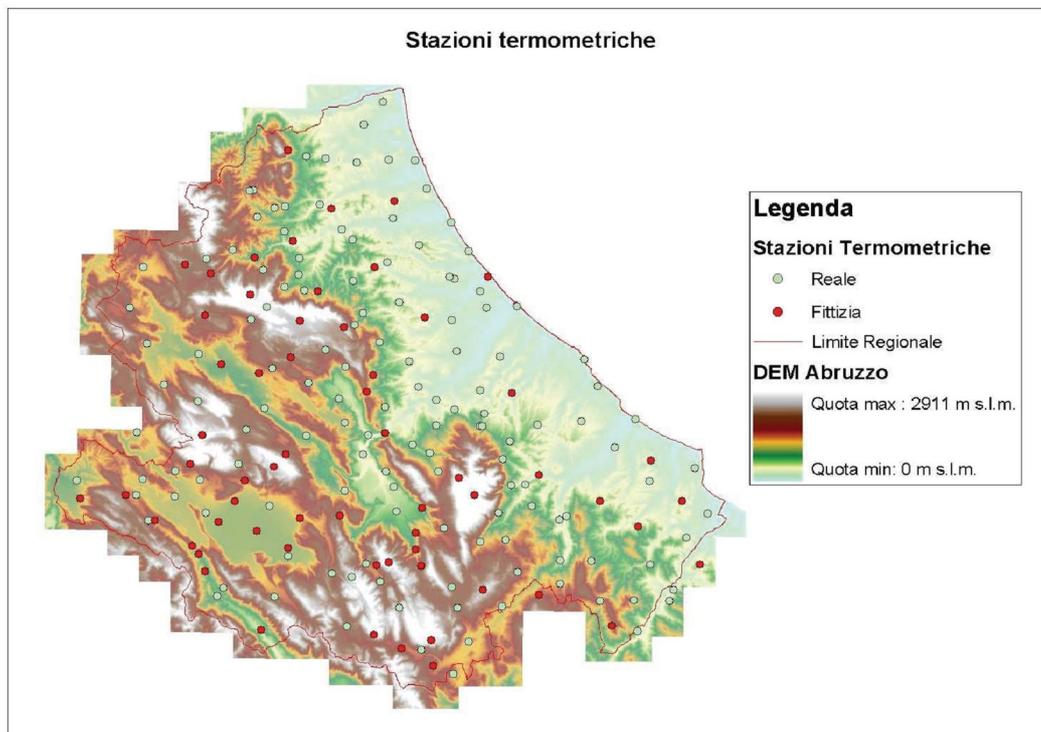


Fig. 9: Distribuzione delle stazioni termometriche nel territorio regionale

Anno Medio - Corpi Idrici Superficiali: Precipitazione, Evapotraspirazione, Infiltrazione, Ruscellamento						
Nome	Area (km²)	P [mm/anno]	ETR [mm/anno]	Peff [mm/anno]	I [mm/anno]	R [mm/anno]
ARIELLI	41.14	785.88	556.02	229.85	169.73	60.13

Tabella 2: precipitazione (P), evapotraspirazione (ETR), precipitazione efficace (Peff) infiltrazione (I), ruscellamento (R) - Anno Medio

Anno Medio - Corpi Idrici Superficiali: Precipitazione, Evapotraspirazione, Infiltrazione, Ruscellamento in Mmc/anno							
Nome	Area (km²)	P [Mmc/anno]	ETR [Mmc/anno]	Peff [Mmc/anno]	I [Mmc/anno]	R-Conche Endoreiche [Mmc/anno]	R-Corso d'acqua [Mmc/anno]
ARIELLI	41.14	32.33	22.88	9.46	6.80	0.00	2.66

Tabella 3: precipitazione (P), evapotraspirazione (ETR), precipitazione efficace (Peff) infiltrazione (I), ruscellamento (R) - Anno Medio (Mmc/anno)

Anno Medio - Corpi Idrici Superficiali: Deflusso totale in Mmc/anno					
Nome	Area (km²)	Ruscellamento [Mmc/anno]	Volume da sorgenti principali [Mmc/anno]	Apporto da acquiferi minori [Mmc/anno]	Deflusso totale [Mmc/anno]
ARIELLI	41.14	2.66	0.00	6.99	9.65

Tabella 4: deflusso totale - Anno Medio (Mmc/anno)

Nelle elaborazioni svolte per l'analisi idrologica e idraulica del PSDA (risultati esposti nelle relazioni e cartografie allegate al Piano), troviamo tre sezioni idrografiche (AR01, AR02 e AR03) per le quali si è provveduto al calcolo delle portate al colmo con tempo di ritorno $T = 20, 50, 100, 200$ e 500 .

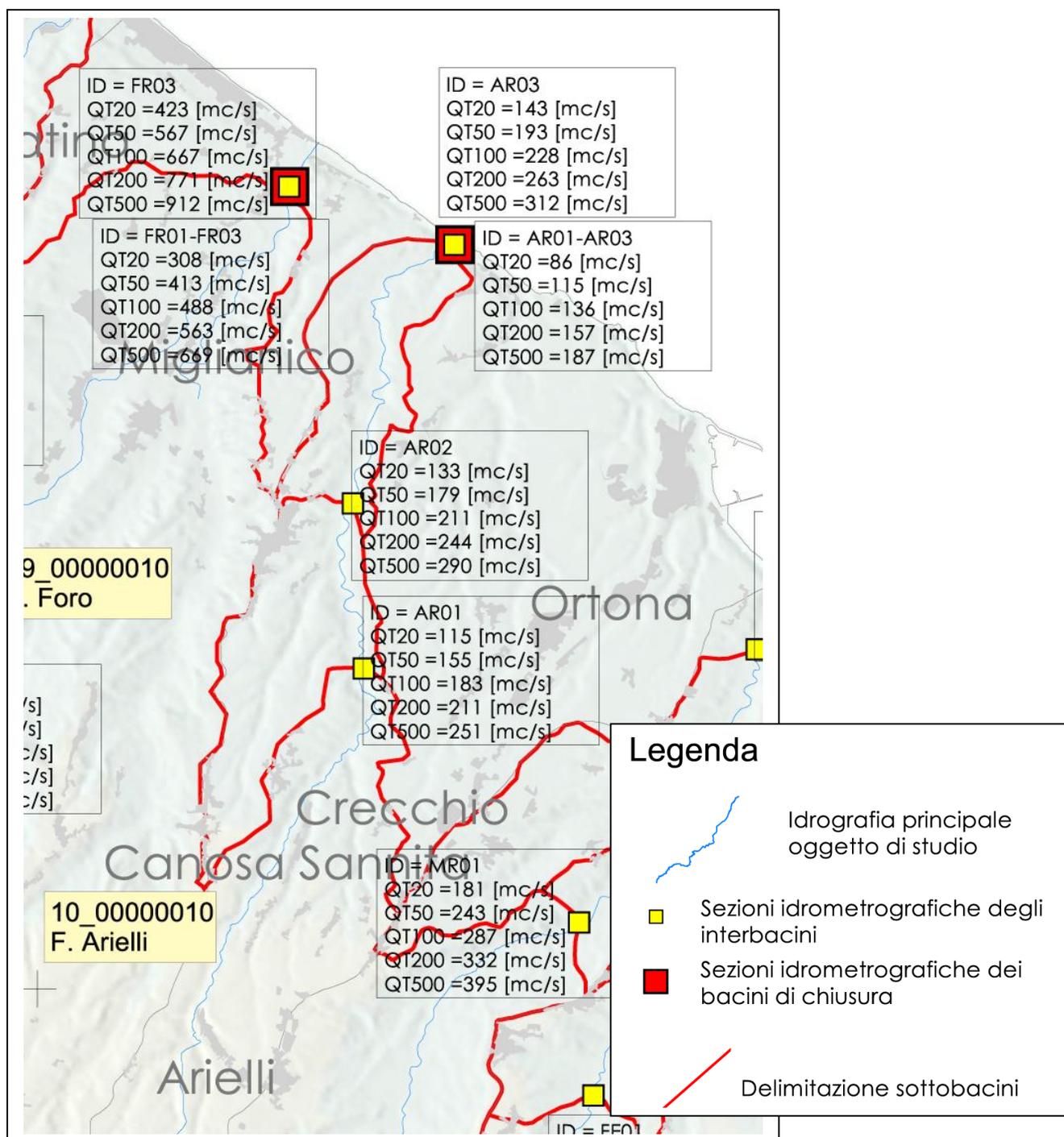


Fig. 10: Studio idrologico per la valutazione delle piene - Ubicazione nel territorio di indagine delle sezioni idrometrografiche per le quali si è provveduto al calcolo delle portate al colmo (da P.S.D.A. Piano Stralcio Difesa Alluvioni)

I risultati dello studio idraulico del PSDA viene sintetizzato nelle perimetrazioni della mappatura della pericolosità idraulica che, per l'area in esame, viene riportata nella figura seguente e, con maggior dettaglio, nelle tavole allegate al progetto.

Nell'esame di queste cartografia possiamo evidenziare che, per il torrente Arielli, le aree definite pericolose sono perimetrare dalla foce e fino all'altezza di Tollo e, in questo tratto, sono evidenti le zone di interferenza tra il tracciato della pista ciclabile e le diverse classi di pericolosità idraulica.

Nelle Norme di Attuazione vengono disciplinati tutti gli interventi, opere ed attività ammissibili nelle aree a diversa pericolosità (anche con la stesura di studi di compatibilità idraulica se necessario) e, nell'Allegato E, sono riportate le portate di progetto per gli interventi consentiti nelle aree pericolose:

<i>Stazione idrometrica</i>				<i>Portata massima [m³/s] per diversi tempi di ritorno</i>				
<i>Codice</i>	<i>Corso d'acqua</i>	<i>Comune</i>	<i>Quota [m s.m.m.]</i>	<i>20 anni</i>	<i>50 anni</i>	<i>100 anni</i>	<i>200 anni</i>	<i>500 anni</i>
AR01	Arielli	Crecchio	99	115	155	183	211	251
AR02	Arielli	Tollo	59	133	179	211	244	290
AR03	Arielli	Ortona	0	143	193	228	263	312

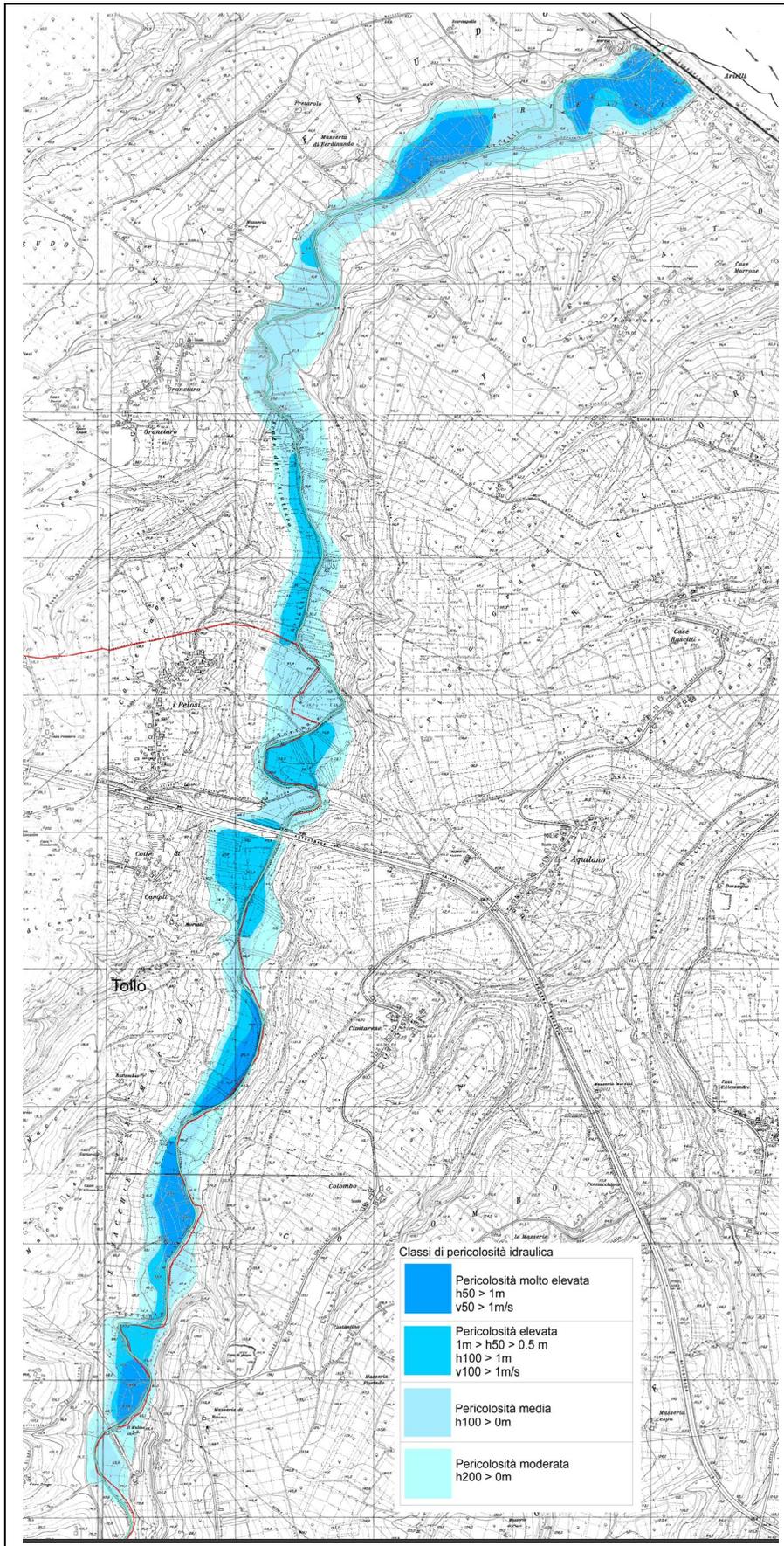


Fig. 11: Carta della pericolosità idraulica Bacino dell'Arielli - Fiume Arielli (da P.S.D.A. Piano Stralcio Difesa Alluvioni)

III - ASPETTI GEO-MORFOLOGICI DELL'AREA IN STUDIO

Il tracciato previsto per la pista ciclabile attraversa la fascia di territorio compresa tra il mare e le prime colline dell'entroterra, seguendo all'incirca la direzione del torrente Arielli, dalla foce e fino all'abitato di Arielli. In diversi tratti il percorso segue quello della rete viaria esistente, sia provinciale che comunale.

Questo territorio è caratterizzato da un'evoluzione morfologica tipica, con la presenza di superfici pianeggianti o comunque poco acclivi e corsi d'acqua che delineano rilievi morfologici più o meno ampi. Quindi, spesso il paesaggio presenta rilievi con una sommità quasi pianeggiante mentre i fossi sembrano aver inciso quella superficie piana che caratterizza la parte alta del rilievo, superfici che trovano una loro continuità con aree analoghe che si osservano sulla sponda opposta dei corsi d'acqua. Lungo le incisioni dei vari corsi d'acqua si registra in genere un incremento dei valori di acclività, con pendenze maggiori (comprese anche tra 15° e 30° e a tratti $>30^\circ$) che si rilevano in fasce posizionate lungo il bordo dei pianori sommitali dei rilievi collinari, anche con cambi di pendenza piuttosto repentini.

Anche il tracciato della pista riflette questa morfologia, in quanto presenta un andamento con poche sinuosità e con una modesta acclività quando percorre una di queste superfici sub-pianeggianti mentre diviene più tortuosa e più pendente quanto attraversa i versanti che degradano verso il torrente Arielli.

La geologia della zona, come accennato in precedenza ed indicato anche nella cartografia geologica ufficiale, è caratterizzata dai depositi della successione plio-pleistocenica con gli affioramenti conglomeratici e

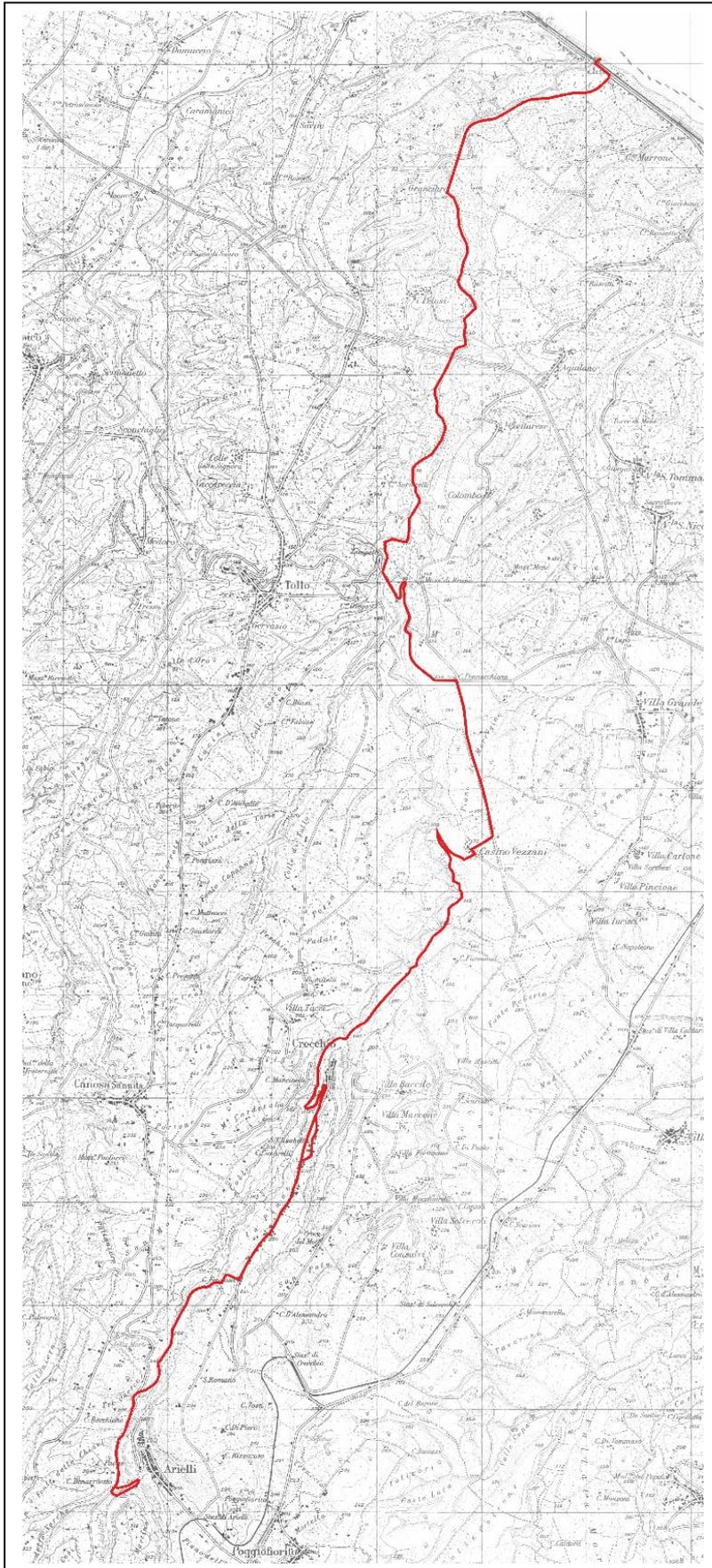


Fig. 12: Il tracciato della pista ciclabile di progetto

sabbiosi collocati nella parte alta dei rilievi mentre, verso valle, tendono ad affiorare i termini argillosi.

Al tetto di questa successione, inoltre, è possibile rilevare depositi di ambienti di transizione in genere costituiti da sedimenti di natura limosa-argillosa e/o sabbiosa e dai classici sedimenti ghiaioso-sabbiosi ma, tali orizzonti, possono presentare spessori diversi e rapporti variabili nelle percentuali dei loro componenti.

Il passaggio tra le diverse unità ad ogni modo non è facilmente deter-

minabile con precisione per la presenza di coltri eluvio-colluviali che ricoprono le unità stesse e tendono a nascondere i diversi passaggi litologici. In superficie, nella successione stratigrafica è caratteristica la presenza di concrezioni calcaree biancastre (note in zona con il termine “calcimonio”) e di intensi fenomeni di decalcificazione.

La litologia delle diverse unità affioranti si riflette chiaramente sulla morfologia del territorio, sulle diverse energie di rilievo e sui processi geomorfologici indotti dagli agenti esogeni e dalla gravità.

Come accennato anche in precedenza, queste condizioni in genere creano condizioni di stabilità nelle aree pianeggianti al culmine dei rilievi mentre, al bordo dei pianori e lungo i versanti, si possono rilevare fenomeni gravitativi la cui genesi è strettamente legata sempre alle litologie affioranti.

Le aree interessate da tali fenomeni vengono in genere perimetrare nel Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico, Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi, con una conseguente definizione delle aree stesse come pericolose, con un grado di pericolosità da moderata a molto elevata ed una classe di rischio che arriva ad essere molto elevata quando i dissesti interessano gli abitati.

Dall’analisi delle tavole allegate al progetto, in particolare, emerge che lungo la fascia di territorio attraversato dalla pista si rilevano diverse forme d’instabilità che in alcuni punti sono attraversati o lambiti dal tracciato. Ad esempio troviamo dei corpi di frana di genesi complessa come all’altezza della località il Feudo, nel tratto a nord, ed in località le Macchie in prossimità dell’abitato di Tollo, oppure dei versanti interessati da deformazioni superficiali lente come nella zona subito a nord dell’autostrada e vicino all’abitato di Arielli dove si rilevano anche dei

corpi di frana di scorrimento. In questi casi si tratta di fenomeni classificati come quiescenti e con un grado di pericolosità elevata o moderata.

Poi, sempre lungo il tracciato, sono perimetrati dei corpi di frana di scorrimento non attivi, ad esempio in località Il Mulino nei pressi di Tollo, vicino all'abitato di Crecchio e nel tratto tra Crecchio e Arielli, fenomeni definiti a pericolosità moderata. Inoltre nella zona sono cartografate degli orli di scarpata di categorie genetiche diverse che definiscono delle pericolosità da scarpata.

Ad ogni modo, nelle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino sono riportati gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree a diversa pericolosità (subordinatamente al parere positivo rilasciato dall'Autorità di bacino sullo Studio di compatibilità idrogeologica, ove richiesto).

Lungo il torrente Arielli, come descritto in precedenza, si presentano altre problematiche come quelle di possibili fenomeni di esondazione del fiume. A tale riguardo, abbiamo già visto che sono stati condotti degli studi dalla Regione Abruzzo per la stesura del Piano Stralcio per la Difesa dalle Alluvioni, Piano che comunque perimetrata delle aree potenzialmente alluvionabili solo dall'altezza del centro urbano di Tollo e fino alla foce del torrente.

IV - CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E TECNICA DEI LITOTIPI

In questa fase si è cercato anche di fornire una prima configurazione del sottosuolo relativamente alla zona interessata dal progetto e, seguendo le indicazioni ricevute, questo è stato realizzato attraverso i dati emersi dai rilievi di superficie e con i risultati di alcune indagini realizzate nel territorio per precedenti lavori.

Tutti questi dati, allora, sono stati utili per una ricostruzione della successione litostratigrafica locale, per avere una stima circa lo stato di alterazione e le qualità tecniche dei litotipi presenti.

4.1 Assetto stratigrafico

La geologia della zona, come accennato in precedenza, è caratterizzata dalla sequenza plio-pleistocenica con depositi di ambiente da marino profondo verso ambienti di mare più sottile fino a condizioni transizionali-continentali.

La successione vede la presenza delle tipiche argille grigio-azzurre con livelli sabbiosi-limosi alla base sormontate da materiali di natura sabbiosa e ghiaiosa, sempre con percentuali variabili di limi e/o argille. Generalmente, spostandoci dalla sommità dei rilievi verso valle, i termini stratigraficamente superiori della successione tendono a mancare e si osserva l'affiorare delle unità pelitiche e pelitico-sabbiose.

Lungo il corso dell'Arielli e dei suoi affluenti principali, inoltre, troviamo i depositi alluvionali di natura sabbiosa-limosa e ghiaiosa e possibili livelli e lenti di paleosuoli nerastri, depositi posti in genere al tetto dell'unità argillosa di base; nella parte alta possono divenire prevalenti livelli limoso-sabbiosi bruni e grigi con ciottoli sparsi.

Le notizie raccolte, inoltre, mettono in evidenza anche spessori di

coltri eluvio-colluviali che possono raggiungere e superare i 5 e i 10 metri, coltri costituite in genere da depositi sabbiosi-limosi e/o argillosi di qualità fisico-meccaniche modeste ma con una tendenza ad un miglioramento delle proprie caratteristiche con la profondità.

4.2 Analisi dei livelli litotecnici individuati

I dati disponibili forniscono una prima definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche e di resistenza dei diversi orizzonti litologici e, per la coltre alterata stratigraficamente superiore rappresentata da litotipi nel loro complesso piuttosto alterati limosi-argillosi e/o sabbiosi-limosi di colore dall'avana-giallastro al bruno e possibili passaggi di materiale calcico biancastro, questi dati indicano:

peso di volume	γ	1.8 t/m ³
angolo di attrito	ϕ	18°-20°
coesione drenata	c	0.0-0.1 kg/cm ²
coes. non drenata	Cu	0.2-0.5 kg/cm ²

Per quanto riguarda le ghiaie e le sabbie addensate e cementate, esse sono caratterizzate in genere da discrete qualità tecniche che possono essere sintetizzate con:

peso di volume	γ	1.9-2.0 t/m ³
angolo di attrito	ϕ	$\geq 28^\circ$ -30°

I depositi argillosi di base, infine, con la loro tipica sequenza di argille limose grigiastre consistenti e livelli sabbiosi, nelle analisi disponibili esprimono discreti parametri:

peso di volume	γ	2.0-2.1 t/m ³
angolo di attrito	ϕ	23°-25°
coesione drenata	c	0.15-0.25 kg/cm ²
coes. non drenata	Cu	≥ 1.0 kg/cm ²

Infine si osserva che la presenza di materiale calcico biancastro, specie in presenza di acqua, potrebbe portare ad un decremento delle qualità meccaniche tipiche dei sedimenti.

4.3 Caratterizzazione dinamica

L'area abruzzese è storicamente caratterizzata da una notevole attività sismica in prevalenza concentrata lungo la catena appenninica, in particolare ad ovest del Gran Sasso e della Maiella, mentre lungo la fascia pedemontana e costiera, si osserva una sismicità più modesta e, chiaramente, tutto il territorio risente della sismicità delle regioni limitrofe.

La pericolosità di base del viene definita sulla base dei dati di sismicità storica e dalle mappe interattive di pericolosità sismica.

I dati di sismicità storica sono reperibili all'interno del DBMI11, ovvero il database macrosismico utilizzato per la compilazione del CPTI11 (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani Ed.11) a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

In questa analisi possiamo prendere come riferimento il territorio del comune di Tollo (nella parte mediana del tracciato) e, dai dati resi disponibili, vediamo che esso è caratterizzato da pochi eventi sismici. In particolare, nella *tabella 5* per ogni evento sismico sono indicati la data, il sito epicentrale, la relativa intensità sismica ed i valori di magnitudo raggiunti nel comune mentre, nella figura successiva, è riportato il grafico anno/intensità per i principali eventi sismici individuati nel territorio

comunale.

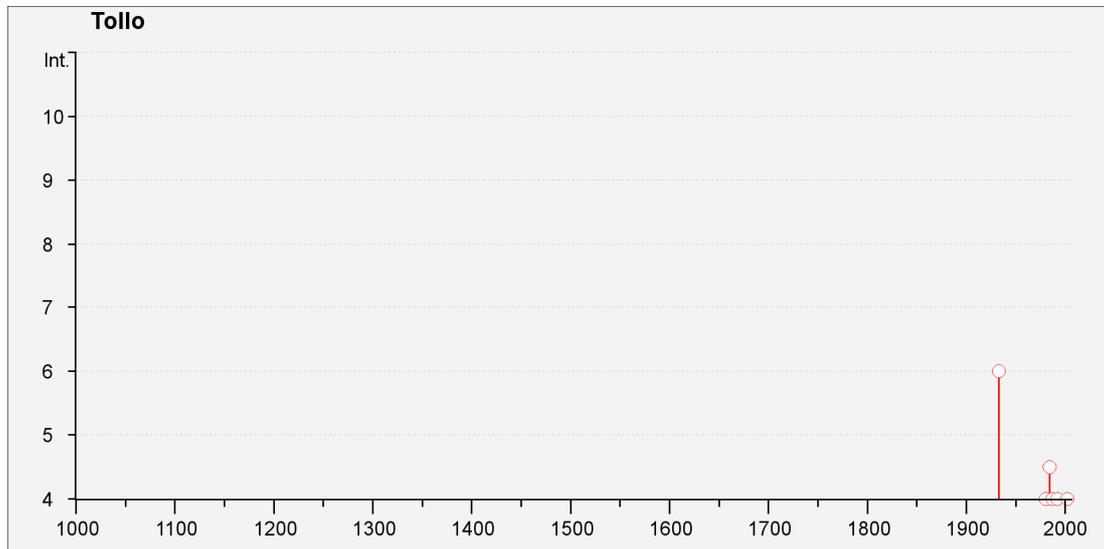


Figura 13: Grafico tempi/intensità per gli eventi sismici registrati nel Comune di Tollo

Seismic history of Tollo [42.339, 14.319]

Total number of earthquakes: 12
Effects

Earthquake occurred:

Is Intensità Macrosismica	Data	Area epicentrale	Numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto	Intensità macrosismica epicentrale	Magnitudo momento da CPT11
6	1933 09 26 03:33:29	Maiella	326	9	5.95 ±0.09
2	1958 06 24 06:07:04	L'Aquila	152	7-8	5.21 ±0.11
NF	1962 01 23 17:31	Adriatico	49	5	4.52 ±0.25
3	1962 08 21 18:19:30	Irpinia	262	9	6.13 ±0.10
3-4	1979 09 19 21:35:37	Valnerina	694	8-9	5.86 ±0.09
4	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
4-5	1984 05 07 17:49:43	Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09
4	1987 07 03 10:21:58	PORTO SAN GIORGIO	359		5.09 ±0.09
4	1992 02 18 03:30:10	ABRUZZO COSTIERO	73	5-6	4.27 ±0.14
3	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
3	1997 10 14 15:23:11	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09
4	2002 11 01 15:09:02	Subapp. Dauno	645		5.72 ±0.09
3	2003 06 01 15:45:18	Molise	516	5	4.50 ±0.09
NF	2004 12 09 02:44:25	Zona Teramo	224	5-6	4.18 ±0.09

This file has been downloaded from INGV - DBMI11 <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>. DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11
M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna,

Tabella 5: Principali eventi sismici registrati nel Comune di Tollo

Nella normativa sismica italiana, con la classificazione del 2003, la sismicità è definita mediante quattro zone, numerate da 1 a 4, estendendo così all'intero territorio nazionale le aree a rischio sismico.

Il territorio nazionale quindi viene suddiviso in quattro zone sismiche individuate secondo valori di accelerazione massima del suolo e le Norme Tecniche indicavano quattro valori di accelerazioni (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico:

Zona	Valore di a_g
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

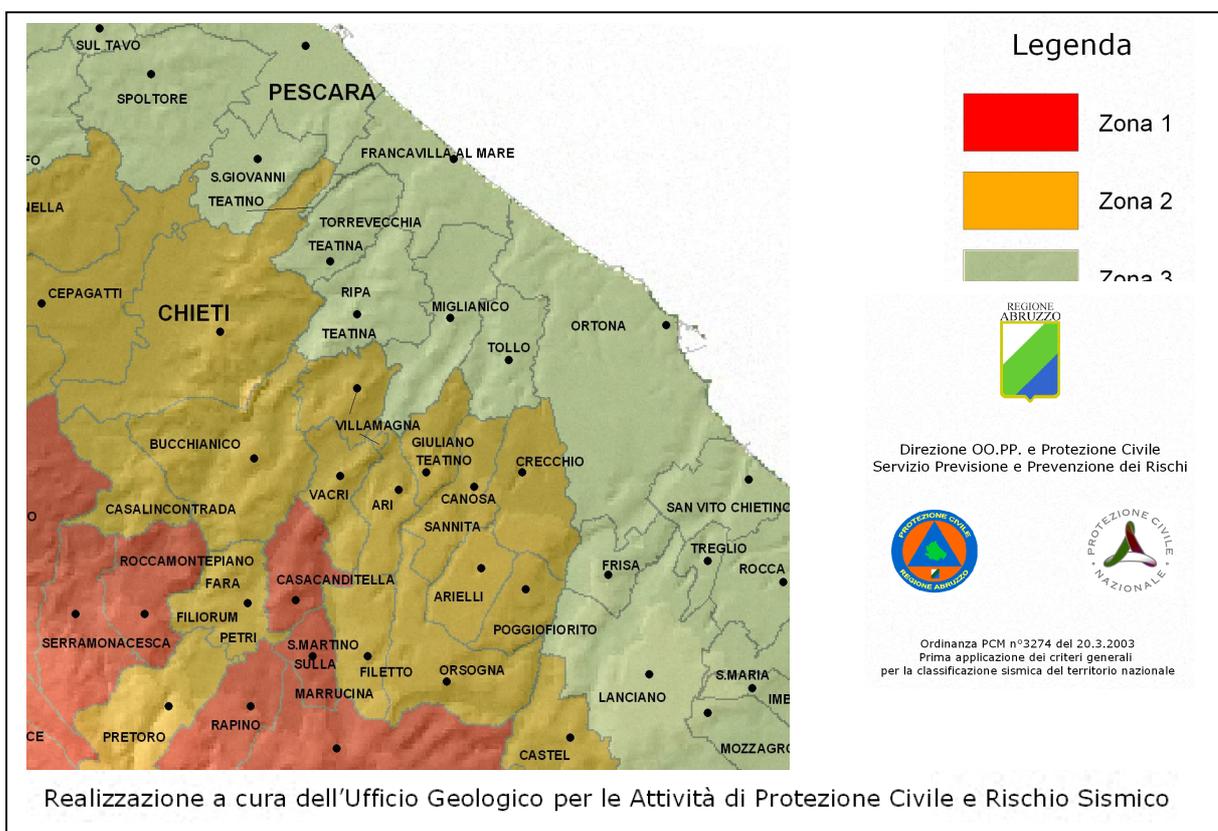


Fig. 14: Mappa sismica regionale

Con il D.M. 14 gennaio 2008, sono utilizzate le possibilità offerte dalla definizione della pericolosità sismica italiana prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e le azioni sismiche vengono definite a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito in esame.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in “condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{V_R} nel periodo di riferimento V_R ”.

In particolare, i caratteri del moto sismico sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La norma inoltre fornisce i valori di a_g , F_o e T^*_C per tutti i siti considerati per cui, dalle sue coordinate, per ogni sito si risale ai termini necessari alla determinazione dell'azione sismica.

Per qualunque punto del territorio nazionale non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p (a_g , F_o e T^*_C) ad esso corrispondenti possono essere rappresentati attraverso metodi di interpolazione tra i quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

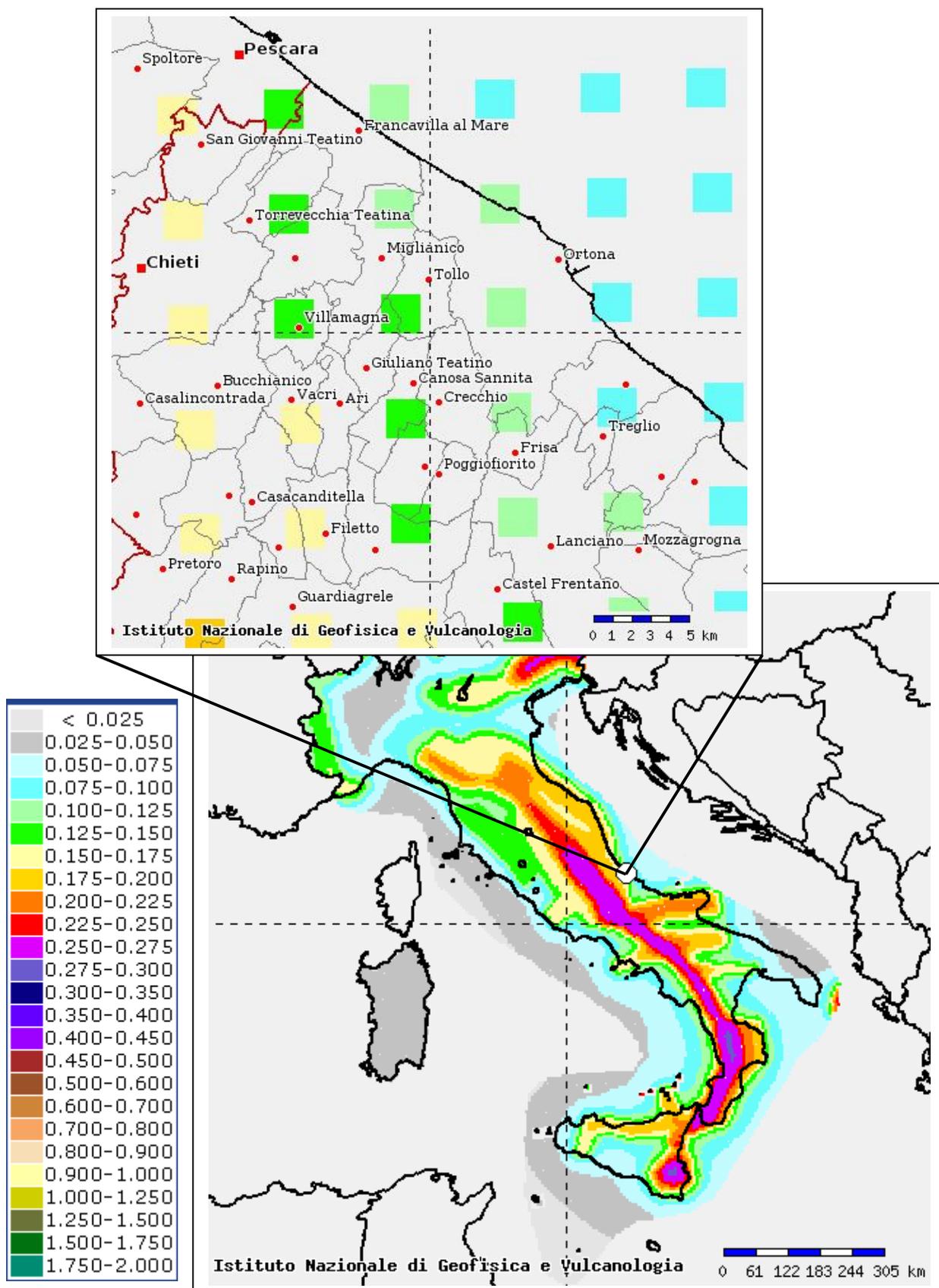


Fig. 15: Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{S30} > 800$ m/s) (da Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Di seguito andremo ad illustrare i valori dei parametri citati riferiti alla zona studiata, prendendo tre punti rappresentativi lungo il percorso di progetto e in particolare, da sud verso nord, uno all'altezza dell'abitato di Arielli, uno nei pressi di Tollo ed il terzo alla foce del torrente Arielli.

Per facilitare le operazioni di valutazione puntuale della pericolosità sismica, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mette a disposizione un programma (*Azioni sismiche - Spettri di risposta ver. 1.0.3*) che effettua tutte le operazioni di interpolazione sia geografica che temporale.

Nel primo caso, nei pressi di Arielli, i valori dei parametri sismici per un punto dell'area in esame (lat. 42.261397 - long. 14.301830) sono riassunti in *tabella 6*.

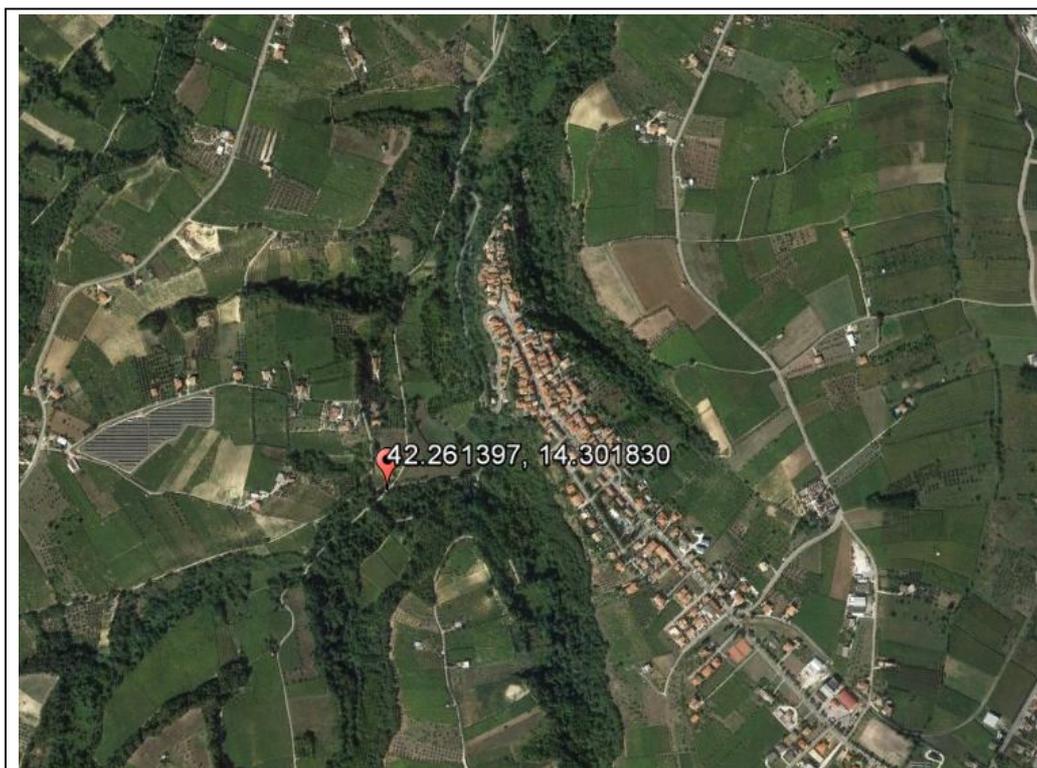


Fig. 16: La posizione del primo punto considerato (da Google earth)

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,046	2,458	0,286
50	0,057	2,492	0,313
72	0,066	2,501	0,329
101	0,076	2,506	0,339
140	0,087	2,510	0,348
201	0,100	2,518	0,356
475	0,140	2,518	0,371
975	0,182	2,525	0,376
2475	0,251	2,551	0,381

Tabella 6: Valori dei parametri a_g , F_o e T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento (elaborazioni eseguite con "Spettri NTC ver. 1.0.3")

Per il secondo punto, nella zona di Tollo, i valori dei parametri sismici per un punto dell'area in esame (lat. 42.339393 - long. 14.334775) sono riassunti in *tabella 7*.

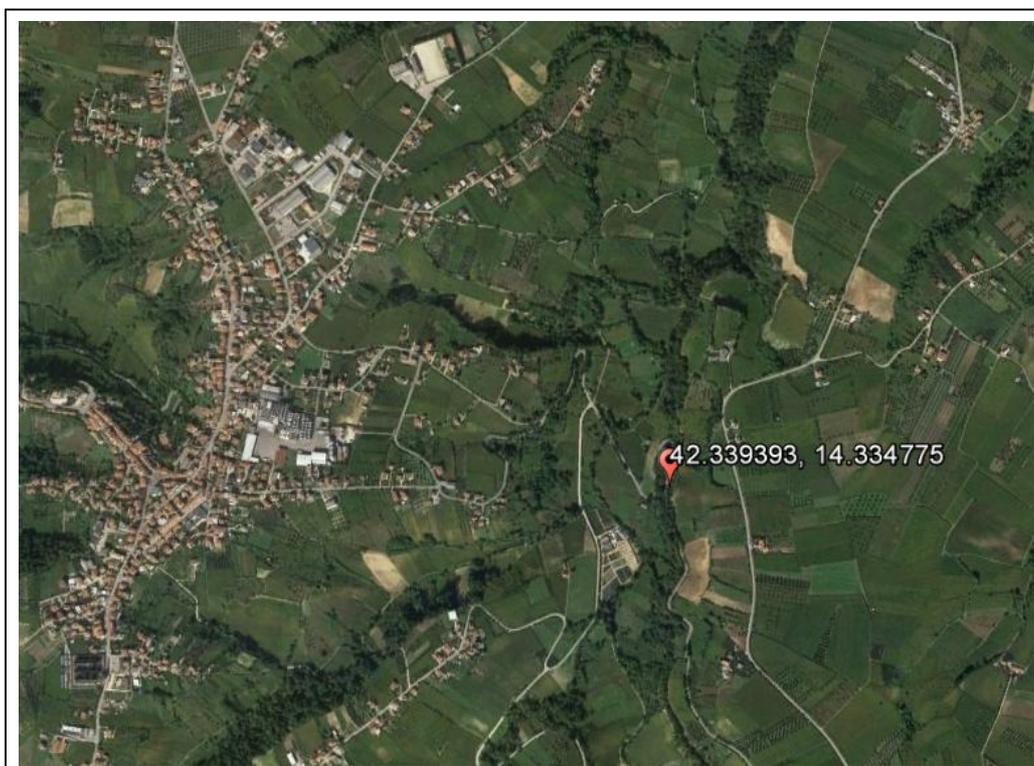


Fig. 17: La posizione del secondo punto considerato (da Google earth)

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,041	2,510	0,284
50	0,051	2,492	0,315
72	0,059	2,541	0,331
101	0,067	2,547	0,345
140	0,075	2,572	0,356
201	0,086	2,582	0,367
475	0,116	2,565	0,415
975	0,147	2,597	0,424
2475	0,196	2,638	0,427

Tabella 7: Valori dei parametri a_g , F_o e T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento (elaborazioni eseguite con "Spettri NTC ver. 1.0.3")

Infine, all'altezza della foce dell'Arielli, i valori dei parametri sismici per un punto dell'area in esame (lat. 42.386275 - long. 14.357165) sono riassunti in *tabella 8*.

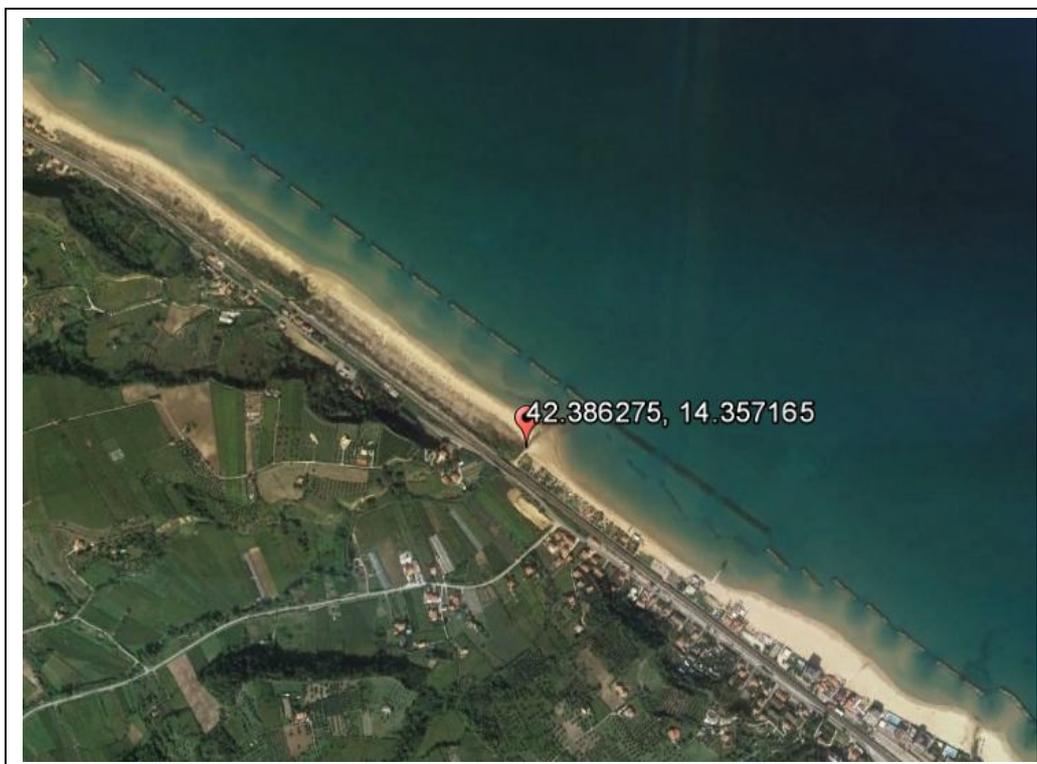


Fig. 18: La posizione del terzo punto considerato (da Google earth)

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,039	2,530	0,282
50	0,048	2,501	0,316
72	0,055	2,551	0,332
101	0,062	2,592	0,347
140	0,069	2,591	0,361
201	0,078	2,620	0,373
475	0,104	2,634	0,425
975	0,129	2,671	0,440
2475	0,169	2,726	0,448

Tabella 8: Valori dei parametri a_g , F_o e T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento (elaborazioni eseguite con "Spettri NTC ver. 1.0.3")

Analoghi calcoli, ad ogni modo, possono essere condotti con altri programmi mentre la scelta i valori di progetto dei parametri a_g , F_o e T_C^* , chiaramente, sarà eseguita in base alla classe d'uso dell'opera ed allo stato limite scelto.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale e, l'analisi complessiva di tutti i dati emersi nello studio dell'area in esame, concorre ad una valutazione delle caratteristiche dinamiche del terreno di fondazione permettendo di giungere ad una verifica degli effetti di un eventuale sisma. Per classificare il nostro terreno possiamo seguire le indicazioni contenute nella normativa sismica italiana per le categorie di suolo di fondazione, normativa che definisce l'azione sismica attraverso dei profili stratigrafici di riferimento e, con i dati disponibili, diamo una definizione dei caratteri dinamici del nostro sottosuolo.

Quindi, con i dati a disposizione, abbiamo dato una definizione dell'azione sismica per l'area in studio attraverso i criteri stabiliti dalla normativa che, come accennato in precedenza, definisce quest'azione attraverso dei profili stratigrafici di riferimento riassunti nella *tabella 9*.

In queste definizioni, per $V_{S,30}$ s'intende la media delle velocità delle onde S negli strati fino ad una profondità di 30 m dal piano di posa delle fondazioni, calcolata secondo la relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum h_i/V_{s,i}} [m/s]$$

Categoria	Descrizione
<i>A</i>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{S,30}$ superiori a 800 m/s comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.
<i>B</i>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ compresi fra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt,30} > 50$ o $Cu_{,30} > 250$ kPa).
<i>C</i>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ compresi fra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ o $70 < Cu_{,30} < 250$ kPa).
<i>D</i>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30} < 180$ m/s (ovvero $N_{spt,30} < 15$ o $Cu_{,30} < 70$ kPa).
<i>E</i>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento (con $V_{S,30} > 800$ m/s.)

Tabella 9

Inoltre, a queste cinque categorie se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali (tabella 10).

Categoria	Descrizione
<i>S1</i>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{S,30} < 100$ m/s (ovvero $10 < Cu_{,30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
<i>S2</i>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 10

Tra tutti i dati raccolti, sono state reperite anche delle prospezioni sismiche tipo MASW realizzate nel territorio esaminato, prove dalle quali emergono velocità di V_{s30} comprese tra 280 m/s e 310 m/s che individua una classe di suolo riconducibile alla *categoria C*, condizione che concorda anche con i risultati delle altre prove geognostiche disponibili sul territorio.

Ad ogni modo si ricorda che, per una definizione dell'azione sismica, è sempre opportuno eseguire una specifica indagine geofisica e, inoltre, la natura e la geometria delle alternanze litologiche del sottosuolo e la presenza di discontinuità negli orizzonti può dare luogo, in caso di eventi sismici, ad amplificazioni sismiche locali.

Nella normativa, infine, nella definizione dell'azione sismica vengono valutate anche le condizioni morfologiche locali attraverso la definizione di quattro categorie topografiche (*tabella 11*).

<i>Categoria</i>	<i>Caratteristiche della superficie topografica</i>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 11

V - NOTE CONCLUSIVE

Al termine di questo lavoro possiamo riassumere gli aspetti principali emersi nello studio eseguito e le relative conclusioni a cui si è giunti nelle sue diverse fasi.

La pista ciclabile di progetto attraversa quella fascia di territorio compresa tra il mare e le prime colline dell'entroterra, seguendo all'incirca la direzione del torrente Arielli, dalla foce e fino all'abitato di Arielli.

La geologia della zona è caratterizzata dai depositi della successione plio-pleistocenica con gli affioramenti conglomeratici e sabbiosi collocati nella parte alta dei rilievi mentre, verso valle, i termini stratigraficamente superiori della successione tendono a mancare e si osserva l'affiorare delle unità pelitiche e pelitico-sabbiose.

Al tetto di questa successione, inoltre, spesso sono presenti depositi quaternari rappresentati da coltri di copertura derivanti dal disfacimento e/o dall'alterazione delle unità citate e depositi alluvionali riferibili ad ambienti fluviali mentre, verso il mare, troviamo i tipici depositi sabbiosi e ghiaiosi delle piane costiere.

L'assetto geomorfologico dell'area rispecchia chiaramente la geologia dell'area stessa e ad esempio, nelle zone di affioramento dei depositi conglomeratici, si possono distinguere superfici a scarsa pendenza mentre aree con pendenze più accentuate spesso sono correlabili alle incisioni delle maggiori aste fluviali ed impostate sui termini sabbiosi ed argillosi sottostanti. Inoltre, al bordo dei pianori e lungo i versanti, si possono rilevare fenomeni gravitativi la cui genesi è strettamente legata sempre alle litologie affioranti.

Lungo il torrente Arielli, inoltre, si presentano altre problematiche come quelle di possibili fenomeni di esondazione del fiume.

Infine, in fase esecutiva, saranno verificate le caratteristiche geologico-tecniche dell'area con una specifica campagna indagini e si ricorda che l'acqua determina un decremento delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni, per cui è necessario limitarne quanto più possibile la circolazione e la percolazione. Inoltre sarà importante porre estrema attenzione alle eventuali interazioni che l'intervento potrà produrre con il territorio attraversato come, ad esempio, i possibili rilasci tensionali nei terreni durante le fasi di realizzazione di eventuali scavi, le interferenze che si potrebbero avere con il vicino corso d'acqua, ecc..