

## Impianto acquedottistico di soccorso di Castel Trosino a servizio della città di Ascoli Piceno: Istanza di concessione di derivazione idrica



### 4 - Sezione Domanda di Concessione Grande Derivazione

Relazione inerente la definizione delle aree di salvaguardia del campo pozzi di Castel Trosino – Montagna dei Fiori (art. 94 D.Lgs. 152/06)



**C.I.I.P. SpA - Cicli Integrati Impianti Primari**  
Viale della Repubblica 24 - 63100 Ascoli Piceno (AP)  
C.F./P.I. e n° iscr. R.I. di AP 00101350445  
Tel +39 0736 2721 fax +39 0736 272222  
[www.ciip.it](http://www.ciip.it) e-mail: [info@ciip.it](mailto:info@ciip.it)  
PEC: [servizio.protocollo@pec.ciip.it](mailto:servizio.protocollo@pec.ciip.it)

CODICE ELABORATO	LIV. PROG.	NOME ELABORATO	FORMATO	SCALA
S4.2-E01		Relazione inerente la definizione delle aree di salvaguardia del campo pozzi di Castel Trosino – Montagna dei Fiori (art. 94 D.Lgs. 152/06)	.pdf	

REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	FIRMATO
00	Maggio 2021	S. Palpacelli	A. Tesei – M. Spinelli	A. Tesei – M. Tonelli	S. Palpacelli
01					
02					
03					



Servizio idrico integrato  
Cicli Integrati Impianti primari  
Viale della Repubblica,2  
63100 Ascoli Piceno  
C.F.-P.I. e n. iscr. R.I. di AP 00101350445

**“PROGETTO DI RICERCA IDROGEOLOGICO DELLA PORZIONE  
SETTENTRIONALE DELL’IDROSTRUTTURA DELLA MONTAGNA DEI  
FIORI (IMPIANTO DI SOCCORSO DI CASTEL TROSINO PER LA  
CAPTAZIONE DELLE ACQUE A SERVIZIO DI ASCOLI PICENO)”**



***Definizione delle Aree di Salvaguardia del campo pozzi di Castel  
Trosino – Montagna dei Fiori (art. 94 D.Lgs. 152/06)***

**Relazione finale**

Macerata, 13 maggio 2021

Dr. Stefano Palpacelli



## *INDICE*

### *PREMESSA*

<i>1.0 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE</i> .....	3
<i>2.0 - LITOSTRATIGRAFIA</i> .....	5
<i>3.0 - ASSETTO STRUTTURALE</i> .....	7
<i>4.0 - ANALISI MESOSTRUTTURALE</i> .....	8
<i>5.0 - AREE DI SALVAGUARDIA</i> .....	10
<i>6.0 - CRITERI PER LA DELIMITAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA DEL CAMPO POZZI DI CASTELTROSINO</i> .....	17
<i>7.0 - MODELLAZIONE NUMERICA CRITERIO TEMPORALE (ISOCRONA 60 e 180 GIORNI)</i> .....	20
<i>8.0 - DEFINIZIONE AREE DI SALVAGUARDIA</i>	29
<i>9.0 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</i> .....	37
<i>BIBLIOGRAFIA</i> .....	38

### *ELABORATI FUORI RELAZIONE*

<i>CARTA IDROGEOLOGICA DELL'AREA CIRCOSTANTE IL CAMPO POZZI DI CASTEL TROSINO (AP) (SCALA 1:5.000)</i>	<i>TAV.1</i>
<i>SEZIONE GEOLOGICA/IDROGEOLOGICA A-A' IN CORRISPONDENZA DEL POZZO 1 DI CASTEL TROSINO (AP) (SCALA 1:5.000)</i>	<i>TAV.2</i>
<i>AREE DI SALVAGUARDIA DEL CAMPO POZZI DI CASTEL TROSINO (AP) (SCALA 1:5.000)</i>	<i>TAV.3</i>
<i>AREE DI SALVAGUARDIA DEL CAMPO POZZI DI CASTEL TROSINO (AP) E RELATIVI LIMITI AMMINISTRATIVI REGIONALI E COMUNALI (SCALA 1:25.000)</i>	<i>TAV.4</i>

### *ALLEGATI*

*STAZIONI GEOSTRUTURALI*

## **Premessa**

Nella presente relazione viene riportata la sintesi dei principali risultati degli studi idrogeologici condotti su incarico della Società “CIIP Cicli Integrati Impianti Primari S.p.A.”, per la definizione delle aree di salvaguardia (art. 94 D.Lgs. 152/06) del campo pozzi di Castel Trosino - “Impianto di soccorso a servizio della città di Ascoli Piceno”.

Al fine di definire le aree di salvaguardia delle risorse idriche presenti nell'idrostruttura della Montagna dei Fiori, captate a mezzo pozzi di emungimento acqua, ed in particolare individuare la Zona di Tutela Assoluta (ZTA), la Zona di Rispetto (ZR) (ristretta e allargata) e la Zona di Protezione (ZP), secondo quanto indicato nel *D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 - “Norme in materia ambientale”* (Gazzetta Ufficiale 14 aprile 2006, n. 88, S.O.), *Art.94 (disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano)*, è stato applicato il criterio idrogeologico (basato sugli elementi idrogeologici specifici degli acquiferi presenti nell'idrostruttura della Montagna dei Fiori e dei loro rispettivi limiti) congiuntamente al criterio temporale (basato sul concetto di *tempo di sicurezza*, cioè il tempo necessario per attuare opportune misure di difesa della captazione se un generico inquinante idroveicolato viene immesso accidentalmente (o meno) nell'acquifero).

Le attività svolte sono consistite:

- rilevamento geologico-strutturale nei dintorni del campo pozzi. Particolare attenzione è stata prestata alle zone caratterizzate da intensa fratturazione beante dell'ammasso roccioso sulle quali sono state condotte specifiche analisi di acquisizione dati, consistenti nella fattispecie in stazioni geostrutturali del tipo “*Scan-Area*” avente per scopo l'individuazione del *patten* delle discontinuità;
- interpretazione dei dati derivanti dal monitoraggio dei principali parametri chimico-fisici delle acque dei pozzi in esercizio. L'esecuzione di una prova di tracciamento nella zona dell'impluvio immediatamente sovrastante il pozzo n.1, individuata come area campione a maggior fratturazione/vulnerabilità di superficie prossima ai pozzi, scelta tra quelle emerse a seguito delle attività di cui al punto precedente, e volta al fine di descrivere la dinamica e determinare le velocità ed i tempi di migrazione di un eventuale inquinante, veicolato dalle precipitazioni, nell'attraversamento della porzione di acquifero non saturo, potrà essere eseguita non appena si presenteranno le condizioni di precipitazione più favorevoli alla riuscita del test sperimentale;
- delimitazione delle aree di salvaguardia con produzione di cartografia restituita in formato vettoriale (.shp) gestibile con qualsiasi piattaforma tipo GIS.

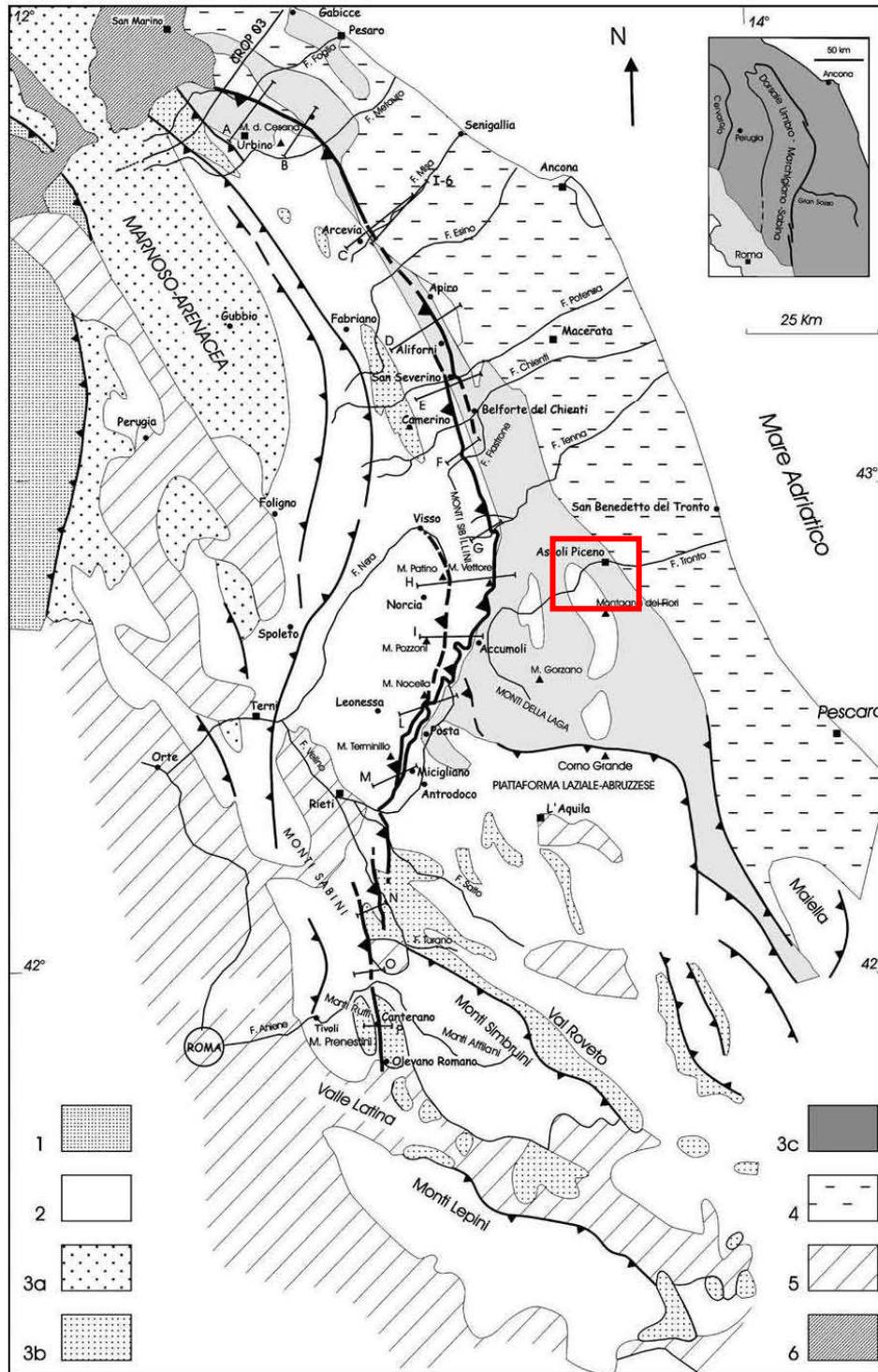
## ***1.0 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE***

La porzione di territorio in cui si colloca l'area in esame ricade nel settore centro meridionale dell'Appennino Marchigiano-Abruzzese che nel suo insieme identifica una catena arcuata caratterizzata dalla presenza di pieghe a vergenza adriatica e sovrascorrimenti neogenici (CALAMITA ET AL., 1986; LAVECCHIA, 1987; DEIANA ET AL, 2003) (*fig.1*). Questo settore interessa il bordo orientale del bacino della Laga nel quale la struttura della Montagna dei Fiori ne costituisce il naturale confinamento laterale.

Nel contesto tettonico-sedimentario regionale, la sedimentazione affiorante è rappresentata dai termini della serie umbro-marchigiana pressoché continua dal Triass superiore al Neogene; i depositi, essenzialmente di natura calcarea caratterizzano tutto l'intervallo Triassico-Eocene mentre a partire dall' Oligocene diviene di tipo prevalentemente terrigeno. Nel corso del Miocene questo settore di bacino abruzzese-marchigiano è raggiunto dall'orogenesi che in rapida progressione da ovest verso est modifica continuamente la morfologia del fondale marino assumendo via via i caratteri di catena orogenetica in risposta alla strutturazione del sistema a *thrust* appenninico.

Infatti l'intero settore è caratterizzato da elementi strutturali compressivi legati agli eventi tettonici alto-miocenici costituiti principalmente da sovrascorrimenti e subordinatamente da motivi retrovergenti, a direzione NO-SE, che coinvolgono la successione mesozoica-terziaria, di margine passivo prevalentemente carbonatica (DEIANA ET AL., 1994;MAZZOLI ET AL 2001; PIERANTONI ET AL.2005), determinando uno stile tettonico a scaglie embricate verso NE.

In particolare, la struttura della Montagna dei Fiori può essere definita una anticlinale di rampa ad asse NNO-SSE rovescia e sovrascorsa verso NE sui terreni miocenici del bacino della Laga secondo più piani di accavallamento.



**Fig.1** - Schema geologico dell'Appennino Umbro-Marchigiano-Sabino e Laziale-Abruzzese (modificata da CALAMITA ET AL., 1996 E DEIANA ET AL., 2003). Spiegazione dei simboli: 1) Unità del Monte Falterona-Trasimeno, 2-6) Appennino umbro-marchigiano-sabino e laziale-abruzzese, che comprende a partire dal basso: 2) Successione bacinale calcarea, calcareo-marnosa e marnosa o successione di piattaforma carbonatica/scarpata (Triass sup - Miocene pp); 3) Depositi torbiditici silicoclastici miocenici del Preappennino (3a: Burdigaliano pp - Tortonian pp), Intrappenninici (3b: Serravalliano pp - Messiniano pp) e del Pedappennino (3c: Messiniano); Successione plio-pleistocenica periadriatica; 5) Depositi plio-quadernari marini o continentali post orogenici e vulcaniti della provincia laziale; 6) Colata della Val Marecchia.

## 2.0 LITOSTRATIGRAFIA

La serie litostratigrafica presente all'interno dell'area di studio comprende i terreni tipici della Successione Umbro-Marchigiana. In generale, dal punto di vista cronostratigrafico, le unità riconosciute si estendono dal Cretacico inf. (*Scaglia variegata*) al tardo Miocene (*Marne con Cerrognà*).

La successione stratigrafica, qui di seguito descritta, partendo dalle formazioni cronostratigraficamente più antiche verso quelle più recenti:

### ***Scaglia rossa*** (*Turoniano inf. p.p. - Luteziano p.p.*)

Essa è divisa in tre membri ed è costituita: alla base da calcari marnosi rosati, a luoghi con bande policrome, con selce rossa in liste e noduli (SAA1); nella parte intermedia (che presenta spessori maggiori) da marne e marne calcaree, a frattura concoide o scagliosa, di colore rosato o rosso mattone (SAA2); nella porzione sommitale (SAA3) da calcari e calcari marnosi rosati con selce rossa in liste e noduli.

### ***Scaglia variegata*** (*Luteziano p.p. - Priaboniano p.p.*)

E' costituita da un'alternanza di calcari marnosi e marne calcaree in strati medi e sottili, di colore variabile da rosa a verdino, ben stratificata, con spessori intorno ai 10 – 20 cm, talora con interstrati di marne argillose verdi. A luoghi con lenti di selce nera. Verso l'alto, si registra un aumento del tenore pelitico al passaggio con la formazione della *Scaglia cinerea* dove la stratificazione si fa più incerta.



**Fig.2** - Affioramento dei calcari e calcari marnosi della Scaglia variegata

### ***Scaglia cinerea*** (Priaboniano p.p. - Aquitaniano p.p.)

La formazione è costituita da marne calcaree, marne e marne argillose. Nella parte inferiore della formazione prevalgono le litofacies più calcaree in strati sottili o medi, con una colorazione rossastra, mentre nella parte superiore, di colore grigio-verdastro, si osserva un progressivo aumento del contenuto marnoso argilloso.



**Fig.3** - Affioramento dei calcari marnosi e marne calcaree della Scaglia cinerea

### ***Bisciario*** (Aquitaniano p.p. - Burdigaliano p.p.)

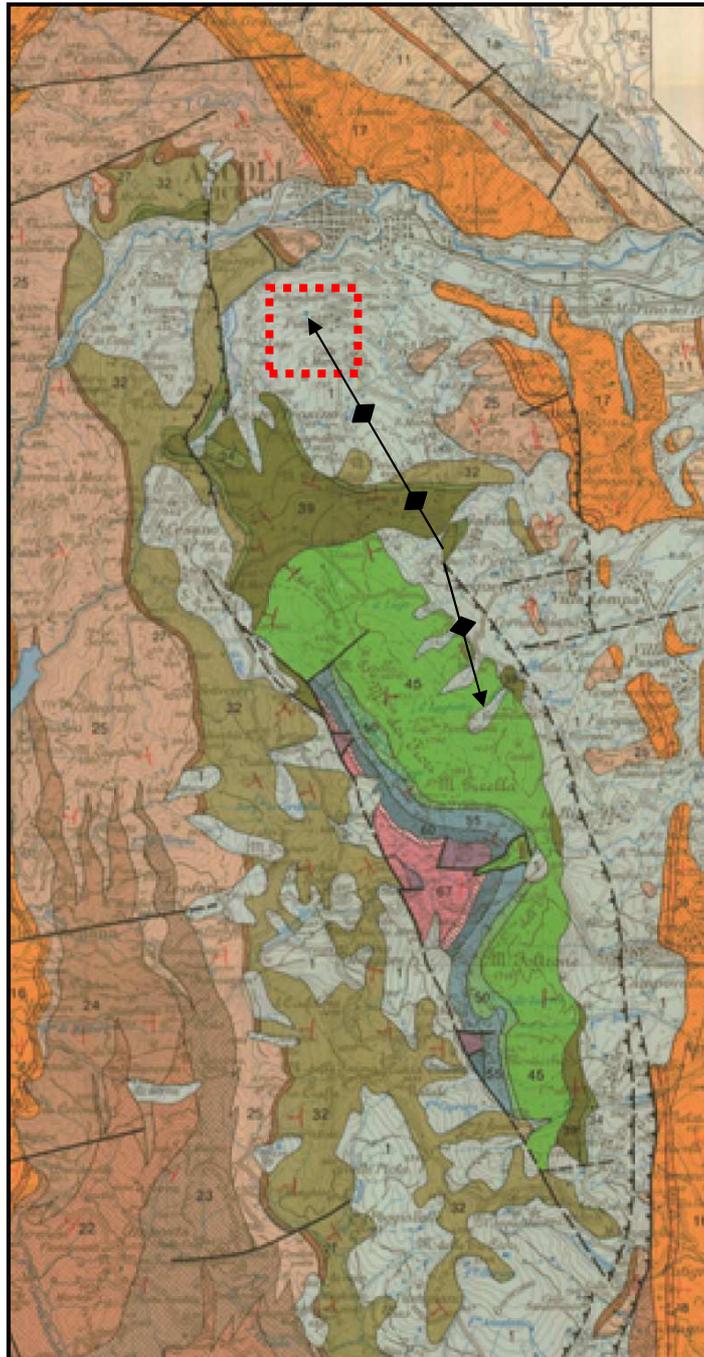
È rappresentato da marne e calcari silicei-marnosi, ben stratificati, grigi e grigio verdastri, con intercalazioni di vulcanoclastiti (cineriti e tufiti prevalenti) le quali si presentano tipicamente come bande ocracee. Liste e noduli di selce grigio-nerastra, ma anche giallastra nella parte medio alta, sono localmente presenti nella parte inferiore - media della formazione. La formazione affiora lungo entrambi i fianchi delle strutture.

### ***Marne con Cerrognà*** (Burdigaliano – Tortonian)

Questa formazione è costituita da un'alternanza di marne-siltose, marne argillose ed argille marnose di colore grigio piombo. La stratificazione è a tratti ben evidente con spessori irregolari che ne riflettono la natura torbida. Per quanto riguarda le intercalazioni calcaree detritiche (*Cerrognà*), i bioclasti sono talora rappresentati da Foraminiferi planctonici e bentonici, ai quali possono associarsi resti di Molluschi, Briozoi, Alghe coralline

### 3.0 ASSETTO STRUTTURALE

Per quanto concerne l'aspetto geologico strutturale, l'area in esame si individua in prossimità della terminazione settentrionale della Montagna dei Fiori definita come una anticlinale di rampa ad asse NNO-SSE rovescia e sovrascorsa verso NE sui terreni miocenici del bacino della Laga secondo più piani di accavallamento e con evidenti terminazioni periclinaliche lungo lo sviluppo assiale della struttura plicativa stessa (fig.4).



**Fig 4.** – Stralcio della Carta geologica del Bacino della Laga e del Cellino e dei rilievi carbonatici circostanti. (modificata da Centamore et al ,1991). In evidenza: l'area in esame e le terminazioni periclinaliche dell'anticlinale di rampa della Montagna dei Fiori

Difatti, nell'area in esame, il rilevamento geologico di campagna ha consentito il riconoscimento di un evidente immersione, verso i quadranti settentrionali, dell'asse di cerniera dell'anticlinale.

La struttura duttile, a medio raggio di curvatura, mostra al nucleo la formazione cronostratigraficamente più antica costituita da calcari e calcari marnosi riferibili alla *Scaglia variegata* mentre i fianchi, blandamente immergenti rispettivamente verso NNE e WWS, sono costituiti rispettivamente dalla formazione della *Scaglia cinerea*, *Bisciario* e *Marne con Cerrognana*.

Per quanto riguarda gli elementi tettonici fragili (faglie), sono stati osservati segmenti di basso ordine gerarchico, orientati in direzione circa E-W e N-S, contraddistinti da limitati valori di dislocazione "rigetto" o comunque tali da non disarticolare il generale andamento geometrico della struttura antiforale.

#### **4.0 ANALISI MESOSTRUTTURALE**

Con riferimento alle attività di rilevamento dei dati strutturali in sito nel presente paragrafo vengono illustrati i risultati dei rilievi geostutturali dei litotipi presenti.

Il rilevamento di dati strutturali è stato organizzato individuando nelle zone in esame (vedi Tav.1) alcuni affioramenti significativi, per ognuno dei quali è stato effettuato almeno un punto di stazione. L'ubicazione delle 5 stazioni di misura sono state scelte cercando di ottenere una copertura il più possibile omogenea dell'area compatibilmente con l'accessibilità dei siti e la qualità degli affioramenti.

I risultati dei dati rilevati sono illustrati mediante schede descrittive (*ALL.1*) (Stazione 1 – Stazione 5) contenenti per ogni tipologia di discontinuità (giunti di stratificazione G, faglie F e fratture estensionali J) le seguenti informazioni: (i) giacitura, (ii) distanza dallo "zero" (origine) della scan-line di misura, (iii) persistenza, (iv) apertura, (v) natura del riempimento, (vi) consistenza del riempimento, (vii) scabrezza, (viii) alterazione, (ix) eventuale presenza di acqua.

I dati sono stati successivamente elaborati al fine di individuare le famiglie di discontinuità principali. Questo è stato possibile grazie ad un'elaborazione mediante il software [OpenStereo 0.1.2](#) partendo dai dati giacitureali misurati in campagna.

Per ogni stazione geostutturale è stata ricavata la proiezione stereografica (reticolo di Schmidt) relativa ai poli dei piani, alla loro concentrazione, alla giacitura media delle famiglie di discontinuità principali nonché i diagrammi a rosa circa la direzionalità. Per ogni famiglia di discontinuità è stato quindi riportato il valore medio dei dati (iii) – (ix) sopradetti. La giacitura viene riportata secondo la regola "dip azimuth / dip inclination".

Le spazature riportate nelle tabelle riassuntive per ogni singola famiglia di discontinuità, intese come le distanze fra due discontinuità contigue appartenenti alla stessa famiglia, sono state misurate lungo le *scan-line* e di seguito elaborate statisticamente, ricavando frequenze, medie, deviazioni standard e quindi riportate graficamente tramite istogrammi di frequenza.

Ai fini della compilazione delle schede si è fatto riferimento alle "Metodologie per la descrizione quantitativa delle discontinuità nelle masse rocciose" RACCOMANDAZIONI ISRM per il grado di alterazione delle masse rocciose.

### **SINTESI DEI DATI MESOSTRUTTRALI**

L'area in esame è stata caratterizzata attraverso rispettivamente 5 stazioni geostrutturali localizzate sia in prossimità del campo pozzi che lungo il versante di monte. La campagna di acquisizione ha permesso di raccogliere i dati relativi a circa 81 superfici di discontinuità, in modo da avere un panorama quanto più rappresentativo dello stato di fratturazione dell'ammasso roccioso.

I dati, trattati per ogni singola stazione, in generale individuano da due a cinque set di discontinuità principale a seconda della orientazione del piano di affioramento oggetto delle misurazioni. Inoltre, è stato possibile osservare che in ogni stazione di misura sussiste sempre una famiglia di discontinuità caratterizzata da maggior persistenza intesa come la lunghezza della frattura sul fronte di esposizione.

Nella figura sottostante (Fig.5) viene riportato uno stralcio di Carta Geologica (Tav.1) mostrante: l'ubicazione delle stazioni di rilevamento ed il diagramma a rosa del rapporto direzione-frequenza del reticolo fessurativo.

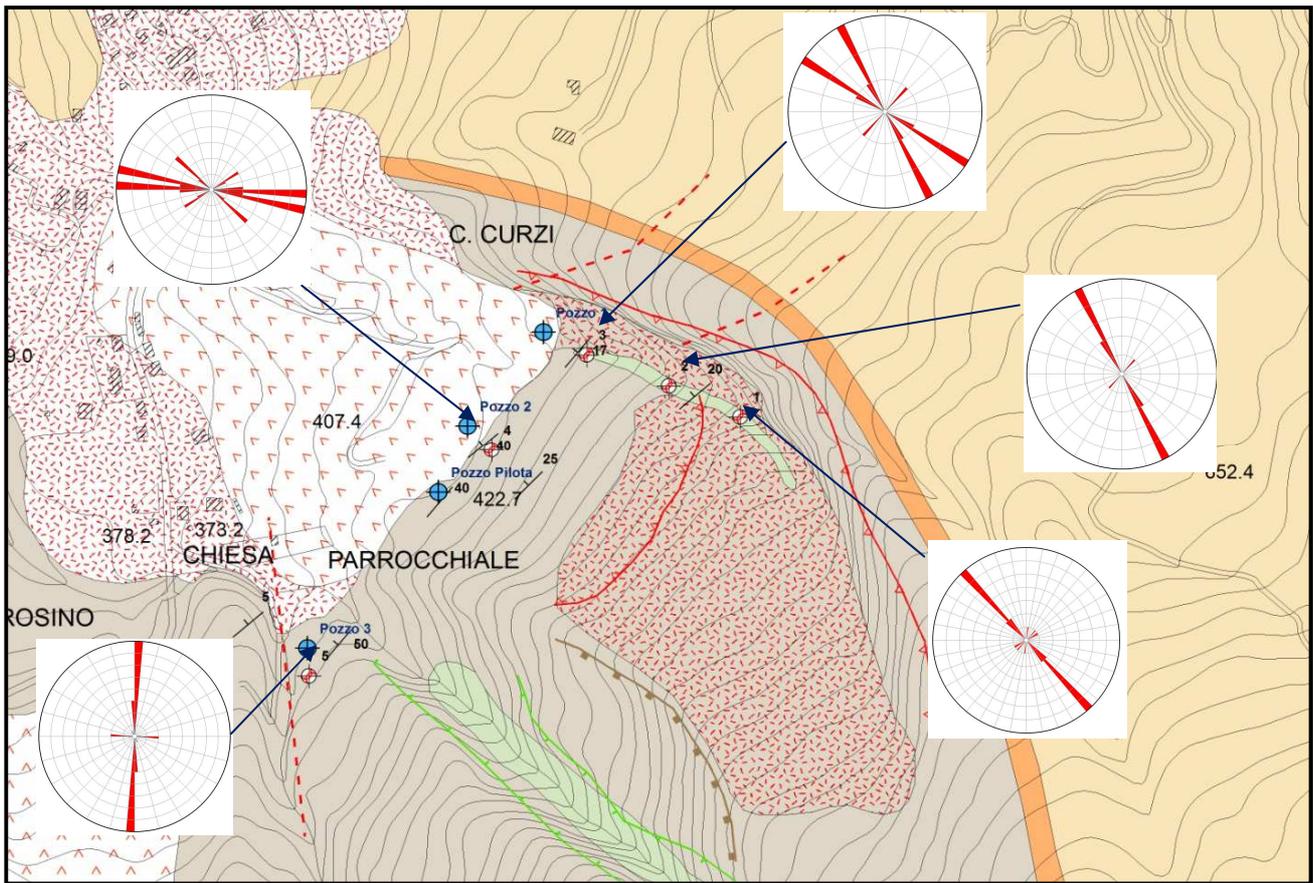


Fig 5 – Ubicazione stazioni geostrutturali

In definitiva, le famiglie di discontinuità maggiormente sviluppate in termini di lunghezza e frequenza risultano orientate secondo una direzione compresa tra N-S e NW-SE.

La stazione di misura 4 invece mostra un trend di direzionalità essenzialmente E-W.

## 5.0 AREE DI SALVAGUARDIA

### *Riferimenti Normativi*

Il *Decreto del Presidente della Repubblica 236 del 24 maggio 1988* rappresenta l'attuazione della direttiva CEE n° 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano. Con esso si definiscono, per la prima volta in Italia, i concetti di aree di salvaguardia e la ripartizione delle stesse in tre zone (ZTA, ZR e ZP) (Fig.6).

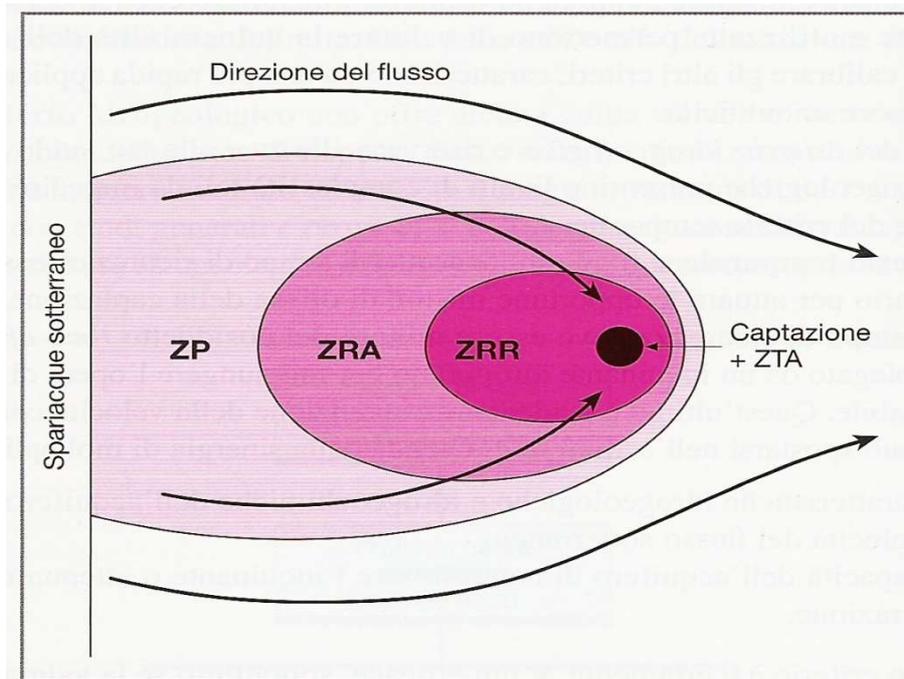


Fig. 6 - Schematizzazione delle aree di salvaguardia attorno ad una captazione.

La **Legge 5 gennaio 1994, n.36 - “Disposizioni in materia di risorse idriche” (Legge Galli)** ha introdotto diversi principi innovativi in materia di gestione e tutela delle risorse idriche: fondamentale, in primo luogo, è stata l’introduzione del concetto di Servizio idrico integrato, realizzato materialmente con l’istituzione delle Autorità di Ambito Territoriale Ottimale (AATO). L’art. 24 della Legge, in particolare, indica i criteri generali di gestione delle aree di salvaguardia delle captazioni.

Il **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 4 marzo 1996 - “Disposizioni in materia di risorse idriche”** (S.O. n.47, G.U., s.g. n.64 del 4 marzo 1996), fornisce delle linee guida o norme tecniche per l’attuazione delle leggi e dei decreti vigenti in materia.

Il **Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 (art. 3, comma 7 e art. 21)**, disciplina le aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano. Ai sensi dell’**art. 21, comma 1**, del citato decreto, le aree di salvaguardia di sorgenti, pozzi e punti di presa.

Il **D.Lgs. 152/99 e il collegato D.Lgs. 258/2000**, pur costituendo nel loro insieme un vero e proprio testo unico sulla tutela delle acque dall’inquinamento, non comprendono nessuna modificazione sostanziale dei precedenti provvedimenti per quanto attiene il sistema delle aree di salvaguardia, che è alla base della difesa di punto. Tuttavia, **s’introducono i concetti di zona di rispetto ristretta (ZRR) e di zona di rispetto allargata (ZRA)** e si dà alle Regioni il compito di individuare i perimetri delle diverse zone .

Il **D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 - “Norme in materia ambientale”** (Gazzetta Ufficiale 14 aprile 2006, n. 88, S.O.), in particolare con l’**Art.94 (disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano)**, recepisce quasi integralmente le disposizioni di cui ai provvedimenti precedenti. Il comma 1 dell’articolo ribadisce come “*Su proposta delle Autorità d’ambito, le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all’interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione*”.

A livello regionale la disciplina in materia di tutela delle acque è dettata dalle N.T.A. del **Piano di Tutela delle Acque approvato dall’Assemblea legislativa delle Marche con delibera DACR n. 145 del 26/01/2010** (Supplemento n. 1 al B.U.R. n. 20 del 26/02/2010). L’art. 19 delle Norme Tecniche regionali fissa, in particolare, le tempistiche per la proposta di individuazione delle aree di salvaguardia da parte delle AATO, definendo altresì le successive procedure a carico dei Comuni interessati. Il successivo art. 20 rimanda ad un successivo atto di Giunta la disciplina all’interno delle zone di rispetto delle acque sotterranee destinate al consumo umano riguardante:

-  *le opere idrauliche e fognarie;*
-  *l’edilizia residenziale e le relative opere di urbanizzazione;*
-  *le opere viarie, ferroviarie e, in genere le infrastrutture di servizio;*
-  *le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione per lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti, pesticidi e fitofarmaci in genere.*

Inoltre, lo stesso articolo 20 recita testualmente: “*Le prime misure da adottare all’interno delle zone di rispetto sono così individuate:*

- a) è vietato il riutilizzo delle acque reflue per scopi irrigui;*
- b) per le condotte fognarie all’interno delle zone di rispetto è richiesta un’alta affidabilità relativamente alla tenuta, che deve essere garantita per tutta la durata dell’esercizio e deve essere periodicamente controllata.”*

L’art. 21 delle N.T.A. del predetto Piano di Tutela delle Acque, infine, detta disposizioni e tempistiche relative alla definizione delle Zone di protezione, rimandando alle indicazioni già comunicate dalla Regione Marche, ovvero contenute nel Piano di Tutela stesso, riservando alla Giunta Regionale l’eventuale adozione di “*misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali*

*e zootecnici, da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.”*

L'Accordo Stato-Regioni 12/12/2002, inoltre, prevede che tra gli ulteriori elementi da considerare per eventuali rideterminazioni delle aree di salvaguardia, previste di norma ogni 10 anni o meno, in relazione alle condizioni di pericolosità rilevate, vengano indicati:

- ▣ l'insorgere di fattori nuovi o cause che determinano variazioni rispetto alle condizioni che hanno consentito la delimitazione in atto, con particolare riferimento a variazioni qualitative quantitative delle risorse idriche estratte, derivate, o a cambiamenti nell'assetto piezometrico determinati dall'insorgere di cause naturali o antropiche, o in presenza di più recenti acquisizioni tecniche e scientifiche;*
- ▣ la destinazione assegnata dai Piani Regolatori Generali (P.R.G.) e dai Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P) ai territori interessati o interessabili dalle nuove aree di salvaguardia e l'eventuale presenza, su dette aree, di centri di pericolo.*

La definizione di aree di salvaguardia prevede automaticamente l'imposizione di limitazioni alle destinazioni d'uso e/o di vincoli sul territorio, vincoli che determinano restrizioni decrescenti allontanandosi dai punti di prelievo.

A partire dall'opera di captazione, le tre zone vengono quindi così suddivise:

### **ZONA DI TUTELA ASSOLUTA (ZTA)**

È l'area più interna, circostante la captazione ed adibita esclusivamente a opere di presa e a costruzioni di servizio, **deve avere una estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione in caso di acque sotterranee** (art. 94 – Comma 3 del D.Lgs. n.152/2006).

### **ZONA DI RISPETTO (ZR)**

È un'area intermedia circostante la zona di tutela assoluta che, in assenza di individuazione, deve avere un **raggio non inferiore ai 200 metri rispetto al punto di captazione**. In realtà la sua estensione deve essere funzione delle risorse idriche da tutelare e può essere ampliata o ridotta in relazione alle condizioni locali di vulnerabilità e di rischio, distinguendo a tal proposito una zona di rispetto ristretta da una zona di rispetto allargata. I vincoli d'uso da applicarsi alla ZR sono riportati nell'art. 94 – comma 4 – del D.Lgs n.152/2006.

## **ZONA DI PROTEZIONE (ZP)**

È l'area più estesa che **idealmente viene a coincidere con l'area di ricarica dell'acquifero**.

Il D. Lgs n.152/2006 non indica limiti minimi di tipo geometrico nè criteri metodologici per la sua delimitazione facendo genericamente riferimento ai bacini di alimentazione degli acquiferi nonché alle emergenze naturali ed artificiali delle falde. Anche per questa area possono essere adottate misure limitative relativamente alla destinazione d'uso del territorio e per quel che concerne gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agroforestali e zootecnici.

### ***Metodologie e criteri per la delimitazione delle aree di salvaguardia dei pozzi***

Le aree di salvaguardia (o fasce di rispetto) costituiscono, come già detto, la cosiddetta difesa di punto (da attuare per ogni singola opera di captazione), e consistono notoriamente in 3 diverse zone concentriche, all'interno delle quali il grado di restrizioni imposte dalla legge, a tutela della risorsa idrica captata, decresce dal centro alla periferia. Di norma sono costituite da una Zona di tutela assoluta (ZTA), una Zona di rispetto ristretta (ZRR) e, quando necessario, allargata (ZRA) e una Zona di protezione (ZP).

La determinazione di adeguate fasce di rispetto per un'opera di captazione, rappresenta un tipo di protezione cosiddetta *statica*, poiché i vari divieti, vincoli e regolamentazioni applicati in tali aree, come noto in letteratura (AA.VV., 1988), non possono garantire contromisure adeguate ad improvvisi fenomeni di alterazione e peggioramento della qualità delle acque captate.

Una protezione di tipo *dinamico* invece è costituita dall'attivazione e gestione di un sistema di monitoraggio predeterminato delle acque in afflusso alle captazioni; il controllo continuo dei parametri quali-quantitativi, permette di attivare con sufficiente preavviso eventuali misure di intervento in caso di contaminazione da parte di generici inquinanti. La scelta di adottare la sola protezione statica o, in associazione, anche quella dinamica, è subordinata all'importanza della singola opera di captazione e viene di norma lasciata alla regione di competenza.

La definizione delle aree di salvaguardia, così come ribadito dall'Accordo Stato/Regioni del 12/12/2002, deve essere condotta utilizzando tre differenti criteri scelti in relazione:

- ▣ al tipo di zona da tutelare (ZTA, ZR o ZP);
- ▣ alle diverse caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrochimiche dei bacini idrografici, degli acquiferi e delle falde;
- ▣ alla tipologia e importanza, in termini quali-quantitativi, delle opere di presa (pozzi, sorgenti o punti di presa da acque superficiali);

- alla disponibilità di dati idrologici, idrogeologici (riguardanti l'acquifero e l'opera di captazione) e climatologici;
- alla localizzazione e alla tipologia dei centri di pericolo esistenti.

I criteri di definizione delle aree di salvaguardia vengono distinti dall'Accordo Stato-Regioni del 12/12/2002 in: **criterio geometrico, idrogeologico e temporale.**

Il **criterio geometrico** dovrebbe essere utilizzato, di norma, solo per *“la delimitazione della zona di tutela assoluta e della zona di rispetto per le derivazioni da corpi idrici superficiali e, in via provvisoria, per la delimitazione delle zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti”* e consiste nell'identificazione di fasce concentriche rispetto alla captazione. Tale criterio di perimetrazione, seppur di facile ed immediata applicabilità, è tuttavia semplicistico poiché non tiene assolutamente conto delle differenti situazioni idrogeologiche che si possono incontrare sul territorio e soprattutto delle problematiche legate alle differenti tipologie di inquinanti eventualmente presenti. Inoltre, visti i severi vincoli che ne possono derivare e le misure e gli interventi di protezione da adottare all'interno delle aree di salvaguardia più interne (ZTA e ZR), anche la scelta di fasce cautelativamente ampie, potrebbe penalizzare fortemente il territorio senza peraltro fornire garanzie circa l'efficacia della protezione. Questo criterio può, quindi, essere adottato per la delimitazione della ZTA e per la delimitazione provvisoria della ZR.

Il criterio **idrogeologico** *“basato sugli elementi idrogeologici specifici dell'acquifero e dei suoi limiti, viene usualmente applicato alle zone di protezione alle captazioni da sorgenti ed alle zone di rispetto dei pozzi in condizioni idrogeologiche di particolari complessità che impediscono l'utilizzo del criterio temporale”* (descritto di seguito).

Tale criterio, al contrario del precedente, non prevede alcuna guida tecnica o metodologia per la determinazione delle zone di tutela. Viene solitamente impiegato per caratterizzare l'acquifero utilizzando il maggior numero di dati quali-quantitativi disponibili, derivanti da studi a carattere generale o da prove *in situ* o in laboratorio. Dal punto di vista dell'attendibilità e dell'applicabilità dei risultati il criterio idrogeologico è sicuramente quello più “scientifico” (AA.VV, 1988) in quanto permette, se ben realizzato, di comprendere il reale movimento delle acque sotterranee ed il comportamento di eventuali sostanze inquinanti presenti. Il grado di precisione che si raggiunge dipende dalla capacità dell'operatore di relazionare fra loro diverse tipologie di dati (geologici, idrogeologici, idrologici e idrochimici) per una completa ed esaustiva caratterizzazione del sistema acquifero. In particolare dovrebbero essere realizzate:

- ▣ una valutazione dell'estensione e della struttura idrogeologica dell'acquifero, con individuazione delle probabili aree di alimentazione;
- ▣ una stima della velocità di circolazione delle acque nel sottosuolo e la definizione dei rapporti fra idrologia superficiale e sotterranea;
- ▣ una caratterizzazione delle facies idrochimiche dell'acquifero;
- ▣ una valutazione della compatibilità tra la portata captata e la disponibilità della risorsa e degli effetti indotti dalle opere di captazione sui sistemi acquiferi e sui corpi idrici superficiali;
- ▣ un'individuazione dei potenziali centri di pericolo e delle eventuali fonti d'inquinamento puntuali e diffuse.

Il criterio **temporale** si fonda invece sul concetto di *tempo di sicurezza*, cioè il tempo necessario per attuare opportune misure di difesa della captazione se un generico inquinante idroveicolato viene immesso accidentalmente (o meno) in un acquifero. Secondo l'Accordo del 2002, tale criterio *“si applica, in prevalenza, per la delimitazione definitiva della zona di rispetto di pozzi ed eventualmente di sorgenti, laddove applicabile”*.

Il criterio temporale è necessariamente relazionato alla velocità di movimento degli inquinanti all'interno degli acquiferi. Essa, a sua volta, dipenderà dalle caratteristiche idrogeologiche ed idrochimiche del mezzo saturo e della falda, ma anche dalla tipologia dell'inquinante stesso, direttamente connessa al processo di dispersione idrodinamica che regola il trasporto di massa dei soluti in acqua; ogni sostanza infatti è soggetta a fenomeni di degrado o attenuazione indotti dalla diluizione e a scambi chimico-fisici con lo strato di protezione sovrastante e l'acquifero stesso.

Rispetto ai due descritti in precedenza, quest'ultimo si rivela certamente il criterio più efficace proprio perché permette, in teoria, di differenziare i tempi di arrivo degli inquinanti in funzione dei centri e delle fonti di pericolo diffuse esistenti.

Il tempo di sicurezza (il più cautelativo), verrà quindi scelto tenendo conto del tempo di percorrenza dell'inquinante avente il più lungo tempo di degrado (in quel determinato acquifero), tra tutti i potenziali inquinanti individuati sull'area di alimentazione.

Relativamente ai criteri suddetti, l'Accordo del 2002, nell'Allegato 2, Titolo I, ai punti 6 e 7 precisa poi che *“la gestione delle aree di salvaguardia, così come prevista anche dagli articoli 13 e 24 della legge 5 gennaio 1994, n. 36, deve prevedere interventi di manutenzione e riassetto e tenere conto del monitoraggio effettuato in conformità alle disposizioni del decreto legislativo n° 152/99”*.

Resta comunque fermo il fatto che *“la delimitazione delle aree di salvaguardia resta in vigore anche nel caso in cui le captazioni siano temporaneamente disattivate”*.

## **6.0 CRITERI PER LA DELIMITAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA DEL CAMPO POZZI DI CASTELTROSINO**

Per la delimitazione delle aree di salvaguardia del *Campo Pozzi di Casteltrosino* (TAV.3) sono stati rispettati i dettami del D. Lgs 152/2006, nonché dell'Accordo Stato-Regioni del 12/12/2002.

### **A. Delimitazione della zona di tutela assoluta**

1. La **zona di tutela assoluta (ZTA)**, ai sensi dell'articolo 94, comma 3, del decreto legislativo n.152/2006, è stata estesa per un raggio di **10 m** per ognuno dei punti di captazione (Pozzo 1, 2 e 3). Ad oggi le zone di tutela assoluta risultano opportunamente recintate.

### **B. Delimitazione della zona di rispetto**

1. Per la delimitazione della zona di rispetto definitiva ed in particolare modo per quanto riguarda la zona di rispetto ristretta ed allargata è stato utilizzato il **criterio idrogeologico congiuntamente al criterio temporale** (per il cui calcolo numerico si rimanda al paragrafo successivo).

2. Per la delimitazione della **zona di rispetto ristretta (ZRR)** di cui all'articolo 94, comma 4, del decreto legislativo n. 152/2006, e' stato adottato un tempo di sicurezza di 60 giorni (**Isocrona 60 gg**) definito con i criteri di cui all'Allegato 3 - Titolo II dell'Accordo Stato-Regioni del 12/12/2002.

3. Per la **zona di rispetto allargata (ZRA)** e' stato adottato un tempo di sicurezza di 180 (**isocrona 180 gg**) considerando il pericolo di contaminazione e la protezione della risorsa in conformità ai criteri sopra richiamati.

4. A scopo cautelativo è stato considerato nella simulazione un inquinante considerato conservativo, cioè non soggetto a degradazione, adsorbimento, decadimento, etc.; per le elaborazioni è stata adottata la velocità di filtrazione dell'acqua nel mezzo saturo.

5. Essendo il campo pozzi posizionato su di un sistema idrogeologico dotato di permeabilità secondaria (fessurato e carsificato), sono state individuate più zone di rispetto non direttamente collegate all'opera di captazione (zone di rispetto aggiuntive) in corrispondenza delle quali si potrebbero verificare fenomeni di infiltrazione con collegamenti rapidi alle risorse idriche captate nel punto d'acqua.

6. All'interno delle zone di rispetto, ai fini della disciplina delle strutture o delle attività di cui all'articolo 94, commi 4, 5 e 6, del decreto legislativo n.152/2006, per favorire la tutela della risorsa, devono essere considerati, oltre le prescrizioni di cui al medesimo articolo, anche i seguenti elementi ai sensi dell'Allegato 3 del Titolo I – Punto B – comma 7 – dell'accordo Stato regioni del 12/12/2002, che recita testualmente:

*“a) per quanto riguarda l'edilizia residenziale e le relative opere di urbanizzazione:*

*I. la tenuta e la messa in sicurezza dei sistemi di collettamento delle acque nere, miste e bianche;*

*II. la tipologia delle fondazioni, in relazione al pericolo di inquinamento delle acque sotterranee;*

*b) per quanto riguarda le opere viarie, ferroviarie ed in genere le infrastrutture di servizio:*

*I. le modalità di realizzazione delle reti di drenaggio superficiale;*

*II. le modalità di controllo della vegetazione infestante;*

*III. le modalità di stoccaggio ed utilizzazione di fondenti stradali in caso di neve e ghiaccio;*

*IV. le modalità di realizzazione delle sedi stradali, ferroviarie e delle strutture ed opere annesse;*

*V. le captazioni di acque affluenti ad opere in sotterraneo, per quanto attiene alla loro eventuale utilizzazione a scopo potabile;*

*c) per quanto riguarda le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione:*

*I. la capacità protettiva dei suoli in relazione alle loro caratteristiche chimico-fisiche;*

*II. le colture compatibili;*

*III. le tecniche agronomiche;*

*IV. la vulnerabilità dell'acquifero ai nitrati di origine agricola e ai prodotti fitosanitari di cui agli articoli 19 e 20 e all'allegato 7 del decreto legislativo n. 152/99;*

*V. le aree dove e' già presente una contaminazione delle acque.*

8. *Ai fini dell'applicazione del punto 7 e' opportuno definire i criteri di compatibilità dell'eventuale presenza di pozzi per acqua attivi o dismessi, diversi da quelli indicati nell'articolo 21, comma 1, del decreto legislativo n. 152/99.*”

### **C. Delimitazione della zona di protezione**

1. La zona di protezione deve essere delimitata sulla base di studi idrogeologici, idrochimici ed idrologici e tenendo conto anche della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento così come indicato dall'Allegato 3 – Titolo I – dell'Accordo Stato-Regioni del 12/12/2002.

Tale zona, delimitata su base cartografica, prevede che all'interno di essa possano essere adottate prescrizioni necessarie per la tutela del patrimonio idrico, ai sensi dell'Art. 94 – comma 7 – del D.Lgs n.152/2006.

La zona di protezione interessa il massiccio carbonatico della Montagna dei Fiori, che si estende dal Torrente Salinello a sud fino al Torrente Castellano a nord, interessando anche una porzione di territorio sovraregionale a cavallo del confine amministrativo regionale Marche – Abruzzo e di fatto coincidente con l'area di ricarica dell'idrostruttura della Montagna dei Fiori.

2. Ai fini dell'individuazione e disciplina delle aree di ricarica delle falde e delle emergenze naturali ed artificiali delle stesse si è tenuto conto:

- dell'estensione e della localizzazione;
- delle caratteristiche idrogeologiche, idrochimiche e pedologiche;
- dell'importanza dell'acquifero alimentato e del suo grado di sfruttamento;
- dell'uso reale del suolo e delle destinazioni d'uso;
- del ciclo integrale dell'acqua.

3. Per quanto riguarda le zone di riserva, queste tenuto conto dell'unitarietà della struttura idrogeologica della Montagna dei Fiori, nella fattispecie coincidono con l'intera Zona di Protezione e, pertanto, vale di fatto la stessa zona di vincolo individuata per la zona di protezione. Ciò allo scopo di preservare nel tempo la quantità e qualità delle acque del campo pozzi di Castel Trosino.

## **7.0 MODELLAZIONE NUMERICA CRITERIO TEMPORALE (ISOCRONA 60 e 180 GIORNI)**

I metodi numerici consistono nel trovare una soluzione approssimata a delle equazioni differenziali del moto. Per l'applicabilità del modello è necessario discretizzare sia lo spazio che il tempo: la discretizzazione dello spazio avviene tramite la suddivisione del dominio in una griglia di elementi discreti (celle), quella del tempo tramite la suddivisione in una serie di intervalli di tempo successivi (time steps). Si passa poi all'assegnazione delle proprietà e degli stress, all'analisi e alla calibrazione dei risultati, per concludere con la validazione delle previsioni ottenute. Il processo di calibrazione (detto modellazione inversa) è indispensabile anche per discernere tra gli scenari plausibili e quelli inaccettabili. Terminata la calibrazione, è prassi riportare congiuntamente ai valori dei parametri e delle previsioni ottenuti il grado di incertezza ad essi associato. Va qui ricordato che l'accuratezza del modello numerico dipende in genere dall'accuratezza dei dati di input, dall'ampiezza delle celle e degli intervalli di tempo e dalla procedura usata per la risoluzione dei sistemi di equazioni. In particolare, la discretizzazione temporale può seguire due diverse strade:

- **SIMULAZIONE A REGIME STAZIONARIO:** segue la teoria di deflusso in regime di equilibrio o in regime permanente (le variazioni di regime si verificano unicamente nello spazio e non nel tempo). Si ammette che l'acquifero rispetti la Legge di Darcy, sia omogeneo ed isotropo ed abbia superficie piezometrica orizzontale, a spessore costante ed estensione illimitata. Se si impone uno stress, la risposta sarà condizionata solo dalle proprietà di conducibilità idraulica e non dipenderà dai valori di immagazzinamento dell'acquifero.
- **SIMULAZIONE A REGIME TRANSITORIO:** segue la teoria del deflusso in regime di non equilibrio o in regime transitorio (le variazioni di regime si verificano non solo nello spazio ma anche nel tempo). Se si impone uno stress, la risposta dell'acquifero non tende ad una forma stabile ma la zona di influenza dello stress si propaga indefinitamente e con velocità decrescente; la risposta sarà quindi condizionata non solo dalle proprietà di conducibilità idraulica ma anche dai valori di immagazzinamento dell'acquifero. Le simulazioni in regime transitorio, al contrario di quelle in stazionario, hanno assolutamente bisogno di una distribuzione di partenza dei carichi piezometrici per poter calcolare gli eventuali abbassamenti (livelli piezometrici iniziali).

## MODELMUSE

MODELMUSE 4.3<sup>1</sup> è un software altamente sofisticato e completo per la modellazione di acque sotterranee e la loro interazione con corpi idrici superficiali. Si tratta di un pacchetto freeware completo che fornisce tutti gli strumenti necessari per ogni fase di simulazione, compresi la caratterizzazione del sito, lo sviluppo del modello, la post-elaborazione, la taratura e la visualizzazione. L'interfaccia MODELMUSE è stata sviluppata e distribuita da USGS. Essa consiste di un programma grafico e di vari codici di analisi: MODFLOW, MODPATH ed MT3DMS.

<sup>1</sup>Winston, R.B., 2020, ModelMuse version 4.3: U.S. Geological Survey Software Release, 16 August 2020, <https://doi.org/10.5066/P9XMX92F>

## MODFLOW-2005 (Harbaugh et al. 2005)

Si tratta di un codice di calcolo numerico 3D a “corpo centrato” per la simulazione del flusso delle acque sotterranee sviluppato dall'U.S.G.S., che utilizza il metodo delle differenze finite (le variazioni di carico sono calcolate per nodi situati al centro delle celle mentre il flusso è calcolato sulle facce che mettono in contatto più celle adiacenti).

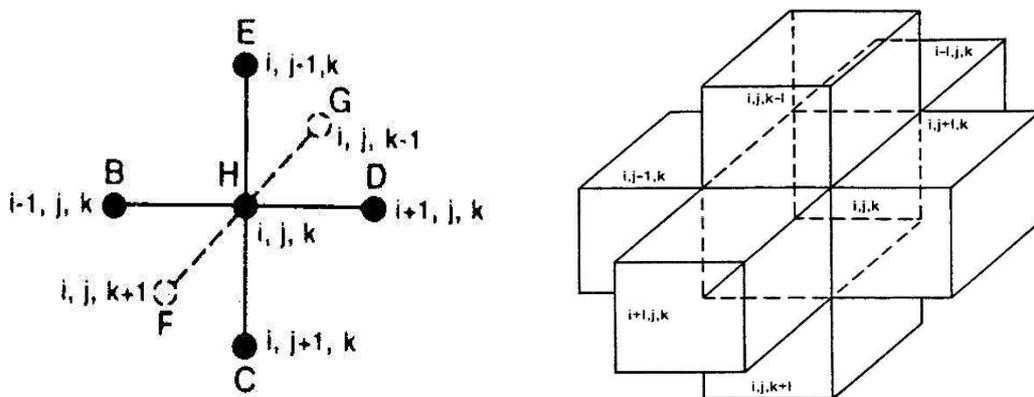


Fig.7 - Nodi di riferimento di un elemento tridimensionale a differenze finite e celle corrispondenti

MODFLOW può simulare gli effetti di ricarica ed emungimento di pozzi e dreni, l'interazione con fiumi, laghi, torrenti e gli effetti dovuti alla ricarica ed alla evapotraspirazione. Tali effetti sono riprodotti mediante l'utilizzo di diversi blocchi numerici:

Il blocco BAS (Basic) definisce il dominio di calcolo, le condizioni iniziali ed al contorno e la determinazione della durata dei time-step. Il codice non è affidabile per una variazione delle dimensioni delle celle limitrofe che sia superiore ad un fattore pari a 1.5.

Il blocco BCF (Block-Centered Flow) calcola il termine dell'equazione che rappresenta il flusso attraverso un mezzo poroso. Per una migliore corrispondenza tra flussi reali e flussi calcolati è bene orientare gli assi della griglia parallelamente alle direzioni di  $K_x$ ,  $K_y$  e  $K_z$ .

Il blocco WELL (Well) aggiunge il termine dell'equazione per pompaggi o emungimenti.

Il blocco RCH (Recharge) aggiunge il termine dell'equazione che rappresenta la ricarica.

Il blocco RIV (River) aggiunge il termine dell'equazione che rappresenta il flusso dai corsi d'acqua verso l'acquifero e viceversa. Per quantificare tali flussi il modello ha bisogno di un parametro per la trasmissività idraulica del letto del fiume che è detto conductance  $C = KLW/M$  dove  $K$  è la permeabilità del letto,  $L$  la lunghezza del fiume,  $W$  la larghezza ed  $M$  lo spessore

Il blocco DRN (Drain) aggiunge il termine dell'equazione che rappresenta il flusso dall'acquifero verso dreni. Anche i dreni necessitano di un valore di conductance.

Il blocco EVT (Evapotranspiration) aggiunge il termine che rappresenta l'evapotraspirazione; la sua influenza può essere posta a profondità variabile dal piano campagna.

Il blocco HFB (Horizontal flow barrier) aggiunge il termine dell'equazione che rappresenta l'impedimento a deflusso lungo linee di faglie compressive orientate secondo le facce delle celle del modello numerico e dotate di uno spessore noto e conducibilità idraulica nota.

## **MODELLAZIONE NUMERICA “DATI DI INPUT”**

### **MODELLO CONCETTUALE**

I limiti del bacino idrogeologico della idrostruttura della Montagna dei Fiori sono stati definiti nella relazione idrogeologica redatta dallo scrivente (S.Palpacelli, dicembre 2019) denominata “Rilevamento idrogeologico della dorsale della montagna dei Fiori, analisi dell’assetto strutturale, gestione e controllo delle stazioni idrometriche, dei campionatori delle acque meteoriche e delle stazioni pluvio-nivometriche”, parte integrante del progetto di ricerca redatto da UNIVPM ed ultimato a giugno 2020, e sono rappresentati da tipici termini appartenenti alle serie litostratigrafica Umbro-Marchigiana- Abruzzese costituiti dai litotipi Triassici-Eocenici prevalentemente calcarei permeabili per fessurazione ed Oligo-Miocenici, pressoché impermeabili. È stato necessario utilizzare l’intero bacino idrogeologico per evitare di porre delle condizioni al contorno non note presso l’area di Casteltrosino in cui sono stati realizzati i pozzi. Inoltre è sempre consigliabile utilizzare i limiti idrogeologici reali ove possibile, per meglio caratterizzare eventuali cambiamenti delle linee di deflusso dell’acquifero imputabili a stress come pompaggi o periodi con differenti piogge efficaci.

Per avere maggiori particolari delle proprietà idrogeologiche nella zona di studio è stata utilizzata la carta di dettaglio presso l’area di Casteltrosino (Tav.1), associando alle litologie presenti le proprietà indagate nella zona di dettaglio, per raffittire la griglia numerica e per localizzare con accuratezza i pozzi realizzati.

Il modello concettuale consiste in un complesso acquifero libero di matrice calcarea fratturata ed a volte carsificata che si intervalla, procedendo verso il basso, ad unità idrogeologiche costituite da materiali più fini (marne) creando una serie di acquiferi semi-confinati che si riuniscono in un unico acquifero libero solo nei pressi della finestra tettonica, situata al centro della dorsale della Montagna dei Fiori. La rete idrografica superficiale è sviluppata lungo i sedimenti alluvionali della valle del torrente Castellano e Salinello, quest’ultimo capta alcune emergenze che sgorgano lungo il fiume e nelle zone adiacenti. L’acquifero è di tipo “confinato-non confinato” ed ha sede all’interno di rocce fratturate e carsificate. Lo spessore dei sedimenti alluvionali non consolidati è rilevante solo all’interno degli invasi per fini idroelettrici ed acquedottistici (Gattoni, 2012) e decresce in prossimità dei versanti rocciosi;

Sono state individuate 4 unità idrostratigrafiche grazie alla ricostruzione idrogeologica (S.Palpacelli, dicembre 2019):

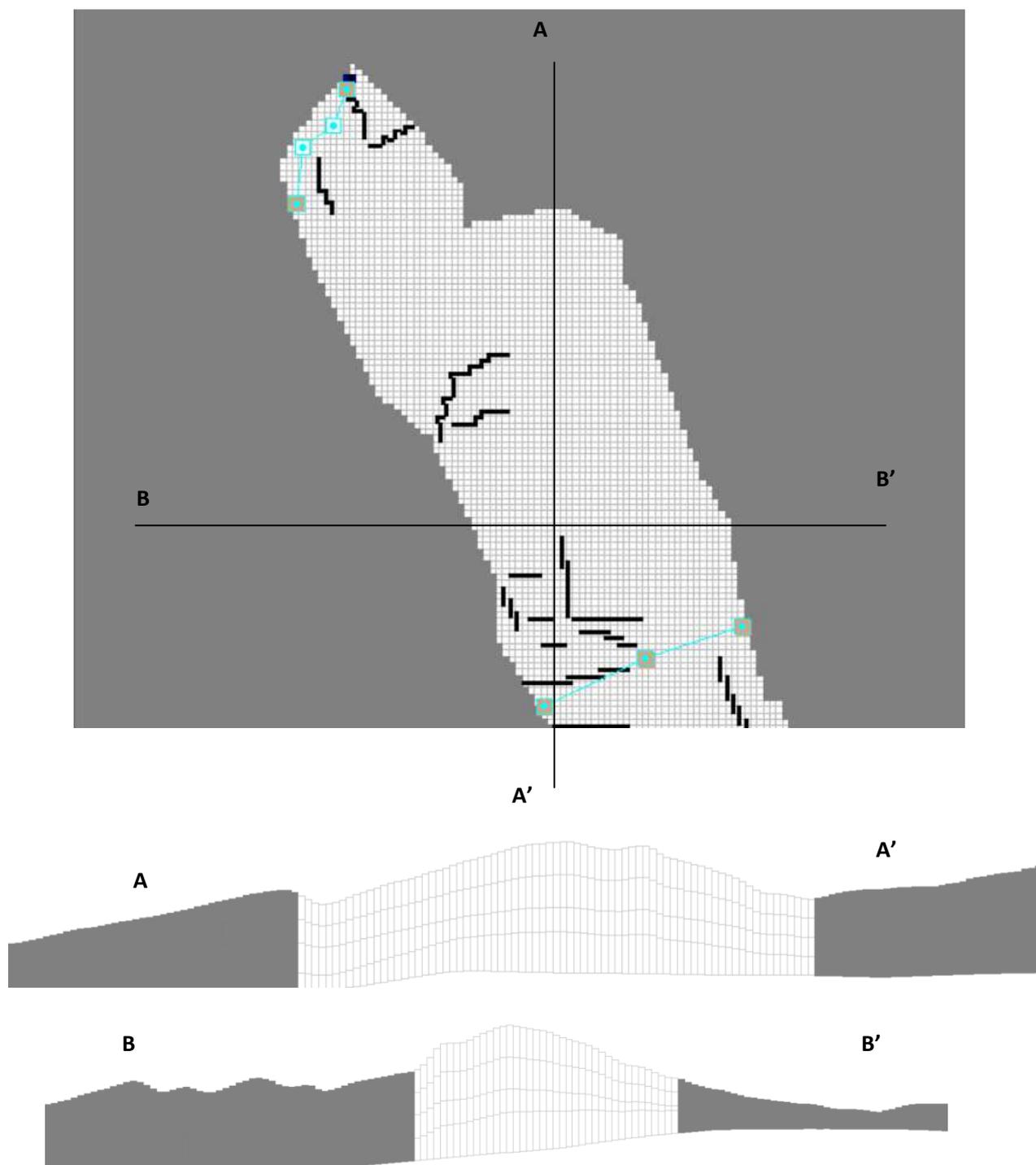
- la prima rappresenta il complesso delle Scaglie, che affiorano estesamente nell'area di studio.
- la seconda unità (Marne a fucoidi), è un acquiclude che può fungere da acquitardo in zone di faglia a cinematica distensiva.
- la terza è costituita dal Complesso della Maiolica caratterizzato da buona conducibilità idraulica per fratturazione.
- la quarta unità, è costituita dal Massiccio calcareo, caratterizzato da elevata conducibilità idraulica per fratturazione e carsismo.

Gli afflussi meteorici sono particolarmente incisivi, in quanto i materiali superficiali sono prevalentemente permeabili, ma grazie all'elevata pendenza dei versanti un elevato ruscellamento superficiale contraddistingue l'area e i suoli in alcuni casi permettono un'elevata evapotraspirazione, per cui l'infiltrazione efficace è difficilmente stimabile. Anche se alcuni lavori di letteratura ne pongono il limite superiore a circa 600 mm/anno (Boni et al., 1993; PTA Marche, 2008). La stima degli emungimenti in pozzi esistenti, non di proprietà CIIP, è una variabile di fatto non parametrizzabile e quindi non è stata inclusa nel modello di flusso, anche se nell'area di studio non dovrebbero essere presenti emungimenti dalla falda degni di rilievo, a parte quelli messi in atto da CIIP.

## **MODELLO NUMERICO**

La traduzione del modello concettuale nel modello numerico si è sviluppata per stadi di affinazione successivi; partendo da una realtà semplificata delle condizioni idrogeologiche si è arrivati alla definizione degli stress più importanti che determinano l'andamento delle isopieze. In seguito, si è potuto procedere alla stima delle proprietà fisiche del sistema (conducibilità idrauliche orizzontali e verticali) che hanno portato alla realizzazione del modello in condizioni stazionarie.

Il dominio del modello ha un'estensione come quella ipotizzata nell'ipotesi di modello idrogeologico derivante da rilevamento geo-strutturale di campagna ed idrogeologico (S.Palpacelli, dicembre 2019). La discretizzazione verticale è stata portata a termine tramite la suddivisione in 4 layers di spessore variabile seguendo la ricostruzione litostratigrafica (Figura 8).



**Fig. 8** – Limiti del dominio di flusso (grigio scuro), griglia del campo di moto; in blu sono rappresentate le celle a carico idraulico imposto (Constant Heads); in nero le faglie con componente compressiva che limitano il deflusso idrico sotterraneo (Horizontal Flow Barrier) ed in azzurro le celle a carico variabile (RIVER). Nei profili a sinistra sono riconoscibili i 4 layers utilizzati per discretizzare le unità idrogeologiche. L'esagerazione verticale è di 1:1.

L'andamento della superficie di tetto del primo layer non è orizzontale ma è stato ricavato dall'interpolazione di punti reali noti, derivanti dal Digital Terrain Model (DTM) e quindi ricalca l'andamento topografico del bacino. Dove è stato possibile, si è fatto in modo che la distanza tra il nodo di calcolo delle celle appartenenti ad un dato layer ed i nodi di calcolo delle celle appartenenti ai layers adiacenti non fosse mai superiore al 50% dello spessore del layer in esame. Tutto ciò per facilitare le procedure di risoluzione dei sistemi di equazioni lineari che sono alla base del codice di calcolo e per ottenere degli output più consistenti e quindi rispondenti alle condizioni reali. La base del dominio (bottom del layer 4) è stata interpolata in base alle sezioni idrogeologiche prodotte negli allegati alla predetta Relazione Idrogeologica Finale (Palpacelli, 2019).

Il blocco HFB è stato utilizzato per rappresentare l'impedimento a deflusso lungo linee di faglie compressive individuate nella Relazione Idrogeologica (S. Palpacelli, dicembre 2019) ed orientate secondo le facce delle celle del modello numerico e dotate di uno spessore noto e conducibilità idraulica pari a  $1e^{-9}$  m/s.

L'assegnazione delle conducibilità idrauliche ha seguito il criterio geomeccanico illustrato nella Relazione Idrogeologica (S. Palpacelli, dicembre 2019) per distinguere gli orizzonti permeabili ed impermeabili; inoltre erano noti alcuni valori di letteratura e si disponeva di stime di prove di portata in pozzo (CIIP, 2018); questi valori indicativi sono stati variati, nei limiti di attendibilità statistica, per ottenere valori di piezometria calcolata comparabili con le misure effettuate nel pozzo esplorativo perforato nei pressi di Casteltrosino (CIIP, 2018). Questi risultano gli unici dati piezometrici disponibili per caratterizzare la conducibilità idraulica del modello numerico.

Il pacchetto CONSTANT HEAD è stato utilizzato per simulare il carico piezometrico imposto dalla diga ENEL che forma il lago di Casette; questo pacchetto calcola il deflusso sotterraneo, in termini di portata (mc/sec), una volta che sono stati specificati i livelli piezometrici in alcune celle del modello.

Lo stress principale imposto al dominio di flusso è rappresentato dal torrente Castellano e dal torrente Salinello che sono stati simulati utilizzando il modulo RIVER di Modflow, costruito appositamente per la simulazione di fiumi e canali di scolo e ricarica delle acque sotterranee.

I valori di input immessi sono: conducibilità idraulica del letto del fiume =  $1e^{-4}$  m/s ed altezza del livello del letto del fiume variabile ricavata dalla base cartografica CTR 1:5.000. Il pacchetto RIVER utilizza delle celle in cui il valore idrometrico è specificato (2 per il torrente Castellano e 3 per il Salinello), mentre viene applicata un'interpolazione lineare lungo l'asta del corpo d'acqua superficiale fra le celle a valore specificato. Si è utilizzato un valore di conducibilità idraulica del

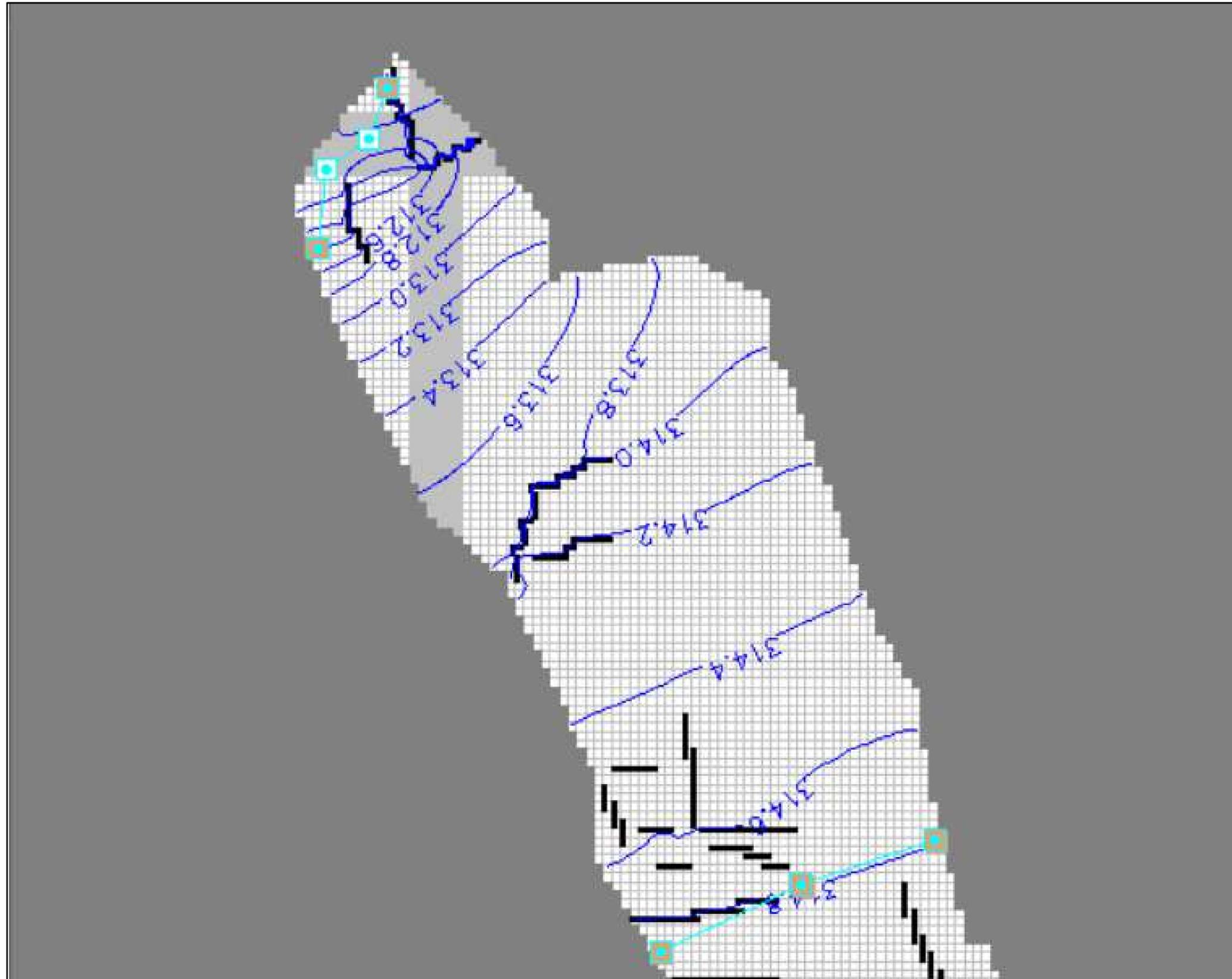
letto del fiume adatto a simulare la buona capacità drenante del sistema; tale valore garantisce comunque che il bilancio idrico del modello numerico risulti in pareggio per la conservazione dell'equazione di continuità. Questo riscontro assicura che la soluzione approssimata dell'equazione differenziale risolta dal modello sia fisicamente basata, anche se deve poi essere necessariamente confrontata con i dati di campo.

Il modello numerico di area vasta possiede come flussi in entrata solo le piogge efficaci e l'infiltrazione dal torrente Salinello, e come flussi in uscita il drenaggio del torrente Castellano e l'emungimento del campo pozzi di Castel Trosino della portata complessiva di 200 l/sec.

Il modello di flusso qui utilizzato è stato calibrato su dati di deflusso di base del Torrente Castellano e quindi risulta affidabile. Per la simulazione delle isocrone tramite MODPATH (Pollock, 2016) sono state inserite all'interno del layer 2 un numero pari a 333 particelle per pozzo distribuite su una circonferenza di raggio pari a 10 m e su tre piani ricadente nelle celle adiacenti ogni pozzo. La porosità efficace è stata posta pari a 1.3%, valore ricavato dalle prove di tracciamento sui pozzi ed in linea con valori riportati in letteratura (Fetter, 2001).

Si riportano qui di seguito degli stralci cartografici relativi all'output ottenuti dalla modellazione numerica.

**Come si può notare in figura 9 il deflusso della falda è prevalentemente rivolto verso Nord-Ovest, in quanto le precipitazioni efficaci vengono convogliate verso il Torrente Castellano e il bacino di Casette. L'effetto di emungimento (cono di depressione piezometrica) esercitato dai pozzi CIIP non è ben distinguibile data l'elevata conducibilità idraulica dell'acquifero.**



**Fig. 9** - Piezometria dell'intera area della dorsale della M. dei Fiori con portate 200 l/s dei pozzi a C. Trosino; in grigio sono rappresentate le celle inattive.

## **8.0 DEFINIZIONE AREE DI SALVAGUARDIA**

### **Zone di Tutela Assoluta (ZTA)**

Le zone di tutela assoluta sono state cartografate secondo il criterio geometrico avente un'estensione di raggio pari a 10 m dai punti di captazione (pozzi 1, 2 e 3) e tutte comunque ampiamente recintate.

### **Zone di Rispetto (ZR)**

Le Zone di Rispetto definitive sono state cartografate utilizzando il **criterio temporale** delle isocrone a **60 gg** (Fig.10) ed a **180 gg** (Fig.11) (rispettivamente **zona di rispetto ristretta ZRR** e **zona di rispetto allargata ZRA**).

In entrambi gli scenari, la simulazione è stata eseguita prevedendo un prelievo in contemporanea dai pozzi 1, 2 e 3 pari complessivamente a 200 lt/sec.

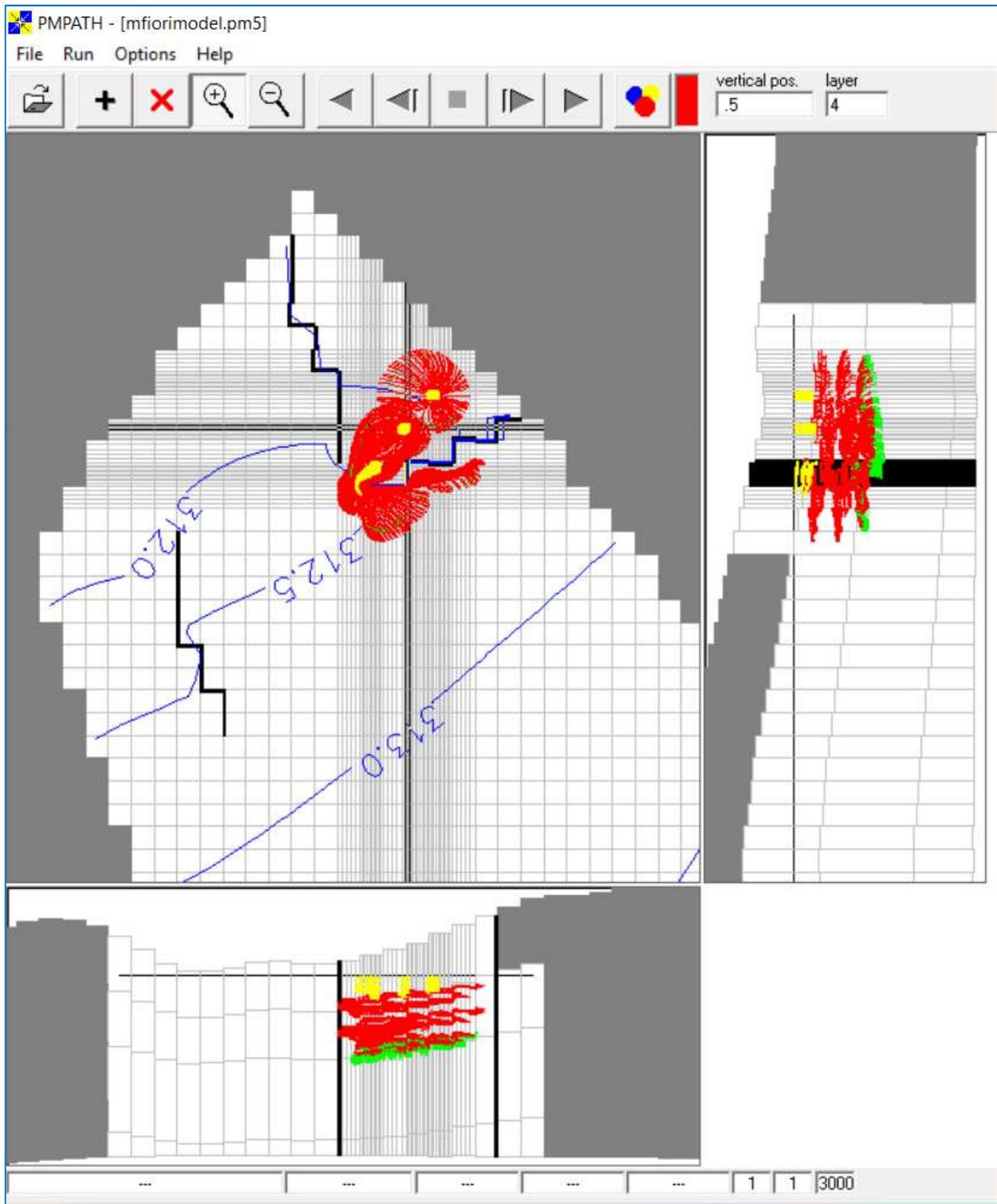
### **Zone di Rispetto Aggiuntive**

Sono state inoltre previste **zone di rispetto aggiuntive** (Fig.12 e Fig.13) sulla base del **criterio idrogeologico**, cartografate in ragione della possibilità che possano verificarsi **fenomeni di infiltrazione con collegamenti rapidi alle risorse idriche captate nel punto d'acqua**.

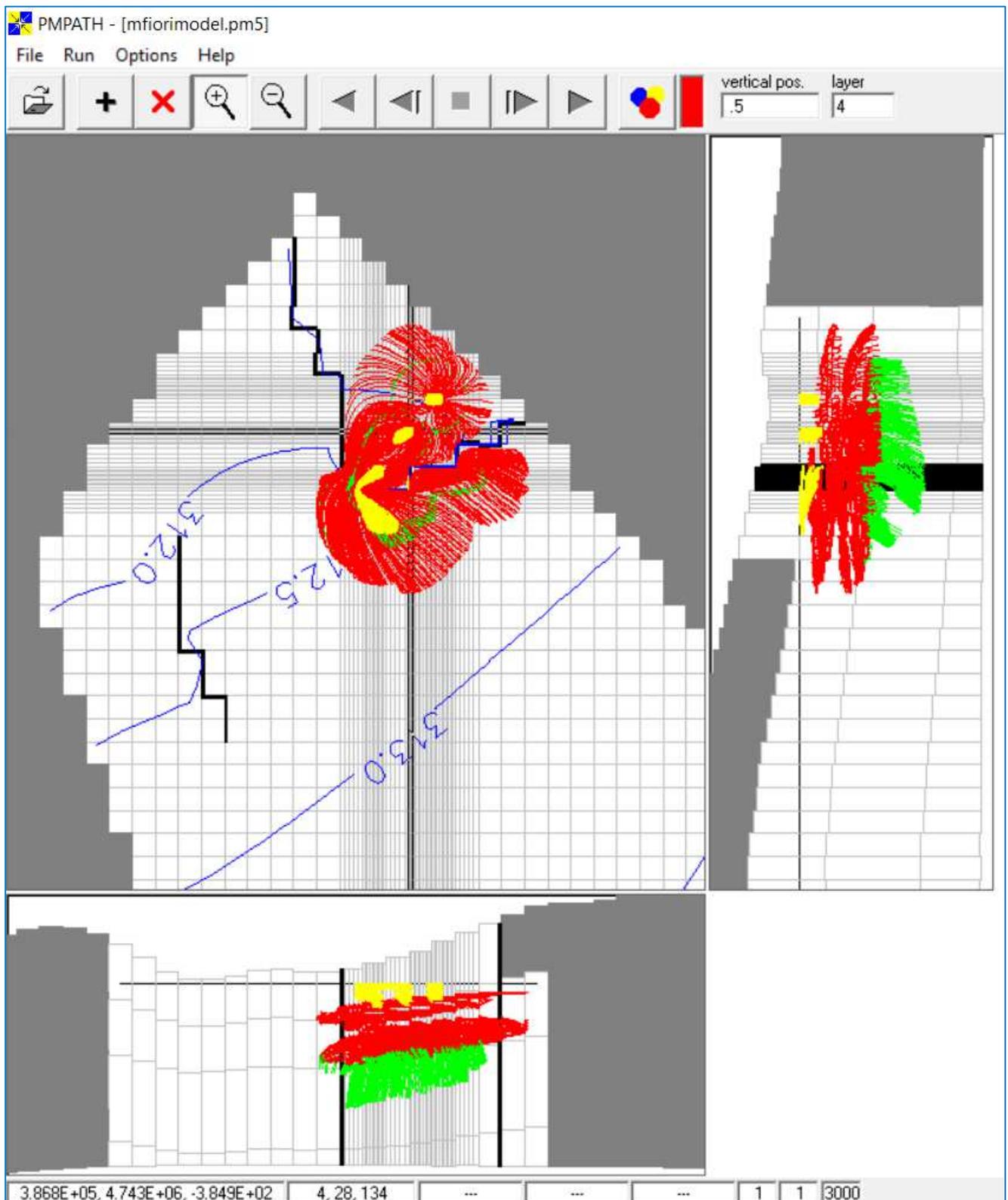
### **Zone di Protezione**

Le zone di protezione sono state cartografate in ragione dell'area di ricarica dell'intera idrostruttura della Montagna dei Fiori.

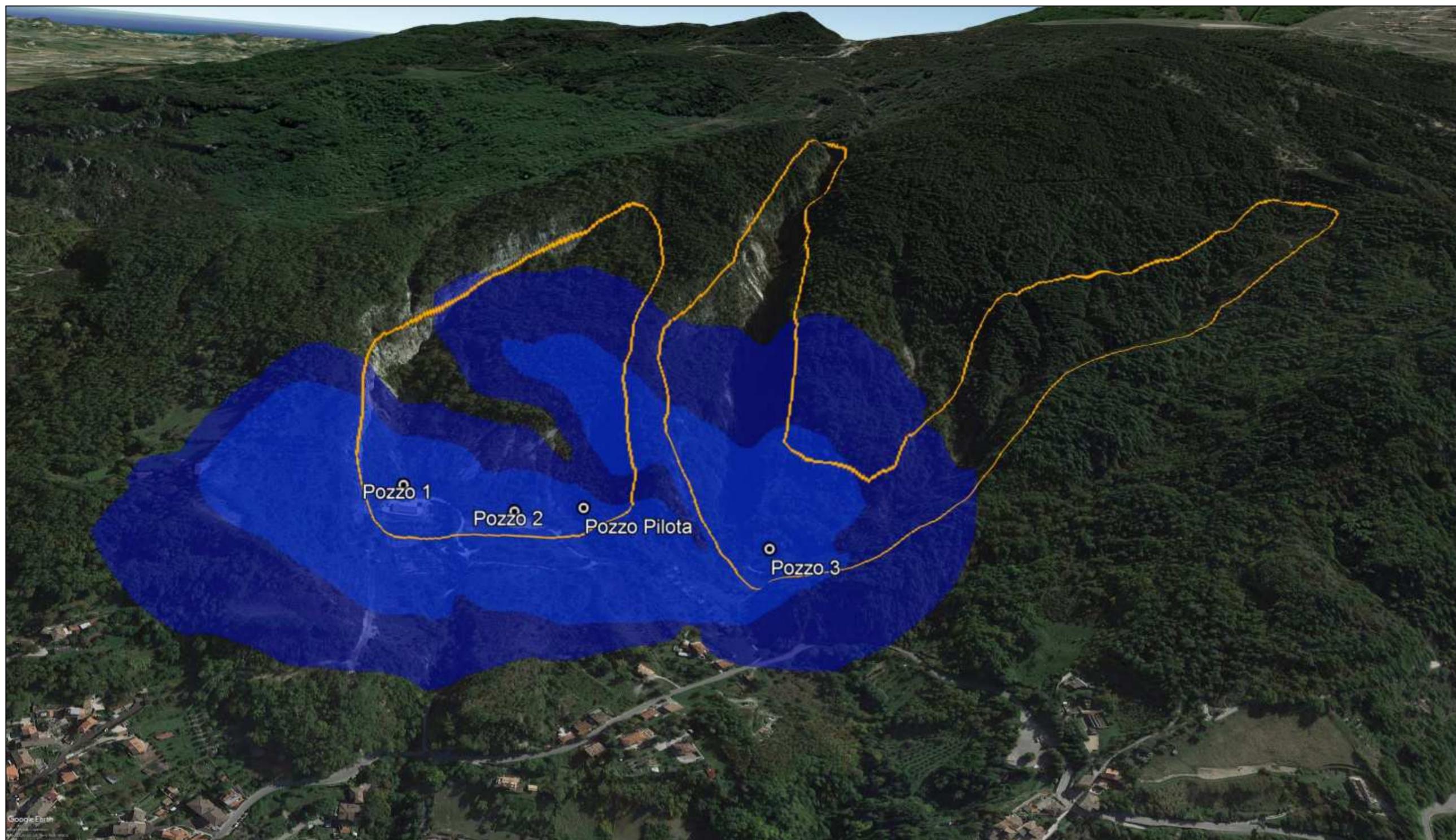
Per una visione onnicomprensiva delle diverse zone di salvaguardia si rimanda alle carte di Tavola 3 e Tavola 4.



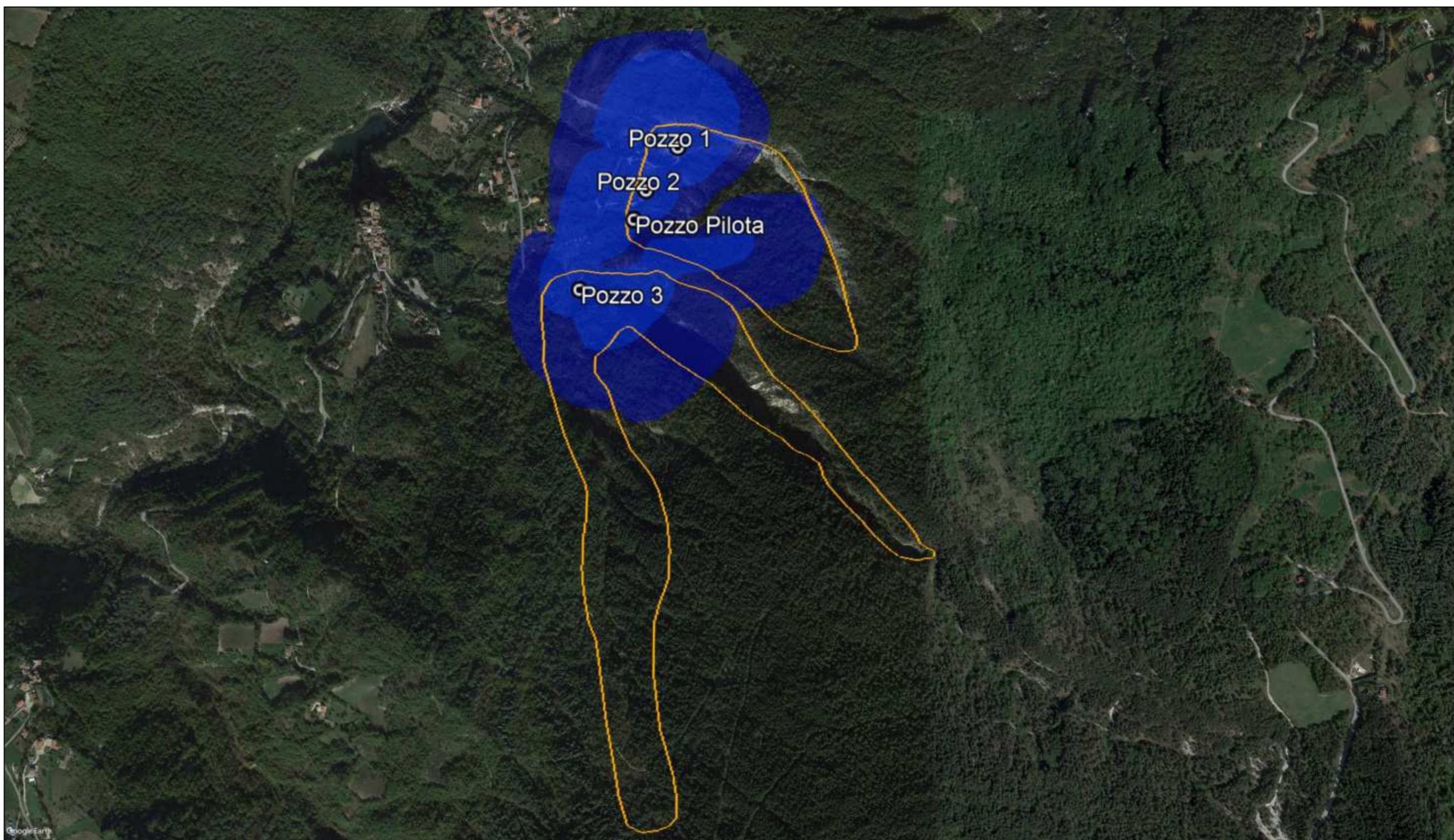
**Fig. 10** - Isochrone a 60 gg: zoom nell'area del campo pozzi. In colore giallo la porzione del complesso acquifero delle scaglie a minor permeabilità, in rosso la porzione dell'acquifero delle Scaglie a maggior permeabilità, ed in verde il complesso delle Marne a Fucoidi (acquitardo).



**Fig. 11** - Isochrone a 180 gg: zoom nell'area del campo pozzi. In colore giallo la porzione del complesso acquifero delle scaglie a minor permeabilità, in rosso la porzione dell'acquifero delle Scaglie a maggior permeabilità, ed in verde il complesso delle Marne a Fucoidi (acquitardo).



**Fig. 12** – Zona Rispetto Ristretta (ZRR - isocrona 60 gg), Zona Rispetto Allargata (ZRA - isocrona 180 gg) e zona di rispetto aggiuntive – Vista 3D su base Google Earth

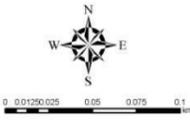


**Fig. 13** – Zona Rispetto Ristretta (ZRR - isocrona 60 gg), Zona Rispetto Allargata (ZRA - isocrona 180 gg) e zona di rispetto aggiuntive – Vista 2D su base Google Earth

**Legenda**

**Zona di rispetto**

-  Criterio geometrico - raggio 200m (individuazione provvisoria)
-  Criterio geometrico - Tutela assoluta raggio 10m
-  Criterio temporale e idrogeologico - isocrona 60 giorni
-  Criterio temporale e idrogeologico - isocrona 180 giorni
-  Zona di rispetto aggiuntiva
-  Curve isopiezometriche
-  Limite zona di ricarica acquifero



REV02 20/04/2021




Progetto di ricerca della porzione settentrionale dell'idrostruttura della Montagna dei Fiori (impianto di soccorso di Castel Trosino per la captazione delle acque a servizio di Ascoli Piceno)

Definizione delle Aree di Salvaguardia del campo pozzi di Castel Trosino (AP) (art.94 D.Lgs. 152/2006)	Tav.3
	Scala 1:5.000
Soggetto realizzatore: Geol. Ph.D.2^ Stefano Palpacelli	Data e revisione Dicembre 2020

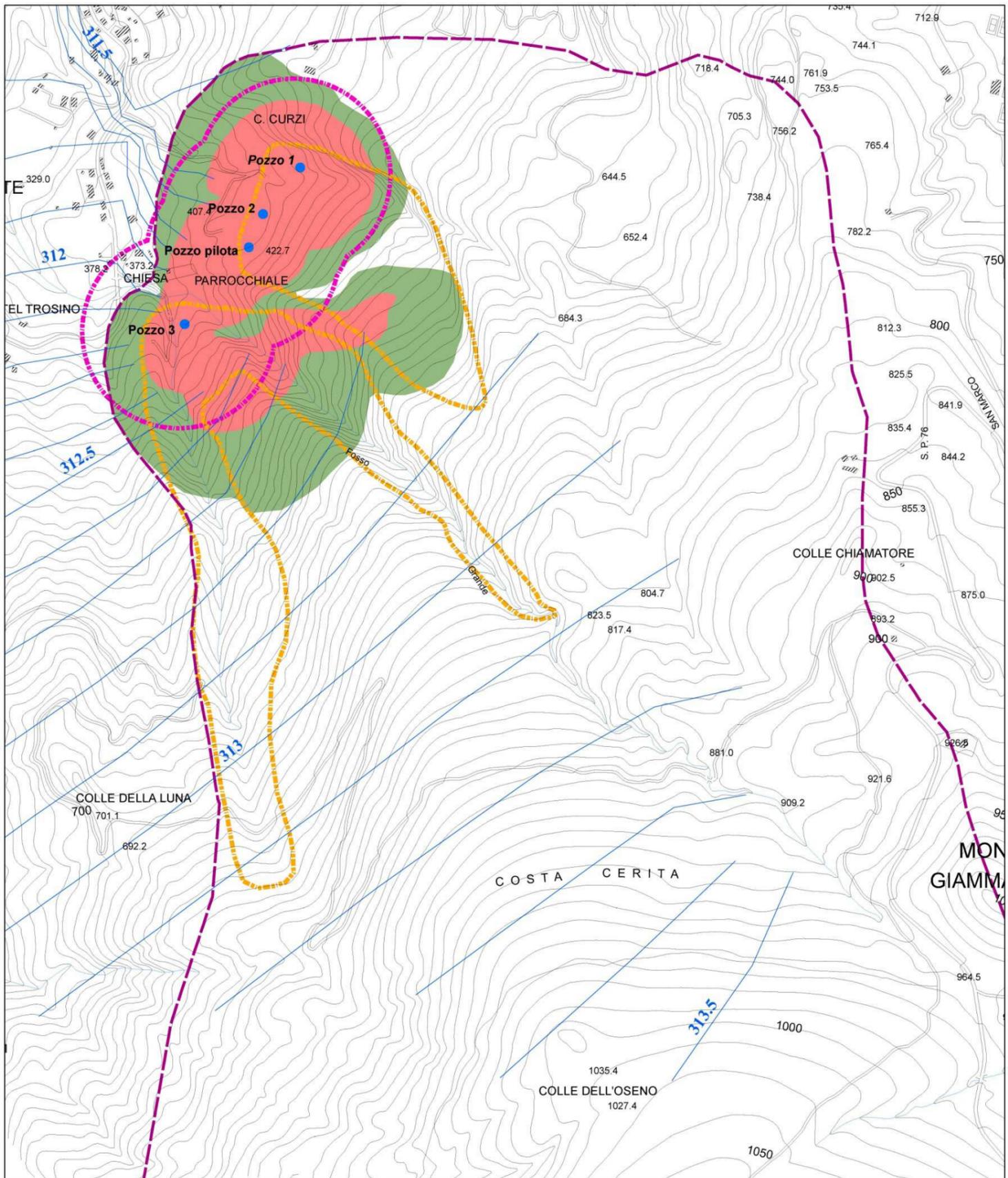


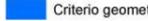
Fig. 14 – Area di salvaguardia (carta fuori scala)

**Legenda**

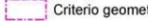
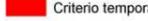
-  Limiti comunali
-  Limite regionale (Marche - Abruzzo)
-  Curve Isopiezometriche

**Aree di salvaguardia**

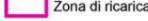
**Zona di tutela assoluta**

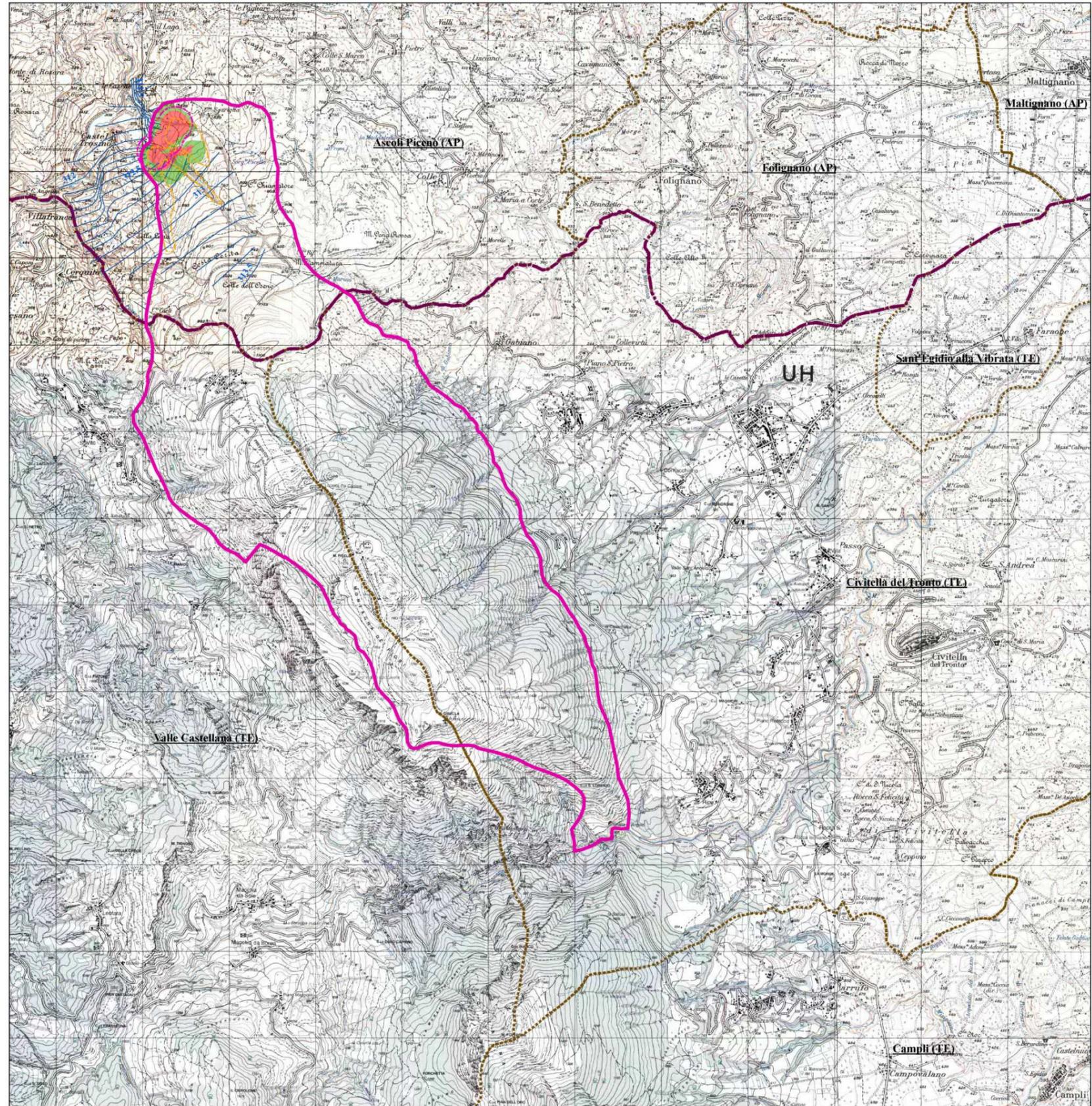
-  Criterio geometrico - Tutela assoluta - raggio 10m

**Zona di rispetto**

-  Criterio geometrico - raggio 200m (Individuazione provvisoria)
-  Criterio temporale e idrogeologico - Zona di rispetto ristretta - isocrona 60 giorni
-  Criterio temporale e idrogeologico - Zona di rispetto allargata - isocrona 180 giorni
-  Zona di rispetto aggiuntiva

**Zona di protezione**

-  Zona di ricarica o alimentazione (Idrostruttura Montagna dei Fiori)

REV02 20/04/2021



Progetto di ricerca della porzione settentrionale dell'idrostruttura della Montagna dei Fiori (impianto di soccorso di Castel Trosino per la captazione delle acque a servizio di Ascoli Piceno)

Definizione delle Aree di Salvaguardia del campo pozzi di Castel Trosino (AP) e relativi limiti amministrativi regionali e comunali

Tav.4

Scala  
1:25.000

Soggetto realizzatore:  
Geol. Ph.D.2^ Stefano Palpacelli

Data e revisione  
Dicembre 2020

Fig. 15 – Area di salvaguardia (carta fuori scala)

## *8.1 DISCIPLINA DELLE AREE DI SALVAGUARDIA*

Per quanto concerne l'uso del suolo, all'interno delle Zone di Tutela Assoluta, si richiamano le disposizioni di cui all'art. 94 – comma 3 - del decreto legislativo n.152/2006, nonché le disposizioni di cui all'Allegato 3 – TITOLO I – Punto A dell'accordo Stato-Regioni del 12/12/2002. Nella fattispecie si fa presente che le zone di tutela assoluta risultano opportunamente recintate e provviste di canalizzazioni per il deflusso delle acque meteoriche.

Per quanto concerne l'uso del suolo, all'interno delle Zone di Rispetto, ai fini della disciplina delle strutture o delle attività di cui all'articolo 94, commi 4, 5 e 6, del decreto legislativo n.152/2006, per favorire la tutela della risorsa, devono essere considerati, oltre le prescrizioni di cui al medesimo articolo, anche gli elementi definiti nell'Allegato 3 del Titolo I – Punto B – comma 1 – dell'accordo Stato-Regioni del 12/12/2002, elencati al Paragrafo 6.0 della presente relazione.

Per quanto riguarda la disciplina delle Zone di Protezione, considerato che gran parte dell'area di ricarica ricade all'interno del Parco del Gran Sasso e dei Monti della Laga, queste sono di fatto già naturalmente protette. Da quanto emerso durante le attività di ricerca e sperimentazione, allo stato attuale, non esistono particolari centri di pericolo nell'area di cui trattasi.

Tenuto comunque conto dell'importanza della risorsa idrica di cui trattasi, ai fini della sua salvaguardia nel tempo, si ritiene opportuno vietare allevamenti di tipo intensivo, industrie e/o attività pericolose, sistemi di dispersione delle acque di qualsiasi natura nel sottosuolo, ed in linea generale tutte quelle attività che in qualche maniera potrebbero rappresentare elementi di pericolo di inquinamento.

## ***9.0 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE***

Gli studi idrogeologici condotti nella porzione della struttura idrogeologica della Montagna dei Fiori in un intorno significativo all'area del campo pozzi di Castel Trosino - "Impianto di soccorso a servizio della città di Ascoli Piceno", hanno evidenziato quanto segue:

- il campo pozzi di Castel Trosino è caratterizzato da zone con litologie in affioramento ad elevata fratturazione che danno luogo ad una elevata conducibilità idraulica;
- sulla base delle attività eseguite sono state individuate le aree di salvaguardia previste dall'art. 94 - D.Lgs. 152/06;
- sono state perimetrate le seguenti aree di salvaguardia:
  - zone di tutela assoluta
  - zone di rispetto ristrette
  - zone di rispetto allargate
  - zone di rispetto aggiuntive a maggior tutela della risorsa idrica
  - zona di protezione coincidente con la zona di ricarica dell'idrostruttura della Montagna dei Fiori
- le aree di tutela assoluta e di rispetto, così come individuate (comprese quelle aggiuntive), ricadono interamente nel territorio del comune di Ascoli Piceno della Regione Marche;
- le aree di protezione, così come individuate, ricadono in parte nel territorio del Comune di Ascoli Piceno della Regione Marche e in parte nei territori dei Comuni di Valle Castellana e Civitella del Tronto della Regione Abruzzo.

## **BIBLIOGRAFIA**

Fetter, C.W., 2001. Applied Hydrogeology (4th ed.), Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 598p.

Pollock, D.W., 2016, User guide for MODPATH Version 7 -- A particle-tracking model for MODFLOW: U.S. Geological Survey Open-File Report 2016-1086, 35 p., <http://dx.doi.org/10.3133/ofr20161086>

Tazioli, A., Colombani, N., Palpacelli, S., Mastrocicco, M., Nanni, T. (2020). Monitoring and Modelling Interactions between the Montagna dei Fiori Aquifer and the Castellano Stream (Central Apennines, Italy). *Water*, 12(4), 973.

**Scheda di rilevamento geomeccanico**

**STAZIONE 1**

**Data rilevamento 29/09/2020**

**Provincia** Ascoli Piceno

**Coordinate Geografiche**

**Comune** Ascoli Piceno

42°49'26.92"N

**Località** Castel Trosino

13°33'46.16"E

**Quota (s.l.m.m.) 524**

**Dimensioni dell'affioramento:** 7 × 7 m

**Versante:** N220E/20° (direz./incl.)

**Litologia:** Formazione della Scaglia variegata, Calcari e calcari marnosi biancastri.

**Morfologia:** naturale.

SCAN LINE Dir:230N Incl 0°

N°.	Tipo	Direzione di Imm (°)	Incl. (°)	Dist.dall'origine (cm)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	Alt.	Scabre.	JRC	Acqua
1	J	225	80	0	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
2	J	226	80	54	10	Terroso	Soffice	II	5	8	0
3	J	225	79	115	15	Terroso	Soffice	II	3	8	0
4	J	224	80	200	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
5	J	230	50	226	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
6	J	229	49	247	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
7	J	95	75	270	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
8	J	224	81	290	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
9	J	226	79	327	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
10	J	225	81	364	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
11	J	231	50	400	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0

SCAN LINE Dir:320N Incl 20°

N°.	Tipo	Direzione di Imm (°)	Incl. (°)	Dist.dall'origine (cm)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	Alt.	Scabre.	JRC	Acqua
1	J	225	78	250	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
2	J	150	45	380	5	Terroso	Soffice	II	5	8	0
3	J	149	51	675	5	Terroso	Soffice	II	3	8	0

## STAZIONE 1

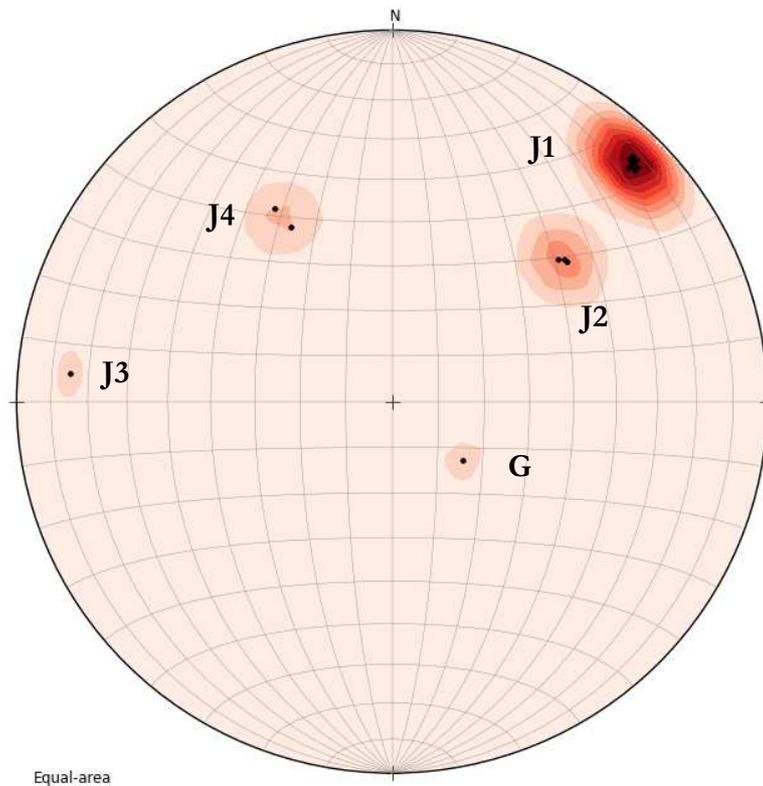


Figura 1 - Rappresentazione stereografica delle aree di isofrequenza dei poli dei piani di discontinuità presenti nella Stazione 1 (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore).

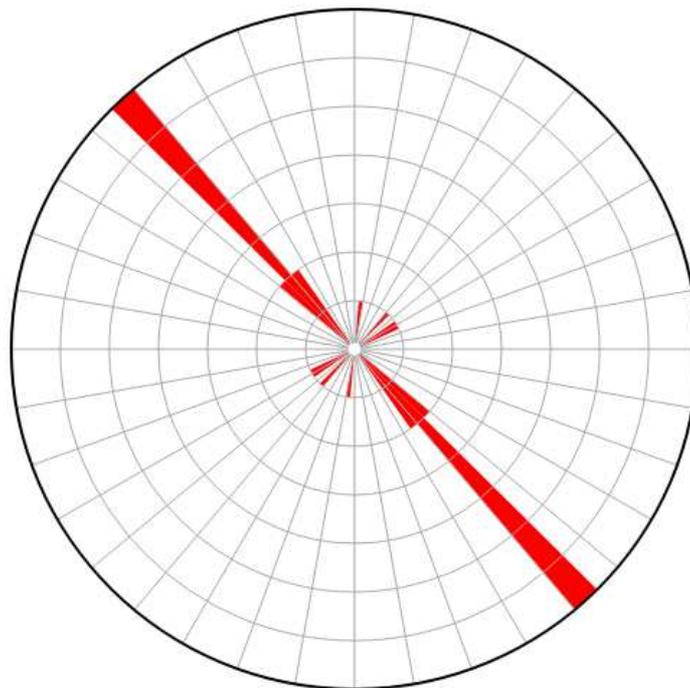


Figura 2 - Diagramma a Rosa delle direzioni delle discontinuità presenti nella Stazione 1 (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore).

### Caratteristiche principali delle famiglie di discontinuità riscontrate nella stazione 1

Tipo	Direzione d'immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	JRC	Alterazione	Acqua
<b>Stratificazione</b>	310	20	-	Nessuno	Nessuno	8	II	0
<b>Fratture J1</b>	225	76	11	Terroso	Soffice	8	II	0
<b>Fratture J2</b>	230	50	10	Nessuno	Nessuno	8	II	0
<b>Fratture J3</b>	150	47	-	Nessuno	Nessuno	8	II	0
<b>Fratture J4</b>	95	75	5	Terroso	Soffice	8	II	0

### Spaziatura delle famiglie di discontinuità riscontrate nella stazione 1

Tipo	Numero dati	Media (cm)	Moda (cm)	Minimo (cm)	Massimo (cm)	Deviat. Stand. (cm)
<b>Stratificazione</b>	1	-	-	-	-	-
<b>Fratture J1</b>	8	51.0	36.3	25.5	83.4	19.8
<b>Fratture J2</b>	3	66.6	-	16	117.2	71.5
<b>Fratture J3</b>	2	-	-	-	-	-
<b>Fratture J4</b>	1	-	-	-	-	-

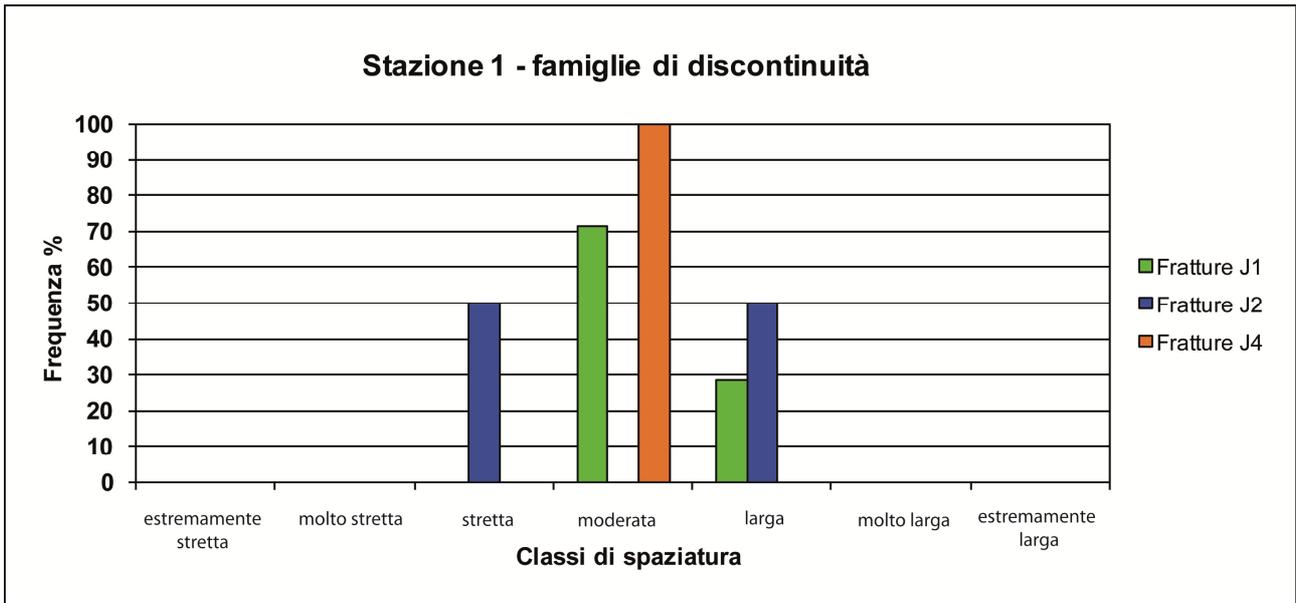


Figura 3 – Frequenza della spaziatura delle diverse famiglie di discontinuità' rilevate nella Stazione 1.

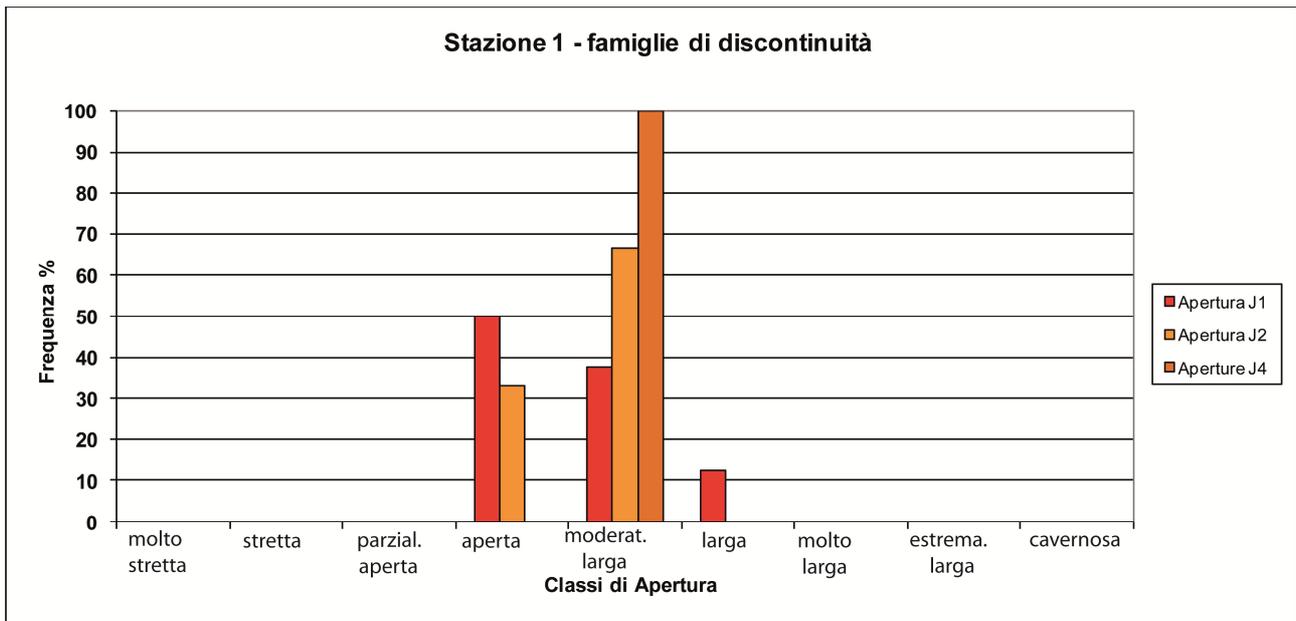


Figura 4 – Frequenza delle aperture delle diverse famiglie di discontinuità' rilevate nella Stazione 1.



Figura 5 – Foto dell'affioramento della Stazione 1.

**Scheda di rilevamento geomeccanico****STAZIONE 2****Data rilevamento** 29/09/2020**Provincia** Ascoli Piceno**Coordinate Geografiche****Comune** Ascoli Piceno

42°49'27.88"N

**Località** Castel Trosino

13°33'42.87"E

**Quota (s.l.m.m.)** 485**Dimensioni dell'affioramento:** 7 × 3 m**Versante:** N2300E/20° (direz./incl.)**Litologia:** Formazione della Scaglia variegata, Calcari e calcari marnosi biancastri.**Morfologia:** naturale.

SCAN LINE Dir:260N Incl 20°

N°.	Tipo	Direzione di Imm (°)	Incl. (°)	Dist.dall'origine (cm)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	Alt.	Scabre.	JRC	Acqua
1	J	240	70	55	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
2	J	241	70	190	15	Terroso	Soffice	II	5	8	0
3	J	239	71	373	20	Terroso	Soffice	II	3	8	0
4	J	240	69	531	20	Terroso	Soffice	II	5	8	0
5	J	241	71	590	20	Terroso	Soffice	II	3	8	0
6	J	139	70	640	10	Terroso	Soffice	II	5	8	0
7	J	240	69	690	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0

## STAZIONE 2

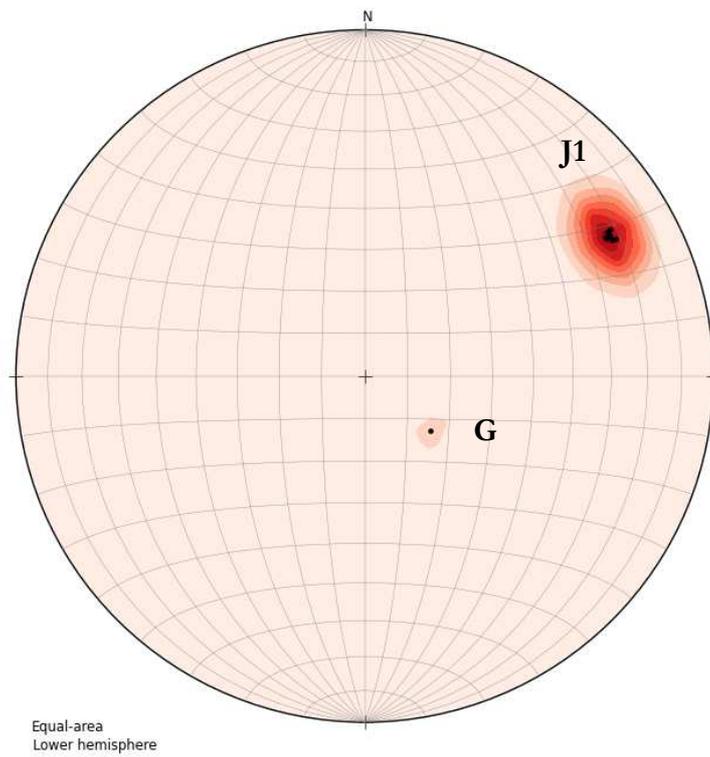


Figura 1 - Rappresentazione stereografica delle aree di isofrequenza dei poli dei piani di discontinuità presenti nella Stazione 2 (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore).

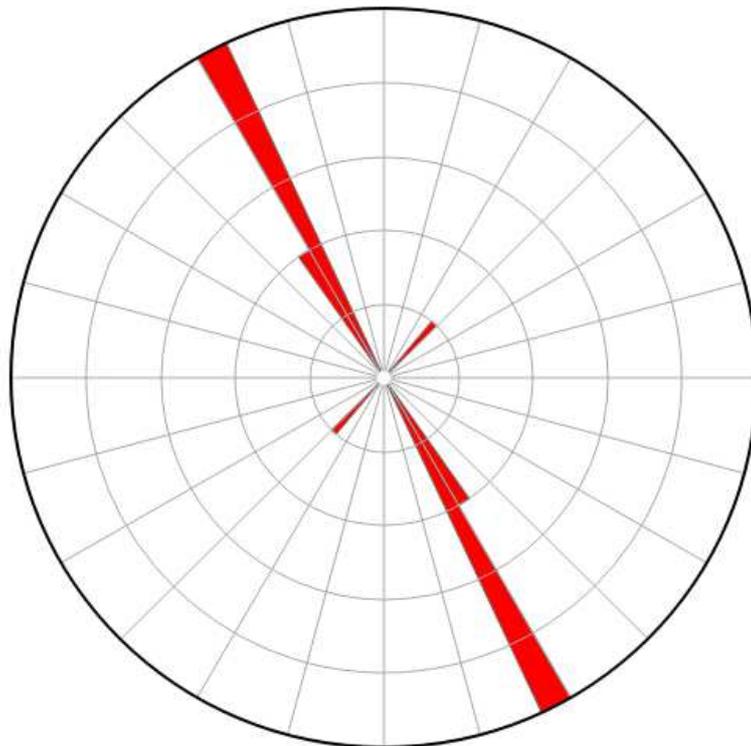


Figura 2 - Diagramma a Rosa delle direzioni delle discontinuità presenti nella Stazione 2 (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore).

### Caratteristiche principali delle famiglie di discontinuità riscontrate nella stazione 2

Tipo	Direzione d'immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	JRC	Alterazione	Acqua
Stratificazione	310	20	-	Nessuno	Nessuno	8	II	0
Fratture J1	240	70	15.0	Terroso	Soffice	8	II	0

### Spaziatura delle famiglie di discontinuità riscontrate nella stazione 2

Tipo	Numero dati	Media (cm)	Moda (cm)	Minimo (cm)	Massimo (cm)	Deviat. Stand. (cm)
Stratificazione	1	-	-	-	-	-
Fratture J1	7	86.1	40.7	40.7	148.9	48.7

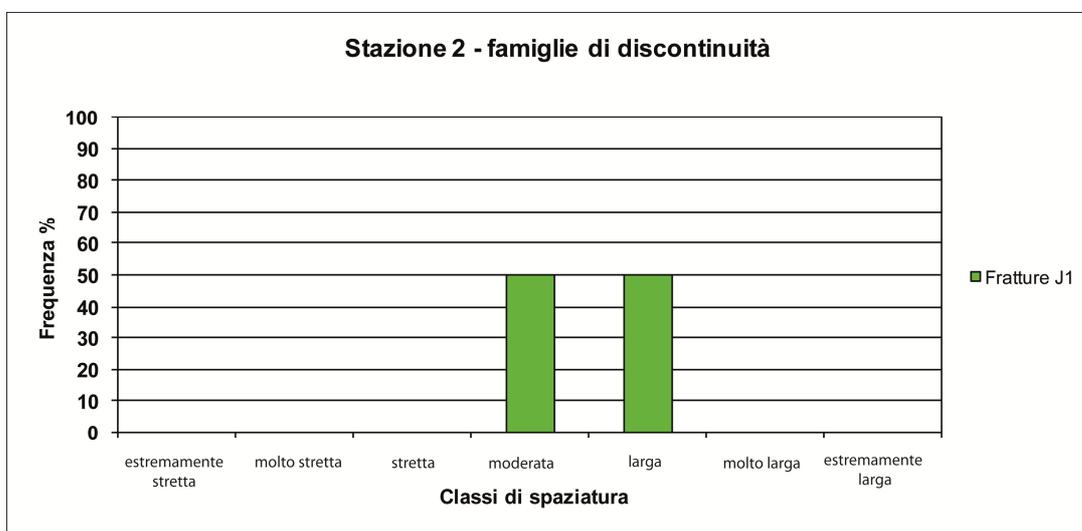


Figura 3 – Frequenza della spaziatura delle diverse famiglie di discontinuità rilevate nella Stazione 2.

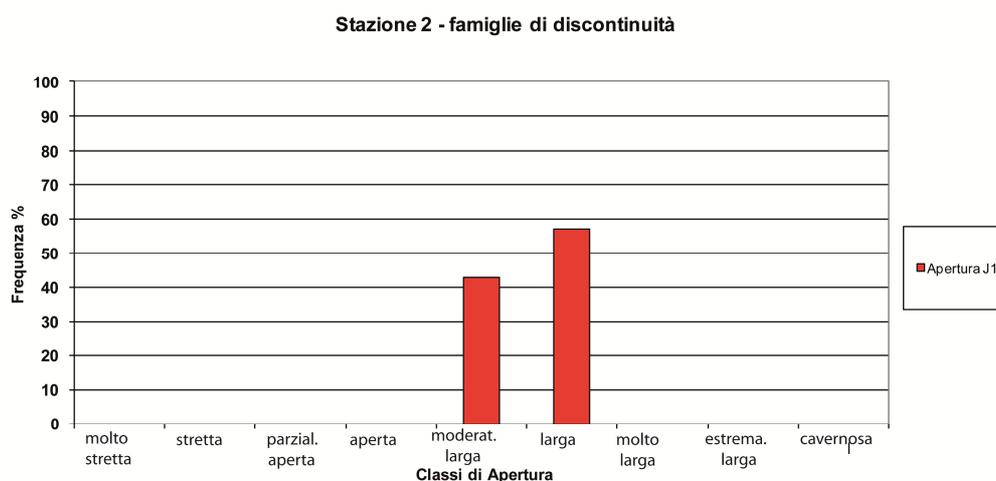
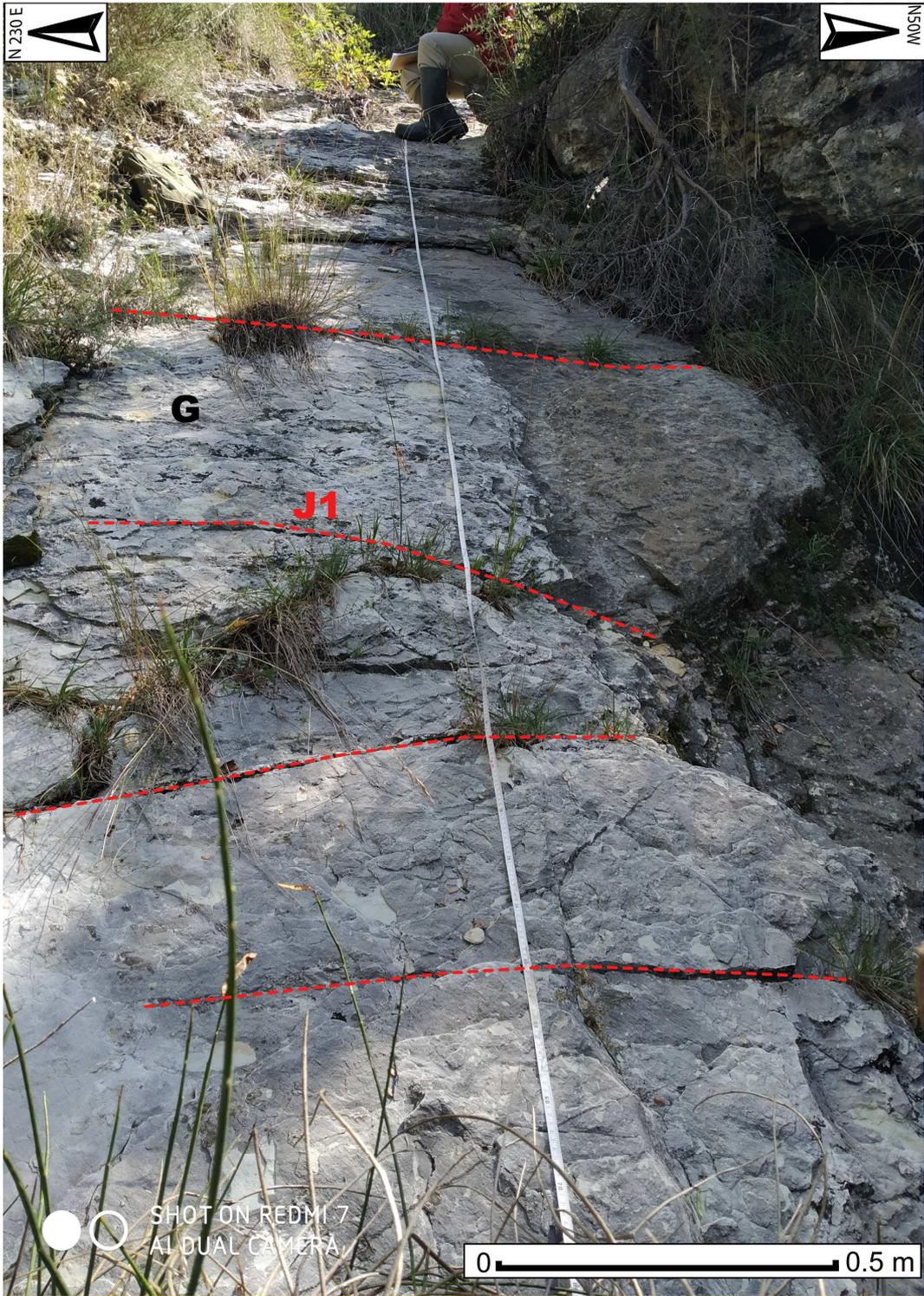


Figura 4 – Frequenza delle aperture delle diverse famiglie di discontinuità rilevate nella Stazione 2.



**Figura 5 – Foto dell'affioramento della Stazione 2.**

**Scheda di rilevamento geomeccanico**

**STAZIONE 3**

**Data rilevamento 29/09/2020**

**Provincia** Ascoli Piceno

**Coordinate Geografiche**

**Comune** Ascoli Piceno

42°49'28.88"N

**Località** Castel Trosino

13°33'39.14"E

**Quota (s.l.m.m.) 454**

**Dimensioni dell'affioramento:** 6 × 2 m

**Versante:** N290E/20° (direz./incl.)

**Litologia:** Formazione della Scaglia cinerea/variegata, Calcari e calcari marnosi biancastri.

**Morfologia:** naturale.

SCAN LINE Dir:245N Incl 18°

N°.	Tipo	Direzione di Imm (°)	Incl. (°)	Dist.dall'origine (cm)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	Alt.	Scabre.	JRC	Acqua
1	J	240	65	110	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
2	J	239	66	200	10	Terroso	Soffice	II	5	8	0
3	J	241	64	440	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
4	J	240	63	525	10	Terroso	Soffice	II	5	8	0
5	J	210	70	585	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
6	G	310	20	600	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
7	J	209	69	615	5	Terroso	Soffice	II	5	8	0
8	J	211	71	720	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
9	J	210	72	800	5	Terroso	Soffice	II	3	8	0

### STAZIONE 3

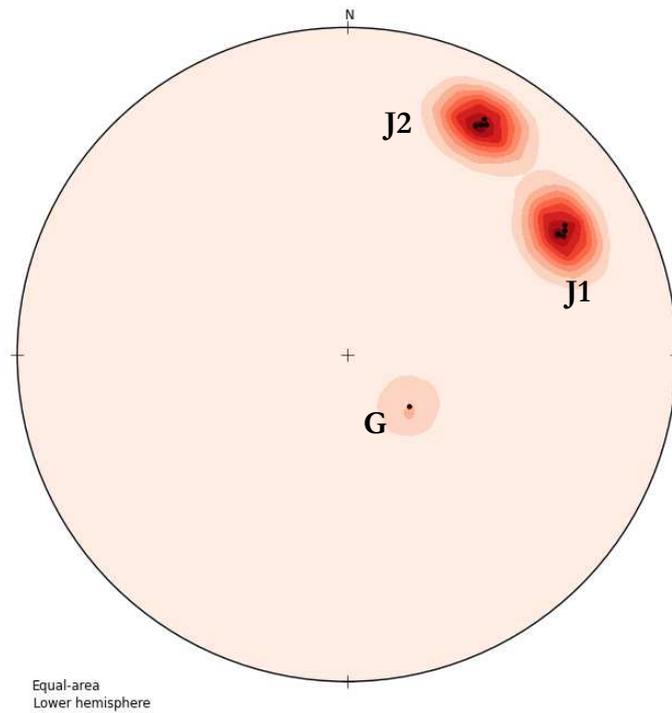


Figura 1 - Rappresentazione stereografica delle aree di isofrequenza dei poli dei piani di discontinuità presenti nella Stazione 3 (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore).

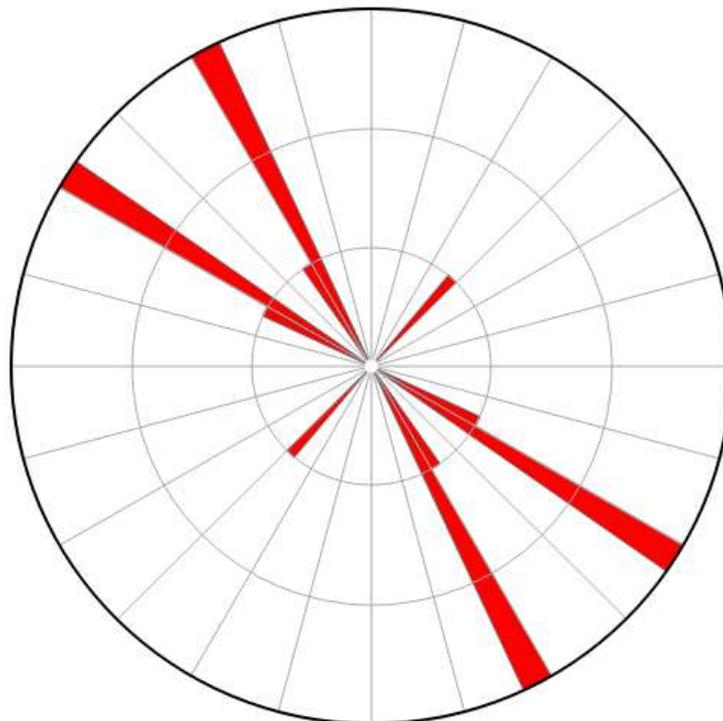


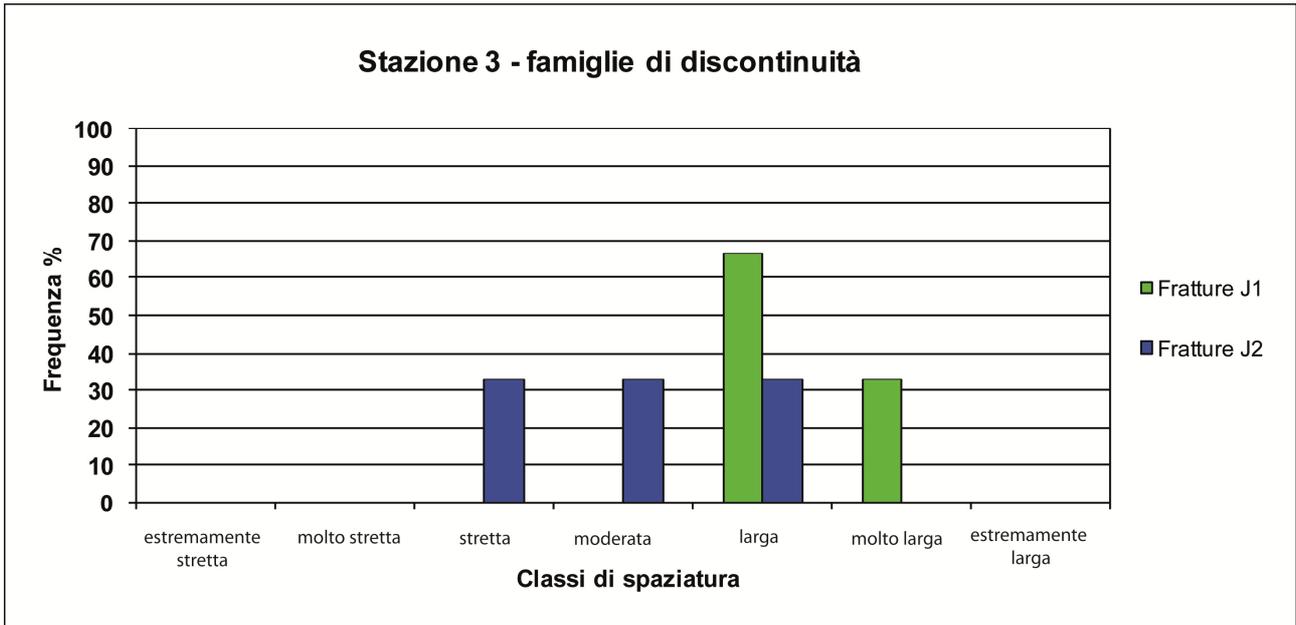
Figura 2 - Diagramma a Rosa delle direzioni delle discontinuità presenti nella Stazione 3 (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore).

### Caratteristiche principali delle famiglie di discontinuità riscontrate nella stazione 3

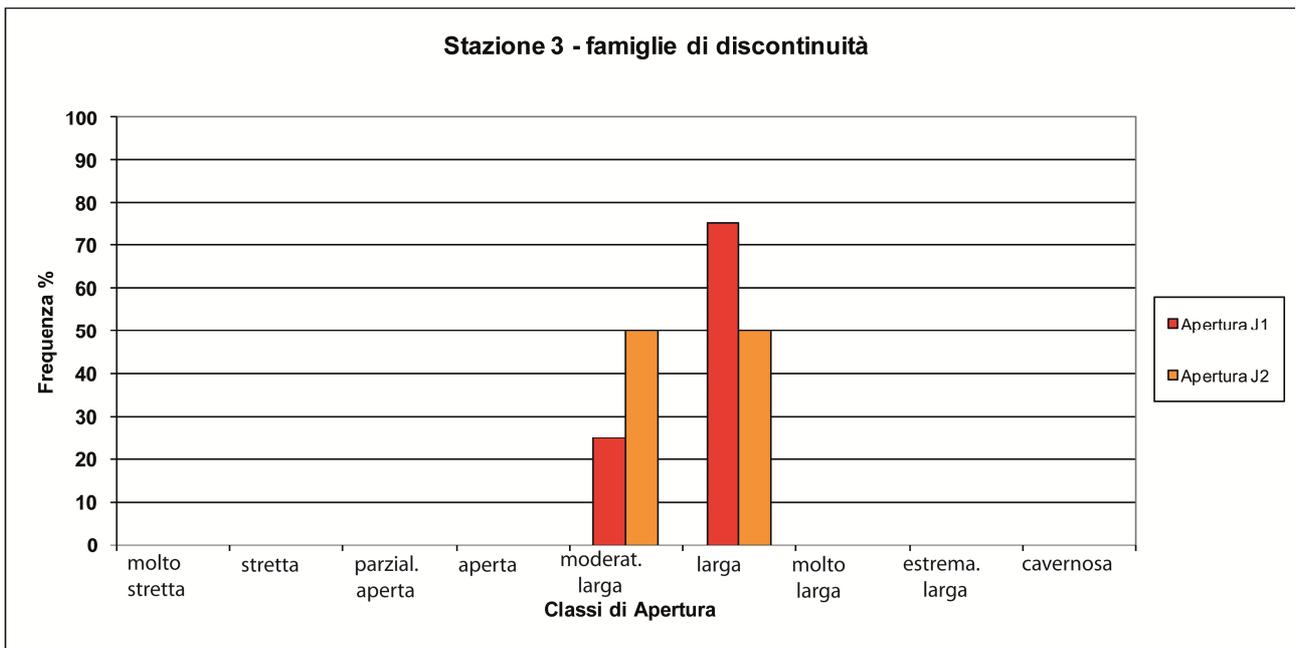
Tipo	Direzione d'immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	JRC	Alterazione	Acqua
<b>Stratificazione</b>	310	20	-	Nessuno	Nessuno	8	II	0
<b>Fratture J1</b>	240	65	10	Terroso	Soffice	8	II	0
<b>Fratture J2</b>	210	71	5	Terroso	Soffice	8	II	0

### Spaziatura delle famiglie di discontinuità riscontrate nella stazione 3

Tipo	Numero dati	Media (cm)	Moda (cm)	Minimo (cm)	Massimo (cm)	Deviat. Stand. (cm)
<b>Stratificazione</b>	1	-	-	-	-	-
<b>Fratture J1</b>	4	124.9	-	76.7	216.7	79.5
<b>Fratture J2</b>	4	46.3	-	19.4	67.7	24.65



**Figura 3 – Frequenza della spaziatura delle diverse famiglie di discontinuita' rilevate nella Stazione 3.**



**Figura 4 – Frequenza delle aperture delle diverse famiglie di discontinuita' rilevate nella Stazione 3.**



Figura 5 – Foto dell'affioramento della Stazione 3.

**Scheda di rilevamento geomeccanico**

**STAZIONE 4**

Data rilevamento 29/09/2020

**Provincia** Ascoli Piceno

**Coordinate Geografiche**

**Comune** Ascoli Piceno

42°49'25.10"N

**Località** Castel Trosino

13°33'35.00"E

**Quota (s.l.m.m.) 440**

**Dimensioni dell'affioramento:** 10 × 4 m

**Versante:** N290E/20° (direz./incl.)

**Litologia:** Formazione della Scaglia cinerea, calcari marnosi e marne calcaree grigiastre.

**Morfologia:** scarpata antropica.

**SCAN LINE Dir:200N Incl 0°**

N°.	Tipo	Direzione di Imm (°)	Incl. (°)	Dist.dall'origine (cm)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	Alt.	Scabre.	JRC	Acqua
1	J	220	68	0	20	Terroso	Soffice	II	3	8	0
2	G	327	39	110	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
3	J	219	70	145	20	Terroso	Soffice	II	3	8	0
4	J	0	80	170	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
5	G	330	38	260	-	Nessuno	Nessuno	II	5	8	0
6	J	358	81	270	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
7	J	221	69	290	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
8	J	188	18	350	20	Terroso	Soffice	II	3	8	0
9	G	325	40	390	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
10	J	2	79	400	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
11	J	191	16	410	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
12	J	3	78	510	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
13	J	190	17	512	20	Terroso	Soffice	II	3	8	0
14	J	220	67	580	20	Terroso	Soffice	II	5	8	0
15	J	357	81	690	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
16	J	190	19	740	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
17	J	0	78	822	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
18	J	189	17	865	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0

**SCAN LINE Dir:290N Incl 45°**

N°.	Tipo	Direzione di Imm (°)	Incl. (°)	Dist.dall'origine (cm)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	Alt.	Scabre.	JRC	Acqua
1	J	190	20	75	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
2	J	0	78	130	10	Terroso	Soffice	II	3	8	0
3	J	191	19	175	-	Nessuno	Nessuno	II	5	8	0
4	J	1	45	230	10	Terroso	Soffice	II	5	8	0
5	J	190	19	285	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0

## STAZIONE 4

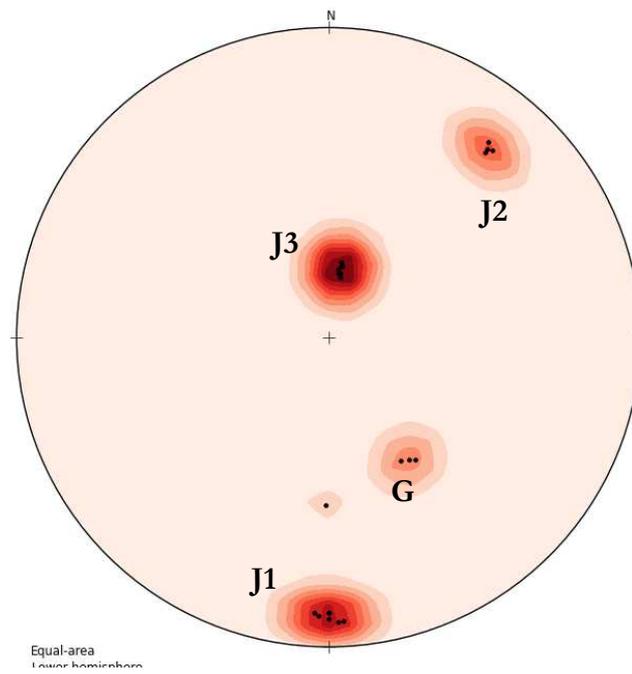


Figura 1 - Rappresentazione stereografica delle aree di isofrequenza dei poli dei piani di discontinuità presenti nella Stazione 4 (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore).

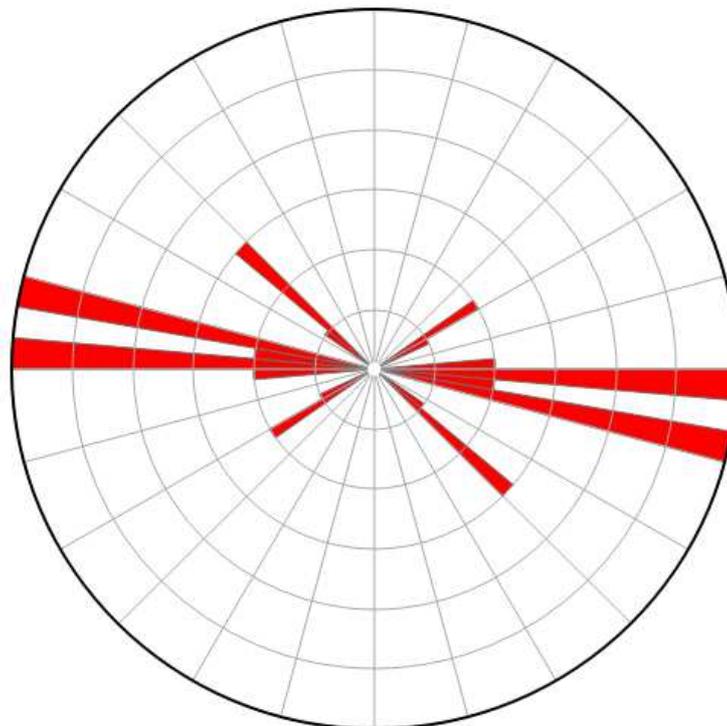


Figura 2 - Diagramma a Rosa delle direzioni delle discontinuità presenti nella Stazione 4 (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore).

### Caratteristiche principali delle famiglie di discontinuità riscontrate nella stazione 4

Tipo	Direzione d'immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	JRC	Alterazione	Acqua
<b>Stratificazione</b>	330	40	-	Nessuno	Nessuno	8	II	0
<b>Fratture J1</b>	0	75	5	Terroso	Soffice	8	II	0
<b>Fratture J2</b>	220	68.5	17.5	Nessuno	Nessuno	8	II	0
<b>Fratture J3</b>	190	18	14	Nessuno	Nessuno	8	II	0

### Spaziatura delle famiglie di discontinuità riscontrate nella stazione 4

Tipo	Numero dati	Media (cm)	Moda (cm)	Minimo (cm)	Massimo (cm)	Deviat. Stand. (cm)
<b>Stratificazione</b>	3	68.93	-	64	73.8	6.96
<b>Fratture J1</b>	8	91.5	37	37	166.5	49.5
<b>Fratture J2</b>	4	168.4	126.3	126.3	252.6	72.9
<b>Fratture J3</b>	10	19.8	7.7	5.9	56	15.8

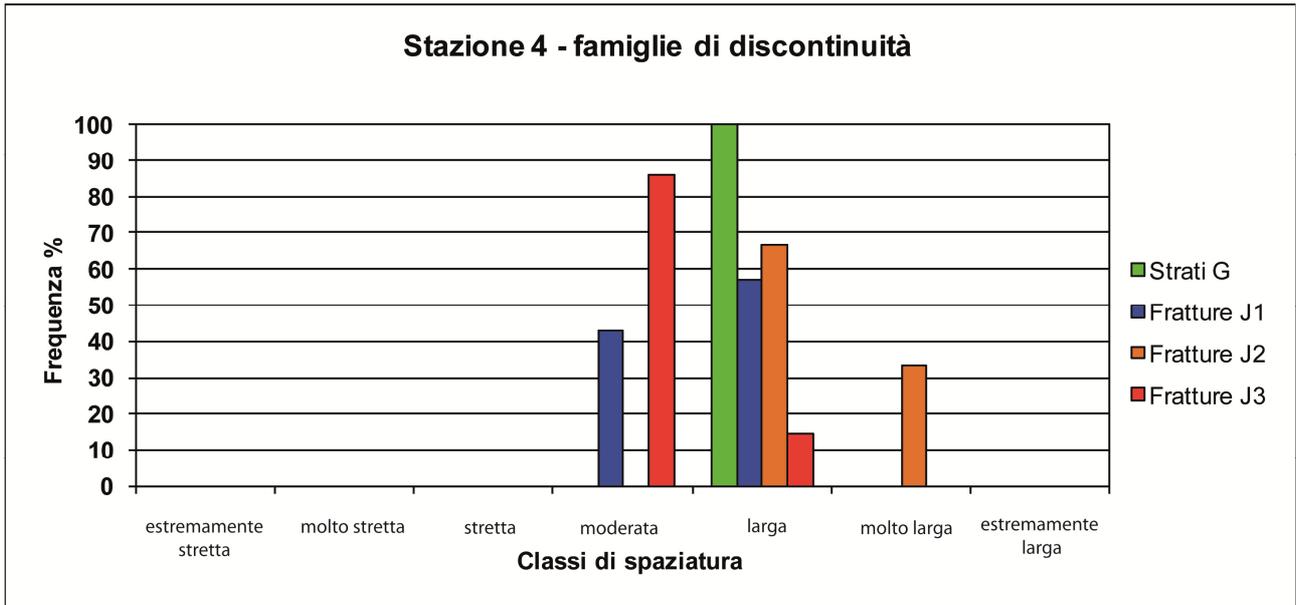


Figura 3 – Frequenza della spaziatura delle diverse famiglie di discontinuita' rilevate nella Stazione 4.

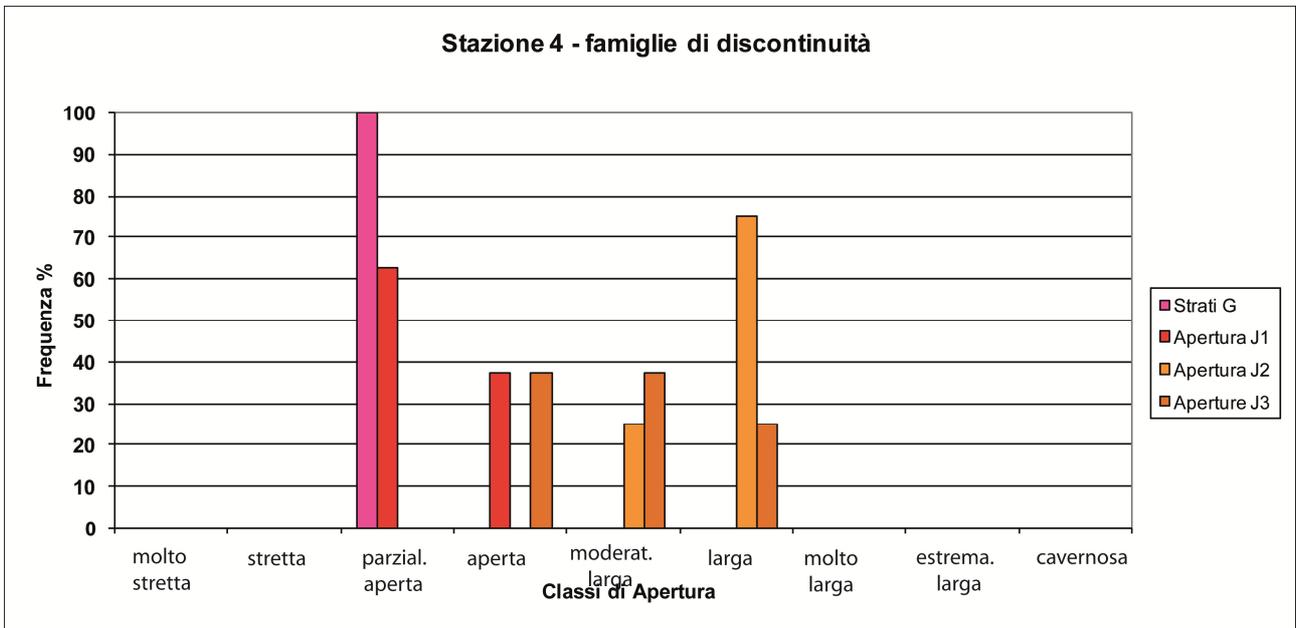


Figura 4 – Frequenza delle aperture delle diverse famiglie di discontinuita' rilevate nella Stazione 4.

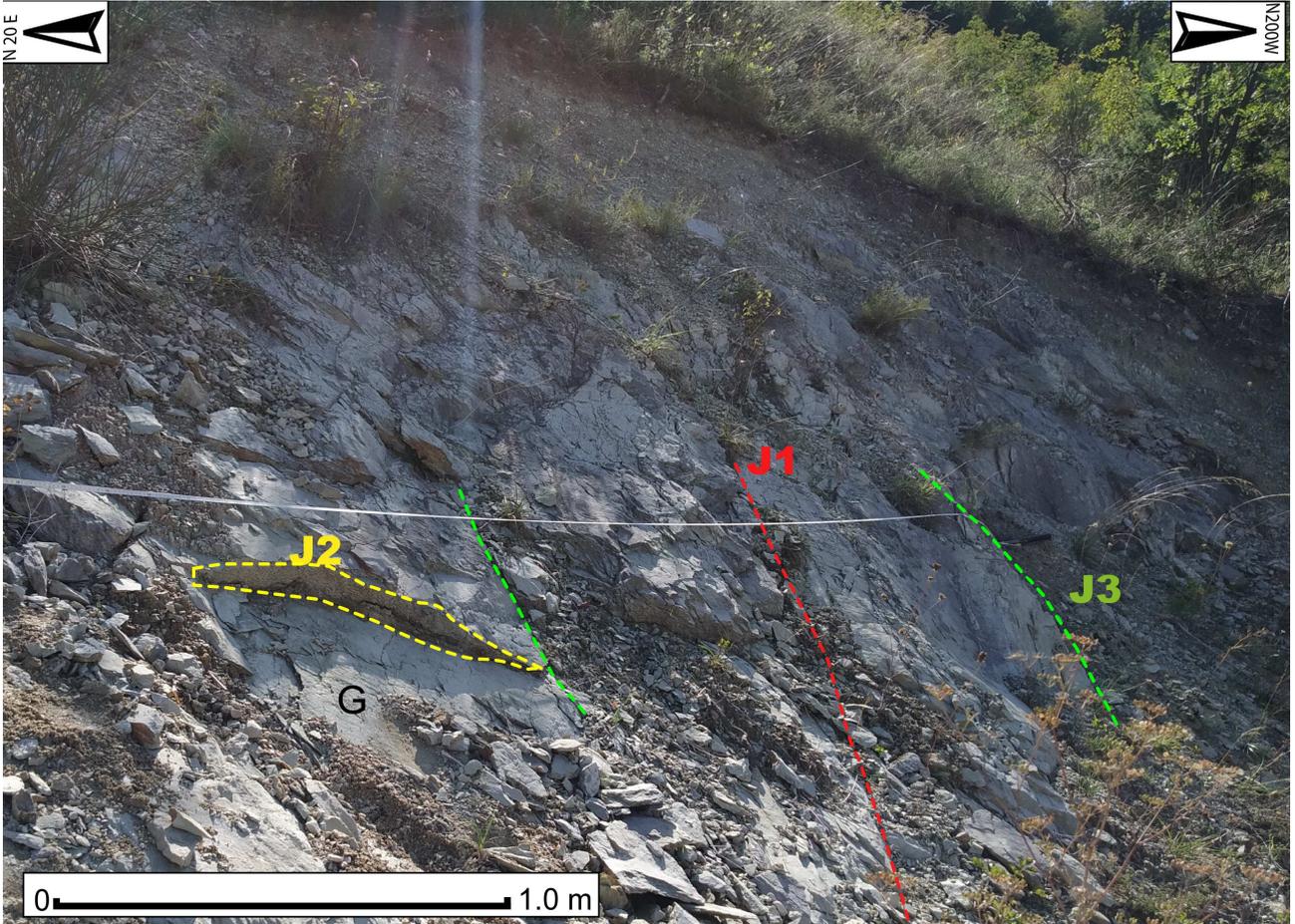


Figura 5 – Foto dell'affioramento della Stazione 4.

**Scheda di rilevamento geomeccanico**

**STAZIONE 5**

**Data rilevamento 29/09/2020**

**Provincia** Ascoli Piceno

**Coordinate Geografiche**

**Comune** Ascoli Piceno

42°49'18.10"N

**Località** Castel Trosino

13°33'27.00"E

**Quota (s.l.m.m.) 420**

**Dimensioni dell'affioramento:** 12 × 5 m

**Versante:** N190E/60° (direz./incl.)

**Litologia:** Formazione della Scaglia cinerea, calcari marnosi e marne calcaree grigiastre.

**Morfologia:** scarpata antropica.

SCAN LINE Dir:190N Incl 0°

N°.	Tipo	Direzione di Imm (°)	Incl. (°)	Dist.dall'origine (cm)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	Alt.	Scabre.	JRC	Acqua
1	J	270	70	0	0.5	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
2	G	270	40	70	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
3	J	269	69	103	0.5	Terroso	Soffice	II	3	8	0
4	J	0	75	117	0.5	Terroso	Soffice	II	3	8	0
5	G	272	39	170	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
6	J	271	71	210	0.5	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
7	G	271	38	220	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
8	G	268	41	240	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
9	J	358	74	250	0.5	Terroso	Soffice	II	3	8	0
10	G	269	40	265	-	Nessuno	Nessuno	II	5	8	0
11	G	271	38	280	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
12	G	272	39	300	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
13	J	1	76	305	0.5	Terroso	Soffice	II	3	8	0
14	G	271	40	330	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
15	G	269	38	360	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
16	J	2	75	380	0.5	Terroso	Soffice	II	5	8	0
17	G	270	39	390	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0

## SCAN LINE Dir:100N Incl 60°

N°.	Tipo	Direzione di Imm (°)	Incl. (°)	Dist.dall'origine (cm)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	Alt.	Scabre.	JRC	Acqua
1	G	270	38	0	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
2	J1	0	75	20	0.5	Terroso	Soffice	II	3	8	0
3	J2	60	60	50	0.5	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
4	G	268	40	70	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
5	J3	270	70	225	0.5	Nessuno	Nessuno	II	5	8	0
6	J3	269	71	270	0.5	Terroso	Soffice	II	5	8	0
7	G	271	39	300	-	Nessuno	Nessuno	II	5	8	0
8	J3	271	69	305	0.5	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
9	J3	270	72	355	0.5	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0
10	G	270	40	360	-	Nessuno	Nessuno	II	5	8	0
11	G	271	41	410	-	Nessuno	Nessuno	II	3	8	0

## STAZIONE 5

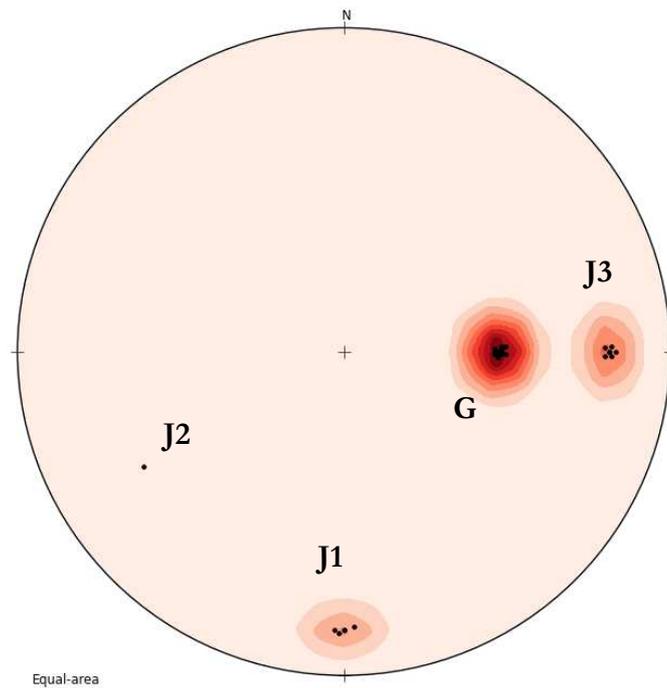


Figura 1 - Rappresentazione stereografica delle aree di isofrequenza dei poli dei piani di discontinuità presenti nella Stazione 5 (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore).

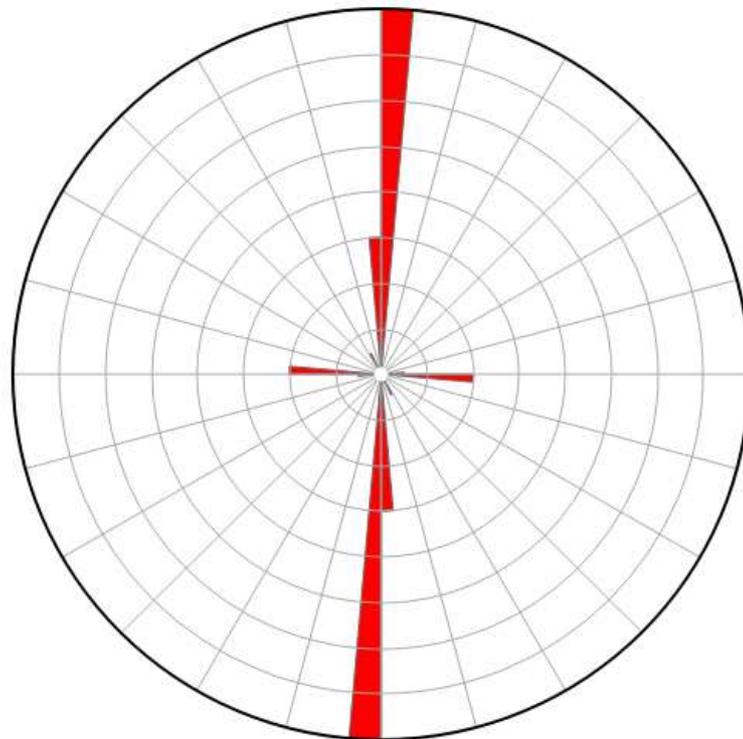


Figura 2 - Diagramma a Rosa delle direzioni delle discontinuità presenti nella Stazione 4 (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore).

### Caratteristiche principali delle famiglie di discontinuità riscontrate nella stazione 5

Tipo	Direzione d'immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Natura del riempimento	Consistenza del riempimento	JRC	Alterazione	Acqua
<b>Stratificazione</b>	270	40	-	Nessuno	Nessuno	8	II	0
<b>Fratture J1</b>	0	80	0.5	Nessuno	Nessuno	8	II	0
<b>Fratture J2</b>	60	60	0.5	Nessuno	Nessuno	8	II	0
<b>Fratture J3</b>	270	70	0.5	Nessuno	Nessuno	8	II	0

### Spaziatura delle famiglie di discontinuità riscontrate nella stazione 5

Tipo	Numero dati	Media (cm)	Moda (cm)	Minimo (cm)	Massimo (cm)	Deviat. Stand. (cm)
<b>Stratificazione</b>	10	35.5	19	9.5	145.6	36.4
<b>Fratture J1</b>	4	84.7	-	53.1	128	39.2
<b>Fratture J2</b>	3	54.3	-	15.5	93.	54.9
<b>Fratture J3</b>	4	40.1	-	32.4	46.3	7.0

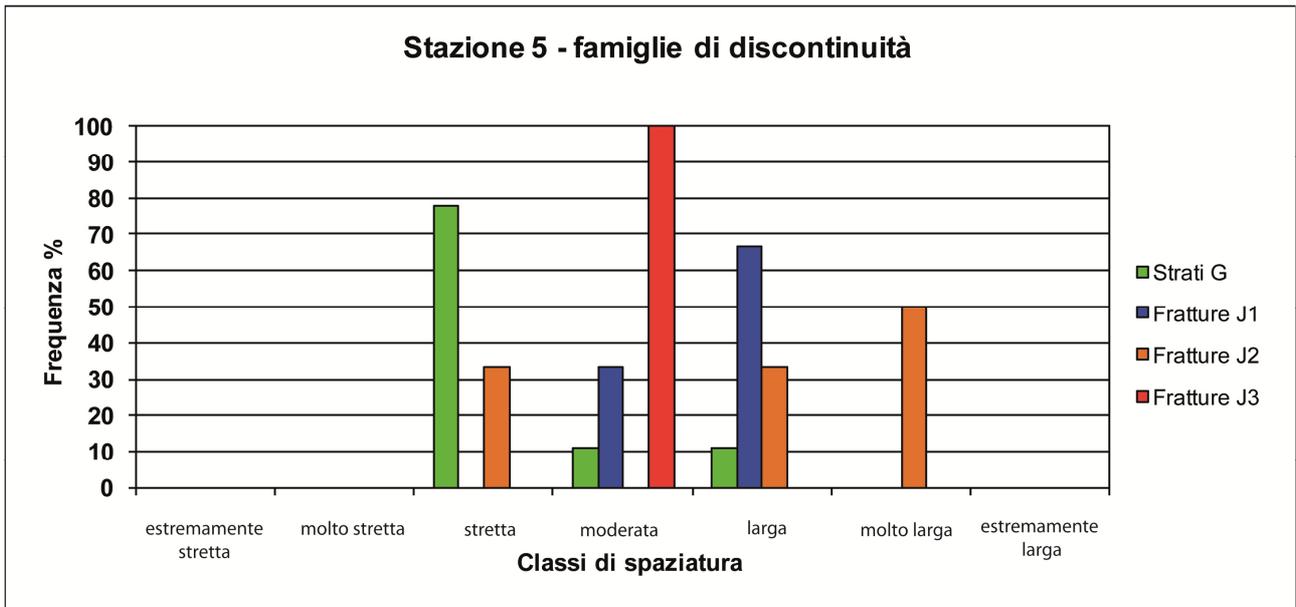


Figura 3 – Frequenza della spaziatura delle diverse famiglie di discontinuita' rilevate nella Stazione 5.

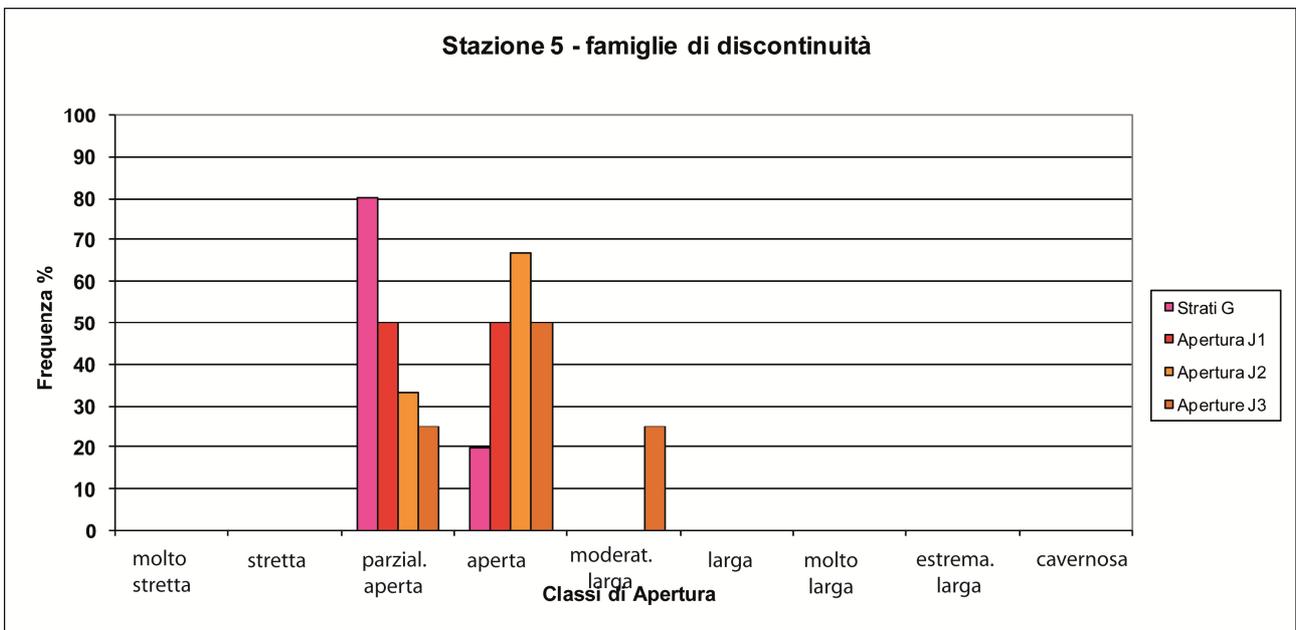


Figura 4 – Frequenza delle aperture delle diverse famiglie di discontinuita' rilevate nella Stazione 5.

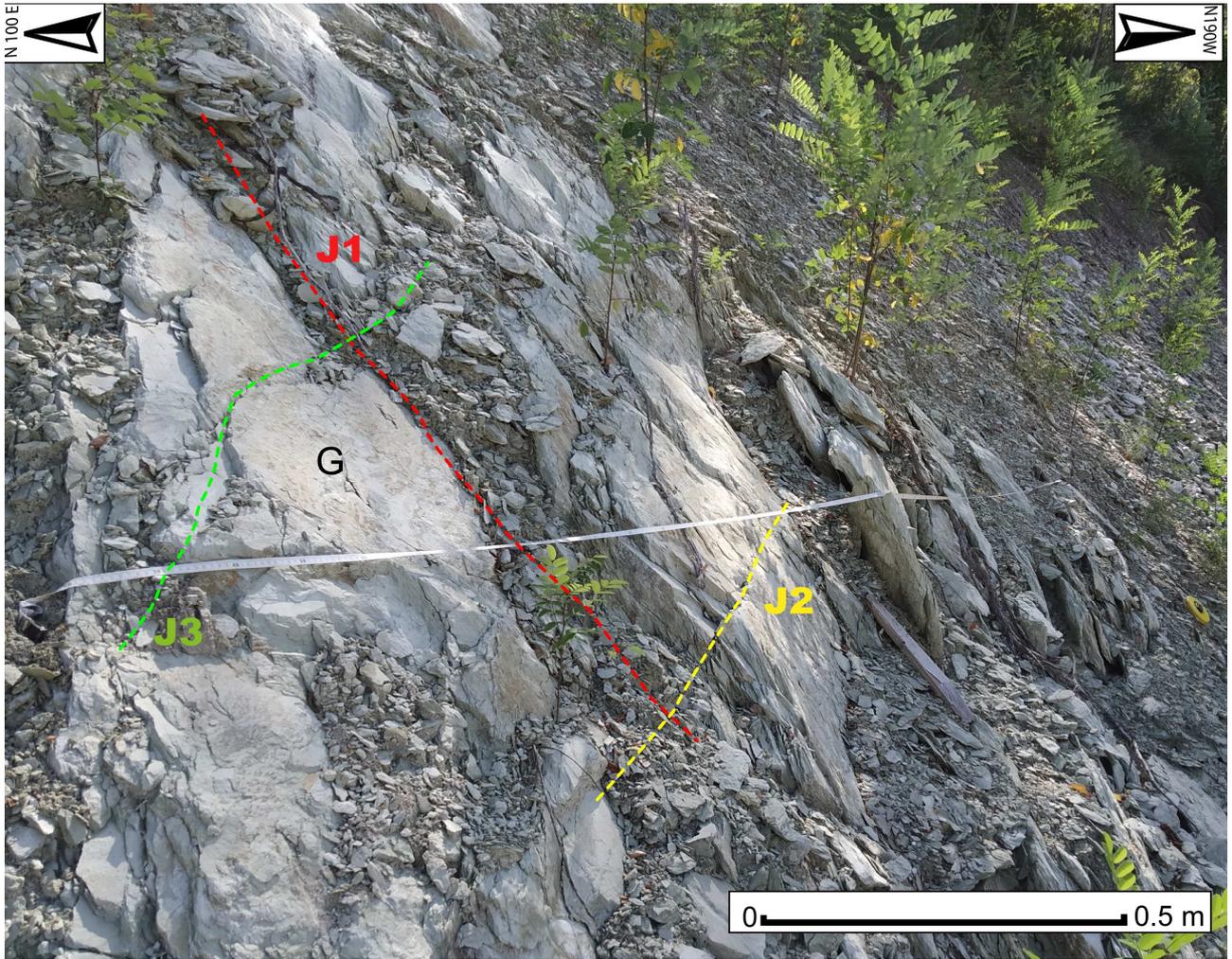


Figura 5 – Foto dell'affioramento della Stazione 5.