

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

Impianto di San Giacomo III Installazione di un nuovo gruppo di pompaggio Comune di Fano Adriano (TE)

Progetto Definitivo per Autorizzazione **RELAZIONE IDROGEOLOGICA**

File: GRE.EEC.R.99.IT.H.17170.00.105.00 Relazione Idrogeologica.docx

| REV. | DATE | DESCRIPTION | PREPARED | VERIFIED | APPROVED |
|------|------------|---------------------------------|-------------|---------------------------|------------|
| 00 | 08/11/2022 | Emissione per revisione Cliente | D.Battaglia | C.Piccinin F.Maugliani | A.Balestra |

GRE VALIDATION

| | | |
|---------------|---------------|---|
| COLLABORATORS | Support Team: | Project Engineer: P. VIGANONI |
| VERIFIED BY | VALIDATED BY | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PROJECT / PLANT SAN GIACOMO III | GRE CODE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | GROUP | FUNCTION | TYPE | ISSUER | COUNTRY | TEC | PLANT | SYSTEM | PROGRESSIVE | REVISION | | | | | | | | | |
| | GRE | EEC | R | 9 | 9 | I | T | H | 1 | 7 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 |

| | | | |
|----------------|--------|-------------------|--|
| CLASSIFICATION | PUBLIC | UTILIZATION SCOPE | PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE |
|----------------|--------|-------------------|--|

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

| | | | |
|-----------------|-------------|----------------|-------------------|
| | | | |
| 00 | 08.11.2022 | Bat | MFr/Bal |
| Versione | Data | Redatto | Verificato |

Lombardi SA Ingegneri Consulenti
Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco
Telefono +41(0)91 735 31 00
www.lombardi.group, info@lombardi.group

INDICE

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | INTRODUZIONE | 5 |
| 2. | DESCRIZIONE DELL'OPERA | 7 |
| 3. | METODOLOGIA DI LAVORO | 9 |
| 3.1 | Base topografica e Modello Digitale del Terreno | 9 |
| 3.2 | Immagini satellitari ed ortofoto | 10 |
| 6.1 | Rilevamento geologico | 10 |
| 6.2 | Documentazione bibliografica | 10 |
| 6.3 | Indagini diga Piaganini | 12 |
| 7. | INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 13 |
| 7.1 | Assetto geologico | 13 |
| 7.1.1 | Depositi terrigeni sin-orogenici | 16 |
| 7.1.2 | Successione Meso-Cenozoica | 16 |
| 7.1.3 | Depositi e coperture quaternarie continentali | 17 |
| 8. | INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO | 18 |
| 9. | ASPETTI METEOCLIMATICI | 23 |
| 9.1 | Inquadramento generale | 23 |
| 9.2 | Condizioni metereologiche dell'area | 23 |
| 9.3 | Temperatura | 24 |
| 9.4 | Precipitazione | 25 |
| 9.5 | Evapotraspirazione | 26 |
| 10. | SCHEMA IDROGEOLOGICO | 27 |
| 10.1 | Unità idrogeologiche | 28 |
| 10.1.1 | U.I.1 – Unità idrogeologica dei depositi alluvionali | 29 |
| 10.1.2 | U.I.2 – Unità idrogeologica dei depositi detritici | 29 |
| 10.1.3 | U.I.3 - Unità idrogeologica argilloso-arenaceo-marnosa | 29 |
| 10.1.4 | U.I.4 - Unità idrogeologica marnoso-calcarenitica | 29 |
| 10.1.5 | U.I.5 – Unità idrogeologica calcareo marnosa con selce | 29 |

| | | |
|------|---|----|
| 10.2 | Schema idrogeologico locale | 30 |
| 11. | SORGENTI | 31 |
| 12. | VALUTAZIONE INTERFERENZE OPERE-SORGENTI | 33 |
| 13. | BIBLIOGRAFIA | 34 |
| 13.1 | Documenti storici sull'opera | 34 |
| 13.2 | Dati forniti dalla Committenza | 34 |
| 13.3 | Dati da Enti | 34 |
| 13.4 | Riferimenti tecnico scientifici | 36 |
| 13.5 | Documenti di progetto | 37 |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|---|----|
| Figura 1: Ubicazione della centrale di San Giacomo (da Google Earth) | 5 |
| Figura 2: Planimetria generale e schema degli impianti dell'asta del Vomano ([2] parz. ridisegnato).7 | |
| Figura 3: Schema idraulico della centrale | 8 |
| Figura 4: Modello digitale del terreno a 10m/pixel nella zona del crinale della centrale di San Giacomo | 9 |
| Figura 5: Vista dell'imbocco della galleria di accesso alla Centrale di San Giacomo lungo il corso del Fiume Vomano | 11 |
| Figura 6: Vista della dorsale di Colle Piano con gli edifici della centrale di San Giacomo (da Google Earth)..... | 12 |
| Figura 7: Schema tettonico dell'Appennino Centrale (da: [40] parz. ridisegnato). Nel cerchio blu la zona della Centrale di San Giacomo..... | 13 |
| Figura 8: Stralcio dello schema tettonico dell'area di studio indicata nel riquadro rosso. In linea blu tratteggiata la traccia E-O della sezione di Figura 9 (da: foglio 409 "Gran Sasso d'Italia" [20]parz. ridisegnato)..... | 14 |
| Figura 9: Stralcio di sezione geologica tratta dal Foglio 349 Gran Sasso d'Italia" la cui traccia è indicata in Figura 8 . In rosso l'area di studio..... | 14 |
| Figura 10: Stralcio della Carta geologico-geomorfologica aree tra centrale e serbatoio Piaganini [53] (parte in alto) e della Carta geologico-geomorfologica dell'area centrale [48] (parte in basso) | 15 |
| Figura 11: Stralcio della Carta Idrogeologica tratta dallo Schema Idrogeologico dell'Italia Centrale [39] (parz.ridisegnata). In verde l'area di studio. | 19 |

| | |
|--|----|
| Figura 12: Stralcio della Carta idrogeologica (Tav. 2.2.4) dello studio per l'Individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano [14]. Le opere (in nero esistenti, in blu di progetto) ricadono nella parte meridionale del complesso idrico sotterraneo principale Montagna dei Fiori (MF) (riquadro in alto). | 20 |
| Figura 13: Stralcio della Carta dei Complessi idrogeologici del Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo [36]. Nel riquadro nero l'area di interesse che si colloca nel Complesso idrogeologico marnoso-calcareo..... | 20 |
| Figura 14: Ubicazione di sorgenti censite sul territorio regionale per l' "Aggiornamento ed Adeguamento del Piano Regolatore Generale degli acquedotti nella Regione Abruzzo" (da [38]) e riportate sullo schema geologico regionale. La freccia indica il settore di studio che ricade, secondo la ripartizione dello studio, nella "successione calcareo-silico-marnosa di transizione". | 21 |
| Figura 15: Stralcio dalla Carta dei corpi idrici sotterranei significativi e di interesse (CIS) del Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo [35] (parz. ridisegnato). Nel riquadro nero il settore dove si collocano le opere in progetto. Con la sigla GS-S è indicato il corpo idrico sotterraneo significativo del Gran Sasso-Sirente. In nero le sigle dei corpi idrici secondari. | 22 |
| Figura 16: Stralcio della Carta idrogeologica del Piano di Tutela delle Acque [37]. Le unità idrogeologiche sono quelle della figura precedente. Nei cerchi arancio le sorgenti lungo il limite di tamponamento settentrionale, nel riquadro nero la posizione delle centrali e delle opere accessorie. | 22 |
| Figura 17: Bacini idrografici dei serbatoi di Campotosto e Provvidenza (da [54]) | 23 |
| Figura 18: Temperatura media mensile vicina al suolo (da[54]) | 24 |
| Figura 19: Temperatura media mensile vicina al suolo per i periodi 1948-2000 e 2000-2021 (da [54]) | 24 |
| Figura 20: Precipitazione mensile per i bacini di interesse (da [54])..... | 25 |
| Figura 21: Precipitazione mensile (da [54])..... | 25 |
| Figura 22: Evapotraspirazione mensile per i bacini di interesse (da [54]) | 26 |
| Figura 23: Evapotraspirazione media mensile per i periodi 1948-2000 e 2000-2021 (da [54]) | 26 |
| Figura 24: Mappa idrogeologica dell'area. Le opere di progetto sono rappresentate con tratto blu mentre le esistenti in nero. Le unità idrogeologiche ed i simboli sono riportati in Figura 26 | 27 |
| Figura 25: Sezione idrogeologica schematica derivata dalla sezione geologica di progetto [53]..... | 27 |
| Figura 26: Unità idrogeologiche dello schema di Figura 24 e Figura 25 | 28 |
| Figura 27: Stralcio della Carta delle aree di salvaguardia [16]. In nero le opere esistenti, in blu le opere in progetto. | 31 |

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Sorgenti captate nei pressi della zona di studio (stralcio da [18]). 32

1. INTRODUZIONE

Enel Produzione S.p.A. ha affidato a Lombardi SA l'incarico professionale di ingegneria per la Progettazione Definitiva per Autorizzazione di una nuova centrale di pompaggio in caverna (San Giacomo III) da realizzarsi in prossimità delle 2 esistenti (San Giacomo I e II), site nel territorio del comune di Fano Adriano, in provincia di Teramo (**Figura 1**). La centrale in caverna il salto tra il serbatoio della diga di Provvidenza e quello della diga di Piaganini.

La presente relazione illustra le caratteristiche idrogeologiche dell'area interessata dal progetto. Lo studio è stato condotto basandosi su informazioni da bibliografia e risultati di indagini già eseguite nell'intorno dell'opera sulla medesima formazione geologica. Viene quindi redatto nei limiti delle informazioni disponibili.

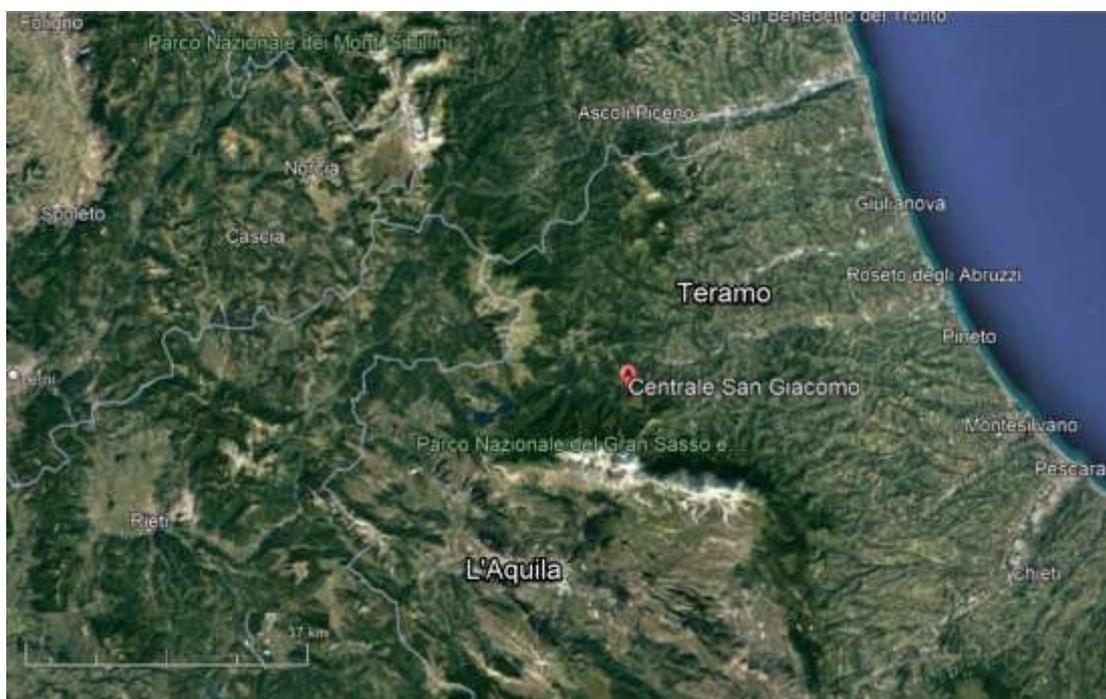


Figura 1: Ubicazione della centrale di San Giacomo (da Google Earth)

- **Capitolo 1** contiene l'introduzione al tema tecnico nel seguito sviluppato;
- **Capitolo 0** descrive brevemente le caratteristiche dell'impianto esistente;
- **Capitolo 3** descrive la metodologia di lavoro adottata;
- **Capitolo 7** Inquadra l'idrogeologia dell'area;
- **Capitolo 9** illustra gli aspetti meteorologici;
- **Capitolo 10** illustra i complessi idrogeologici e lo schema idrogeologico;
- **Capitolo 11** descrive le caratteristiche delle sorgenti;
- **Capitolo 12** valuta le interferenze;
- **Capitolo 13** elenca i riferimenti bibliografici.

Gli elaborati progettuali a cui il presente rapporto fa in particolare riferimento sono:

- GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.007.00 - Relazione Geologica
- GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.008.00 - Relazione Geotecnica
- GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.009.00 - Carta geologico-geomorfologica generale-Area di Centrale
- GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.010.00 - Caverna di centrale - Sezioni geologico-geotecniche trasversali
- GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.011.00 - Caverna di centrale - Sezione geologico-geotecnica longitudinale
- GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.012.00 - Sezione geologica longitudinale galleria accesso, diramazione CF e pozzo cavi
- GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.013.00 - Sezione geologica galleria di servizio - partenza raise boring - nuova CF
- GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.064.00 - Carta geologico-geomorfologica generale-Aree tra centrale e serbatoio Piaganini
- GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.004.00 - Relazione Idrologica

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La centrale di San Giacomo (o Centrale Ignazio Silone) fa parte degli impianti che utilizzano a scopo idroelettrico le acque del Fiume Vomano. Questo corso d'acqua nasce alle pendici del Monte San Franco nel Parco Nazionale del Gran Sasso e sfocia nel Mar Adriatico nei pressi di Roseto degli Abruzzi per una lunghezza complessiva di circa 76 km. Tra i suoi affluenti nell'area di interesse si ricordano il Rio Fucino, il Rio Arno ed il Torrente Mavone.

L'impianto di San Giacomo al Vomano, con derivazione dal serbatoio di Provvidenza e restituzione nel serbatoio di Piaganini, finito di costruire alla fine degli anni '40, è stato ampliato tra il 1994 e il 1995. Lo schema degli impianti presenti è illustrato in **Figura 2** e **Figura 3**.

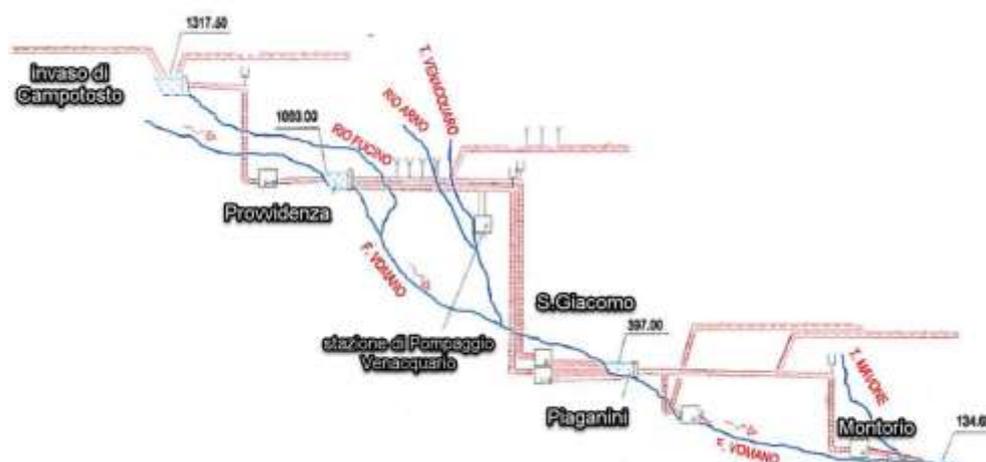
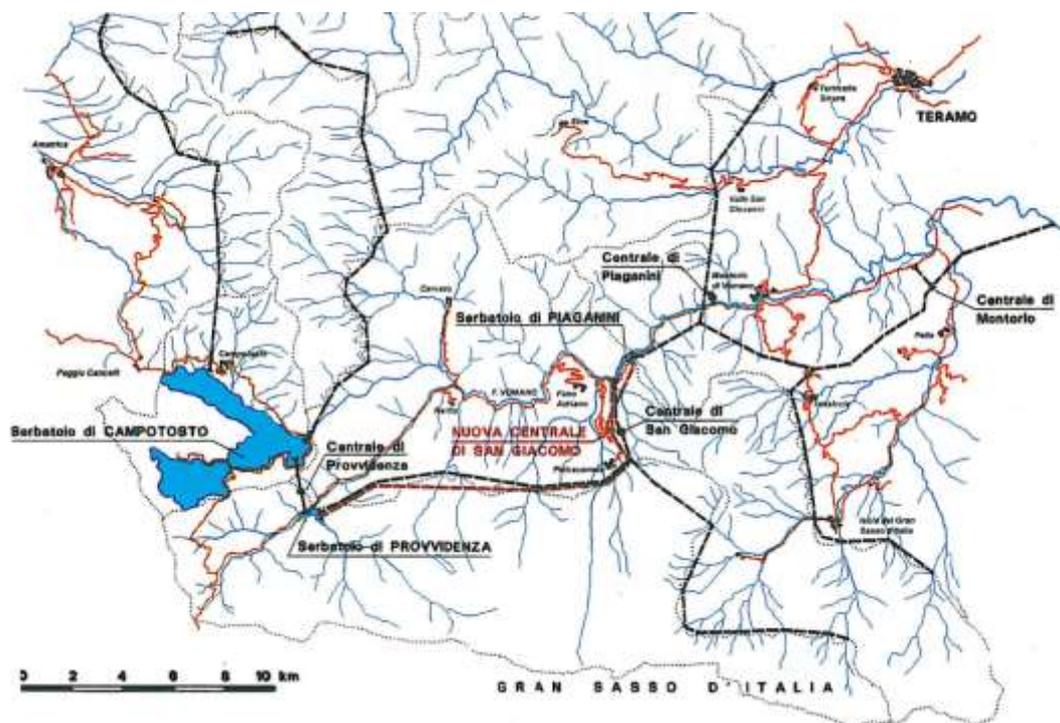


Figura 2: Planimetria generale e schema degli impianti dell'asta del Vomano ([2] parz. ridisegnato)

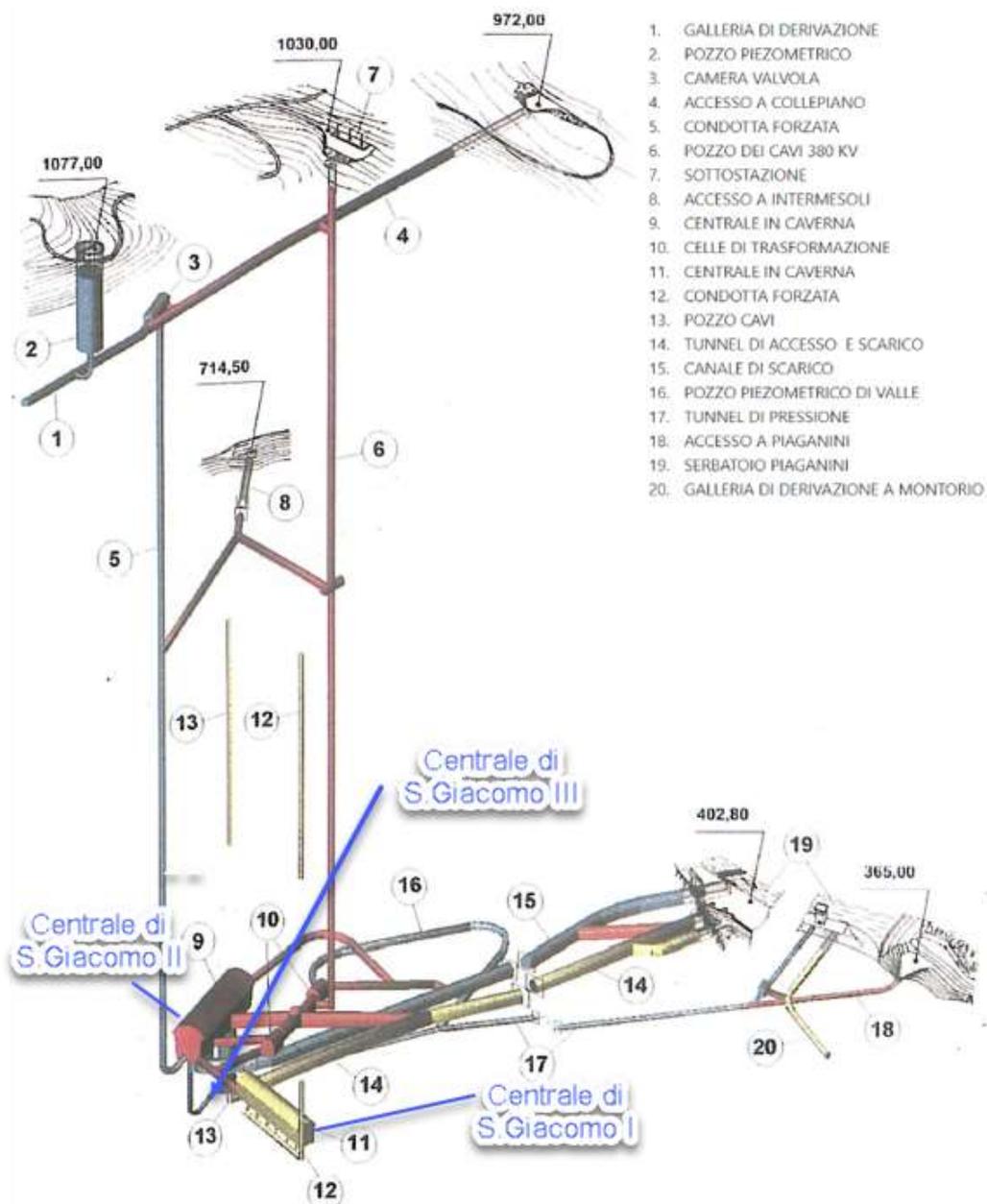


Figura 3: Schema idraulico della centrale

L'intervento prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- realizzazione di una nuova caverna sotto le caverne esistente in cui installare la nuova pompa, dotata di galleria accesso carrabile e galleria di via di fuga;
- connessione alla condotta forzate esistente di San Giacomo II;
- modifiche al pozzo piezometrico di monte finalizzate ad un aumento del volume disponibile, con formazione di una camera di espansione superiore, interrata;
- Costruzione di un nuovo pozzo piezometrico di valle
- Costruzione di una nuova galleria di scarico/aspirazione con nuova opera di presa a lago nel serbatoio Piaganini
- connessione dei cavi MT al trasformatore esistente.

3. METODOLOGIA DI LAVORO

Nell'ambito dello studio sono state effettuate le seguenti attività:

- Ricerca ed analisi del materiale bibliografico disponibile;
- Esame di immagini satellitari;
- Rilevamento geologico-geomorfologico;
- Stesura della relazione idrogeologica.

3.1 Base topografica e Modello Digitale del Terreno

La base topografica utilizzata per lo studio deriva dal Modello Digitale del Terreno a 10 m/pixel reso disponibile dalla Regione Abruzzo [26]. Dal DTM sono state estratte le isoipse (10m) rappresentate nella Carta geologico geomorfologica generale. Le viabilità e gli elementi antropici sono estratti dal Data Base Territoriale scala 1:5'000 in formato shapefile della Regione Abruzzo [24].

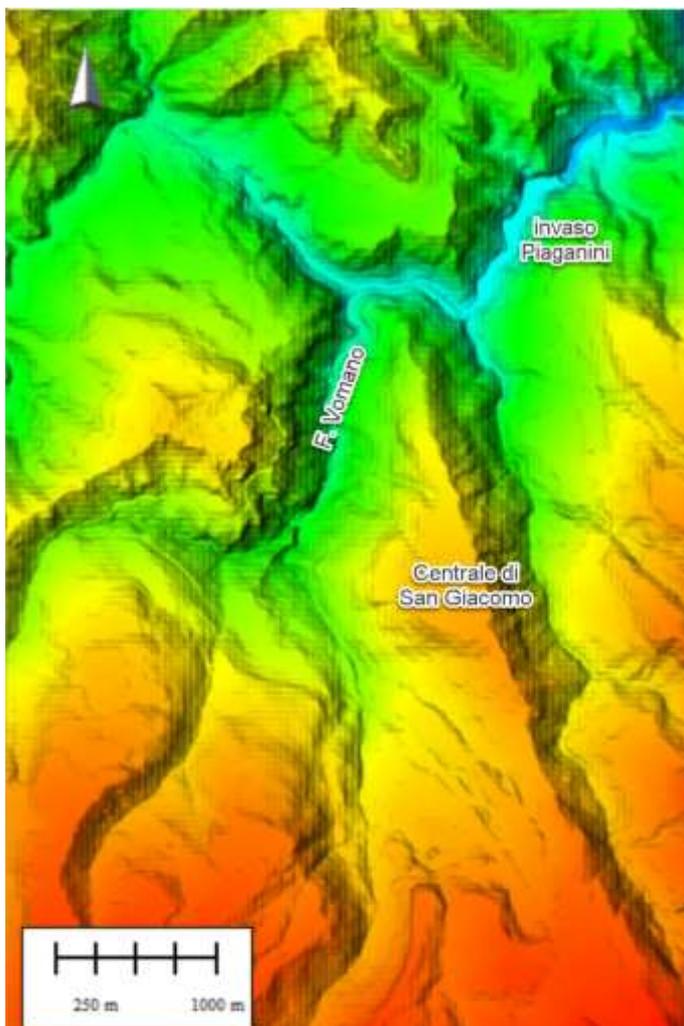


Figura 4: Modello digitale del terreno a 10m/pixel nella zona del crinale della centrale di San Giacomo

Il DTM è stato inoltre utilizzato in ambiente GIS per l'analisi geomorfologica tramite visualizzazione del terreno sia sotto forma di quote che di pendenze, utilizzando vari angoli di illuminazione per esaltare così le forme morfologiche e i cambi di pendenza.

3.2 Immagini satellitari ed ortofoto

A supporto del rilevamento geologico geomorfologico oltre ai modelli digitali del terreno sopra descritti sono state analizzate le immagini satellitari multitemporali disponibili sulla piattaforma Google Earth per i periodi 2012-2020 al fine di verificare eventuali modifiche morfologiche dei luoghi. Inoltre sono state consultate le ortofoto reperite presso la piattaforma Opendata della Regione Abruzzo [31], in particolare:

4. Ortofoto Regione Abruzzo 2001 – 2005 (0.50 m/pixel)
5. Ortofoto Regione Abruzzo 2007 (0.20 m/pixel)
6. Ortofoto digitale delle province di Teramo, Pescara e L'Aquila – 2010 (0.20 m/pixel)

6.1 Rilevamento geologico

Nel mese di gennaio 2022 sono state effettuate attività di rilevamento geologico di dettaglio al fine di identificare le principali unità litologiche, le strutture tettoniche e gli elementi geomorfologici. Il rilevamento ha riguardato la dorsale di Colle Piano e le aree immediatamente adiacenti.

Le attività sul campo sono state condotte con l'ausilio di tablet rugged dotati di ricevitore GPS (precisione di posizionamento 3-5m) e applicativo GIS FieldMove che ha permesso l'editing diretto sul campo delle informazioni acquisite.

6.2 Documentazione bibliografica

La ricerca bibliografica ha permesso di recuperare molte informazioni utili a definire le caratteristiche geologico-geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area in esame. La documentazione di riferimento viene elencata nel **Capitolo 13**.

In particolare per gli aspetti geologici si è fatto riferimento alla Carta Geologica Nazionale Foglio 349 "Gran Sasso d'Italia" [11]. Per gli aspetti geomorfologici invece è risultata utile la Carta geomorfologica allegata al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi. "Fenomeni gravitativi e processi erosivi" [23] che individua le forme sulla base dell'agente morfogenetico dominante. Questi dati hanno costituito la base di partenza per i rilievi di terreno.

Di grande importanza sono risultati i dati forniti dalla Committente relativi alla costruzione della Centrale di San Giacomo II [2] in particolare la relazione e le tavole dei rilievi strutturali redatte dopo l'esecuzione dei grandi scavi della centrale in caverna [6][7][8][9][10].

I dati costruttivi relativi alla Centrale San Giacomo II (anni '90) sono descritti in un articolo [1], redatto in fase di completamento delle opere, che riporta i principali aspetti geologici ed idrogeologici dell'opera.

Per gli aspetti idrogeologici si è fatto riferimento i seguenti documenti:

- Schema Idrogeologico dell'Italia Centrale [39];
- Relazioni e tavole del Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo, reperite presso il sito regionale [32]. Questi elaborati hanno permesso l'inquadramento idrogeologico e la definizione dei complessi idrogeologici e degli acquiferi significativi dell'area del Bacino del Vomano in cui si collocano le opere [33][34][35][36][37];
- Lo studio "Individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano così come previsto dal D.LGS. 152/2006 e dal Piano di Tutela delle acque adottato dalla Regione Abruzzo" che si compone di numerosi documenti, ha permesso di individuare le sorgenti a scopo idropotabile nei pressi dell'area in esame e di definire l'idrogeologia della zona [14][15][16][17][19];
- Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente (ARTA Abruzzo) che per i corpi idrici significativi riporta i punti di monitoraggio e definisce la qualità delle acque [11];
- Archivio Nazionale delle Indagini di Sottosuolo (Legge 464/1984) di ISPRA per la verifica della presenza di pozzi per acqua [27]. Nella banca dati, consultata nel luglio 2022, non sono indicati pozzi per la zona di interesse.



Figura 5: Vista dell'imbocco della galleria di accesso alla Centrale di San Giacomo lungo il corso del Fiume Vomano



Figura 6: Vista della dorsale di Colle Piano con gli edifici della centrale di San Giacomo (da Google Earth)

6.3 Indagini diga Piaganini

Gli studi elaborati da Cesi per la verifica sismica della diga Piaganini [3][4], includono una serie di prove di laboratorio condotte sul calcestruzzo e sulla roccia di fondazione che è costituita dalla Marne con Cerrognana. Nei sondaggi perforati nel corpo della diga ed al passaggio con substrato roccioso vennero eseguite prove di permeabilità. Nella zona di passaggio calcestruzzo/roccia è riportato il valore di 0,7 unità Lugeon.

La permeabilità degli ammassi nei settori dove sono previsti gli scavi dovrà necessariamente essere indagata tramite apposita campagna geognostica con realizzazione di prove Lugeon. Inoltre la presenza di una falda e le sue variazioni di pressione dovranno essere monitorate tramite sensori piezometrici.

7. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

7.1 Assetto geologico

L'area di studio si colloca nella porzione esterna (Est) della catena appenninica la cui genesi è legata all'interazione tra i blocchi continentali sardo-corso (Europeo) e adriatico (Adria). Nell'Appennino umbro-marchigiano-abruzzese sono presenti unità carbonatiche legate alla deformazione del margine continentale della placca Adria mentre nell'Appennino Settentrionale e Meridionale alle unità carbonatiche sono sovrascorse le unità liguri derivanti dalla deformazione del prisma di accrezione. Pertanto, la catena laziale abruzzese in esame costituisce il settore di raccordo tra i due archi dell'Appennino Settentrionale e Meridionale [28]. L'area di studio si colloca immediatamente a nord della struttura a thrust del Gran Sasso (Gran Sasso Front) (**Figura 7**) che rappresenta la culminazione assiale della catena centro-appenninica dove le successioni carbonatiche triassico-mioceniche raggiungono circa i 3000m di quota.

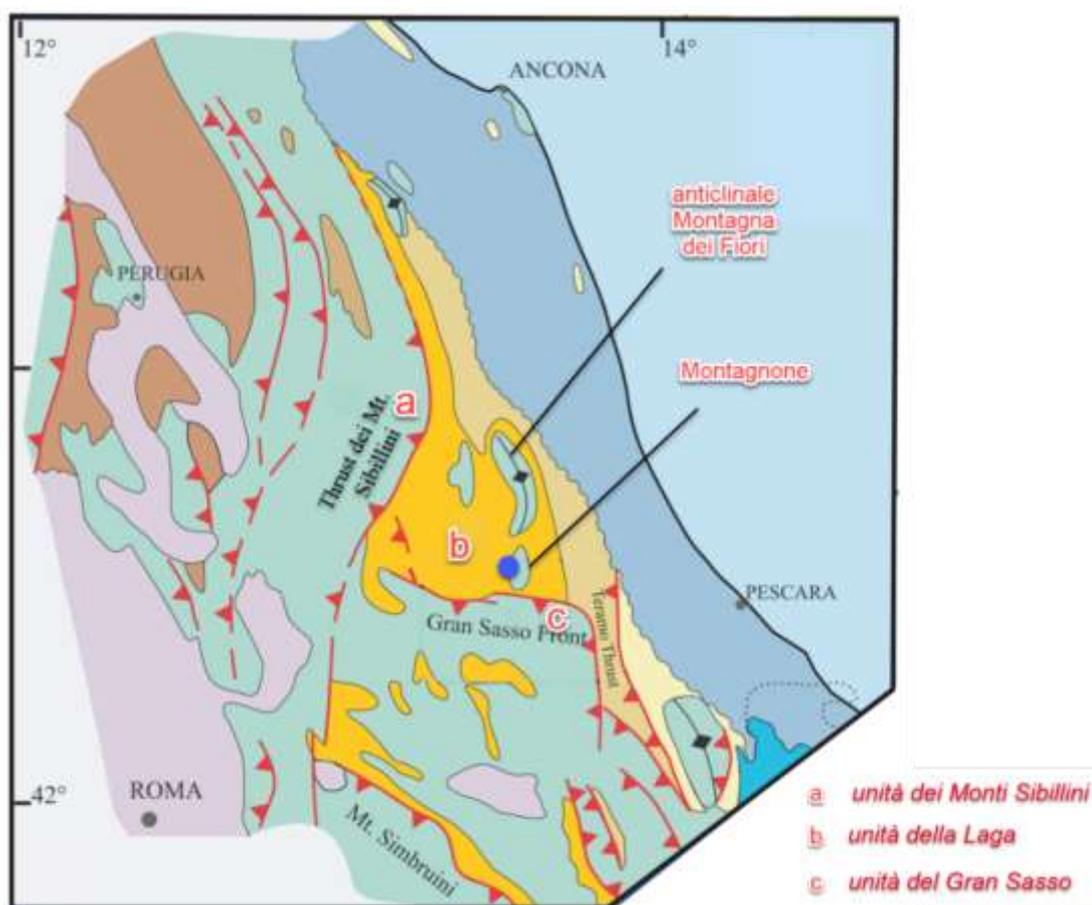


Figura 7: Schema tettonico dell'Appennino Centrale (da: [40] parz. ridisegnato). Nel cerchio blu la zona della Centrale di San Giacomo.

Secondo la ricostruzione presente nella Carta Geologica d'Italia la zona di studio appartiene alla Successione Carbonatica pre-orogena affiorante nella zona del Montagnone, e sulla quale si

depositano stratigraficamente in discordanza i depositi silicoclastici dell'Unità della Laga (**Figura 8 e Figura 9**)

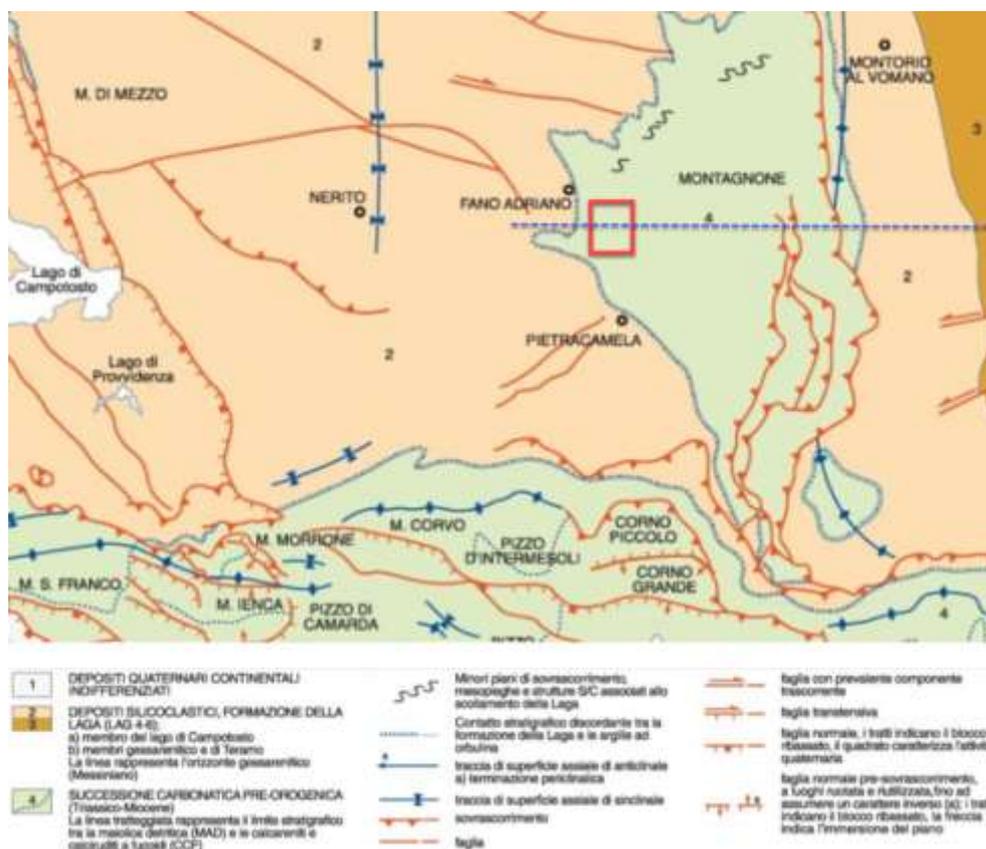


Figura 8: Stralcio dello schema tettonico dell'area di studio indicata nel riquadro rosso. In linea blu tratteggiata la traccia E-O della sezione di **Figura 9** (da: foglio 409 "Gran Sasso d'Italia" [20] parz. ridisegnato).

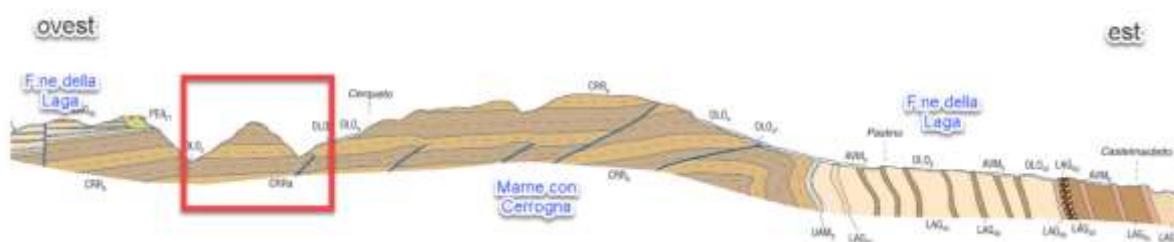


Figura 9: Stralcio di sezione geologica tratta dal Foglio 349 Gran Sasso d'Italia" la cui traccia è indicata in **Figura 8**. In rosso l'area di studio.

Rimandando alla relazione geologica per gli approfondimenti di inquadramento geologico strutturale e geomorfologico dell'area, di seguito si descrive la successione stratigrafica presente nelle Carte geologico-geomorfologiche [48][53] e nelle sezioni geologiche [49][50][51][52] della zona di studio partendo dalle unità di substrato seguite dai depositi e coperture. I termini fanno riferimento alle unità presenti nella Carta Geologica d'Italia foglio 349 "Gran Sasso d'Italia" [20] per le unità osservate in superficie ed alla documentazione del progetto della Centrale San Giacomo II per le unità di sottosuolo [6].

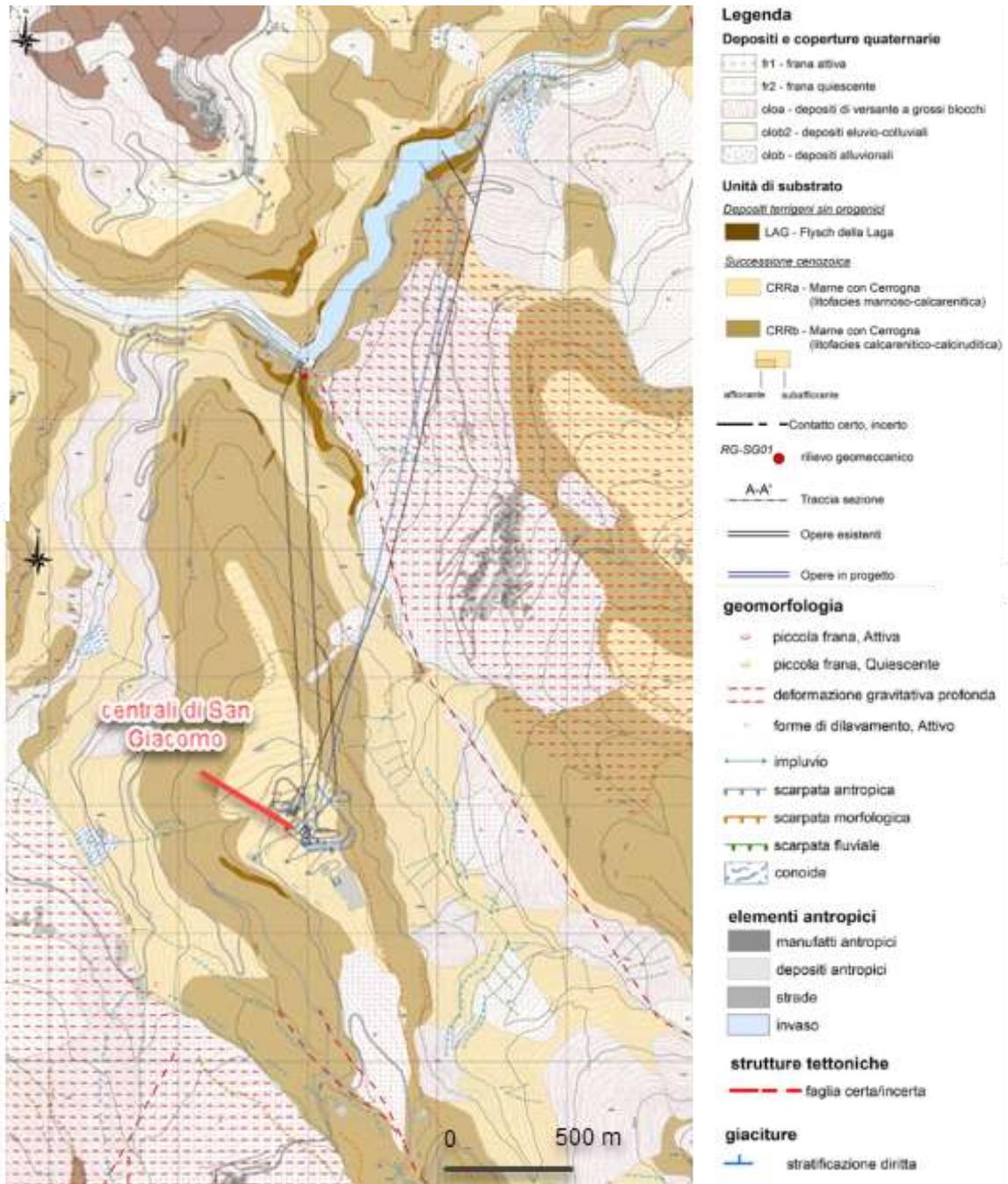


Figura 10: Stralcio della Carta geologico-geomorfologica aree tra centrale e serbatoio Piaganini [53] (parte in alto) e della Carta geologico-geomorfologica dell'area centrale [48] (parte in basso)

7.1.1 Depositi terrigeni sin-orogenici

Formazione della Laga – LAG

Depositi silicoclastici caratterizzati da una porzione inferiore prevalentemente arenacea in strati spessi ed una superiore più pelitica con strati arenacei più sottili. Sono presenti due orizzonti guida uno gessarenitico nella porzione basale ed uno tuffitico nella parte alta. Nel foglio Gran Sasso d'Italia [11] l'unità è suddivisa in tre membri: il membro del Lago di Campotosto (LAG4), membro gessarenitico (LAG5), membro di Teramo (LAG6). La formazione della Laga che affiora marginalmente nella zona di studio è attribuibile al membro del Lago di Campotosto con facies arenacea ed arenaceo pelitica. Età: Messiniano p.p.

7.1.2 Successione Meso-Cenozoica

La successione Meso-Cenozoica interessata dalle opere in progetto è costituita dalle seguenti unità elencate per età crescente (dall'alto al basso stratigrafico).

Marne con Cerrognana - CRR

La formazione è distinta in due litofacies:

- litofacies marnoso-calcarenitica (CRRa). Marne, marne calcaree grigie e grigio avana, marne argillose con foraminiferi planctonici con intercalazioni di calcareniti in strati medi con granulometria da molto fine a media.
- Litofacies calcarenitico-calcirudite (CRRb). Calcareniti e calciruditi torbiditiche grigie e nocciola, in strati e banchi, con spongoliti e glauconite rimaneggiata e marne calcaree grigie. Verso la parte bassa è presente un livello a prevalenti calcareniti massicce con lamellibranchi, ostreidi e pectinidi.

Lo spessore complessivo della formazione è di circa 750m. Età: Langhiano-Tortoniano p.p.

Formazione di Bisciario - BIS

La formazione è stata identificata negli scavi della centrale in caverna di San Giacomo II e della galleria di scarico, pertanto se ne riporta la descrizione tratta dalla documentazione tecnica [6].

Calcari marnosi e marne calcaree, con frequenti intercalazioni di calcari selciferi costituiti da microscopiche spicole di spugne silicee (calcari spongolitici). Gli spessori variano da banchi superiori al metro a settori con strati di spessore tra 20 e 40 cm. Strutture da slumping (deformazioni sinsedimentarie) sono riconosciute nello scavo della galleria di scarico. Nell'area della centrale Faitelli [6] segnala presenza rocce laminate con fenomeni di pressure solution.

Nel Foglio 359 "L'Aquila" della Carta Geologica d'Italia [21] confinante con il Foglio 349 "Gran Sasso d'Italia", il Bisciario viene così descritto: "*Marne stratificate e calcari marnosi avana e avana chiaro con patine di alterazione giallo-ocracee, a foraminiferi planctonici e selce nera; presenza di intercalazioni calcarenitiche in strati spessi (BIS). Alla base orizzonti ricchi in glauconite (BIS1).*"

Lo spessore complessivo è stimato in circa 150 m. Età: Aquitaniano-Langhiano

Scaglia cinerea – SCC

La formazione, pur non affiorando nella zona di studio né essendo stata intercettata nelle centrali già costruite, non si esclude che possa essere incontrata negli scavi di San Giacomo III in quanto la nuova opera si attesta ad una quota più bassa e stratigraficamente inferiore rispetto a San Giacomo II. La Scaglia cinerea è costituita da alternanze di marne e marne calcaree grigio verdastre o rossastre in livelli ricchi di macroforaminiferi, con livelli di selce nera. Ad ovest del M. Ienca nella formazione si intercalano anche potenti banchi calcarei detritici lito- e bio- clastici. In altri settori, situati a sud della zona di studio, la litofacies marnosa viene sostituita da wackestone detritici e livelli calcarenitici.

Lo spessore massimo non supera qualche decina di metri. Età: Luteziano p.p. – Chattiano

7.1.3 Depositi e coperture quaternarie continentali

Sono stati distinti:

- **Depositi alluvionali (olob)** Depositi sabbiosi, ghiaiosi e limosi. Talora livelli e lenti di argilla. Età: Olocene-attuale
- **Depositi eluvio-colluviali (olob2)** Coltri siltoso-sabbiose e limoso-argillose con clasti calcarei e/o arenacei. Età: Olocene-attuale
- **Detrito di versante a grossi blocchi (oloa)** Clasti a spigoli vivi eterogenei ed eterometrici fino a grossi blocchi. Matrice calcarea o siltoso-sabbiosa. Di solito poco o nulla cementati. Età: Olocene-attuale
- **Depositi di frana (fr1, fr2)** Accumuli caotici di frammenti litici eterogenei di varie dimensioni fino ai grandi blocchi, con matrice siltoso-sabbiosa più o meno abbondante. Con fr1 si indicano le frane con indizi di evoluzione e con fr2 le frane quiescenti. Età: Olocene-attuale.

8. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Sono disponibili vari studi a diversa scala che indagano le caratteristiche idrogeologiche del settore in cui si colloca l'area di studio.

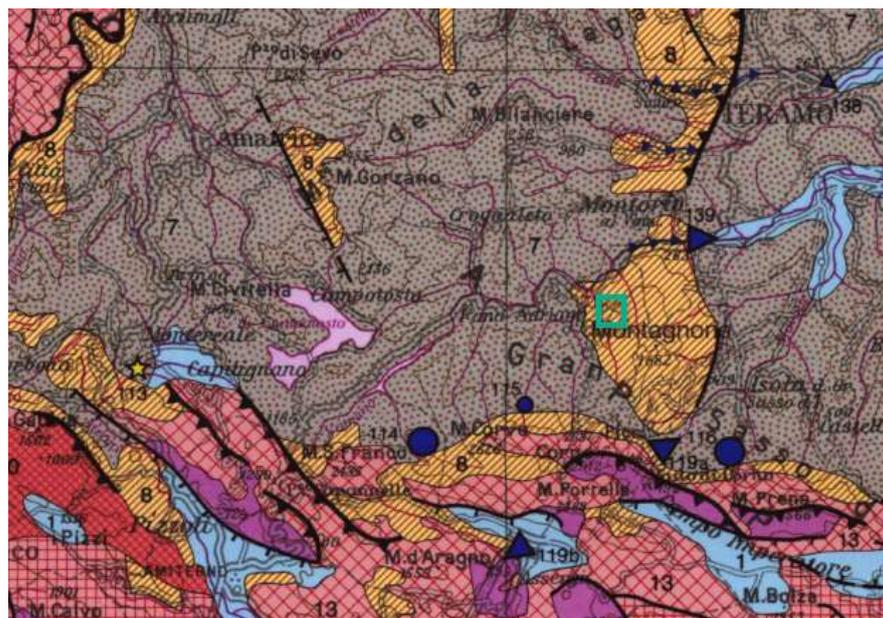
Lo schema idrogeologico regionale è rappresentato dalla Carta Idrogeologica dell'Appennino Centrale della quale si riporta uno stralcio per l'area di San Giacomo in **Figura 11**. Il settore ricade nel Complesso marnoso-calcarenitico con breccie che segna il passaggio tra la sedimentazione carbonatica e quella terrigena [39], il cui spessore è stimato in alcune centinaia di metri. La cartografia riporta che *“per la natura litologica ed il contesto strutturale nel quale si trovano, queste rocce sono generalmente molto fratturate ed interessate da diffuso carsismo che può assumere particolare sviluppo dove prevalgono le intercalazioni carbonatiche. Presenza di falde discontinue, in orizzonti sovrapposti che alimentano piccole sorgenti e un apprezzabile flusso di base, sovente di carattere perenne”*.

Lo studio valuta che questo complesso idrogeologico presenti una infiltrazione efficace media annua tra 100 e 300 mm/anno.

Nello studio “Individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano così come previsto dal D.LGS. 152/2006 e dal Piano di Tutela delle acque adottato dalla Regione Abruzzo” [14] l'area ricade all'interno del “corpo idrico sotterraneo principale significativo – Montagna dei Fiori (MF)” costituito da Calcari marnosi, marne e calcari con selce (**Figura 12**). Il complesso si compone di due settori uno a nord nella zona della Montagna dei Fiori ed uno più meridionale nella zona del Montagnone dove è collocata la centrale. La successione stratigrafica affiorante alla Montagna dei Fiori [41] comprende diverse unità carbonatiche meso-cenozoiche a partire dal Massiccio (Lias) passando successivamente alla Corniola, Rosso Ammonitico, Calcari a Posidonia e Dispri, Maiolica, Marne a Fucoidi, Scaglia bianca e rossa, Scaglia cinerea fino alle marne a calcari marnosi con selce del Bisciaro (Miocene inferiore). Vi appartiene inoltre l'unità sommitale costituita da marne con intercalazioni di torbiditi carbonatiche spesso ricche di frammenti spongolitici e glauconitici (marne con Cerrognana) del Miocene medio-Miocene superiore. Quest'ultima unità caratterizza la zona del Montagnone dove viene attribuita, dalla Carta Geologica d'Italia [20], alla Formazione delle Marne con Cerrognana.

Le risorse idriche maggiori sono legate alla porzione carbonatica settentrionale dove il deflusso idrico sotterraneo risulta orientato da SSE-NNW, cioè verso il territorio della Regione Marche dove per altro si registrano le principali emergenze della falda.

Il Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo include vari documenti che definiscono i complessi idrogeologici (**Figura 13**), riconoscono i Corpi Idrici sotterranei Significativi (CIS) (**Figura 15**) e riportano le principali sorgenti (**Figura 16**).



Depositi post orogenici, di copertura e di colmamento, prevalentemente continentali, subordinatamente marini di ambiente neritico

1 Complesso dei depositi detritici di limitato spessore

Depositi marini tardo e sin-orogenici prevalentemente terrigeni caratterizzati da limitata circolazione sotterranea

7 Complesso dei flysch arenacei

8 Complesso marnoso-calcarenitico

Dominio della sedimentazione pelagica, caratterizzato da alti valori di infiltrazione efficace e attiva circolazione sotterranea

13 Complesso di transizione bacino-piattaforma

Successione basale dell'Appennino centrale, dolomitica e metamorfica caratterizzata da limitata infiltrazione e ridotta percolazione

14 Complesso dolomitico

15 sorgente puntuale

209 sorgente lineare

Figura 11: Stralcio della Carta Idrogeologica tratta dallo Schema Idrogeologico dell'Italia Centrale [39] (parz.ridisegnata). In verde l'area di studio.

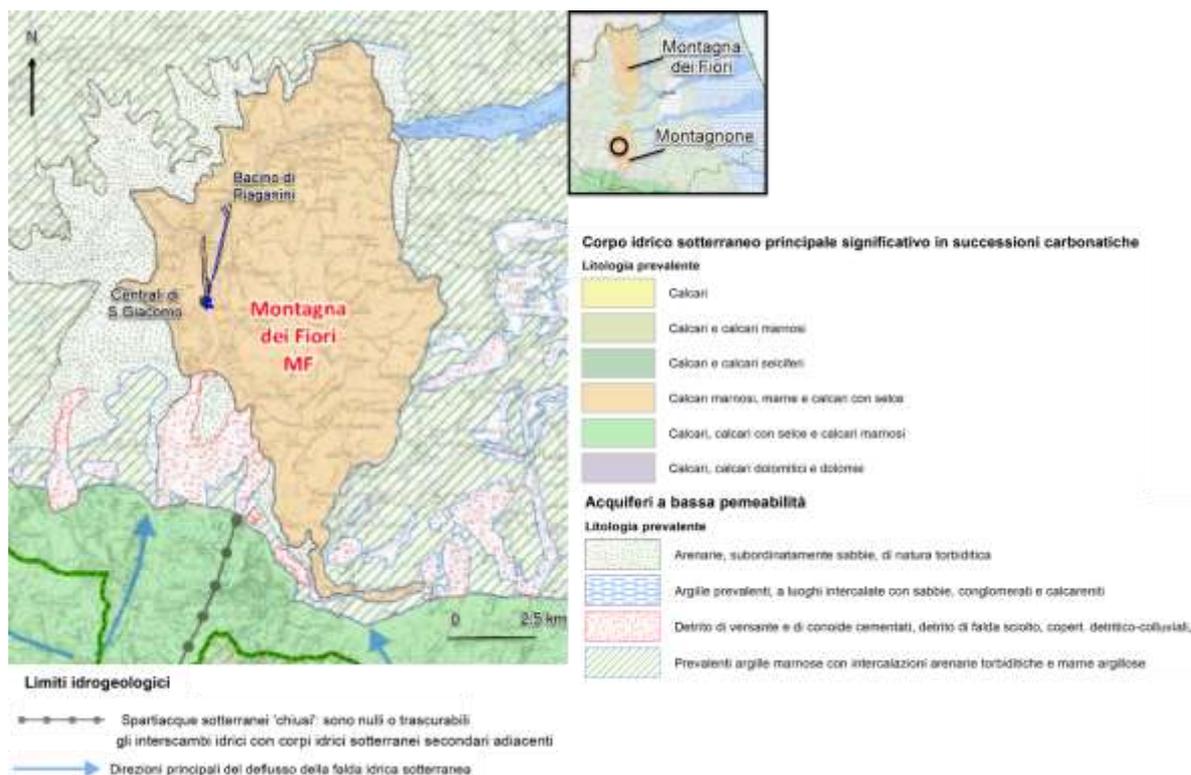


Figura 12: Stralcio della Carta idrogeologica (Tav. 2.2.4) dello studio per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano [14]. Le opere (in nero esistenti, in blu di progetto) ricadono nella parte meridionale del complesso idrico sotterraneo principale Montagna dei Fiori (MF) (riquadro in alto).

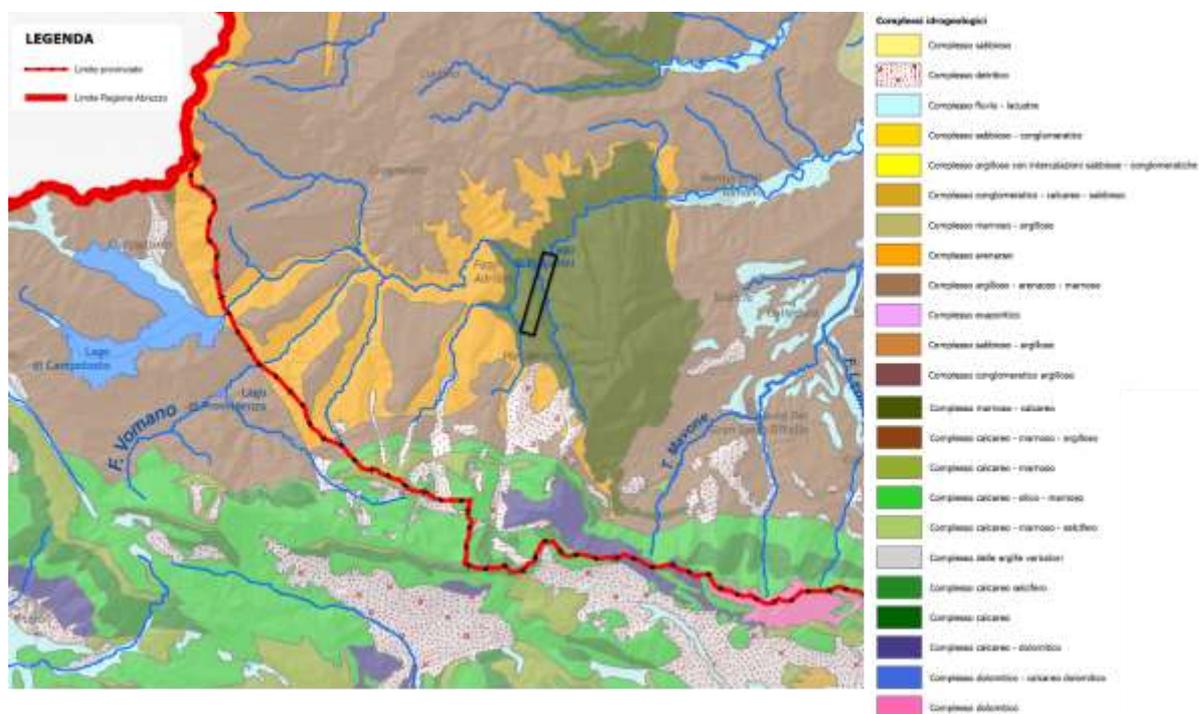


Figura 13: Stralcio della Carta dei Complessi idrogeologici del Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo [36]. Nel riquadro nero l'area di interesse che si colloca nel Complesso idrogeologico marnoso-calcareo

Secondo tale documento il settore di catena appenninica in esame è caratterizzato dall'acquifero carbonatico-carsico del Gran Sasso, colori verdi chiari nella parte bassa di **Figura 13**. Si tratta di un importante acquifero regionale caratterizzato dalle successioni dell'Unità di Piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese. Il Piano di Tutela delle Acque lo indica come "Corpo idrico sotterraneo significativo dei Monti del Gran Sasso – Monte Sirente (GS-S)". L'acquifero GS-S è allungato in direzione NO-SE ed è delimitato da discontinuità tettoniche e da depositi argilloso-arenaceo-marnosi poco permeabili per lo più costituiti dalla Formazione della Laga. Il suo limite idrogeologico settentrionale è di tamponamento e rappresentato dall'accavallamento della successione carbonatica sul "Flysch della Laga", poco permeabile [33]. L'architettura di GS-S è piuttosto complessa: al suo interno sono distinguibili una serie di bacini idrici sotterranei intercomunicanti che creano una zona di alto idrostrutturale la cui falda defluisce verso nord alimentando gruppi di sorgenti (del Chiarino, del Rio Arno, ecc.) (**Figura 16**). Queste sorgenti sono state oggetto di monitoraggio quali-quantitativo ed alcune fanno parte della rete di monitoraggio acque sotterranee di ARTA [13]. In particolare si osserva che le acque della sorgente del Rio Arno, circa 7 km a sud delle centrali di S. Giacomo, sono destinate all'acquedotto del Ruzzo che serve il settore teramano.

Secondo il quadro sopra delineato la zona di studio non ricade in un complesso idrico sotterraneo significativo (CIS) (**Figura 15**). Ad ogni buon conto si deve sottolineare che la successione della zona del Montagnone è sede di un acquifero, anche se di minore importanza, che dà luogo a numerose emergenze sorgentizie **Figura 14**.

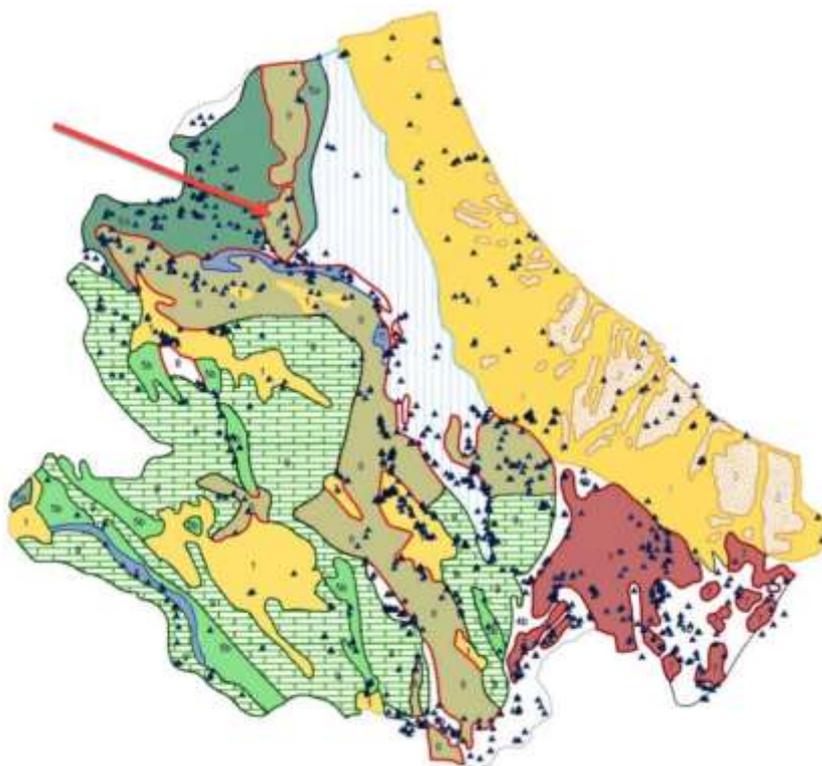


Figura 14: Ubicazione di sorgenti censite sul territorio regionale per l' "Aggiornamento ed Adeguamento del Piano Regolatore Generale degli acquedotti nella Regione Abruzzo" (da [38]) e riportate sullo schema geologico regionale. La freccia indica il settore di studio che ricade, secondo la ripartizione dello studio, nella "successione calcareo-silico-marnosa di transizione".

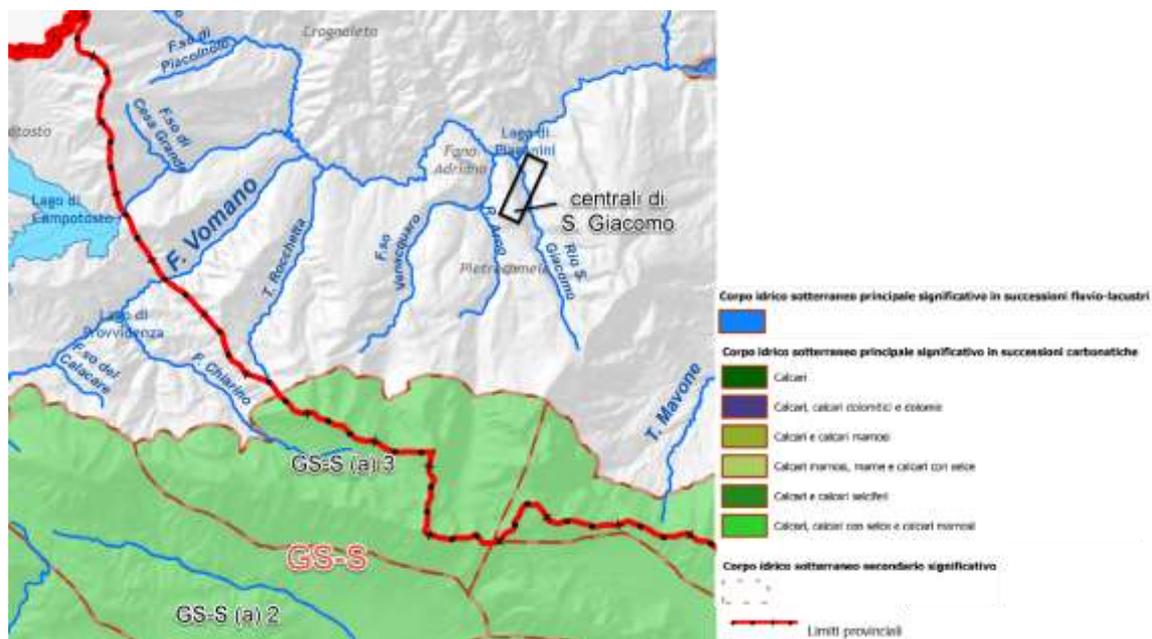


Figura 15: Stralcio dalla Carta dei corpi idrici sotterranei significativi e di interesse (CIS) del Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo [35] (parz. ridisegnato). Nel riquadro nero il settore dove si collocano le opere in progetto. Con la sigla GS-S è indicato il corpo idrico sotterraneo significativo del Gran Sasso-Sirente. In nero le sigle dei corpi idrici secondari.

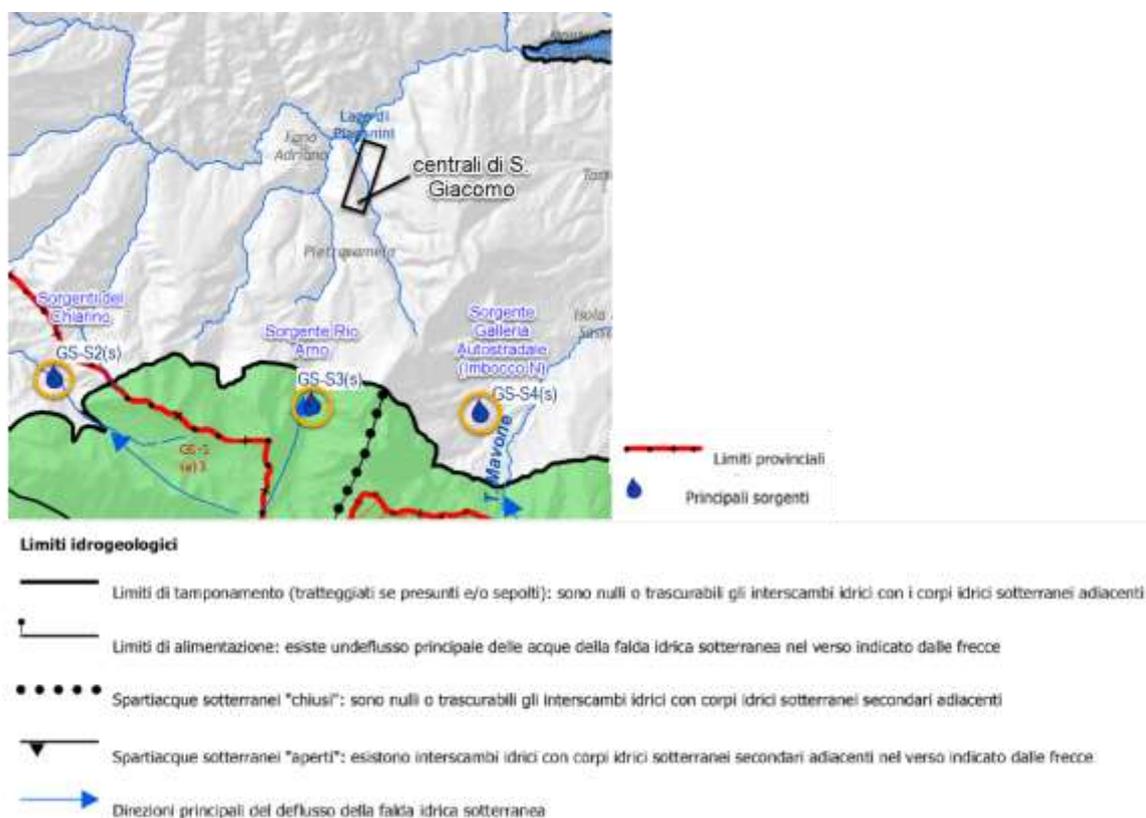


Figura 16: Stralcio della Carta idrogeologica del Piano di Tutela delle Acque [37]. Le unità idrogeologiche sono quelle della figura precedente. Nei cerchi arancio le sorgenti lungo il limite di tamponamento settentrionale, nel riquadro nero la posizione delle centrali e delle opere accessorie.

9. ASPETTI METEOCLIMATICI

9.1 Inquadramento generale

Il clima della Regione Abruzzo il cui territorio è compreso tra le catene montuose appenniniche e la linea di costa adriatica, tende a divenire via via più mite spostandosi da ovest ad est. Secondo quanto riportato nel Rapporto sullo stato dell’Ambiente [11] “*facendo riferimento alla classificazione di Köppen-Geiger per il periodo 1986-2010, quasi l’intera regione è caratterizzata dalla classe dei Climi Mesotermi di tipo C (temperati delle medie latitudini) con temperatura media del mese più freddo compresa tra 18 °C e -3 °C e dove almeno in un mese si ha una temperatura media superiore a 10°C*”.

Nelle aree appenniniche di medio-alta montagna è presente il sottotipo climatico “*Cfc: clima temperato senza stagione secca con estate fresca e breve (Oceanico Sub-Polare)*”.

9.2 Condizioni metereologiche dell’area

La caratterizzazione termo-pluviometrica dell’area di studio fa riferimento a quanto riportato nella Relazione Idrologica allegata al progetto (GRE.EEC.R.29.IT.H.51386.00.102.00). In tale elaborato la caratterizzazione storica dei principali dati climatici è stata effettuata utilizzando i dati satellitari NASA, mediati sull’area dei bacini e sottobacini imbriferi dei serbatoi di Campotosto e Provvidenza appartenenti al bacino del Vomano (**Figura 17**)

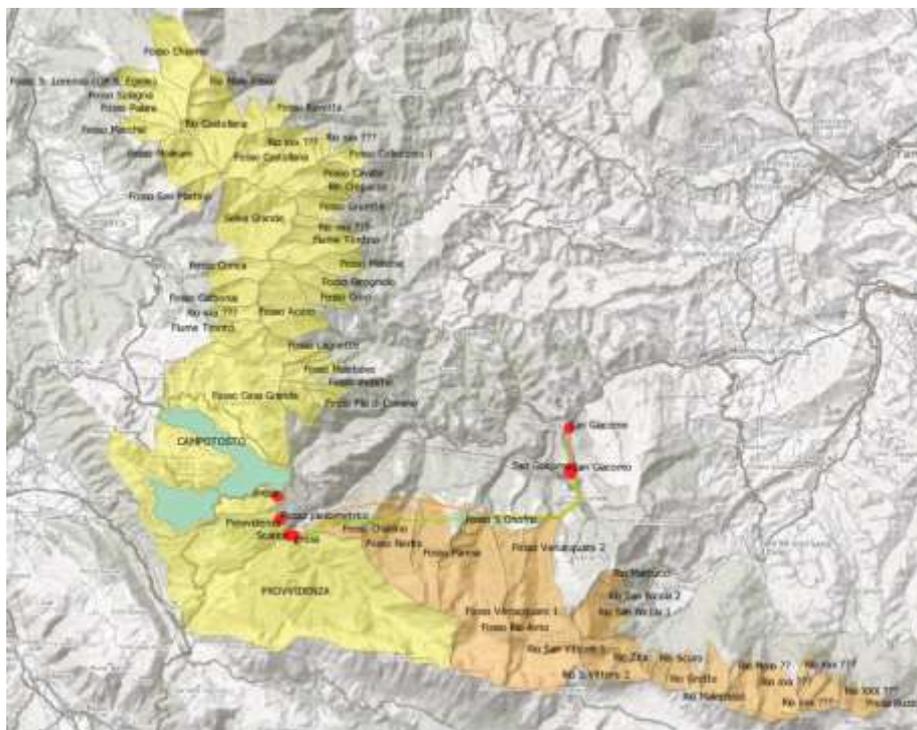


Figura 17: Bacini idrografici dei serbatoi di Campotosto e Provvidenza (da [54])

9.3 Temperatura

Come parametro di riferimento è stata considerata la temperatura media mensile dell'aria vicina alla superficie. L'andamento riportato in **Figura 18**, per il periodo 1948-2021, mostra una tendenza crescente dei valori di temperatura, in particolare nell'ultimo ventennio.

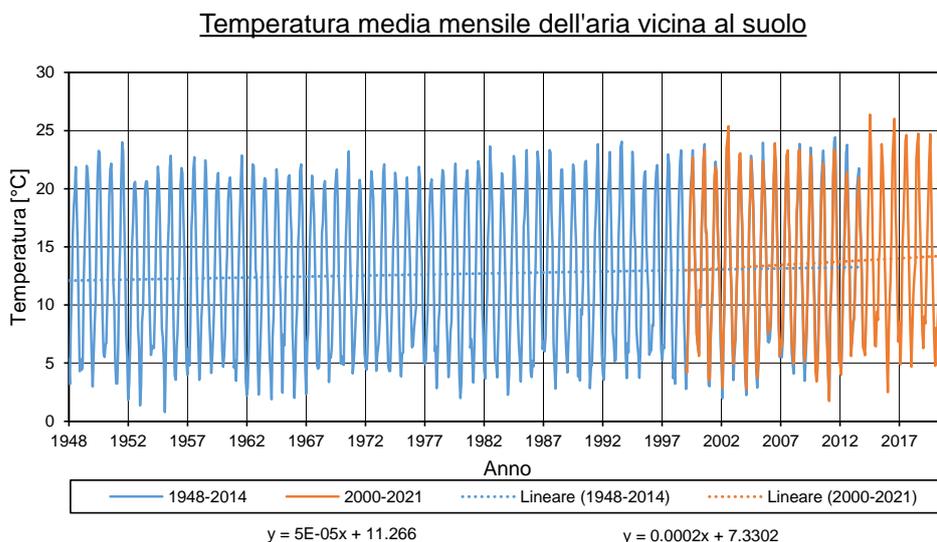


Figura 18: Temperatura media mensile vicina al suolo (da[54])

Questo trend è ben evidente confrontando la media delle temperature mensili dell'ultimo ventennio con quelle del periodo precedente (1948-2000) (**Figura 19**).

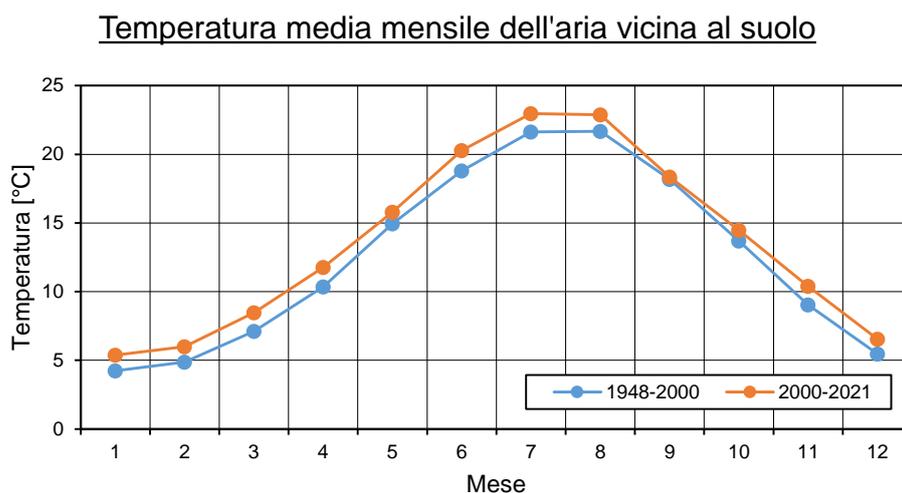


Figura 19: Temperatura media mensile vicina al suolo per i periodi 1948-2000 e 2000-2021 (da [54])

9.4 Precipitazione

La precipitazione mensile sia liquida che solida per i bacini di studio, relativa al periodo 1948-2021, è rappresentata in **Figura 20**. I dati mostrano una chiara diminuzione nella precipitazione totale nell'area.

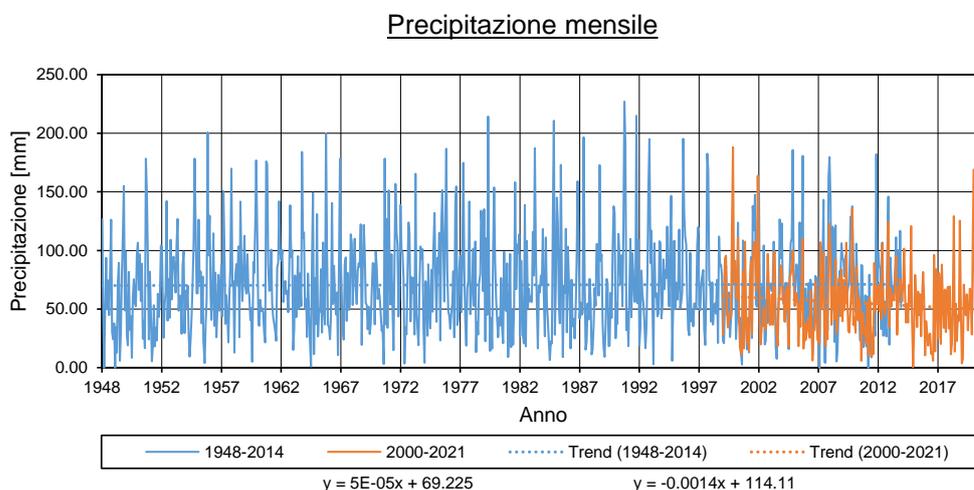


Figura 20: Precipitazione mensile per i bacini di interesse (da [54])

In **Figura 21** vengono confrontate le precipitazioni medie mensili nell'ultimo ventennio con quelle del periodo precedente (1948-2000)

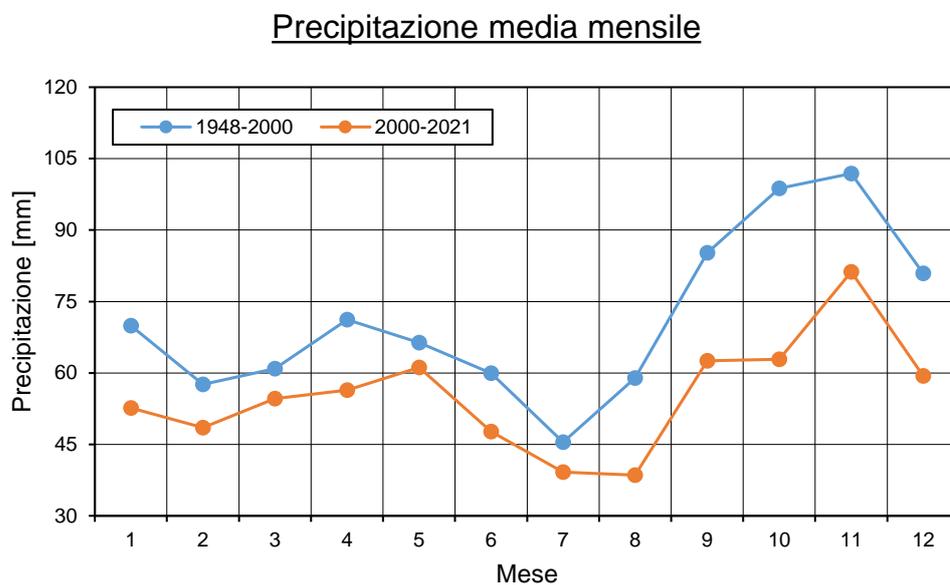


Figura 21: Precipitazione mensile (da [54])

L'afflusso totale annuo medio negli ultimi 20 anni risulta pari a 665 mm.

9.5 Evapotraspirazione

L'andamento storico a lungo termine dell'evapotraspirazione per l'area di interesse è mostrato in **Figura 22**.

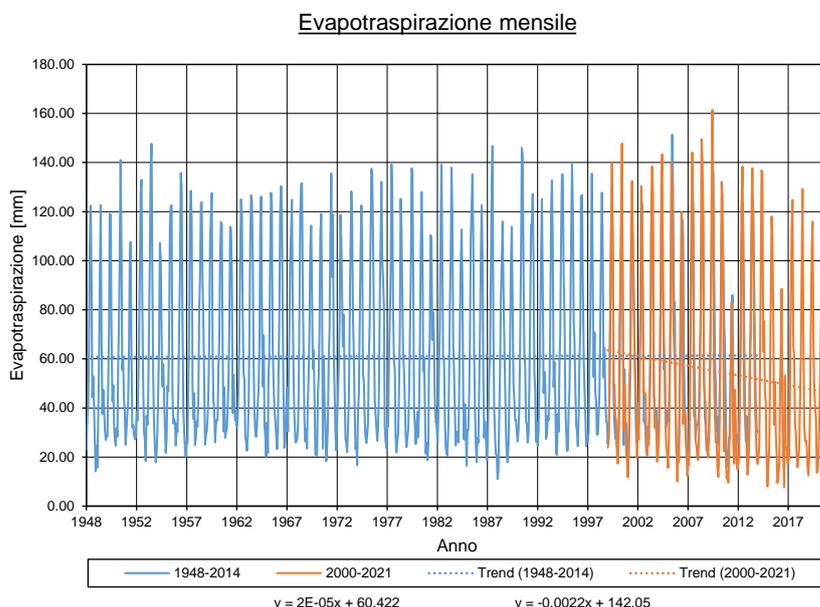


Figura 22: Evapotraspirazione mensile per i bacini di interesse (da [54])

Si nota una diminuzione dei valori, che nonostante possa sembrare in contraddizione con l'aumento della temperatura, è coerente con la diminuzione nelle precipitazioni, la quale risulta in un inaridimento del terreno, con meno acqua a disposizione per l'evapotraspirazione. I valori medi mensili dell'evapotraspirazione negli ultimi 20 anni sono mostrati in **Figura 23**. Si nota una diminuzione generale rispetto al periodo precedente, ad eccezione della primavera, la quale presenta un leggero aumento.

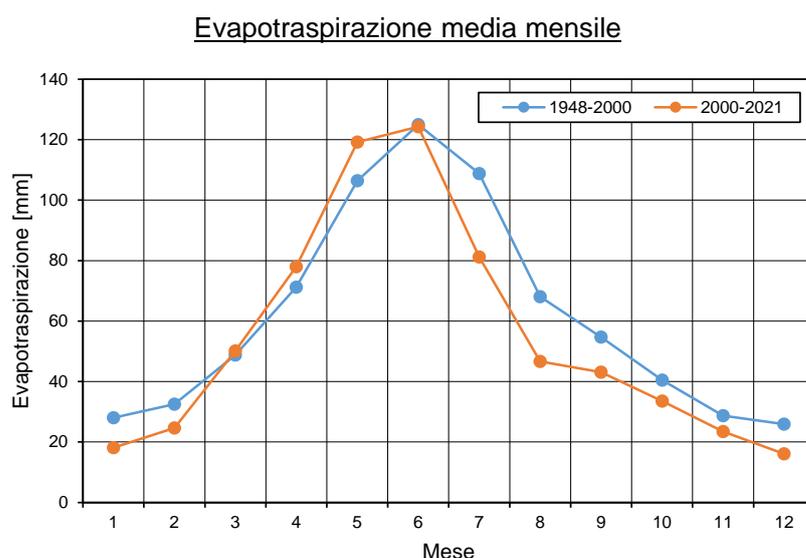


Figura 23: Evapotraspirazione media mensile per i periodi 1948-2000 e 2000-2021 (da [54])

10. SCHEMA IDROGEOLOGICO

Viene di seguito illustrato lo schema idrogeologico dell'area di studio sviluppato a partire dai dati di rilevamento geologico e da bibliografia. Dalla cartografia geologica di progetto [46][47] è stata derivata una mappa idrogeologica (**Figura 24**) nella quale vengono rappresentate le unità idrogeologiche presenti in superficie. Le unità idrogeologiche intercettate nel corso dello scavo delle centrali e non affioranti in superficie sono rappresentate nella sezione idrogeologica schematica di **Figura 25**.



Figura 24: Mappa idrogeologica dell'area. Le opere di progetto sono rappresentate con tratto blu mentre le esistenti in nero. Le unità idrogeologiche ed i simboli sono riportati in **Figura 26**.

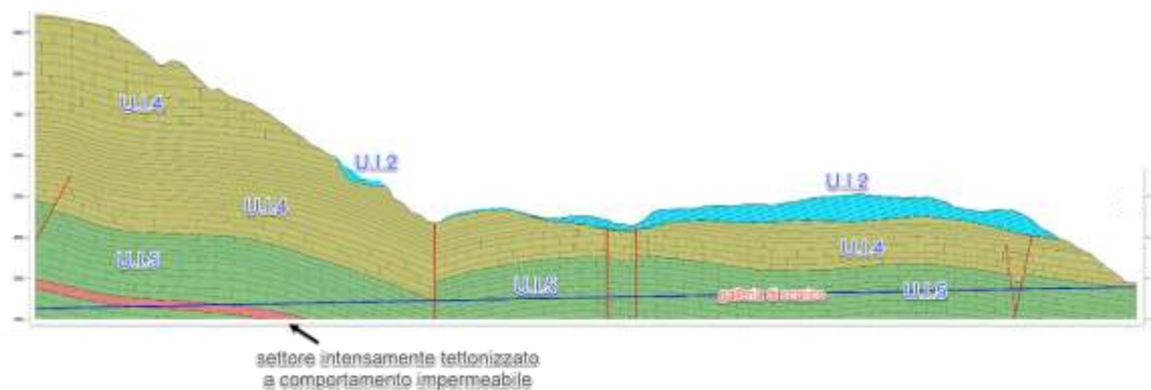


Figura 25: Sezione idrogeologica schematica derivata dalla sezione geologica di progetto [53]

10.1 Unità idrogeologiche

Sono state distinte cinque unità idrogeologiche che rappresentano volumi litologici continui caratterizzati dalle medesime caratteristiche di permeabilità. La ripartizione riguarda in primo i depositi superficiali rispetto alle unità costituenti il substrato roccioso: per le prime si parla di “Permeabilità di tipo primario” cioè legata alla porosità e per il substrato di “Permeabilità di tipo secondario” per fratturazione e dissoluzione.

Riguardo alle unità di substrato sono definite tre unità idrogeologiche principali:

- unità argilloso-arenaceo-marnosa costituita dalle rocce della Formazione della Laga (U.I.3) che affiora a nord e non interferisce con le opere in progetto,
- una unità marnoso-calcareonica che comprende la Formazione delle Marne con Cerrognna (U.I.4) e
- una unità calcareo marnosa con selce relativa alla formazione Bisciario (U.I.5) riconosciuto nel corso degli scavi della centrale S.Giacomo II e presente solo in sottosuolo.

Di seguito si illustrano le caratteristiche salienti di ciascuna unità idrogeologica, mentre la loro posizione in carta e sezione è indicata in **Figura 24** e **Figura 25**.

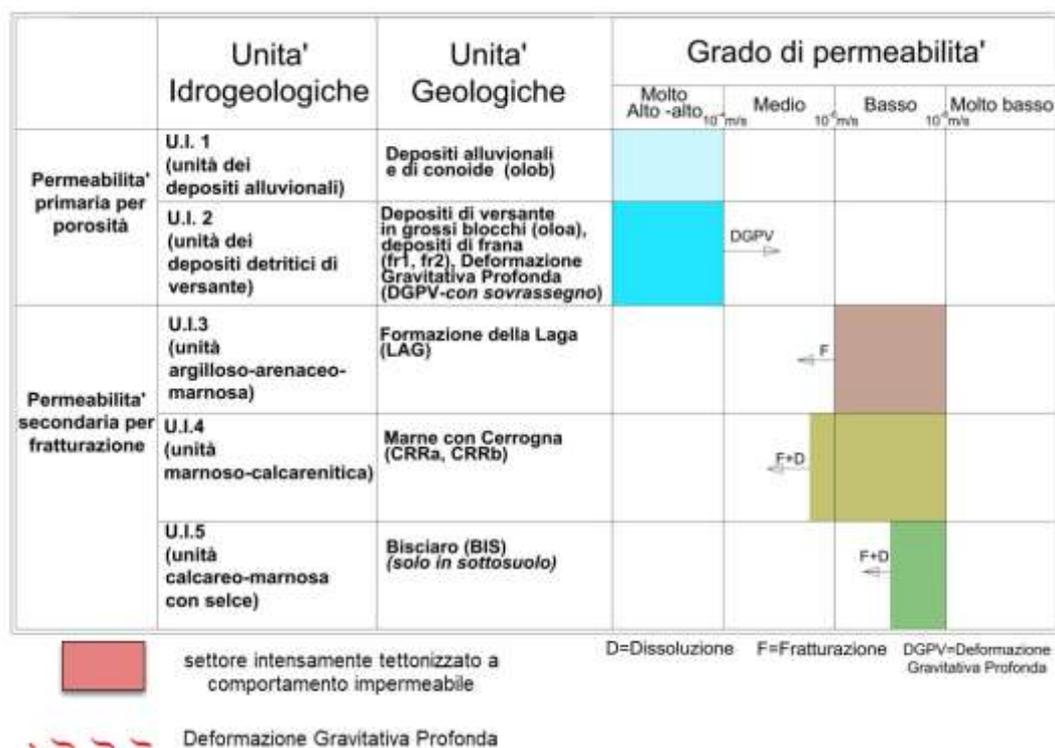


Figura 26: Unità idrogeologiche dello schema di **Figura 24** e **Figura 25**

10.1.1 U.I.1 – Unità idrogeologica dei depositi alluvionali

Comprende i depositi alluvionali e le conoidi (olob2). Il grado di permeabilità, di tipo primario, varia da alto a molto alto ed è legato all'elevata porosità dei depositi di natura alluvionale composti da ghiaie, prevalentemente calcaree, sabbia e limo.

10.1.2 U.I.2 – Unità idrogeologica dei depositi detritici

Vi appartengono le unità geologiche dei depositi di versante in grossi blocchi (oloa) e dei depositi di frana (fr1,fr2). Questa unità è caratterizzata da permeabilità primaria generalmente alta con elevata capacità di assorbimento delle acque meteoriche che vengono trasmesse al complesso sottostante, se questo è permeabile. A questa unità viene inoltre riferita la Deformazione Gravitativa Profonda che si stima abbia almeno in parte una permeabilità leggermente inferiore (permeabilità media).

10.1.3 U.I.3 - Unità idrogeologica argilloso-arenaceo-marnosa

Questa unità è costituita dalla successione torbiditica arenaceo pelitica della Formazione della Laga. Alcune prove di permeabilità effettuate in questa formazione al di sotto della diga di Provvidenza, indicano per la roccia di fondazione una permeabilità media con valori di K variabili da $2 \cdot 10^{-6}$ a $1 \cdot 10^{-7}$ m/s. Va considerato che questi dati hanno carattere locale e riguardano porzioni di ammasso con modesta copertura (qualche decina di metri) e tendenzialmente fratturate. Nel complesso si reputa che questa unità presenti una permeabilità mediamente bassa (tra 10^{-6} e 10^{-8} m/s) con possibile locale incremento dei valori per fratturazione. Anche se regionalmente questa unità viene considerata un acquitardo/acquicludo per le idrostrutture dei massicci carbonatici, in ragione della presenza di varie emergenze sorgentizie, si considera che essa sia sede di un acquifero di modesta importanza. Questa unità idrogeologica non interessa le opere previste.

10.1.4 U.I.4 - Unità idrogeologica marnoso-calcarenitica

Questa unità è costituita dalla formazione delle Marne con Cerroghna ed è caratterizzata dalle alternanze di una litofacies a marne, marne calcaree grigie e grigio avana, marne argillose con strati calcarenitici (CRRa) ed una litofacies composta da calcareniti e calciruditi torbiditiche in strati e banchi, con spongoliti e glauconite rimaneggiata e subordinate marne calcaree grigie (CRRb). Nel suo insieme questa unità si stima sia poco più permeabile della precedente e sede di falde discontinue, in orizzonti sovrapposti che alimentano piccole sorgenti. La sua permeabilità può localmente aumentare in presenza di faglie e fenomeni di dissoluzione (carsismo).

10.1.5 U.I.5 – Unità idrogeologica calcareo marnosa con selce

Questa unità non affiora in superficie ma la successione che la compone è stata riconosciuta nel corso degli scavi della Centrale di S.Giacomo II e delle sue opere accessorie. Appartiene a questa unità la successione del Bisciario che si caratterizza per la presenza di calcari marnosi e marne calcaree, con frequenti intercalazioni di calcari selciferi costituiti da microscopiche spicole di spugne silicee (calcari

spongolitic). Gli spessori variano da banchi superiori al metro a settori con strati di spessore tra 20 e 40 cm. Strutture da slumping (deformazioni sinsedimentarie) sono riconosciute nello scavo della galleria di scarico. La sua permeabilità è ritenuta piuttosto bassa, inferiore alle precedenti 2, salvo aumentare localmente in presenza di faglie e fenomeni di dissoluzione.

Fasce con intensa tettonizzazione sono state riconosciute durante gli scavi: le rocce sono composte da marne e argilliti verdastre, sottilmente laminate e deformate (zona di taglio) (**Figura 25**). Queste zone possono svolgere una funzione di setto impermeabile all'interno dell'unità idrogeologica.

Si ricorda infine che il modello geologico da cui si è derivato lo schema idrogeologico dell'area riporta che la centrale in caverna in progetto si colloca a quota più bassa di alcune decine di metri rispetto alle opere esistenti i cui rilievi sono l'unica fonte di informazione certa per l'interpretazione geologica. Considerando gli spessori delle formazioni delle Marne con Cerrognana e del Bisciario indicate in letteratura, è possibile che lo scavo della nuova centrale possa intersecare anche l'unità stratigrafica inferiore costituita dalla formazione della Scaglia Cinerea: data l'attuale incertezza del modello questa unità, al momento, non è stata considerata nello schema idrogeologico sopra descritto.

10.2 Schema idrogeologico locale

Per quanto concerne le condizioni idrogeologiche nella zona di intervento le informazioni disponibili sono molto limitate. È chiaro che la costruzione dell'impianto esistente ha provocato una intensa perturbazione delle condizioni idrogeologiche naturali, sia per la generazione di un bacino artificiale a valle che favorisce l'infiltrazione delle acque nei versanti che per la realizzazione di due centrali in caverna che costituiscono un elemento di drenaggio profondo.

Attualmente il complesso di caverne delle centrali esistenti funge da elemento drenante per tutta la dorsale montuosa in cui si sviluppa, pertanto in via del tutto preliminare si può ipotizzare che il livello di falda in corrispondenza della nuova centrale San Giacomo III possa attestarsi alla quota minima del pozzo della centrale di San Giacomo II (480m).

Data la mancanza di informazioni sulla posizione della falda che andrà indagata tramite esecuzione di apposita campagna di indagine, ci si limita in questa sede a notare che lo scavo della nuova centrale e delle opere accessorie avverrà sostanzialmente in affiancamento agli scavi esistenti, ampliando così i volumi drenanti e conseguentemente abbassando ulteriormente il livello di falda.

11. SORGENTI

Attorno alla zona di studio sono segnalate alcune emergenze sorgentizie captate a fini acquedottistici [16]. La loro posizione e le relative zone di salvaguardia sono indicate in **Figura 27** [18]. Le più prossime alle opere sono la sorgente S.Giacomo, la Sorgente Cerqueto e la Fonte Zippitilli. Le sorgenti sono censite nel Geodatabase dello studio [18] dal quale sono estratte le informazioni riportate in **Tabella 1**. Si tratta evidentemente di sorgenti di modesta capacità sfruttate solo a livello locale.

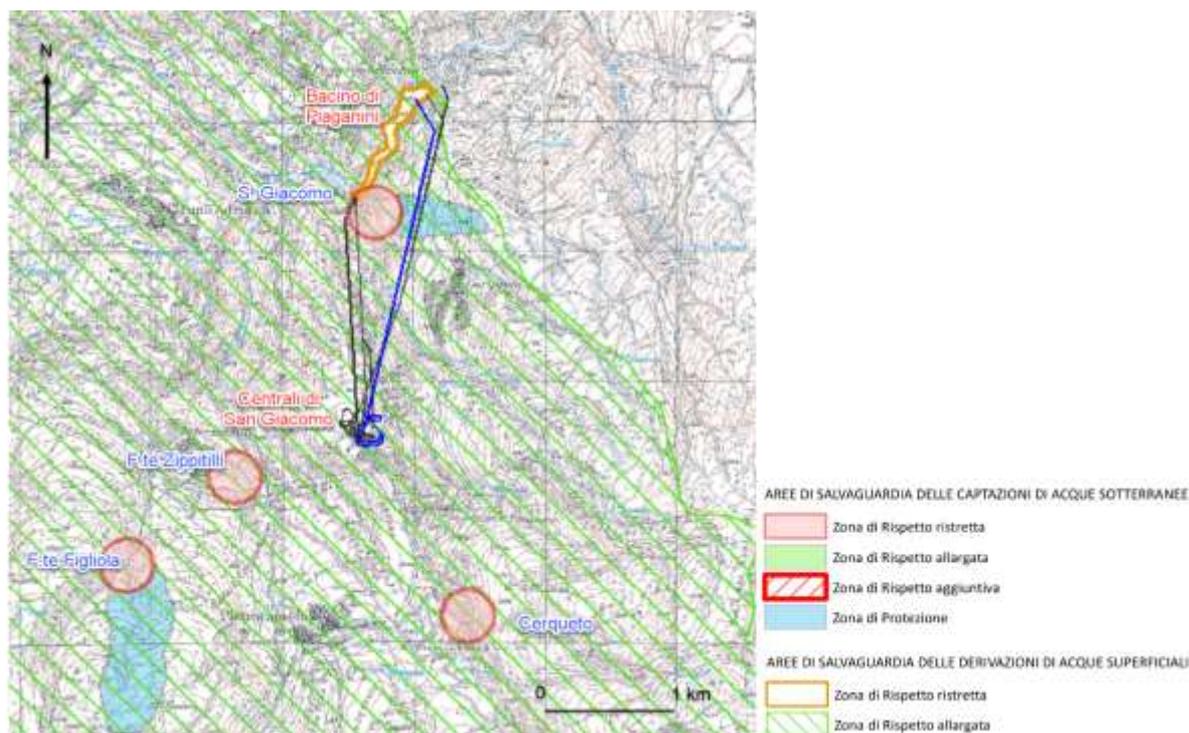


Figura 27: Stralcio della Carta delle aree di salvaguardia [16]. In nero le opere esistenti, in blu le opere in progetto.

Di queste sorgenti solo la S. Giacomo e Cerqueto si situano all'interno dell'unità idrogeologica marnoso-calcarenitica U.I.4 delle Marne con Cerrognia mentre le altre due sorgenti sembrano legate alla presenza di una importante DGPV (Deformazione Gravitativa Profonda di Versante) lungo il versante che da Pietracamela scende verso Intermesoli.

Relativamente al chimismo delle sorgenti presenti nei pressi dell'area non sono disponibili rilevazioni dirette né sono stati recuperati dati bibliografici relativi agli acquiferi minori dei complessi idrogeologici in cui si attestano le opere.

| Sorgente | Est | Nord | Quota (m s.l.m.) | Comune | Gestore | Portata media (l/s) | Note |
|---------------------|---------|---------|------------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|---|
| S. Giacomo | 2401648 | 4712119 | 471,2 | Fano Adriano | Ruzzo Reti S.p.A. | 1,0 | Nessun riscontro in Catasto Regionale concessioni. Ubicazione e dati di portata non corretti dal Gestore. Stato di utilizzo desunto indirettamente. |
| Cerqueto | 2402338 | 2402338 | 1035,2 | Pietracamela | Ruzzo Reti S.p.A. | 2,5 | Nessun riscontro in Catasto Regionale concessioni. Ubicazione e dati di portata non corretti dal Gestore. Stato di utilizzo desunto indirettamente. |
| Fonte Figliola | 2399757 | 4709419 | 947,8 | Pietracamela | Ruzzo Reti S.p.A. | - | Nessun riscontro in Catasto Regionale concessioni. Ubicazione corretta dal Gestore. Dati di portata non conosciuti dal Gestore. Stato di utilizzo desunto indirettamente. |
| Fonte Zippitilli | 2400574 | 4710080 | 759,4 | Pietracamela | Ruzzo Reti S.p.A. | - | Nessun riscontro in Catasto Regionale concessioni. Ubicazione corretta dal Gestore. Dati di portata non conosciuti dal Gestore. Stato di utilizzo desunto indirettamente. |

Tabella 1: Sorgenti captate nei pressi della zona di studio (stralcio da [18]).

12. VALUTAZIONE INTERFERENZE OPERE-SORGENTI

Lo schema idrogeologico definito permette una valutazione qualitativa preliminare sui possibili impatti delle opere sulle sorgenti captate nella zona. Le opere si attestano nella unità idrogeologica marnoso-calcarenitica (U.I.4) delle Marne con Cerrognana e nella unità calcareo marnosa con selce (U.I.5) costituita dalla formazione del Bisciario.

Il nuovo impianto verrà costruito in affiancamento ed a quote più profonde rispetto alle due centrali esistenti che già costituiscono un elemento di drenaggio profondo che ha perturbato intensamente la circolazione idrica sotterranea a partire dagli anni 40' con la costruzione della prima centrale e successivamente negli anni '90 con la costruzione della nuova centrale S.Giacomo II.

Le nuove opere aumenteranno l'effetto di drenaggio profondo e si ritiene possibile ma poco probabile che l'estensione del cono di influenza della perturbazione possa avere un impatto sulle sorgenti più prossime alla zona di intervento.

Le sorgenti captate più vicine alla centrale sono:

- la sorgente S. Giacomo situata a una distanza di circa 1600m a N della caverna nei pressi dell'asta fluviale del torrente omonimo vicino alla strada statale;
- la sorgente Cerqueto ubicata a una distanza di circa 1600m a S della caverna e
- la sorgente Zippitilli che emerge circa 1000m a O della caverna. Quest'ultima sorgente è situata all'interno di una grande DGPV che interessa il versante opposto a quello dove si collocano le opere in progetto.

Le valutazioni riportate nella presente Relazione sono state effettuate sulla base delle informazioni ed indagini disponibili, che andranno approfondite nella successiva fase progettuale con ulteriori indagini specifiche quali il campionamento delle acque delle sorgenti e dei drenaggi della centrale con misurazione delle loro caratteristiche chimico-fisiche e monitoraggio dei parametri di portata, temperatura e conducibilità, la misura dei livelli piezometrici necessari allo sviluppo e calibrazione del modello idrogeologico tridimensionale con il quale verranno simulate le condizioni attuali e gli effetti indotti dagli scavi.

13. BIBLIOGRAFIA

13.1 Documenti storici sull'opera

- [1] Ministero dei Lavori Pubblici, Consiglio Superiore – Servizio Dighe (1961) Grandi Dighe Italiane
- [2] ENEL.HYDRO Hydroelectric power Plant San Giacomo sul Vomano - Repowering the existing hydroelectric power plant of the Vomano River. S.U. Engineering and Construction, Torino

13.2 Dati forniti dalla Committenza

- [3] CESI (2018) Rapporto Diga di Piaganini - Comune di Fano Adriano (TE). Verifica sismica ai sensi della Nuova Normativa Dighe (DM 26/06/2014) Stato Limite di Danno (SLD)
- [4] ENEL (2007) Diga di Piaganini Indagini sul Calcestruzzo e nella Roccia di Fondazione Stralcio del Rapporto ISMES RAT – UCP – 026 del 23 novembre 1989
- [5] Faitelli G.M. (1989). Impianto di S.Giacomo (ampliamento). Rapporto geologico informativo del tratto di galleria già scavato Collepiano-Venacquaro con 2 tavole
- [6] Faitelli G.M. (1995) – Ampliamento dell' Impianto di S.Giacomo. Relazione geologico-strutturale definitiva dopo l'esecuzione dei grandi scavi della centrale in caverna.
- [7] Impianto di S. Giacomo (ampliamento). Rilievo geologico strutturale scala 1:100. Tavola 1 Parete lato accesso.
- [8] Impianto di S. Giacomo (ampliamento). Rilievo geologico strutturale scala 1:100. Tavola 2 Parete fronte accesso.
- [9] Impianto di S. Giacomo (ampliamento). Rilievo geologico strutturale scala 1:100. Tavola 3 Parete Sud-Est e Parete Nord-Ovest.
- [10] Impianto di S. Giacomo (ampliamento). Scavi pozzo reversibile Rilievo geologico Strutturale. Tavola 4.

13.3 Dati da Enti

- [11] ARTA Abruzzo - Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente (2018) – Abruzzo rapporto sullo stato dell'ambiente. Carsa Edizioni
- [12] ARTA Abruzzo - Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente e Regione Abruzzo – Programma di monitoraggio per il controllo delle Acque sotterranee. Stato chimico dei corpi idrici sotterranei Il Ciclo sessennale 2015-2020.
- [13] ARTA Abruzzo - Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente e Regione Abruzzo (2021) - Progetto Regionale "Monitoraggio delle acque sotterranee" All. 1 Rete di monitoraggio acque sotterranee e stato di qualità chimica dei corpi idrici sotterranei (D.Lgs 30/09 e D.M. 6 luglio 2016). Sessennio 2015-2020, scala 1:200.000

- [14] ATO - BETA Studio s.r.l.– 3TI Progetti Italia (2016) - Individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano così come previsto dal D.LGS. 152/2006 e dal Piano di Tutela delle acque adottato dalla Regione Abruzzo. Tavola 2.2.4 - Carta Idrogeologica
- [15] ATO - BETA Studio s.r.l.– 3TI Progetti Italia (2016) - Individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano così come previsto dal D.LGS. 152/2006 e dal Piano di Tutela delle acque adottato dalla Regione Abruzzo. - Elaborato 2.2.1 Relazione geologica e idrogeologica
- [16] ATO - BETA Studio s.r.l.– 3TI Progetti Italia (2016) - Individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano così come previsto dal D.LGS. 152/2006 e dal Piano di Tutela delle acque adottato dalla Regione Abruzzo. Tavola 3.1.2.3. - Carta delle Aree di Salvaguardia Foglio 3
- [17] ATO - Studio s.r.l.– 3TI Progetti Italia (2016) - Individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano così come previsto dal D.LGS. 152/2006 e dal Piano di Tutela delle acque adottato dalla Regione Abruzzo. Elaborato 3.1.1 Perimetrazione aree di salvaguardia – Relazione metodologica ed illustrativa
- [18] ATO - Studio s.r.l.– 3TI Progetti Italia (2016) - Individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano così come previsto dal D.LGS. 152/2006 e dal Piano di Tutela delle acque adottato dalla Regione Abruzzo. Elab. 2.4.3.1 Schede di sintesi dei punti di captazione Sorgenti (2 vol.)
- [19] ATO - BETA Studio s.r.l.– 3TI Progetti Italia (2016) - Individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano così come previsto dal D.LGS. 152/2006 e dal Piano di Tutela delle acque adottato dalla Regione Abruzzo. Tavola 3.2.3 - Carta della Vulnerabilità degli acquiferi.
- [20] Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 - Foglio 349 "Gran Sasso d'Italia" – ISPRA
- [21] Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 – Foglio 349 "L'Aquila"- ISPRA
- [22] Carta geomorfologica allegata al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi "Fenomeni gravitativi e processi erosivi". Elaborati in formato shape. Da: <https://autoritabacini.regione.abruzzo.it/index.php/carta-geomorfologica-pai>
- [23] Catasto Regionale delle Grotte e delle aree carsiche della Regione Abruzzo <http://geoportale.regione.abruzzo.it/Cartanet/catalogo/difesa-suolo-geologia/catasto-regionale-delle-grotte-e-delle-aree-carsiche-della-regione-abruzzo>
- [24] Data Base Territoriale scala 1:5.000- Regione Abruzzo - Edizione 2007 formato shape Dal sito: <http://opendata.regione.abruzzo.it/content/dbtr-regione-abruzzo-scala-15000-edizione-2007-formato-shp>
- [25] D.B.T.R. Regione Abruzzo scala 1:25000 - Edizione2007 Da: <http://opendata.regione.abruzzo.it/content/dbtr-regione-abruzzo-scala-1:25000-edizione-2007->

formato-ecw e da <http://opendata.regione.abruzzo.it/content/dbtr-regione-abruzzo-scala-125000-edizione-2007> per il formato .shp

- [26] DTM lidar a passo 1m fornito da Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) distribuito con licenza *Creative Commons – Attribuzione - Condividi allo stesso modo 3.0 Italia (CC BY-SA 3.0 IT)*1
- [27] ISPRA Archivio Nazionale delle Indagini di Sottosuolo Legge 464/1984 (consultazione online del luglio 2022)
- [28] Guide Geologiche Regionali – Vol. 15 Abruzzo (2003) A cura della Società Geologica Italiana (coordinatori Crescenti U., Miccadei E., Praturlon A.), BE-MA Editrice
- [29] Modello Digitale del Terreno – Risoluzione 10x10m - Regione Abruzzo Dal sito: <http://opendata.regione.abruzzo.it/content/modello-digitale-del-terreno-risoluzione-10x10-metri>
- [30] Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio 349 “Gran Sasso d'Italia” a cura di L.Adamoli, F. Calamita & A. Pizzi. ISPRA
- [31] Ortofoto Regione Abruzzo - Servizio Open Data -
(Da sito <http://opendata.regione.abruzzo.it/tema/cartografia-di-sfondo-raster>)
- [32] Regione Abruzzo - Piano di Tutela Acque D.LGS 3 aprile 2006, n° 152 e S.M.I. (2008) sito internet <https://www.regione.abruzzo.it/content/elaborati-di-piano>
- [33] Regione Abruzzo - Piano di Tutela Acque D.LGS 3 aprile 2006, n° 152 e S.M.I. (2008) - Elaborato A1.2 - Relazione Idrogeologica
- [34] Regione Abruzzo - Piano di Tutela Acque D.LGS 3 aprile 2006, n° 152 e S.M.I. (2008) - Elaborato A1.2 – App.01 Rete di monitoraggio quali-quantitativo delle acque sotterranee.
- [35] Regione Abruzzo - Piano di Tutela Acque D.LGS 3 aprile 2006, n° 152 e S.M.I. (2008) - Elaborato 1-3 - Carta dei Corpi idrici sotterranei significativi e di interesse, scala 1:250.000.
- [36] Regione Abruzzo - Piano di Tutela Acque D.LGS 3 aprile 2006, n° 152 e S.M.I. (2008) - Elaborato 1-4 - Carta dei complessi idrogeologici, scala 1:250.000.
- [37] Regione Abruzzo - Piano di Tutela Acque D.LGS 3 aprile 2006, n° 152 e S.M.I. (2008) - Elaborato 1-5 Carta Idrogeologica Scala 1:250.000.
- [38] Regione Abruzzo e Università degli Studi di L'Aquila (2010) . Tecniche operative per la perimetrazione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano. R1.4 Agg.01

13.4 Riferimenti tecnico scientifici

- [39] Boni C., Bono P., Cappelli G. (1986) - Schema Idrogeologico dell'Italia Centrale. Mem.Soc.Geol.It., 35, pp 991-1012 2 tavv.
- [40] Calamita F., M'Barek B.M., Di Vincenzo M., Pelorosso M. (2004) The Pliocene Thrust System of the Gran Sasso salient (Central Apennines, Italy) In: Mapping Geology in Italy, APAT. SELCA

- [41] Centamore E., Adamoli L., Berti D., Bigi G., Casnedi R., Cantalamessa G., Fumanti F., Morelli C., Micarelli A., Ridolfi M., Salvucci R., Chiocchini M., Mancinelli A., Potetti M. (1991) - Carta Geologica dei bacini della Laga e del Cellino e dei rilievi carbonatici circostanti. Tav. 2 Studi Geologici Camerti Vol. Speciale 1991/2
- [42] Centamore E., Cantalamessa G., Micarelli A., Potetti M., Berti D., Bigi G., Morelli C., Ridolfi M., (1991) – Stratigrafia e analisi di facies dei depositi del Miocene e del Pliocene inferiore dell'avanfossa marchigiana abruzzese e delle avanfosse limitrofe. Studi Geologici Camerti Vol. Speciale 1991/2
- [43] Desiderio G., Rusi S., Tatangelo F. (2010) – Caratterizzazione idrogeochimica delle acque sotterranee abruzzesi e relative anomalie. Boll. Soc. Geol. It., Vol. 129, No.2, pp 207-222
- [44] Mutti E., Ricci Lucchi F. (1972) Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies. Mem.Soc.Geol.It Vol. 11 fasc,2 pp161-199
- [45] Petitta M., Tallini M. (2002) – Idrodinamica sotterranea del massiccio del Gran Sasso (Abruzzo): nuove indagini idrologiche, idrogeologiche e idrochimiche (1994-2001). Boll. Soc. Geol. It. 121, pp. 343-363

13.5 Documenti di progetto

- [46] GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.007.00 - Relazione Geologica
- [47] GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.008.00 - Relazione Geotecnica
- [48] GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.009.00 - Carta geologico-geomorfologica generale-Area di Centrale
- [49] GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.010.00 - Caverna di centrale - Sezioni geologico-geotecniche trasversali
- [50] GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.011.00 - Caverna di centrale - Sezione geologico-geotecnica longitudinale
- [51] GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.012.00 - Sezione geologica longitudinale galleria accesso, diramazione CF e pozzo cavi
- [52] GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.013.00 - Sezione geologica galleria di servizio - partenza raise boring - nuova CF
- [53] GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.064.00 - Carta geologico-geomorfologica generale-Aree tra centrale e serbatoio Piaganini
- [54] GRE.EEC.D.99.IT.H.17170.00.004.00 - Relazione Idrologica