



RELAZIONE

CONCESSIONE DI COLTIVAZIONE DI IDROCARBURI "GORGOGGLIONE" IN PROVINCIA DI POTENZA E MATERA

*STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE DEL PROGETTO DI PERFORAZIONE
DEL POZZO ESPLORATIVO DENOMINATO "GORGOGGLIONE 3" E SUA
EVENTUALE MESSA IN PRODUZIONE*

CAPITOLO 8 - Scenario di base Componenti Fisiche - Ambiente Idrico

Presentato a:

TotalEnergies EP Italia S.p.A.

Via della Tecnica, 4
85100 – Potenza – ITALIA

Inviato da:

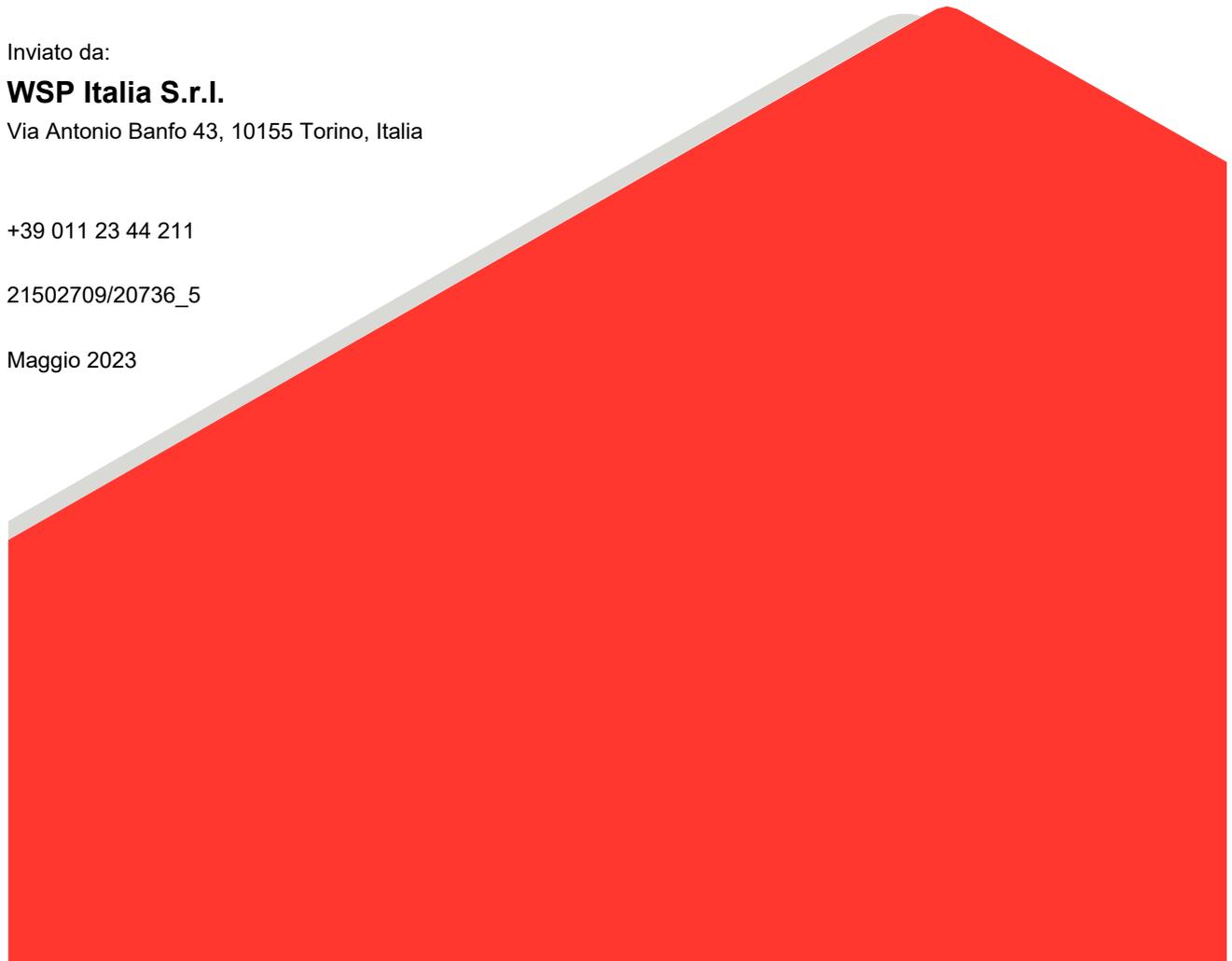
WSP Italia S.r.l.

Via Antonio Banfo 43, 10155 Torino, Italia

+39 011 23 44 211

21502709/20736_5

Maggio 2023



Lista di distribuzione

1 copia TotalEnergies EP Italia S.p.A.

1 copia WSP Italia S.r.l.

Indice

8.1.3	Ambiente idrico	1
8.1.3.1	Idromorfologia	1
8.1.3.2	Idrogeologia	6
8.1.3.3	Qualità delle acque superficiali e sotterranee.....	25

TABELLE

Tabella 1: Elementi del monitoraggio idromorfologico	2
Tabella 2: Stazioni di monitoraggio degli aspetti idromorfologici	3
Tabella 3: IQM - Classi di qualità.....	5
Tabella 4: Risultati della valutazione dell'IQM per tratti omogenei.....	6
Tabella 5: Complessi idrogeologici riscontrati nell'area del Progetto Tempa Rossa	24
Tabella 6: Stazioni di monitoraggio del PMA – Ambiente idrico superficiale	26
Tabella 7: Confronto del giudizio dell'indice LIMECO tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di gennaio 2021.....	28
Tabella 8: Confronto del giudizio dell'indice ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di gennaio 2021.....	28
Tabella 9: Confronto del giudizio dell'indice STAR-ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di gennaio 2021.....	29
Tabella 10: Confronto del giudizio dell'indice LIMeco tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di aprile 2021.....	30
Tabella 11: Confronto del giudizio dell'indice ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di aprile 2021.....	30
Tabella 12: Confronto del giudizio dell'indice STAR-ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di aprile 2021	31
Tabella 13: Confronto del giudizio dell'indice IBMR/RQE tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di aprile 2021.....	31
Tabella 14: Confronto del giudizio dell'indice LIMeco tra i risultati del monitoraggio di baseline e della campagna di luglio 2021	32
Tabella 15: Confronto del giudizio dell'indice ICMi tra i risultati del monitoraggio di baseline e della campagna di luglio 2021	33
Tabella 16: Confronto del giudizio dell'indice STAR-ICMi tra i risultati del monitoraggio di baseline e della campagna di luglio 2021	33
Tabella 17: Confronto del giudizio dell'indice LIMeco tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di ottobre 2021	34
Tabella 18: Confronto del giudizio dell'indice ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di ottobre 2021	35
Tabella 19: Confronto del giudizio dell'indice STAR-ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di ottobre 2021	35

Tabella 20: Confronto del giudizio dell'indice IBMR/RQE tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di ottobre 2021	36
Tabella 21: Stazioni di monitoraggio del PMA – Ambiente idrico sotterraneo	37
Tabella 22: Superamenti delle CSC nei campioni di acqua sotterranea – Marzo 2021	39
Tabella 23: Superamenti delle CSC nei campioni di acqua sotterranea – Giugno 2021	41
Tabella 24: Superamenti delle CSC nei campioni di acqua sotterranea – Settembre 2021	42
Tabella 25: Superamenti delle CSC nei campioni di acqua sotterranea – Dicembre 2021	44
Tabella 26: TDS acque superficiali	46
Tabella 27: TDS acque sotterranee – piezometri	46
Tabella 28: TDS acque sotterranee – sorgenti	47
Tabella 29: Durezza acque superficiali	48
Tabella 30: Durezza acque sotterranee – piezometri	48
Tabella 31: Durezza acque sotterranee – sorgenti	49
Tabella 32: Alcalinità acque superficiali	49
Tabella 33: Alcalinità acque sotterranee – piezometri	50
Tabella 34: Alcalinità acque sotterranee – sorgenti	50

FIGURE

Figura 1: Piano di Gestione delle Acque - Stralcio Tavola 4 - Carta dei sistemi acquiferi sede di corpi idrici sotterranei (fuori scala)	8
Figura 2: Circolazione idrica sotterranea nel settore di confine tra Campania e Basilicata (stralcio per l'alta Val d'Agri - da Allegato 3 del Piano di Gestione delle Acque)	10
Figura 3: Carta idrogeologica della Basilicata (stralcio fuori scala relativo all'area della Concessione Gorgoglione)	14
Figura 4: Emergenze idriche al contatto tra litofacies a differente permeabilità relativa nella Formazione del Flysch di Gorgoglione	16
Figura 5: Emergenza idrica al contatto tra unità geologiche a differente litologia e grado di permeabilità relativa	17
Figura 6: Emergenza idrica al contatto per faglia tra formazioni geologiche a differente permeabilità relativa	17
Figura 7: Emergenza idrica per limite di permeabilità tra corpo di frana e substrato	18
Figura 8: Emergenza idrica per affioramento della piezometrica in zona di profonda incisione valliva	18
Figura 9: Emergenza idrica in corrispondenza di un lineamento di faglia all'interno della Formazione Gorgoglione	19
Figura 10: Diagramma di Piper	53
Figura 11: Diagramma di Piper – Acque superficiali	54
Figura 12: Diagramma di Piper – Acque sotterranee – piezometri	55
Figura 13: Diagramma di Piper – Acque sotterranee – sorgenti	56

APPENDICI

Appendice 2

Studio idrogeologico

Appendice 3.

Progetto Tempa Rossa. Progetto di Monitoraggio Ambientale - Stazioni di monitoraggio Stato ecosistemi - Ambiente idrico superficiale - Tavole 9

Appendice 4

Progetto Tempa Rossa. Monitoraggio Ambiente Idrico Superficiale, Campagne 2021

Appendice 5

Progetto Tempa Rossa. Progetto di Monitoraggio Ambientale - Stazioni di monitoraggio Stato ecosistemi - Ambiente idrico sotterraneo - Tavole 10

Appendice 6

Progetto Tempa Rossa. Monitoraggio Ambiente Idrico Sotterraneo, Campagne 2021

Appendice 7

Progetto Tempa Rossa. MONITORAGGIO AMBIENTE IDRICO ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE CAMPAGNE 2022 - Rapporti di prova

TAVOLE

TAVOLA

8.1.3 Ambiente idrico

La descrizione di baseline della componente ambiente idrico è stata estesa, come Area Vasta (ossia esterna all'area del sito di Progetto): (i) all'ambito della porzione del bacino del fiume Sauro entro cui rientra la Concessione Gorgoglione per quanto riguarda la caratterizzazione idromorfologica dei corpi idrici e la definizione dello stato qualitativo delle acque superficiali e sotterranee e (ii) a una scala di ambito regionale per quanto concerne la caratterizzazione dell'assetto idrogeologico generale.

8.1.3.1 Idromorfologia

Per la caratterizzazione degli aspetti idromorfologici, nel presente paragrafo si riportano gli esiti delle attività di monitoraggio che TotalEnergies conduce per tale tematica in ottemperanza al Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA), definito di concerto con ARPAB in base a quanto disposto dalla prescrizione n. 8 della delibera CIPE di approvazione del progetto definitivo di sviluppo della Concessione (denominato "Progetto Interregionale Tempa Rossa") e dalla corrispondente prescrizione n. 11 della D.G.R. 1888/2011.

La valutazione condotta a cura di Total sui corsi d'acqua individuati nel PMA ha infatti lo scopo di verificare i principali aspetti idromorfologici e gli eventuali elementi artificiali presenti in corrispondenza delle sezioni d'alveo scelte per il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale, al fine di verificare i potenziali impatti legati agli scarichi idrici del Centro Olio.

Occorre sottolineare che in data 12/12/2020 si sono concluse le "Prove di esercizio temporanee" e, a far data dal 12/12/2020, TotalEnergies ha proceduto alla messa in esercizio definitiva del Centro Olio; tuttavia, TotalEnergies non immetterà alcuno scarico delle acque di produzione nel torrente Sauro per tutta la durata delle prove funzionali e per un periodo di 5 anni a partire dall'avviamento della fase di esercizio (dal 11/01/2021 TotalEnergies ha proceduto alla messa a regime degli impianti del Centro Olio).

L'ambito di studio degli aspetti idromorfologici comprende i medesimi corsi d'acqua individuati per il monitoraggio della qualità delle acque superficiali (argomento trattato nel seguito del presente SIA):

- il torrente Sauro e il Fosso Cupo, corpi idrici recettori degli scarichi del Centro Olio;
- il torrente Borrenza, la fiumara di Gorgoglione, la fiumarella di Corleto e la fiumarella di Pietrapertosa, potenzialmente oggetto di impatto, in relazione alla loro posizione di valle idrologica rispetto alle opere del Progetto Tempa Rossa all'interno del bacino del torrente Sauro;
- il fiume Agri, a monte e a valle della confluenza del torrente Sauro.

Il monitoraggio idromorfologico è stato condotto nel 2021 (campagna eseguita nel periodo maggio-giugno) e ha compreso le attività di sito descritte nel seguito.

- Rilievo topografico di sezioni d'alveo trasversali in corrispondenza delle 25 stazioni di monitoraggio individuate nel PMA (per l'elenco delle stazioni si veda la tabella riportata nel seguito).

Il rilievo è stato eseguito attraverso il rilievo di tutti i punti necessari per avere una sezione significativa, quali: ciglio e piede delle sponde, thalweg, pelo libero dell'acqua e numerosi punti intermedi lungo il piano campagna, le sponde e il fondo dell'alveo; nel caso di alvei a canali intrecciati, come ad esempio il torrente Sauro, sono stati rilevati i differenti canali attivi al momento del rilievo.

In relazione ad aspetti logistici e di accessibilità dell'alveo, il rilievo topografico delle sezioni trasversali ha comportato limitati spostamenti, variabili da qualche metro a un massimo di 10-20 metri, di alcune stazioni rispetto all'ubicazione indicativa riportata nel PMA. Oltre che per ragioni di accessibilità, lo spostamento delle sezioni trasversali è stato effettuato anche laddove le stazioni ricadevano in corrispondenza di opere fluviali trasversali, quali ponti e guadi con tratti tombati: in tali casi, in considerazione della finalità del

monitoraggio idromorfologico, si è scelto di rilevare una sezione d'alveo meno artificializzata, immediatamente a monte o a valle dell'opera trasversale.

- Rilievo degli aspetti morfologici dell'alveo in corrispondenza di un intorno delle suddette stazioni.

In corrispondenza di ogni stazione e per un'estensione d'alveo significativa nell'intorno della stessa sono stati analizzati gli elementi idromorfologici riportati nella tabella seguente e gli elementi artificiali potenzialmente responsabili di alterazioni morfologiche dell'alveo.

Gli esiti delle valutazioni idromorfologiche sono sintetizzate nel *Rapporto delle attività di monitoraggio degli aspetti idromorfologici*, Periodo di riferimento: Anno 2021 - Relazione Golder n. 1787926/13290, gennaio 2021.

Tabella 1: Elementi del monitoraggio idromorfologico

Categorie morfologiche	Aspetti idromorfologici	Note
CONTINUITA' (longitudinale e laterale)	Portate formative	È stato individuato il livello corrispondente alla portata di alveo a piene rive
	Estensione laterale e continuità longitudinale della piana inondabile	
	Lunghezza sponde in arretramento	
CONFIGURAZIONE MORFOLOGICA	Indice di sinuosità	
	Indice di intrecciamento	
	Indice di anastomizzazione	
	Barre e Isole	
	Configurazione morfologica complessiva dell'alveo	
	Pendenza del fondo	Calcolata sulla base del rilievo topografico del profilo di fondo del thalweg, effettuato per un tratto di 50 m nell'intorno della stazione di monitoraggio. Nel caso di alveo a canali intrecciati è stata calcolata la pendenza media come media delle pendenze dei diversi canali attivi.
CONFIGURAZIONE SEZIONE	Larghezza alveo	Parametri misurati in corrispondenza della sezione d'alveo oggetto del rilievo topografico.
	Profondità massima alveo	
	Rapporto larghezza/profondità	
	Quota fondo (quota thalweg)	
STRUTTURA E SUBSTRATO ALVEO	Granulometria del letto	
	Corazzamento	
	Clogging	
	Abbondanza materiale legnoso di grandi dimensioni	
VEGETAZIONE NELLA FASCIA PERIFLUVIALE	Presenza e caratteristiche della vegetazione lungo le sponde	

Gli aspetti idromorfologici dei principali corsi d'acqua presenti nell'area sono stati delineati in base ai risultati del monitoraggio eseguito presso le stazioni elencate nella seguente tabella e rappresentate nella Tavola allegata.

Tabella 2: Stazioni di monitoraggio degli aspetti idromorfologici

Codice_stazione	Comune	Ubicazione	Coordinate stazione (ETRS89 TM33)	
			X	Y
ASP01_NAT	Guardia Perticara	Torrente Sauro	590356	4467861
ASP02_NAT	Guardia Perticara	Torrente Sauro	591020	4467388
ASP03_NAT	Corleto Perticara	Fosso Cupo	591385	4474580
ASP04_NAT	Corleto Perticara	Fosso Cupo	591389	4473258
ASP05_NAT	Guardia Perticara	Torrente Borrenza	592406	4467034
ASP06_NAT	Guardia Perticara	Torrente Sauro	591405	4467119
ASP07_NAT	Guardia Perticara	Torrente Sauro	592449	4466577
ASP08_NAT	Guardia Perticara	Torrente Sauro	596602	4465635
ASP09_NAT	Stigliano	Torrente Sauro	607027	4466707
ASP10_NAT	Sant'Arcangelo	Fiume Agri	614237	4462469
ASP11_NAT	Sant'Arcangelo	Fiume Agri	615445	4463006
ASP12_NAT	Gorgoglione	Fiumara di Gorgoglione	597569	4474838
ASP13_NAT	Corleto Perticara	Fiumarella di Corleto	588740	4475027
ASP14_NAT	Corleto Perticara	Fiumarella di Corleto	589448	4473107
ASP15_NAT	Corleto Perticara	Fiumarella di Corleto	589430	4469544
ASP16_NAT	Anzi	Torrente Camastra	582415	4485480
ASP17_NAT	Castelmezzano	Torrente Capperino	588748	4486168
ASP18_NAT	Laurenzana	Torrente Serrapotamo	581644	4478894
ASP19_NAT	Accettura	Torrente Salandrella	597270	4482870
ASP20_NAT	Pietrapertosa	Fiumarella di Pietrapertosa	593501	4476907
ASP21_NAT	Laurenzana	Torrente Cerreto	581285	4473359
ASP22_NAT	Cirigliano	Fiumara di Gorgoglione	599944	4471211
ASP23_NAT	Armento	Torrente Favaletto	588842	4467571
ASP24_NAT	Missanello	Torrente Sauro	598653	4465958
ASP25_NAT	Aliano	Fiumara di Gorgoglione	603723	4465949

Il tratto del torrente Sauro che scorre nell'area in studio è stato analizzato in sette postazioni (ASP01_NAT, ASP02_NAT, ASP06_NAT, ASP07_NAT, ASP08_NAT, ASP09_NAT e ASP24_NAT) ubicate lungo il tratto compreso nei comuni di Guardia Perticara, Stigliano e Missanello. La direzione di scorrimento del flusso principale è da W a E, in un ambito fisiografico tipico delle aree montuose appenniniche con alveo semiconfinato a canali multipli intrecciati. L'alveo a canali intrecciati è costituito da barre (longitudinali e laterali) che si alternano a canali in secca e canali attivi che si intrecciano tra loro. I sedimenti nei canali attivi sono piuttosto eterogenei, con abbondanza di ciottoli e scarso materiale fine. La piana inondabile è costituita da sedimenti poco cementati

di cui ciottoli, massi e poco materiale fine, al di sopra dei quali si sviluppa una vegetazione bassa di tipo macchia mediterranea, diffusa su tutta la superficie. Lungo il tratto dell'area in studio sono presenti opere di difesa longitudinali costituite da gabbionate, generalmente in buone condizioni, talora interessate da fenomeni di erosione. A valle del Ponte Saurino, è presente una soglia che risulta coperta da sedimenti nella parte centrale dell'alveo, mentre in sinistra e destra idrografica trattiene buona parte dei sedimenti a monte e genera piccole pozze immediatamente a valle di essa. La vegetazione riparia è caratterizzata da macchia mediterranea (ginestre), arbusti e qualche pioppo.

Il Torrente Borrenza, che costituisce un affluente sinistro del Torrente Sauro, scorre nel comune di Guardia Perticara con direzione di scorrimento del flusso da N a S ed è stato analizzato presso la postazione ASP05_NAT. Si sviluppa in un ambito fisiografico tipico delle aree montuose appenniniche con alveo semiconfinato monocursale sinuoso, a barre alternate. Il letto è piano con substrato costituito da sedimenti eterogenei con abbondanza di ciottoli e massi. Sulla sponda destra si rileva una piana inondabile di ampiezza limitata, coperta da vegetazione di tipo macchia mediterranea, confinante lateralmente con una difesa longitudinale in gabbionata. La sponda sinistra mette in contatto l'alveo con una piana inondabile più ampia, sulla quale si sviluppano macchia mediterranea e arbusti (querce).

Il Fosso Cupo scorre nel comune di Corleto Perticara ed è stato analizzato presso due postazioni (ASP03_NAT e ASP04_NAT) ubicate a monte e a valle del punto di scarico del Centro Olio. Il corso d'acqua scorre in un ambito fisiografico tipico delle aree montuose appenniniche, con alveo confinato a canale singolo, localmente tombato al di sotto dell'attraversamento della strada comunale Pietrapertosa – Corleto Perticara. A monte e a valle del tratto intubato non si riscontra la presenza di piana inondabile ma l'alveo è a diretto contatto con i versanti. In generale, l'estensione d'alveo in esame risulta fortemente antropizzata. A monte del tratto tombato il letto è ghiaioso-argilloso. Sulla strada sono evidenti fenomeni di scorrimento superficiale dovuti probabilmente ad un intasamento/rottura del canale artificiale localizzato sul versante a monte della stazione: l'acqua che defluisce lungo tale canale raggiunge la strada e confluisce nel torrente Fosso Cupo. La vegetazione è abbondante sia in destra che in sinistra idrografica.

Il tratto della Fiumara di Gorgoglione che scorre nell'area in studio è stato analizzato in tre postazioni (ASP012_NAT, ASP022_NAT e ASP025_NAT) ubicate nei comuni di Gorgoglione e di Cirigliano. Il corso d'acqua scorre da N a S in un ambito fisiografico tipico delle aree montuose appenniniche, con alveo confinato a canale singolo in roccia. L'alveo in roccia è caratterizzato dall'alternanza di gradini, generati dall'affioramento del substrato roccioso o da massi e ciottoli di grandi dimensioni disposti trasversalmente, e pozze. La pendenza media è relativamente bassa e la presenza di sedimenti è diffusa. I sedimenti di dimensioni minori sono dell'ordine della ghiaia e ciottoli: nelle zone in cui la velocità della corrente è minore, il substrato è ricoperto da un sottile strato di materiale fine (limo/argilla). Nel tratto a N di Gorgoglione la piana inondabile è assente in quanto le sponde sono a diretto contatto con i versanti. In alcuni punti sulle sponde affiora il substrato roccioso, in altri invece sono presenti massi di dimensioni anche metriche. Localmente si evidenziano si riscontra una serie di massi in sponda sinistra collocati in maniera da simulare una difesa spondale. A SE di Cirigliano, la sponda destra mette in contatto l'alveo con la piana inondabile costituita da ciottoli, ghiaia e materiale fine, e dove sono presenti difese longitudinali in gabbionata. La vegetazione riparia è abbondante e fitta, con macchia mediterranea e alberi ad alto fusto a diretto contatto con l'alveo.

La Fiumarella di Corleto è stata analizzata presso tre postazioni (ASP013_NAT, ASP014_NAT e ASP015_NAT) e scorre da N a S nel comune di Corleto Perticara in un ambito fisiografico di tipo montuoso appenninico, con alveo a canale singolo, di tipo colluviale. All'interno dell'alveo i sedimenti sono piuttosto eterogenei e costituiti da ciottoli, massi e ghiaia spigolosi, con abbondante frazione fine e sono presenti barre laterali e longitudinali che separano canali in secca e canali attivi. Le barre sono costituite prevalentemente da ciottoli di grandi dimensioni, massi e localmente materiale fine; in alcuni casi presentano vegetazione erbacea. In sponda destra e sinistra è presente una piana inondabile di ampiezza esigua. Localmente sono presenti briglie e difese

spondali in gabbionate. La vegetazione riparia è presente sulla piana inondabile con macchia mediterranea, rosa e ginestra.

Determinazione dell'indice di qualità morfologica IQM

Le valutazioni idromorfologiche hanno riguardato anche la determinazione dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM) che si basa sull'approccio integrato di analisi in ambiente GIS di immagini telerilevate (foto aeree attuali e storiche), per l'osservazione di opere, uso del suolo, estensione delle piane inondabili e di alcune caratteristiche idromorfologiche alla scala di tratto, e attività in situ per la valutazione di elementi idromorfologici e misure di dettaglio.

L'unità di base per l'applicazione della procedura di valutazione dell'IQM è il tratto, ovvero quella porzione di corso d'acqua dove le condizioni al contorno sono ritenute uniformi e omogenee sulla base del contesto fisiografico, del grado di confinamento e della morfologia.

Le classi di qualità dell'Indice di Qualità Morfologica sono riportate nella seguente tabella. L'Indice assume valore pari a 1 nel caso di un corso d'acqua inalterato (quindi coincidente con le condizioni di riferimento) e pari a 0 per un corso d'acqua completamente alterato.

Tabella 3: IQM - Classi di qualità

IQM	CLASSE DI QUALITA'
$0,85 \leq \text{IQM} \leq 1$	ELEVATO
$0,7 \leq \text{IQM} < 0,85$	BUONO
$0,5 \leq \text{IQM} < 0,7$	MODERATO O SUFFICIENTE
$0,3 \leq \text{IQM} < 0,5$	SCADENTE O SCARSO
$0,0 \leq \text{IQM} < 0,3$	PESSIMO O CATTIVO

In considerazione delle premesse sopra riportate, l'IQM è stato valutato per i tratti omogenei del Torrente Sauro e del Fosso Cupo individuati mediante analisi GIS, illustrati nelle Appendici U e V del PMA. Poiché il calcolo di tale indice richiede l'integrazione di analisi da telerilevamento con osservazioni e misure eseguite direttamente in situ, si è potuto procedere alla sua determinazione per i tratti omogenei nei quali ricadesse almeno una stazione di monitoraggio idromorfologico, e pertanto fossero disponibili valutazioni idromorfologiche acquisite mediante rilievi di campo. È stato tuttavia escluso il tratto montano AG_SA_SAU_002 del Torrente Sauro, nel quale, pur ricadendo una stazione di monitoraggio, la presenza di fitta vegetazione non ha permesso l'integrazione delle osservazioni in campo, valevoli alla scala di sito, con l'analisi su foto aeree storiche e recenti delle caratteristiche morfologiche dell'alveo alla scala di tratto.

Il calcolo dell'IQM è stato condotto secondo la metodologia prevista da IDRAIM – Versione aggiornata 2016, attraverso la compilazione delle schede di valutazione della qualità morfologica per alvei confinati (tratto AG_SA_CUP_001 del Fosso Cupo) e per alvei semiconfinati e non confinati (tratto AG_SA_CUP_003 del Fosso Cupo e tratti AG_SA_SAU_006 e AG_SA_SAU_007 del Torrente Sauro). Nella seguente tabella si riportano i risultati della valutazione dell'IQM per i tratti omogenei del Torrente Sauro e del Fosso Cupo oggetto di analisi: tutti i tratti sono risultati in stato "moderato o sufficiente", in quanto caratterizzati da impatti legati alla presenza di infrastrutture (attraversamenti e strade) o di manufatti (briglie, soglie, difese spondali, arginature), atti alla protezione di insediamenti ed attività antropiche.

Tabella 4: Risultati della valutazione dell'IQM per tratti omogenei

Corso d'acqua	Tratto omogeneo	Stazioni ricadenti nel tratto	IQM	Classe di qualità
Fosso Cupo	AG_SA_CUP_001	ASP03_NAT	0,68	Moderato o Sufficiente
		ASP04_NAT		
Fosso Cupo/T. Borrenza	AG_SA_CUP_003	ASP05_NAT	0,60	Moderato o Sufficiente
Torrente Sauro	AG_SA_SAU_006	ASP01_NAT	0,59	Moderato o Sufficiente
		ASP02_NAT		
		ASP06_NAT		
		ASP07_NAT		
Torrente Sauro	AG_SA_SAU_007	ASP08_NAT	0,59	Moderato o Sufficiente
		ASP24_NAT		

8.1.3.2 Idrogeologia

Le informazioni riportate nel presente paragrafo fanno principalmente riferimento allo Studio idrogeologico di cui alla relazione Golder n. 1670206/R2296 Rev.2 del novembre 2017. Tale studio si è basato sui dati reperibili dalla letteratura geologica e idrogeologica disponibile a scala regionale nell'areale della Concessione mineraria Gorgoglione e sulle informazioni sito specifiche raccolte da TotalEnergies nel corso degli studi svolti nell'ambito del Progetto Tempa Rossa (per approfondimenti si rimanda allo studio completo in **Appendice 2.1 e Appendice 2.2** del SIA).

In questa sede vengono inoltre riportate considerazioni specifiche sulla caratterizzazione idrogeologica dell'area del Pozzo GG3 e sul sottosuolo profondo, sviluppate da TotalEnergies sulla base delle conoscenze acquisite.

Assetto idrogeologico regionale

L'area del Progetto Tempa Rossa è ubicata nel settore mediano della Val d'Agri, in sinistra idrografica del torrente Sauro, corso d'acqua di secondo ordine e affluente del fiume Agri, in una zona montana del bacino, grossomodo compresa tra le valli della Fiumarella di Corleto e della Fiumara di Gorgoglione.

Si sottolinea la descrizione dell'assetto idrogeologico regionale fa riferimento alle informazioni riportate nella documentazione redatta nell'ambito del Piano di Gestione delle Acque del Distretto Idrografico dell'Appennino meridionale, comprendente anche gli studi di settore eseguiti dall'Autorità di Bacino della Basilicata e dal Piano di tutela delle Acque della Regione Basilicata.

Gli elaborati tematici di caratterizzazione idrogeologica, finalizzati all'identificazione degli acquiferi nell'area appenninica meridionale, dapprima hanno raggruppato le diverse successioni stratigrafiche costituenti le unità stratigrafico-strutturali dei settori della Catena in gruppi di complessi idrogeologici caratterizzati da differente tipo e grado di permeabilità. Successivamente, sulla base di criteri geologico-strutturali e idrogeologici, sono stati individuati gli acquiferi e le aree di ricarica delle sorgenti; in particolare, sono state individuate le seguenti sei tipologie principali di sistemi acquiferi, i quali raggruppano gli acquiferi essenzialmente in funzione della litologia prevalente e del tipo di permeabilità.

- Sistemi carbonatici (Tipo A): costituiti da complessi calcarei e in subordine da complessi dolomitici. I primi sono contraddistinti da elevata permeabilità per fratturazione e per carsismo, i secondi da permeabilità medio-alta per fratturazione. Tali sistemi comprendono idrostrutture carbonatiche caratterizzate dalla

presenza di falde idriche di base e falde sospese; gran parte delle idrostrutture carbonatiche presentano notevole estensione e “alta potenzialità idrica”.

- Sistemi di tipo misto (Tipo B): costituiti prevalentemente da complessi litologici calcareo-marnoso-argillosi; essi presentano permeabilità variabile da media ad alta laddove prevalgono i termini carbonatici in relazione al grado di fratturazione e di carsismo, da media a bassa ove prevalgono i termini pelitici. In quest'ultimo caso le successioni svolgono un ruolo di impermeabile relativo a contatto con le strutture idrogeologiche carbonatiche. Tali sistemi comprendono acquiferi a “potenzialità idrica variabile da medio-bassa a bassa”; presentano falde idriche allocate in corrispondenza dei livelli a permeabilità maggiore, spesso sovrapposti.
- Sistemi silico-clastici (Tipo C): costituiti da complessi litologici conglomeratici e sabbiosi, caratterizzati da permeabilità prevalente per porosità da media a bassa in relazione alla granulometria e allo stato di addensamento e/o di cementazione del deposito. Tali sistemi comprendono acquiferi a “potenzialità idrica variabile da medio-bassa a bassa”; presentano una circolazione idrica in genere modesta, frammentata in più falde, spesso sovrapposte.
- Sistemi clastici di piana alluvionale e di bacini fluvio-lacustri intramontani (Tipo D): costituiti da complessi litologici delle ghiaie, sabbie e argille alluvionali e fluvio-lacustri; a luoghi sono presenti anche complessi detritici. La permeabilità è prevalentemente per porosità e il grado è estremamente variabile da basso ad alto in relazione alle caratteristiche granulometriche, allo stato di addensamento e/o di cementazione del deposito; il deflusso idrico ha luogo in corrispondenza dei livelli a permeabilità maggiore, spesso sovrapposti e interconnessi. Tali sistemi comprendono acquiferi di piana con “potenzialità idrica medio-bassa”. Questi, se in contatto con idrostrutture carbonatiche, possono ricevere cospicui travasi da queste ultime.
- Sistemi dei complessi vulcanici quaternari (Tipo E): costituiti dai complessi delle lave, dei tufi e delle piroclastiti. I complessi delle lave sono contraddistinti da permeabilità da medie ad alte in relazione al grado di fessurazione; nei complessi dei tufi e delle piroclastiti la permeabilità assume valori da bassi a medio bassi in relazione allo stato di fessurazione e/o allo stato di addensamento. Tali sistemi comprendono acquiferi vulcanici con “potenzialità idrica variabile da medio-alta a medio-bassa”; le falde idriche sono allocate in corrispondenza dei livelli a permeabilità maggiore, spesso sovrapposti e, talora, interconnessi.
- Sistemi degli acquiferi cristallini e metamorfici (Tipo F): costituiti dai complessi ignei e metamorfici. Tali complessi sono contraddistinti da permeabilità per porosità nella parte superficiale dell'acquifero e da permeabilità per fratturazione in profondità. Il grado di permeabilità è variabile da medio a basso in relazione al grado di fessurazione. Tali sistemi comprendono acquiferi con “potenzialità idrica medio-bassa”; la circolazione delle acque sotterranee avviene nella parte relativamente superficiale (fino alla profondità massima di 40-50 metri).

Nella seguente figura è riportato uno stralcio per l'area del bacino del fiume Agri della tavola relativa ai sistemi acquiferi sedi di corpi idrici sotterranei (cartografia redatta alla scala 1:600.000).

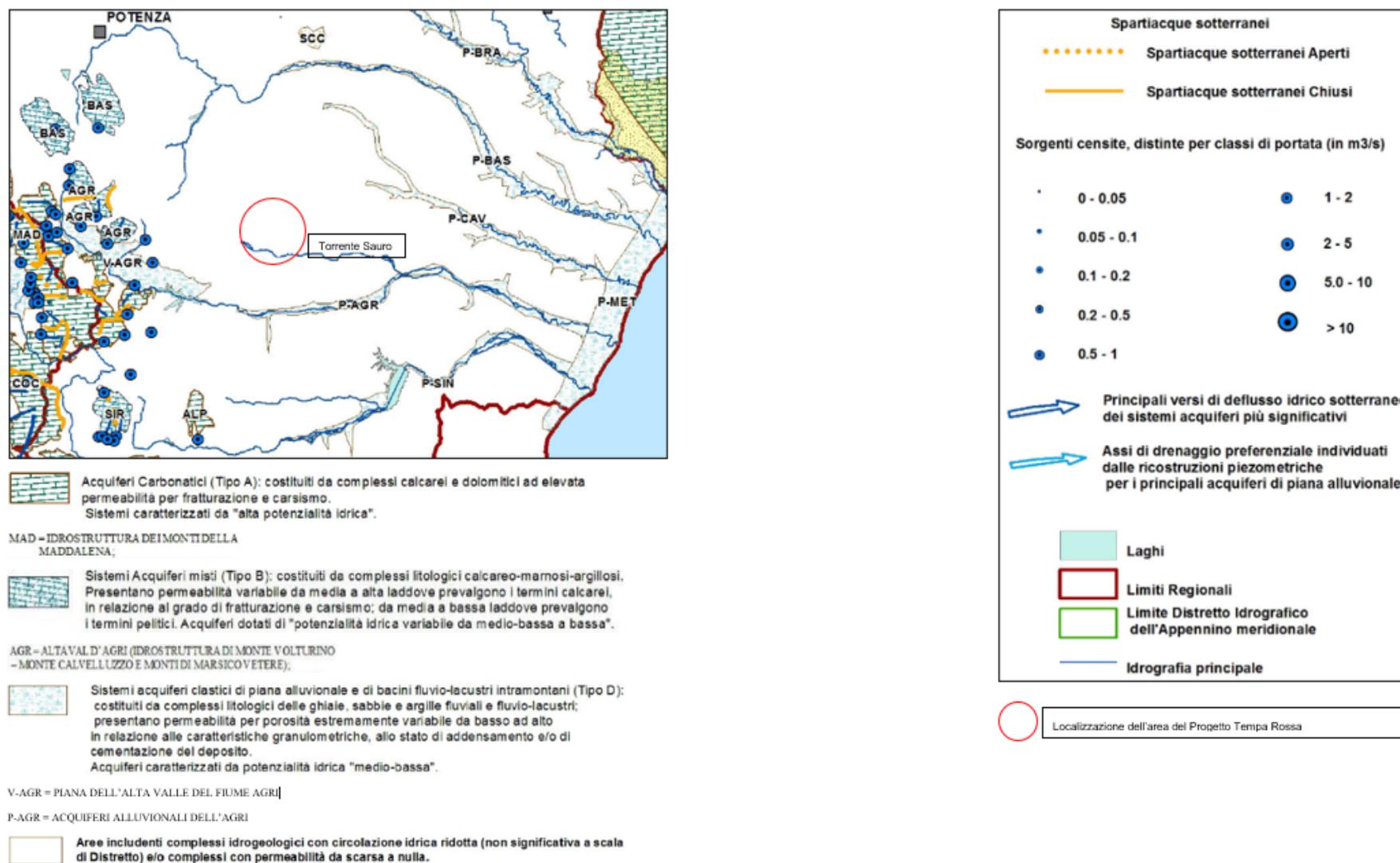


Figura 1: Piano di Gestione delle Acque - Stralcio Tavola 4 - Carta dei sistemi acquiferi sede di corpi idrici sotterranei (fuori scala)

Dall'esame della cartografia sopra riportata emerge una situazione caratterizzata da una importante circolazione idrica sotterranea nell'Alta Val d'Agri, con numerose sorgenti censite, correlata alla presenza di acquiferi prevalentemente carbonatici, e da una circolazione nel fondovalle del fiume, in cui si instaura un circuito legato all'accumulo di sedimenti alluvionali depositi dai corpi idrici principali afferenti al bacino.

In particolare, per l'area del bacino idrografico dell'Agri sono stati individuati i seguenti sistemi acquiferi:

- Idrostruttura dei Monti della Maddalena, acquifero di tipo carbonatico, affiorante al confine tra le regioni Basilicata e Campania, e costituito da rocce calcaree e dolomitiche. Gli elementi strutturali e le differenze di permeabilità relativa tra i termini calcarei e quelli dolomitico danno luogo a un notevole frazionamento della circolazione idrica sotterranea. La porzione ricadente nel bacino dell'Agri appartiene al settore orientale dell'idrostruttura. La porzione meridionale dell'idrostruttura presenta due principali direzioni di deflusso della falda: una verso le sorgenti ubicate nel settore meridionale del Vallo di Diano (per una portata stimata di circa 1,3 m³/s) e una verso le sorgenti situate in Alta Val d'Agri (1,4 m³/s) (si veda la figura seguente per un maggiore dettaglio).
- Idrostruttura di Monte Volturino – Monte Calvelluzzo e Monti di Marsico Vetere, acquifero di tipo misto calcareo-marnoso-argilloso dell'Alta Val d'Agri, presente nel versante idrografico sinistro del fiume. Come si evince dalla figura, sono individuabili sorgenti ai bordi delle strutture, come ad esempio, lungo il margine con l'acquifero di piana alluvionale dell'Agri, determinate probabilmente dal contrasto di permeabilità relativa tra i due sistemi a contatto (ascrivibili, pertanto, alla tipologia di sorgenti per limite di permeabilità, secondo la classificazione di Civita, 1973).

Gli acquiferi di questo tipo (insieme a quelli di Tipo C, questi ultimi comunque non affioranti nell'area in esame) spesso presentano bassa potenzialità, dovuta a caratteristiche strettamente dipendenti dalla natura geologica e all'assetto strutturale degli acquiferi stessi. Per questo motivo possono essere considerati "acquiferi di importanza locale".

- Acquiferi clastici di piana alluvionale: sono distinguibili due sistemi, ubicati rispettivamente nel settore di testata del bacino e nel fondovalle:
 - Piana dell'alta valle del Fiume Agri, la circolazione idrica è connessa al settore sud dell'acquifero carbonatico dei Monti della Maddalena e agli acquiferi calcareo-marnoso-argillosi presenti nell'alta Val d'Agri (descritti nei due punti precedenti).
 - Acquifero alluvionale dell'Agri, la circolazione idrica di questo corpo idrico è connessa ai depositi alluvionali costituiti prevalentemente da ghiaie, sabbie e argille presenti nel fondovalle del fiume.



Figura 2: Circolazione idrica sotterranea nel settore di confine tra Campania e Basilicata (stralcio per l'alta Val d'Agri - da Allegato 3 del Piano di Gestione delle Acque)

Dalla cartografia idrogeologica del Piano di Gestione delle Acque, emerge inoltre che per l'area del bacino del torrente Sauro, entro la quale ricade l'area del Progetto Tempa Rossa, non sono stati individuati sistemi acquiferi significativi. Alla scala utilizzata ai fini della redazione della suddetta cartografia, per l'areale in cui ricade il Progetto Tempa Rossa sono stati pertanto individuati "**complessi idrogeologici con circolazione idrica ridotta e/o con permeabilità da scarsa a nulla**".

Al fine di caratterizzare dal punto di vista idrogeologico l'area in esame, sono state pertanto prese in considerazione le valutazioni riportate nelle Note illustrative della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale, redatta alla scala 1:250.000¹ e la Carta idrogeologica della Basilicata a scala 1:200.000².

Le differenti successioni che costituiscono le unità stratigrafico-strutturali della catena appenninica meridionale sono state raggruppate in complessi idrogeologici caratterizzati da differente tipo e grado di permeabilità. A riguardo occorre osservare che, data la varietà dei terreni che costituiscono le diverse unità stratigrafico-strutturali e l'intensa deformazione che queste hanno subito nel corso dell'evoluzione tettonica della catena, il territorio oggetto di studio è caratterizzato da una forte eterogeneità e complessità anche dal punto di vista idrogeologico.

Pur tenendo conto delle suddette premesse, i diversi complessi idrogeologici sono stati individuati sulla base di criteri fondamentali, quali:

- il riferimento a uno schema geologico-regionale comune in relazione alla storia evolutiva dell'Appennino meridionale;
- lo stato di conoscenza dei caratteri idrogeologici delle varie unità litostratigrafiche e tettoniche;
- il rispetto dei rapporti geometrici esistenti tra le unità litostratigrafiche e tettoniche che costituiscono i complessi idrogeologici stessi.

Le diverse unità stratigrafico-strutturali e i depositi di copertura recenti individuati nel territorio in esame possono pertanto essere distinti nei complessi idrogeologici di seguito descritti (cfr. figura seguente).

■ **Complessi delle coperture quaternarie**

■ Complesso alluvionale

Depositi clastici prevalentemente incoerenti costituiti da tutte le frazioni granulometriche, ma con prevalenza dei termini sabbiosi. Differenti granulometrie si ritrovano in giustapposizione laterale e verticale in relazione alla variabile energia del trasporto idraulico che ne ha determinato la deposizione.

Tali depositi costituiscono acquiferi porosi, eterogenei e anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe.

Sono compresi in questo complesso idrogeologico i depositi alluvionali attuali e recenti, terrazzati.

Il tipo di permeabilità è per porosità e il grado di permeabilità è caratterizzabile come globalmente medio in relazione all'azione esercitata delle frazioni granulometriche più sottili.

■ Complesso dei depositi epiclastici continentali

¹ Vincenzo ALLOCCA, Fulvio CELICO, Pietro CELICO, Pantaleone DE VITA, Silvia FABBROCINO, Cesaria MATTIA, Giuseppina MONACELLI, Ilaria MUSILLI, Vincenzo PISCOPO, Anna Rosa SCALISE, Gianpietro SUMMA, Giuseppe TRANFAGLIA - NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ITALIA MERIDIONALE - 2003

² Celico P., De Vita P., Monacelli G., Scalise A.R. & Tranfaglia G. - Carta idrogeologica della Basilicata - 2003

Depositi clastici, spesso cementati, derivanti dal trasporto gravitativo e/o idraulico di breve percorso: falde detritiche di versante da attuali ad antiche, depositi di conoide torrentizia, da attuali ad antichi, subordinatamente depositi morenici e conglomerati alluvionali dislocati.

Costituiscono generalmente acquiferi di discreta trasmissività, anche se eterogeni e anisotropi; sono sede di falde idriche di notevole potenzialità quando soggetti a travasi idrici sotterranei provenienti da strutture idrogeologiche laterali.

Questo complesso idrogeologico è contraddistinto da un tipo di permeabilità per porosità e da un grado di permeabilità medio.

■ **Complessi dei depositi marini plio-quadernari**

■ Complesso sabbioso-conglomeratico

Depositi clastici sabbioso-ghiaiosi da incoerenti a scarsamente cementati, riconducibili alle fasi regressive iniziate nel Pleistocene inferiore; a questi depositi sono ascrivibili le sabbie e i conglomerati marini terrazzati e i depositi del ciclo bradanico.

Costituiscono acquiferi eterogenei e anisotropi, localmente contraddistinti anche da una buona trasmissività, ma in genere, per il frazionamento della circolazione idrica sotterranea, danno luogo a sorgenti di modesta portata, in corrispondenza di limiti di permeabilità indefiniti o definiti con i sottostanti terreni argillosi.

Il tipo di permeabilità è per porosità e il grado di permeabilità è medio.

■ Complesso argilloso

Depositi costituiti da argille e argille siltose e sabbiose marine ascrivibili alla trasgressione che ha interessato estesamente la Fossa Bradanica, tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore.

Costituiscono limiti di permeabilità, al contatto con i depositi del complesso sabbioso-conglomeratico, al quale sono sottoposti stratigraficamente, o con gli altri acquiferi ai quali essi sono giustapposti verticalmente e/o lateralmente.

■ **Complessi delle successioni torbiditiche sinorogeniche**

■ Complesso arenaceo-conglomeratico

Successioni torbiditiche prossimali di tipo *coarsening upward*, prevalentemente arenaceo-conglomeratiche, con a luoghi caratteri di *wildflysch*. Nelle parti più alte delle serie, la scarsa presenza di intercalazioni pelitiche rende possibile una circolazione idrica basale con recapito in sorgenti di notevole importanza locale.

Questi acquiferi non sono caratterizzati da un tipo di permeabilità prevalente, in quanto coesistono permeabilità per porosità e per fessurazione; il grado di permeabilità è medio.

■ Complesso delle successioni arenaceo-calcareo-pelitiche

Successioni torbiditiche da distali a prossimali costituite da alternanze ritmiche arenaceo-pelitiche, calcareo-pelitiche e, subordinatamente, arenacee, conglomeratiche e calcareo-marnose.

La presenza pressoché continua di intercalazioni pelitiche rende possibile l'esistenza di una modesta circolazione idrica sotterranea nella coltre di alterazione superficiale; solo dove la parte litoide fratturata prevale su quella pelitica e dove esiste un assetto strutturale favorevole si può instaurare una circolazione idrica relativamente più profonda.

Per queste caratteristiche idrogeologiche il complesso idrogeologico ha un tipo di permeabilità misto, a cui contribuiscono sia la porosità che la fessurazione dell'ammasso e un grado di permeabilità scarso.

■ **Complessi delle unità di bacino esterne**

■ Complesso silico-marnoso delle Unità Lagonegresi

Complesso costituito da: arenarie e argille; diaspri, radiolariti e argilliti selcifere; calcilutiti, marne e siltiti.

La frequente presenza di intercalazioni pelitiche e marnose rende possibile solo una scarsa circolazione idrica sotterranea limitata prevalentemente alla parte più superficiale dell'ammasso; tale circolazione diventa relativamente più cospicua negli orizzonti in cui le intercalazioni pelitiche sono meno presenti.

Il tipo di permeabilità non prevale tra la porosità e la fessurazione, il grado di permeabilità, invece, è globalmente scarso.

■ **Complessi delle unità di bacino interne**

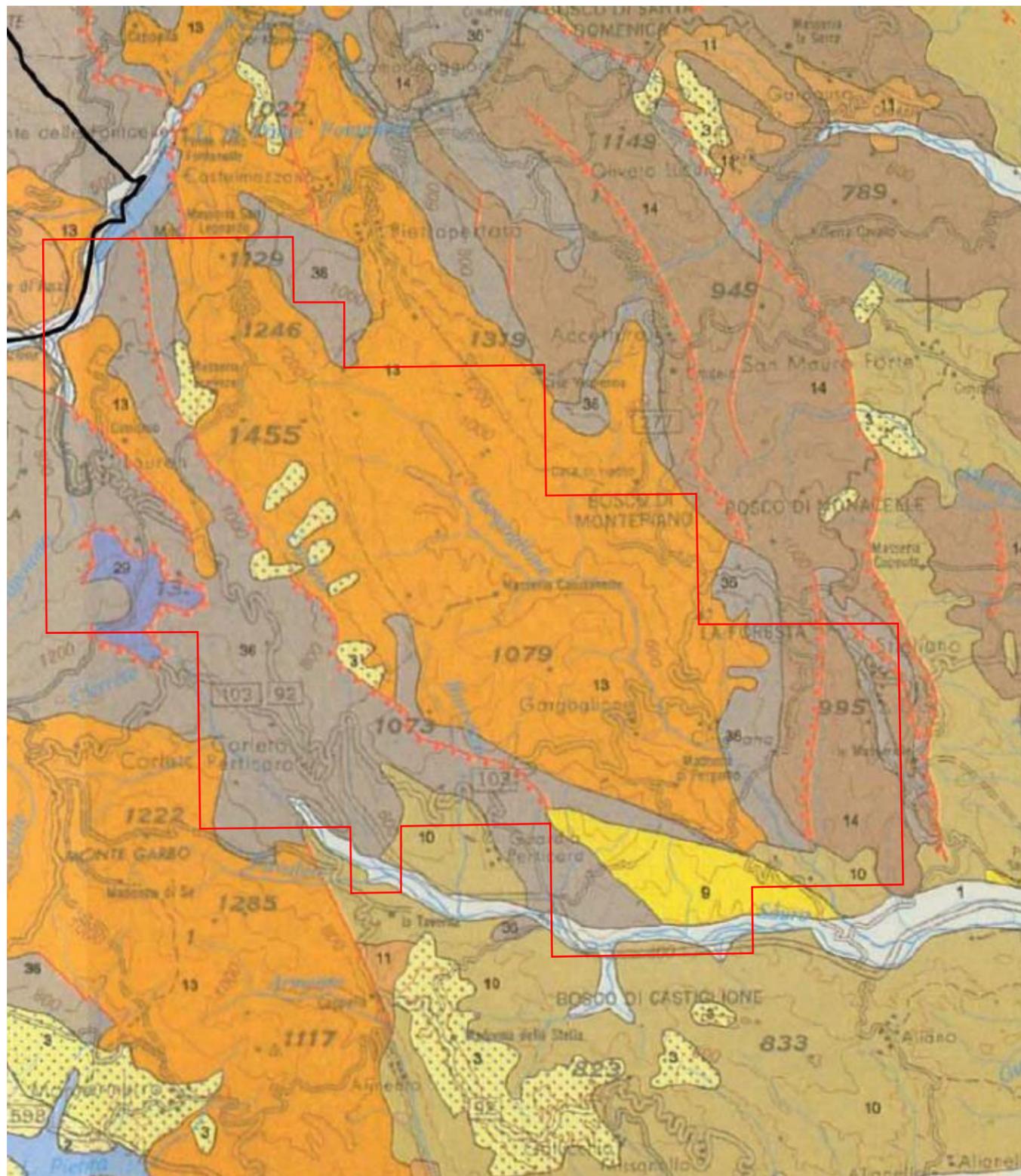
■ Complesso argilloso-calcareo delle Unità Sicilidi

Complesso a prevalente composizione argillosa, con colorazione caratteristicamente variegata, con termini litoidi prevalentemente calcarei e calcareo-mamosi, inglobanti caoticamente. Per il comportamento eminentemente plastico, questi terreni si ritrovano nei bassi topografici, dove, se in contatto con strutture idrogeologiche carbonatiche, possono costituire la cintura impermeabile degli stessi.

La prevalenza nell'ammasso dei termini argillosi rende questo complesso caratterizzabile con un grado di permeabilità globalmente impermeabile e un tipo di permeabilità per porosità, occasionalmente per fessurazione.

Si sottolinea che i differenti gradi di permeabilità individuati nelle citate note alla Carta idrogeologica dell'Italia meridionale e qui riportati sono definiti come segue:

- alto: conducibilità idraulica superiore a 10^{-1} cm/s ($K > 10^{-1}$ cm/s);
- medio: $10^{-4} < K < 10^{-1}$ cm/s;
- scarso: $10^{-7} < K < 10^{-4}$ cm/s;
- nullo: $K < 10^{-7}$ cm/s.



COMPLESSI DELLE COPERTURE QUATERNARIE		Tipo di permeabilità prevalente		Grado di permeabilità				
		Porosità	Fessurazione	Carbonato	Impermeabile	Scasso	Medio	Alto
1	Complesso alluvionale-costiero: Depositi clastici prevalentemente incoerenti costituiti da tutte le frazioni granulometriche, ma con prevalenza dei termini sabbiosi. Differenti granulometrie si ritrovano in giustapposizione laterale e verticale, in relazione alla variabile energia del trasporto idraulico che ne ha determinato la deposizione. Costituiscono acquiferi porosi, eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario, che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe.							
3	Complesso dei depositi epiclastici continentali: Depositi clastici, spesso cementati, derivanti dal trasporto gravitativo e/o idraulico di breve percorso: falde detritiche di versante da attuali ad antiche, depositi di conoidi torrenziali, da attuali ad antichi; subordinatamente, depositi morenici. Costituiscono generalmente acquiferi di discreta trasmissività, anche se eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche di notevole potenzialità, quando soggetti a travasi idrici sotterranei provenienti da strutture idrogeologiche bordarie (es. Conglomerati di Eboli ecc.).							
COMPLESSI DEI DEPOSITI MARINI PLIO-QUATERNARI								
9	Complesso sabbioso-conglomeratico: Depositi clastici sabbioso-ghiaiosi da incoerenti a scarsamente cementati, ascrivibili alle fasi regressiva iniziata nel Pleistocene inferiore (del ciclo bradanico: Sabbie di Monte Marano, Calcareniti di Monte Castiglione, Conglomerato di Irsina). Costituiscono acquiferi anche di buona trasmissività, ma in genere, per il frazionamento della circolazione idrica sotterranea, danno luogo a sorgenti di portata modesta, in corrispondenza di limiti di permeabilità indefiniti o definiti con i sottostanti terreni argillosi.							
10	Complesso argilloso: Depositi costituiti da argille ed argille siliose e sabbiose marine ascrivibili alla trasgressione che ha interessato estesamente la Fossa Bradanica, tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore. Costituiscono limiti di permeabilità, al contatto con i depositi del complesso sabbioso-conglomeratico, al quale sono sottoposti stratigraficamente, o con gli altri acquiferi ai quali essi sono giustapposti verticalmente e/o lateralmente.							
COMPLESSI DELLE SUCCESSIONI TORBIDITICHE SINOROGENICHE								
13	Complesso arenaceo-conglomeratico: Successioni torbiditiche prossimali di tipo <i>coarsening upward</i> , prevalentemente arenaceo-conglomeratiche, con a luoghi caratteri di <i>wältylsch</i> (Formazioni di Castelvetere, di Monte Sacro e Gorgoglione). Nelle parti più alte delle serie, l'assenza di intercalazioni pelliche rende possibile una circolazione idrica basale con recapito in sorgenti di notevole importanza locale (Unità idrogeologiche di Monte Sacro, Monte della Stella e Monte Centaurino in Campania meridionale).							
14	Complesso delle successioni arenaceo-calcareo-pelliche: Successioni torbiditiche da distali a prossimali, costituite da alternanze ritmiche arenaceo-pelliche, calcareo-pelliche e, subordinatamente, conglomeratiche e calcareo-mamosse (Gruppo del Cilento, Flysch Numidico, Unità Iipine p.p., Unità di Frosolone e Stilo Capo d'Orlando). La presenza pressoché continua di intercalazioni pelliche rende possibile la formazione di una modesta circolazione idrica sotterranea nella coltre di alterazione superficiale; solo dove la parte litoidale fratturata prevale su quella pellica, e laddove esiste un assetto strutturale favorevole, si può instaurare una circolazione idrica relativamente più profonda.							
COMPLESSI DELLE UNITÀ DI BACINO ESTERNE								
29	Complesso silico-marnoso delle Unità Lagonegresi I e II: Complesso costituito dai termini della Formazione di Monte Facito, del Trias medio, della Formazione degli Scisti Silicei e del Flysch Galestrino, di età compresa tra il Giurassico e il Cretaceo superiore: arenarie e argille; diaspri, radiolari e argilliti selciferi; calcilutiti, marni e siltiti. La frequente presenza di intercalazioni pelliche e mamosse rende possibile solo una scarsa circolazione idrica sotterranea limitata prevalentemente alla parte più superficiale dell'ammasso; tale circolazione diventa relativamente più cospicua negli orizzonti in cui le intercalazioni pelliche sono meno presenti.							
COMPLESSI DELLE UNITÀ DI BACINO INTERNE								
36	Complesso argilloso-calcareo delle Unità Sicilidi: Complesso a prevalente composizione argillitica, con colorazione caratteristicamente variegata, con termini litoidi prevalentemente calcarei e calcareo-mamosi, inglobati caoticamente (Argille Varicolori); termini litologici equivalenti sono presenti in sequenze meno caoticizzate nel Flysch Rosso. Per il comportamento eminentemente plastico questi terreni si ritrovano nei bassi topografici, dove, se in contatto con strutture idrogeologiche carbonatiche, possono costituire la cintura impermeabile degli stessi.							
Principali faglie, affioranti e presunte o sepolte, tra cui quelle maggiormente rilevanti per la ricostruzione dell'assetto idrostrutturale								
Principali sovrascorrimenti, affioranti e presunti o sepolti, tra cui quelli maggiormente rilevanti per la ricostruzione dell'assetto idrostrutturale								
								Comuni dell'area metropolitana della Città di Potenza

Figura 3: Carta idrogeologica della Basilicata (stralcio fuori scala relativo all'area della Concessione Gorgoglione)

Dall'esame della cartografia idrogeologica disponibile consultata è possibile formulare le seguenti considerazioni.

Un'alta permeabilità è riscontrabile solo nei litotipi grossolani sciolti delle falde detritiche di versante e/o dei corpi franosi (Complesso dei depositi epiclastici continentali), dove la circolazione idrica sotterranea risulta tuttavia limitata in quanto circoscritta entro i depositi clastici a contatto con il substrato che esercita una funzione di impermeabile relativo.

Condizioni di discreta permeabilità sono individuabili per i depositi di origine fluviale (Complesso alluvionale) e per i depositi marini a tessitura grossolana (Complesso sabbioso-conglomeratico), anche se la permeabilità di tali formazioni può essere condizionata dalle intercalazioni di sedimenti più fini o dal grado di cementazione.

Una mediocre permeabilità è inoltre riconoscibile anche per le sequenze più grossolane delle successioni torbiditiche (Complesso arenaceo-conglomeratico, frazione grossolana del Flysch di Gorgoglione); anche in questo caso, tuttavia, la permeabilità complessiva è condizionata dalle intercalazioni delle frazioni pelitiche della sequenza.

Tra i complessi idrogeologici che presentano una buona permeabilità complessiva, nell'area del Progetto Tempa Rossa solo la piana alluvionale del torrente Sauro, pur con alcune limitazioni sulla conducibilità idraulica dovute alla presenza di alternanze e/o di lenti di sedimenti a granulometria fine, possiede dimensioni e continuità tali da poter essere considerata un corpo acquifero di rilievo alla scala di bacino, mentre la circolazione idrica negli altri complessi riconosciuti come mediamente permeabili risulta invece discontinua e di scarsa potenzialità.

Per quanto riguarda le manifestazioni sorgive, dall'esame della carta idrogeologica regionale non emerge la presenza di punti di emergenza idrica individuabili alla scala di redazione di tale cartografia tematica.

La presenza di sorgenti nell'area, non significative in termini quantitativi, è per lo più ascrivibile a una circolazione idrica superficiale condizionata da una scarsa continuità laterale e strettamente dipendente dall'andamento del regime pluviometrico.

Sulla base dei dati a disposizione non emergono pertanto elementi che portino ad ipotizzare nell'area in esame la presenza di importanti circolazioni idriche sotterranee, di carattere regionale, alimentanti sorgenti di elevata portata.

Assetto idrogeologico locale

In base alle informazioni sino a questo punto acquisite, dal punto di vista idrogeologico emerge un quadro caratterizzato da una scarsa permeabilità complessiva delle formazioni affioranti nell'area del Progetto Tempa Rossa e dalla sostanziale assenza di circuiti idrici sotterranei di importanza regionale.

Fanno eccezione i sedimenti di copertura di origine fluviale legati ai cicli deposizionali del torrente Sauro e del reticolo minore ad esso associati, i quali hanno dato origine a un corpo sedimentario in grado di ospitare una falda idrica significativa di tipo freatico, anche se a luoghi non è da escludere la compartimentazione di alcuni settori in relazione alla presenza di intercalazioni argillose a maggiore estensione laterale (si ritiene tuttavia improbabile una continuità laterale tale da generare condizioni di falde in pressione).

I sedimenti della piana alluvionale del Sauro, comprendenti anche i depositi di conoide dei tributari laterali, danno quindi origine a un sistema acquifero grossomodo omogeneo alimentato dai flussi provenienti dai versanti montani, caratterizzati da litologie nel complesso scarsamente permeabili, e dai contributi provenienti dalle valli dei corsi d'acqua minori. La falda ospitata in tale sistema acquifero costituisce il flusso di base del torrente Sauro.

Condizioni di emergenza delle acque sotterranee

Come già evidenziato nell'inquadramento idrogeologico regionale, non emergono indicazioni circa gli eventuali punti di emergenza delle acque sotterranee nell'area vasta della Concessione Gorgoglione.

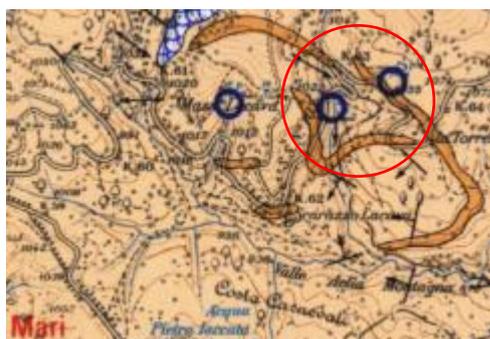
Non essendo state individuate pubblicazioni di carattere idrogeologico specifiche per l'area in esame, un ulteriore approfondimento sulle emergenze idriche eventualmente presenti è stato eseguito sulla base dei dati desumibili dalla cartografia geologica alla scala del bacino idrografico del fiume Agri, redatta alla scala 1:50.000, e relative note esplicative³.

Le indicazioni riportate nella citata documentazione confermano un quadro caratterizzato da sorgenti con portate di modesta entità (dell'ordine di pochi l/s) e riconducibili a zone di contatto tra litologie a differente permeabilità relativa.

Dall'esame della cartografia possono essere distinte alcune condizioni tipologiche delle sorgenti indicate, in cui sono riconoscibili condizioni di emergenze idriche per limite di permeabilità tra formazioni a differente grado di permeabilità relativa, per soglia di permeabilità imposta da lineamenti tettonici, o per affioramento della piezometrica (rif. classificazione delle sorgenti di Civita, 1973).

Nei punti seguenti vengono riportate alcune delle condizioni di emergenza idrica riconoscibili per l'area riportando, a titolo esemplificativo, stralci della carta geologica del bacino del fiume Agri.

- Zone di affioramento delle sequenze del Flysch di Gorgoglione dove sono presenti livelli arenacei e conglomeratici all'interno di alternanze arenaceo-argillose di minore permeabilità



Flysch di Gorgoglione: alternanza di arenarie e di argille leggermente marnose. Le arenarie (litareniti feldspatiche e arkose litiche) sono grigio-giallastre sulla superficie d'alterazione e grigio ferro al taglio fresco, ben cementate con strati di spessore variabile tra pochi cm e qualche m; talora sono presenti livelli di notevole spessore (a) costituiti da arenarie grossolane piuttosto incoerenti e conglomerati ad abbondante matrice sabbiosa. Le argille di colore grigio oliva e a frattura concorde, sono abbondantemente siltose e formano talora intercalazioni di elevato spessore.

Figura 4: Emergenze idriche al contatto tra litofacies a differente permeabilità relativa nella Formazione del Flysch di Gorgoglione

³ S. CARBONE, S. CATALANO, S. LAZZARI, F. LENTINI & C. MONACO - PRESENTAZIONE DELLA CARTA GEOLOGICA DEL BACINO DEL FIUME AGRÌ (BASILICATA), *Mem. Soc. Geol. It.*, 47 (1991), 129-143, 2 tavv.

- Zone di contatto tra i depositi del ciclo pliocenico a prevalente litologia sabbioso-conglomeratica (Ciclo di Caliendo) e le litologie argillose del complesso Sicilidi (Unità del Torrente Cerreto, appartenente alla Falda di Rocca Imperiale)



Figura 5: Emergenza idrica al contatto tra unità geologiche a differente litologia e grado di permeabilità relativa

- Zone in cui sistemi di faglia hanno portato in contatto tettonico formazioni flyschoidi con litologie sostanzialmente impermeabili (Argille varicolori delle Unità Sicilidi)

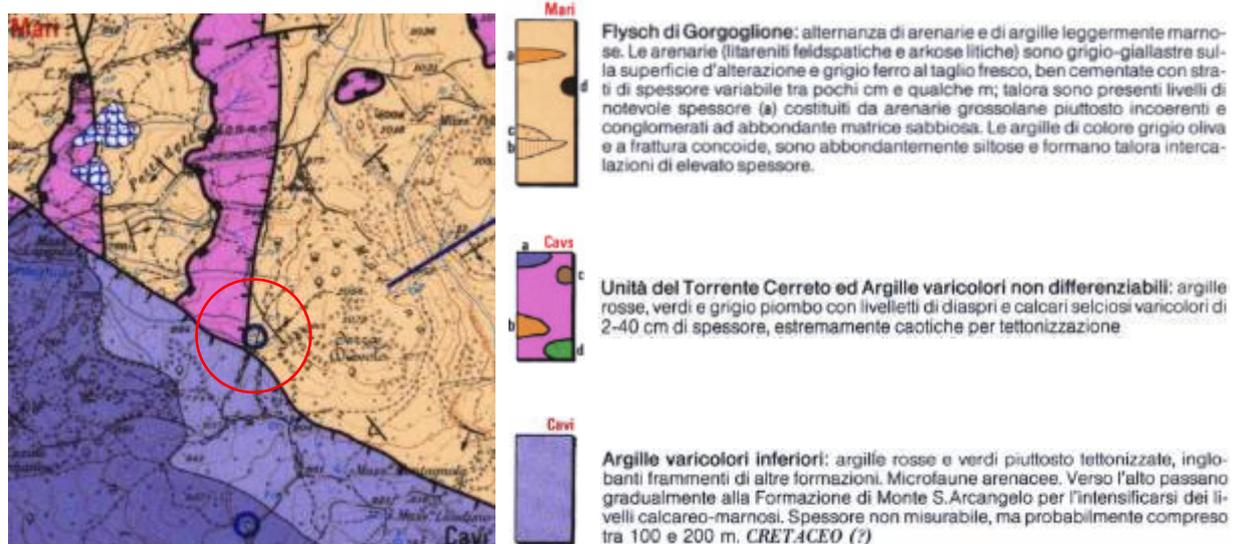


Figura 6: Emergenza idrica al contatto per faglia tra formazioni geologiche a differente permeabilità relativa

- Corpi di frana, in cui il materiale sciolto può essere sede di piccole falde sostenute dalla roccia in posto, la quale svolge funzione di impermeabile relativo

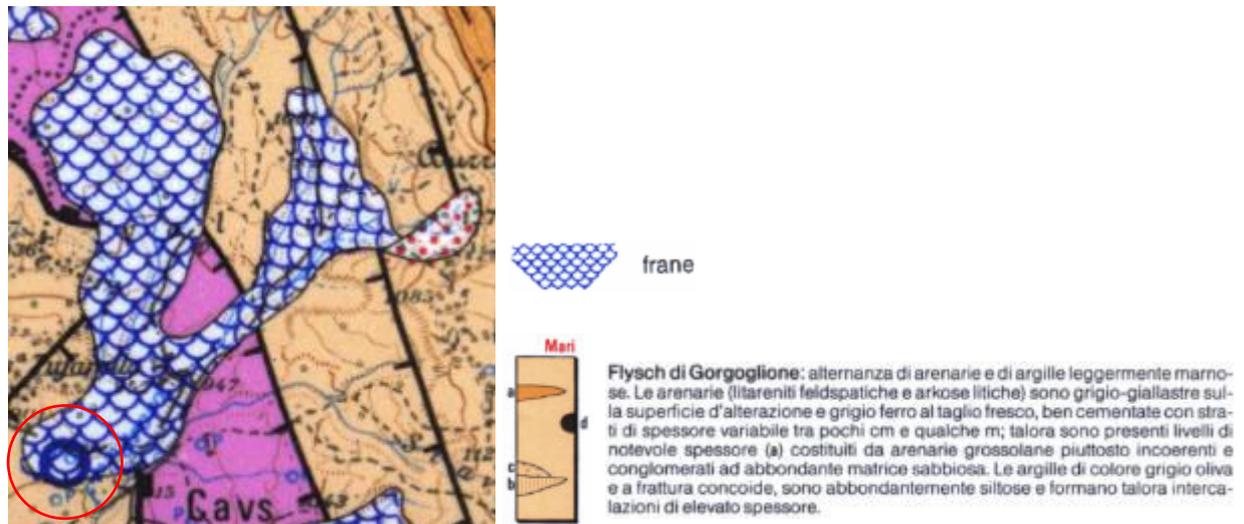


Figura 7: Emergenza idrica per limite di permeabilità tra corpo di frana e substrato

- Depressioni morfologiche, in corrispondenza delle quali può insorgere l'affioramento di piccole falde circolanti nelle coltri di alterazione superficiale delle formazioni affioranti a causa dell'intersezione con la superficie topografica



Figura 8: Emergenza idrica per affioramento della piezometrica in zona di profonda incisione valliva

Le precedenti considerazioni suggeriscono quindi la presenza di emergenze idriche delle acque circolanti nei livelli più permeabili a contatto con litologie a minore permeabilità relativa, seppure nell'ambito di acquiferi di modesta estensione e scarsa potenzialità.

Come accennato in precedenza, inoltre, non sembrano essere presenti, o quantomeno verificabili sulla base dei dati ad oggi acquisiti, importanti emergenze idriche derivanti da una circolazione più profonda delle acque sotterranee, eventualmente legata a circuiti lungo i principali sistemi di discontinuità.

In particolare, è da attendere una limitata permeabilità lungo i lineamenti legati a un regime tettonico compressivo, come le faglie di tipo inverso e i sovrascorrimenti. In tal senso occorre inoltre tenere conto che le litologie predominanti nell'area in oggetto e la conseguente presenza di materiale molto fine lungo i sistemi di fagliazione, non determinano l'instaurarsi di condizioni favorevoli per una circolazione idrica significativa anche nei sistemi a prevalente componente trascorrente o trastensiva riconosciute nell'area in esame (ad esempio,

nelle carte geologiche consultate non sono riscontrabili particolari evidenze di emergenze idriche lungo la faglia Scorciabuoi, lineamento tettonico di riconosciuta importanza regionale).

Le emergenze idriche indicate in corrispondenza di faglie, riscontrate anche all'interno dei medesimi litotipi, sembrerebbero invece più verosimilmente correlabili a una circolazione idrica superficiale eventualmente instaurata nelle fasce di deformazione cataclastica (si veda lo stralcio della carta geologica del bacino del fiume Agri di seguito riportato).



Figura 9: Emergenza idrica in corrispondenza di un lineamento di faglia all'interno della Formazione Gorgoglione

Settori dell'area del Progetto Tempa Rossa

La ricostruzione dell'assetto idrogeologico caratterizzante l'area della Concessione Gorgoglione, di cui alle valutazioni precedenti, ha avuto sostanziale conferma dalle indagini in sito svolte a cura di TotalEnergies nell'ambito del Progetto Tempa Rossa.

In particolare, nell'area del Progetto Tempa Rossa sono stati eseguiti rilievi geologici e campagne di indagini sia di tipo indiretto (ad esempio indagini geofisiche di sismica a rifrazione e di tomografia geoelettrica) sia di tipo diretto mediante la perforazione di numerosi sondaggi geognostici, molti dei quali sono stati successivamente attrezzati a piezometro.

Le attività di sito svolte a cura di TotalEnergies sono state principalmente finalizzate alla caratterizzazione geotecnica e alla verifica delle condizioni di stabilità dei versanti oggetto di intervento per la realizzazione delle diverse opere di progetto (pozzi di estrazione del greggio; Centro Olio, deposito GPL; rete di flowline e pipeline per il trasporto dei prodotti), comprese le opere accessorie, come le strade di accesso.

A tal fine, le indagini hanno preso in considerazione sia i caratteri geomorfologici e litostratigrafici nelle diverse aree del Progetto Tempa Rossa, sia le condizioni di circolazione idrica sotterranea riscontrabili in tali zone.

Per l'area in esame, i risultati delle indagini di sito hanno sostanzialmente confermato il contesto idrogeologico individuato a partire dalle informazioni desunte dalle fonti bibliografiche consultate.

A tale riguardo, nel seguito si riporta una descrizione delle informazioni di carattere idrogeologico riconosciute in sito a seguito delle attività di rilevamento e di indagine svolte da TotalEnergies nell'area del Progetto Tempa Rossa, suddivise per i settori già individuati nell'ambito della caratterizzazione geologica locale, di cui alle precedenti valutazioni, alle quali si rimanda per i dettagli di merito.

Area Centro Olio e flowline collegate

Dal punto di vista idrogeologico i terreni presenti sono caratterizzati da una permeabilità primaria bassa o nulla; quella secondaria, dovuta alla presenza di discontinuità acquisite dall'ammasso principalmente per cause tettoniche, può essere di grado medio dove prevalgono litotipi arenacei o calcarei che, fratturati, possono dar luogo a livelli acquiferi sospesi.

Una maggiore permeabilità si verifica in corrispondenza delle coltri detritiche e di frana rispetto al substrato e, in misura minore, delle coltri di alterazione delle formazioni a carattere lapideo o semilapideo. Minore permeabilità per porosità rispetto al Flysch di Gorgoglione ha l'unità di Torrente Cerreto, in quanto a maggiore contenuto medio di argilla; inoltre, molto ridotta è anche la sua permeabilità secondaria.

Di seguito sono descritte le caratteristiche idrogeologiche delle diverse unità. Le caratteristiche e i valori di permeabilità presenti nei precedenti lavori consultati, sono generalmente riportati su base bibliografica per comparazione con le tipologie di terreni presenti. Questa valutazione è riferita alle formazioni nel loro insieme. A livello locale, possono aversi, invece, valori di permeabilità variabili per grado di fratturazione o per contenuto della frazione limosa e argillosa.

La valutazione suddetta è stata eseguita facendo riferimento a diverse fonti di letteratura:

- Casagrande e Fadum, in Colombo, 1983;
- Terzaghi e Peck, 1967;
- Lambe e Whitman, 1969;
- Civita, in Ippolito et Alii, 1993.

Oltre alle valutazioni di carattere bibliografico, le caratteristiche di alcune formazioni, quali le coltri di alterazione del Flysch di Gorgoglione e le Coltri di Frana, sono state valutate anche tramite alcuni test idrogeologici diretti eseguiti da TotalEnergies e riportati nella documentazione consultata.

- Unità del Torrente Cerreto

L'unità ha una permeabilità essenzialmente di tipo primario, in quanto quella secondaria per fessurazione è da considerarsi limitata a causa della scarsa continuità e persistenza delle discontinuità nell'ammasso roccioso.

La formazione per i motivi suddetti è sostanzialmente impermeabile, con un coefficiente di permeabilità $K < 10^{-8}$ cm/s.

- Flysch di Gorgoglione

Il Flysch di Gorgoglione è caratterizzato fino a circa 10 m di profondità da una coltre di alterazione in cui ai litotipi di caratteristiche litoidi o semilitoidi si associano anche argille, limi argillosi e limi sabbiosi che costituiscono il prodotto del disfacimento dei litotipi sottostanti.

- Substrato

Il substrato ha una permeabilità prevalentemente di tipo secondario per fratturazione. La permeabilità di medio–alto grado conferita dalla componente arenacea è drasticamente abbattuta dalla presenza delle argille marnose e delle argilliti. La formazione ha pertanto complessivamente una permeabilità da bassa a molto bassa, con un coefficiente di permeabilità $10^{-7} < K < 10^{-6}$ cm/s.

- Coltre di alterazione

Nella coltre di alterazione coesistono diversi litotipi della formazione, più o meno alterati, a granulometria limoso-sabbiosa e limoso-argillosa. Nel complesso ha una permeabilità bassa, leggermente superiore a quella del substrato, rientrando nell'intervallo $10^{-5} < K < 10^{-4}$ cm/s.

■ Accumuli di frana e colluvioni

La composizione di tali depositi è rappresentata in prevalenza da una matrice limoso-argillosa e argilloso-limosa, debolmente sabbiosa, con inclusioni eterometriche di diverse tipologie di materiali lapidei, prevalentemente in assetto caoticizzato.

In genere, i depositi in questione hanno caratteristiche di permeabilità leggermente superiori a quelle del substrato e paragonabili a quelle delle coltri di alterazione. In funzione dell'abbondanza della componente fine dei depositi, gli accumuli di frana e colluviali hanno una permeabilità essenzialmente di tipo primario, da medio-bassa a bassa. Il coefficiente di permeabilità rientra nell'intervallo $10^{-5} < K < 10^{-3}$ cm/s.

Dai rilievi pregressi condotti in sito emerge quindi la presenza di una circolazione idrica preferenziale all'interno delle coltri colluviali e di frana e della coltre di alterazione del Flysch di Gorgoglione.

La circolazione idrica suddetta potrebbe alimentare locali falde sospese, con direzioni di flusso orientate generalmente verso valle, in modo preferenziale verso le principali depressioni e incisioni morfologiche.

Area pozzi di estrazione esistenti

Dal punto di vista idrogeologico l'area in oggetto è caratterizzata dall'esteso affioramento del *Flysch di Gorgoglione*, con caratteri simili a quelli riscontrati nell'area del Centro Olio. In linea generale, tale complesso, specialmente nei settori non alterati, presenta una permeabilità complessiva bassa. Una permeabilità relativamente più elevata è riscontrabile nelle coltri di alterazione, mentre una circolazione idrica sotterranea, seppure di scarsa continuità laterale, può instaurarsi nei termini della sequenza torbiditica a prevalente natura arenacea, in funzione del grado di fessurazione presente e dell'interconnessione tra i sistemi di frattura, i quali possono impartire una discreta permeabilità secondaria all'ammasso roccioso.

Le differenti successioni stratigrafiche della Formazione Gorgoglione presente nell'area esaminata (litofacies pelitico-arenacea e litofacies arenacea) sono caratterizzate da un tipo e da un grado di permeabilità relativa differenti:

- la *litofacies arenacea* presenta una permeabilità relativa di tipo misto, secondaria per fratturazione (prevalente) e primaria per porosità (subordinata), variabile da medio-alta a medio-bassa in funzione sia del grado fratturazione, sia dell'abbondanza o meno di livelli pelitici nella sequenza. La permeabilità relativa assume valori medio-alti quando prevale la componente lapidea fessurata, valori bassi nei depositi a prevalente componente pelitica (nettamente subordinati ai primi). Tale litofacies costituisce corpi acquiferi di limitata estensione, sia areale sia in profondità, con potenzialità limitate (alimentando sorgenti con portate sempre inferiori a 1 l/s).
- la *litofacies pelitico-arenacea* presenta una permeabilità relativa da bassa a molto bassa e costituisce un impermeabile relativo rispetto alla litofacies arenacea.

La presenza dei livelli fini influenza comunque la permeabilità complessiva della formazione, conferendo all'insieme un grado di permeabilità sostanzialmente basso.

Area nuovo pozzo GG3

Dal punto di vista idrogeologico, l'area nell'intorno del piazzale del pozzo GG3 (fascia di 5 km, che ricomprende anche la flowline di collegamento al Centro Olio) è caratterizzata dall'esteso affioramento del *Flysch di Gorgoglione*, tale complesso, come sopra descritto, presenta una permeabilità complessiva bassa ed è inoltre

caratterizzato dalla sostanziale assenza di circuiti idrici sotterranei di importanza regionale. Fanno eccezione, al limite meridionale della fascia di studio, i sedimenti di copertura di origine fluviale legati ai cicli deposizionali del torrente Sauro e del reticolo minore ad esso associati, i quali hanno dato origine a un corpo sedimentario in grado di ospitare una falda idrica significativa di tipo freatico (complesso idrogeologico alluvionale).

Per quanto riguarda le condizioni di emergenza delle acque sotterranee, ricordando che non sono state individuate pubblicazioni di carattere idrogeologico specifiche per l'area in esame, sulla base degli approfondimenti eseguiti a partire dai dati desumibili dalla cartografia geologica alla scala del bacino idrografico del fiume Agri, nonché dai sopralluoghi in sito effettuati da TotalEnergies, non emergono indicazioni circa eventuali punti di emergenza delle acque sotterranee presenti nella fascia di 5 km dal pozzo GG3 in aggiunta a quelli già considerati nel PMA (si rimanda al successivo paragrafo relativo alla qualità delle acque ove sono riportate le informazioni sulle varie stazioni di monitoraggio dell'ambiente idrico previste dal PMA e considerate nel presente SIA).

Area deposito GPL e bretella

I conglomerati affioranti a monte lungo la porzione meridionale della bretella sono caratterizzati da una buona permeabilità primaria e da media permeabilità secondaria.

I terreni alterati e i depositi detritici alluvionali risultano invece avere una permeabilità medio-alta per porosità, mentre il substrato argilloso è da considerarsi praticamente impermeabile per l'elevata composizione pelitica.

Nella situazione idrogeologica descritta si individua una circolazione di tipo freatico nei sedimenti superficiali, sostenuta dalle sottostanti argille.

Area strada di collegamento Centro Olio e bretella

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni del substrato pre-pliocenico sono caratterizzate da una permeabilità primaria generalmente bassa o nulla riferita all'ammasso, mentre la permeabilità dei termini sabbiosi appare medio-alta

La permeabilità secondaria può giungere a valori medi e solo localmente elevati, dove prevalgono litotipi arenacei o calcarei (nella formazione di Sant'Arcangelo e nel Flysch di Gorgoglione) che, se fratturati, possono dar luogo a livelli acquiferi sospesi.

Un aumento locale della permeabilità si verifica in corrispondenza delle coltri detritiche e di frana rispetto al substrato.

Minore permeabilità per porosità delle precedenti formazioni hanno le Argille variegata e l'Unità del Torrente Cerreto; dove è anche molto ridotta la permeabilità secondaria.

Argille variegata inferiori

Per le sue caratteristiche mal si distingue una coltre di alterazione dal substrato. L'unità ha una permeabilità essenzialmente di tipo primario e un coefficiente di permeabilità medio $K < 10^{-8}$ cm/s (sostanzialmente impermeabile).

Formazione di Monte Sant'Arcangelo

La formazione è caratterizzata fino a circa 7 – 8 m di profondità da una coltre di alterazione.

■ *Substrato*

L'unità ha una permeabilità prevalentemente di tipo secondario per fratturazione. La formazione ha complessivamente una permeabilità molto bassa, con un coefficiente di permeabilità $10^{-6} < K < 10^{-5}$ cm/s.

■ *Coltre di alterazione*

L'orizzonte di alterazione nel complesso ha una permeabilità bassa, leggermente superiore a quella del substrato, rientrando nell'intervallo $10^{-5} < K < 10^{-4}$ cm/s.

Unità del Torrente Cerreto

Per le proprie caratteristiche mal si distingue una coltre di alterazione dal substrato. L'unità ha una permeabilità essenzialmente di tipo primario ed è praticamente impermeabile, con un coefficiente di permeabilità $K < 10^{-8}$ cm/s.

Flysch di Gorgoglione

Il Flysch di Gorgoglione è caratterizzato fino a circa 10 m di profondità da una coltre di alterazione in cui ai litotipi di caratteristiche litoidi o semilitoidi si associano anche argille, limi argillosi e limi sabbiosi che costituiscono il prodotto del disfacimento dei litotipi sottostanti.

■ *Substrato*

L'unità ha una permeabilità prevalentemente di tipo secondario per fratturazione. La permeabilità di grado medio – alto conferita dalla struttura lapidea è drasticamente abbattuta dalla presenza prevalente delle argille marnose e delle argilliti. La formazione ha complessivamente una permeabilità da bassa a molto bassa, con un coefficiente di permeabilità $10^{-7} < K < 10^{-6}$ cm/s.

■ *Coltre di alterazione*

Nella coltre di alterazione coesistono sia i litotipi della formazione, più o meno alterati, sia terreni limoso-sabbiosi e limoso-argillosi. L'orizzonte ha una permeabilità sia per fessurazione che per porosità. Nel complesso ha una permeabilità bassa, leggermente superiore a quella del substrato, rientrando nell'intervallo $10^{-5} < K < 10^{-4}$ cm/s.

Depositi marini pliocenici

L'unità ha una permeabilità essenzialmente di tipo primario con una permeabilità da media a medio-bassa, con un coefficiente di permeabilità $10^{-4} < K < 10^{-1}$ cm/s.

Accumuli di frana e colluvioni

La composizione di tali depositi è rappresentata in prevalenza da una matrice limoso-argillosa e argilloso-limosa, debolmente sabbiosa, con inclusioni eterometriche di diverse tipologie di materiali lapidei, prevalentemente in assetto caoticizzato.

In genere, i depositi in questione hanno caratteristiche di permeabilità leggermente superiori a quelle del substrato e paragonabili a quelle delle coltri di alterazione. Gli accumuli di frana e colluviali hanno una permeabilità essenzialmente di tipo primario, da medio-bassa a bassa. Il coefficiente di permeabilità rientra nell'intervallo $10^{-4} < K < 10^{-3}$ cm/s.

Sulla base della ricostruzione dell'assetto idrogeologico locale è stato predisposto lo schema della tabella seguente, riportante i complessi idrogeologici riscontrati nell'area del Progetto Tempa Rossa a seguito delle indagini in sito eseguite a cura di TotalEnergies, specificandone il grado di permeabilità ad essi associato.

Con riferimento ai complessi idrogeologici riconosciuti dalla bibliografia idrogeologica di più ampia scala, i complessi individuati mostrano caratteri leggermente differenti in relazione alle peculiarità riconosciute in sito.

Tabella 5: Complessi idrogeologici riscontrati nell'area del Progetto Tempa Rossa

Formazioni geologiche	Descrizione	Complessi idrogeologici	GRADO PERMEABILITA'			
			Nulla (N)	Basso (B)	Medio (M)	Alto (A)
Accumuli di frana e corpi detritici di pendio	Corpi di frana, detriti di falda – depositi sciolti con matrice pelitica talora abbondante	Complesso detritico				
Depositi alluvionali attuali e recenti	Alluvioni quaternarie – depositi eterometrici da ghiaiosi e sabbiosi a limosi e limoso-argillosi, talora terrazzati nei termini meno recenti	Complesso alluvionale				
Sabbie grigie e gialle	Depositi marini pliocenici – sabbie calcaree scarsamente cementate	Complesso sabbioso				
Argille marnose	Depositi marini pliocenici – argille marnose talora limose	Complesso argilloso-marnoso				
Conglomerati e sabbie	Depositi marini pliocenici – sabbie e conglomerati in banchi	Complesso sabbioso-conglomeratico				
Unità del Torrente Cerreto	Unità cretaceo-oligocenica – predominanti argilliti con sottili livelli di diaspri e calcari selciferi	Complesso argilloso				
Formazione di M. S. Arcangelo	Formazione cretaceo superiore-eocenica – alternanze di calcari marnosi e argille con subordinate arenarie e siltiti	Complesso calcareo-marnoso-argilloso				
Argille Varicolori Inferiori	Unità sicilide di età presunta cretacea – argille mediamente tettonizzate	Complesso argilloso				
Flysch di Gorgoglione	Sequenza torbiditica miocenica – alternanze di argille e argille marnose e di arenarie	Complesso argilloso-arenaceo				

Considerazioni idrogeologiche sul sottosuolo profondo

Un modello numerico degli acquiferi superficiali e profondi non è stato realizzato da TotalEnergies poiché, sulla base degli approfondimenti dell'assetto idrogeologico dell'area in esame è emersa la mancanza di acquiferi significativi con continuità laterale nella zona del Progetto Tempa Rossa.

Sulla base dei dati ad oggi disponibili, infatti, per il sottosuolo dell'area del Progetto Tempa Rossa è possibile ipotizzare un modello idrogeologico caratterizzato dalla presenza di un solo sistema acquifero rilevante, impostato nei sedimenti di fondovalle del torrente Sauro. L'alimentazione dell'acquifero avviene, oltre che per ricarica diretta ad opera delle precipitazioni sulla piana alluvionale, anche per infiltrazione dalle acque provenienti dai versanti montani che lambiscono la valle principale e dai corsi d'acqua tributari del Sauro. La falda ospitata in tale sistema acquifero costituisce il flusso di base locale per l'area in esame.

La scarsa permeabilità complessiva delle formazioni affioranti nell'area determina una rete idrografica ben sviluppata e con alta densità di drenaggio, anche se il regime delle portate, specialmente per il reticolo idrografico minore, è fortemente dipendente dall'andamento del regime pluviometrico; la presenza effettiva di portata liquida in alveo presenta pertanto una forte stagionalità.

In aggiunta alle suddette caratteristiche litologiche, la conformazione morfologica dell'area, con forte energia del rilievo, è tale da determinare condizioni favorevoli a una circolazione idrica sotterranea di tipo locale,

caratterizzata da circuiti per lo più corti e superficiali, con tempi di permanenza nel sottosuolo relativamente brevi e scarico nelle aree depresse delle incisioni vallive. Non sono emersi quindi elementi tali da far presupporre l'esistenza di sorgenti con un ampio bacino di alimentazione e/o intercettanti flussi più profondi.

Lungo i versanti, la presenza di una circolazione idrica sotterranea appare limitata principalmente alle zone di accumulo detritico, in corrispondenza di corpi di frana o dove le coltri di alterazione superficiale raggiungono uno spessore rilevante. La presenza di falde entro tali depositi di materiale sciolto appare comunque limitata dalla presenza di materiale fine, spesso abbondante considerata la natura delle litologie originarie, e circoscritta ai corpi detritici che giacciono sul substrato non alterato che svolge la funzione di impermeabile relativo.

La circolazione idrica sotterranea che caratterizza l'area del Progetto Tempa Rossa appare pertanto frammentata in una serie di circuiti epidermici con la presenza di modesti flussi idrici che possono instaurarsi nei corpi detritici superficiali in relazione all'andamento stagionale del regime pluviometrico della zona. La circolazione idrica ospitata nei sedimenti alluvionali di fondovalle presenta, invece, caratteri di maggiore continuità ed estensione, andando a costituire la falda di subalveo del torrente Sauro.

Pur considerando le valutazioni sopra riportate circa la tipologia dei circuiti prevalenti delle acque sotterranee nell'area in esame, che tendono ad escludere la presenza di reti di circolazione profonde, al fine di ottenere informazioni circa le interazioni tra le acque dell'area in studio e gli acquiferi da esse attraversati, è stata svolta una caratterizzazione delle facies idrochimiche di appartenenza basata sull'interpretazione dei risultati di una specifica campagna di analisi eseguita sui punti di monitoraggio esistenti (vd. paragrafo seguente).

8.1.3.3 Qualità delle acque superficiali e sotterranee

Per la caratterizzazione dello stato qualitativo delle acque superficiali e sotterranee, nel presente studio si riportano i risultati del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) predisposto a cura di TotalEnergies e definito di concerto con ARPAB in base a quanto disposto dalla prescrizione n. 8 della delibera CIPE di approvazione del progetto definitivo di sviluppo della Concessione (denominato "Progetto Interregionale Tempa Rossa") e dalla corrispondente prescrizione n. 11 della D.G.R. 1888/2011.

Occorre sottolineare che, oltre alle attività già previste dal PMA e legate alla definizione dello stato qualitativo delle acque in relazione alle condizioni precedenti all'avvio del Centro Olio e al rispetto dei limiti normativi esistenti, è stata svolta da TotalEnergies una campagna di analisi specificamente finalizzata alla caratterizzazione delle acque dal punto di vista geochimico, in modo da fornire un quadro delle condizioni esistenti in termini del grado di mineralizzazione delle acque, derivante dall'interazione di queste con le formazioni geologiche attraversate.

Qualità delle acque superficiali

Il monitoraggio della qualità dell'ambiente idrico superficiale, eseguito a cura di TotalEnergies, prevede le seguenti differenti tematiche:

- qualità delle acque superficiali;
- qualità dei sedimenti fluviali.

Le stazioni presso cui effettuare il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale sono state individuate in funzione degli esiti di specifici incontri e sopralluoghi condotti con personale ARPAB.

Nella seguente tabella si riporta l'elenco di tali stazioni (per la loro ubicazione si rimanda invece alla tavola in **Appendice 3**).

Tabella 6: Stazioni di monitoraggio del PMA – Ambiente idrico superficiale

Stazione di monitoraggio	Comune	Corso d'acqua	Coordinate (ETRS89 - TM 33)	
			X	Y
ASP01	Guardia Perticara	Torrente Sauro	590402	4467888
ASP02	Guardia Perticara	Torrente Sauro	591020	4467388
ASP03	Corleto Perticara	Fosso Cupo	591385	4474580
ASP04	Corleto Perticara	Fosso Cupo	591393	4473256
ASP05	Guardia Perticara	Torrente Borrenza	592393	4467022
ASP06	Guardia Perticara	Torrente Sauro	591415	4467087
ASP07	Guardia Perticara	Torrente Sauro	592449	4466577
ASP08	Guardia Perticara	Torrente Sauro	596602	4465635
ASP09	Stigliano	Torrente Sauro	607034	4466704
ASP10	Sant'Arcangelo	Fiume Agri	614219	4462487
ASP11	Sant'Arcangelo	Fiume Agri	615430	4463026
ASP12	Gorgoglione	Fiumara di Gorgoglione	597568	4474849
ASP13	Corleto Perticara	Fiumarella di Corleto	588720	4475029
ASP14	Corleto Perticara	Fiumarella di Corleto	589489	4473102
ASP15	Corleto Perticara	Fiumarella di Corleto	589436	4469547
ASP20	Pietrapertosa	Fiumarella di Pietrapertosa	593529	4476889
ASP22	Cirigliano	Fiumara di Gorgoglione	599945	4471186
ASP24	Missanello	Torrente Sauro	598646	4465957
ASP25	Aliano	Fiumara di Gorgoglione	603725	4465945

Le attività di monitoraggio dello stato qualitativo dell'ambiente idrico superficiale presso le suddette stazioni sono le seguenti:

- caratterizzazione chimico-fisica e microbiologica delle acque superficiali mediante rilievo in situ, campionamento e analisi di laboratorio (frequenza trimestrale);
- caratterizzazione ecotossicologica delle acque superficiali mediante campionamento e analisi di laboratorio (frequenza trimestrale);
- stima dell'indice sintetico del livello di inquinamento da Macrodescrittori (LIMeco) (frequenza trimestrale);
- valutazione della componente macrobentonica fluviale e determinazione dell'Indice Biotico Esteso (frequenza trimestrale);
- studio delle diatomee mediante rilievo in situ, campionamento e analisi di laboratorio (frequenza trimestrale);
- studio delle macrofite mediante rilievo in situ, campionamento e analisi di laboratorio (frequenza semestrale);
- caratterizzazione granulometria e chimica dei sedimenti fluviali mediante campionamento e analisi di laboratorio (frequenza annuale);

- caratterizzazione ecotossicologica dei sedimenti fluviali mediante campionamento e analisi di laboratorio (frequenza annuale).

Nel seguito si riporta la sintesi delle campagne di monitoraggio eseguite nel corso del 2021 (per il dettaglio dei risultati si rimanda all'**Appendice 4** del presente SIA).

Sintesi esiti monitoraggio gennaio 2021

Le analisi eseguite sui campioni di acque prelevati non hanno evidenziato il superamento degli standard ambientali così come definiti dal D.M. 260/2010 e dal D.Lgs. 172/2015. In generale, sia dal punto di vista microbiologico che ecotossicologico, non sono state registrate criticità, così come per quanto riguarda la qualità degli habitat e degli elementi biologici.

Durante la sessione di monitoraggio non è stato possibile campionare la stazione ASP03 in quanto risultava essere secca alla data del monitoraggio e la stazione ASP20, impossibile da raggiungere a causa delle precipitazioni nevose del giorno precedente i monitoraggi.

Tutti i corsi d'acqua sui quali insistono le stazioni di monitoraggio presentavano, alle date dei campionamenti, un deflusso elevato, probabilmente in parte dovuto alle precipitazioni, anche di carattere nevoso, registrate nei giorni precedenti la sessione di monitoraggio; come conseguenza diretta di tale aspetto è stata rilevata la presenza di torbidità elevate in tutte le stazioni di monitoraggio, con conseguente aumento dei solidi totali sospesi e di quegli inquinanti sia organici (diossine) che inorganici (alluminio e ferro) direttamente correlati all'aumento dei solidi sospesi totali.

L'aumento del deflusso ha anche influenzato i risultati degli indici di qualità degli habitat e degli elementi biologici, principalmente a causa del forte rimaneggiamento dei substrati litici dovuto alla violenza delle acque (in particolare per le diatomee epilittiche), per gli impedimenti nella stima dell'estensione relativa degli habitat (in questo caso a causa della elevata torbidità) e per gli effetti dell'aumento del deflusso sulle comunità macrobentoniche. È noto che l'aumento del deflusso superficiale porta a disequilibri nelle densità locali del macrobenthos, con concentrazione degli animali in zone rifugio (Flow refugia Lancaster, Hildrew - 1993 - Flow Refugia and the Microdistribution of Lotic Macroinvertebrates). Ciò ha portato a una bassissima densità di diatomee nei campioni relativi alle stazioni ASP02, ASP11, ASP12, ASP13 e ASP14 e a una sottostima sia delle unità tassonomiche che del numero relativo di individui, fino alla quasi completa assenza di macrobenthos nelle stazioni ASP13 e ASP14.

Nonostante le suddette premesse, in generale, dal confronto con i dati del monitoraggio ambientale di baseline, per le stazioni monitorate si sono registrate situazioni del tutto analoghe e in alcuni casi anche migliori dal punto di vista chimico-fisico, microbiologico, ecotossicologico ed ecologico. Non sono stati registrati superamenti degli standard di qualità.

I risultati dell'applicazione dell'indice LIMECO sono del tutto paragonabili a quelli del monitoraggio di baseline per tutte le stazioni monitorate; nella tabella seguente si riporta il confronto dei giudizi di qualità registrati durante la campagna di gennaio 2021 e le relative campagne del monitoraggio di baseline:

Tabella 7: Confronto del giudizio dell'indice LIMECO tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di gennaio 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			gennaio 2021	
	gennaio 2015	dicembre 2017		Valore	Giudizio
	Valore	Valore	Giudizio		
ASP01	0,188		SCARSO	0,59	BUONO
ASP02	0,156		CATTIVO	0,63	BUONO
ASP04	0,750		ELEVATO	0,44	SUFFICIENTE
ASP05	0,750		ELEVATO	0,56	BUONO
ASP06	0,625		BUONO	0,50	BUONO
ASP07	0,625		BUONO	0,69	ELEVATO
ASP08	0,750		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP09	0,875		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP10	0,781		ELEVATO	0,56	BUONO
ASP11	0,781		ELEVATO	0,56	BUONO
ASP12	0,875		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP13	0,875		ELEVATO	0,59	BUONO
ASP14	0,625		BUONO	0,59	BUONO
ASP15	0,563		BUONO	0,56	BUONO
ASP22		0,375	SUFFICIENTE	0,69	ELEVATO
ASP24		0,563	BUONO	0,69	ELEVATO
ASP25		0,563	BUONO	0,59	BUONO

L'analisi delle diatomee (indice ICMi), mostra invece una sostanziale omogeneità con i risultati del monitoraggio di baseline con giudizi dal buono all'elevato a parte le stazioni ASP15 (scarso) e ASP22 (sufficiente) analogamente a quanto registrato in baseline.

Tabella 8: Confronto del giudizio dell'indice ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di gennaio 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			gennaio 2021	
	dicembre 2014	gennaio 2015	dicembre 2017	Valore	Giudizio
	Valore		Valore		
ASP01	0,42			0,71	BUONO
ASP02	N.A.			0,91	ELEVATO
ASP04	1,16			0,94	ELEVATO
ASP05		0,85		0,96	ELEVATO
ASP06		0,51		0,82	ELEVATO
ASP07	1,00			0,92	ELEVATO
ASP08	0,98			0,88	ELEVATO
ASP09	1,04			0,93	ELEVATO
ASP10	0,78			0,88	ELEVATO
ASP11	0,72			0,82	ELEVATO
ASP12	0,76			0,87	ELEVATO
ASP13	1,11			0,89	ELEVATO
ASP14	1,06			1,03	ELEVATO
ASP15	0,46			0,37	SCARSO
ASP22			0,60	0,57	SUFFICIENTE
ASP24			0,60	0,81	ELEVATO
ASP25			0,75	0,78	ELEVATO

L'analisi delle comunità dei macroinvertebrati (indice STAR ICMi) mostra in generale una qualità ambientale analoga, in alcuni casi migliore, a quella registrata durante l'anno di monitoraggio di baseline per tutte le stazioni indagate a gennaio 2021, come si può vedere dalla tabella seguente.

Tabella 9: Confronto del giudizio dell'indice STAR-ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di gennaio 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			gennaio 2021	
	media 2015 Valore	settembre 2017 Valore	Giudizio	Valore	Giudizio
ASP01	0,500		SUFFICIENTE	0,24	SUFFICIENTE/SCARSO
ASP02	0,584		SUFFICIENTE	0,38	SUFFICIENTE/SCARSO
ASP04	0,485		SCARSO	0,74	BUONO
ASP05	0,636		SUFFICIENTE	0,70	SUFFICIENTE
ASP06	0,586		SUFFICIENTE	0,43	SUFFICIENTE
ASP07	0,483		SCARSO	0,41	SUFFICIENTE
ASP08	0,636		BUONO	0,72	BUONO
ASP09	0,690		BUONO	0,31	SUFFICIENTE
ASP10	0,580		SUFFICIENTE	0,78	BUONO
ASP11	0,545		SUFFICIENTE	0,67	SUFFICIENTE
ASP12	0,738		BUONO	0,54	SUFFICIENTE
ASP15	0,432		SCARSO	0,62	SUFFICIENTE
ASP22		0,456	SCARSO	0,58	SUFFICIENTE
ASP24		0,619	SUFFICIENTE	0,62	SUFFICIENTE
ASP25		0,541	SUFFICIENTE	0,65	SUFFICIENTE

I valori degli analiti registrati nella campagna di gennaio 2021 non si sono discostati in maniera sostanziale rispetto a quanto registrato durante il monitoraggio di baseline e non si segnalano particolari criticità anche per quanto riguarda i risultati delle analisi microbiologiche ed ecotossicologiche.

Sintesi esiti monitoraggio aprile 2021

Le analisi eseguite sui campioni di acque prelevati non hanno evidenziato il superamento degli standard ambientali così come definiti dal D.M. 260/2010 e dal D.Lgs. 172/2015. È stato riscontrato il superamento degli SQA-CMA per quanto riguarda il parametro Fluorantene nella stazione ASP20 (SQA-CMA = 0,12 µg/l; valore misurato 0,128 µg/l).

In generale, sia dal punto di vista microbiologico che ecotossicologico, non sono state registrate criticità, così come per quanto riguarda la qualità degli habitat e degli elementi biologici.

Durante la sessione di monitoraggio non è stato possibile campionare la stazione ASP03 in quanto risultava essere secca alla data del monitoraggio e la stazione ASP25, impossibile da raggiungere, in sicurezza, a causa della presenza di numerosi animali al pascolo nell'area della stazione di monitoraggio. Tutti i corsi d'acqua sui quali insistono le stazioni di monitoraggio presentavano, alle date dei campionamenti, un deflusso ottimale rispetto alla campagna precedente (gennaio 2021) con corrente in alveo anche elevata, ma sempre laminare, e lieve torbidità.

In generale, dal confronto con i dati del monitoraggio ambientale di baseline, per le stazioni monitorate si sono registrate situazioni del tutto analoghe e in alcuni casi anche migliori dal punto di vista chimico-fisico, microbiologico, ecotossicologico ed ecologico.

I risultati dell'applicazione dell'indice LIMeco sono del tutto paragonabili a quelli del monitoraggio di baseline per tutte le stazioni monitorate; nella tabella seguente si riporta il confronto dei giudizi di qualità registrati durante la campagna di aprile 2021 e le relative campagne del monitoraggio di baseline:

Tabella 10: Confronto del giudizio dell'indice LIMeco tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di aprile 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			Aprile 2021	
	Aprile 2015	dicembre 2017	Giudizio	LIMeco	Giudizio
	LIMeco	LIMeco		LIMeco	Giudizio
ASP01	0,75		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP02	0,78		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP04	0,81		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP05	0,69		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP06	0,81		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP07	0,81		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP08	0,75		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP09	0,81		ELEVATO	0,50	BUONO
ASP10	0,87		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP11	0,87		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP12	0,75		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP13	0,69		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP14	0,69		ELEVATO	0,56	BUONO
ASP15	0,69		ELEVATO	0,56	BUONO
APS20		0,75	ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP22		0,75	ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP24		0,69	ELEVATO	0,69	ELEVATO

L'analisi delle diatomee (indice ICMi), mostra invece una sostanziale omogeneità con i risultati del monitoraggio di baseline, con un generale aumento dei giudizi di qualità per la campagna di aprile 2021, a parte per la stazione ASP15. Quest'ultima nella relativa campagna di aprile 2015 aveva ottenuto un punteggio elevato, mentre nel 2021 registra un giudizio sufficiente. Tale risultato può tuttavia essere attribuito alla migrazione di circa 10 metri, rispetto a gennaio 2021, dell'asse principale del corso d'acqua all'interno del letto di piena.

Tabella 11: Confronto del giudizio dell'indice ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di aprile 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			Aprile 2021	
	Aprile 2015	Dicembre 2017	Giudizio	ICMi	Giudizio
	ICMi	ICMi		ICMi	Giudizio
ASP01	0,79		BUONO	0,93	ELEVATO
ASP02	0,81		BUONO	0,73	BUONO
ASP04	0,64		SUFFICIENTE	0,95	ELEVATO
ASP05	1,07		ELEVATO	1,14	ELEVATO
ASP06	0,72		BUONO	0,93	ELEVATO
ASP07	0,68		BUONO	0,99	ELEVATO
ASP08	0,72		BUONO	1,1	ELEVATO
ASP09	0,57		SUFFICIENTE	1,18	ELEVATO
ASP10	0,67		BUONO	1,32	ELEVATO
ASP11	0,65		BUONO	1,4	ELEVATO
ASP12	0,87		BUONO	1,02	ELEVATO
ASP13	N.A.			0,96	ELEVATO
ASP14	N.A.			1	ELEVATO
ASP15	0,88		ELEVATO	0,59	SUFFICIENTE
ASP20		0,75	SUFFICIENTE	1,02	ELEVATO
ASP22		0,75	SUFFICIENTE	1,16	ELEVATO
ASP24		0,81	BUONO	1,11	ELEVATO

L'analisi delle comunità dei macroinvertebrati (indice STAR ICMi) mostra in generale una qualità ambientale analoga, in alcuni casi migliore, a quella registrata durante l'anno di monitoraggio di baseline per tutte le stazioni indagate ad aprile 2021, come si può vedere dalla tabella seguente. Le uniche eccezioni sono rappresentate dalle stazioni ASP02 e ASP06 che hanno ottenuto un punteggio più basso di una classe rispetto al monitoraggio di baseline.

Tabella 12: Confronto del giudizio dell'indice STAR-ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di aprile 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			Aprile 2021	
	media 2015	Settembre 2017	Giudizio	STAR-ICMi	Giudizio
	STAR-ICMi	STAR-ICMi			
ASP01	0,644		SUFFICIENTE	0,73	SUFFICIENTE
ASP02	0,808		BUONO	0,48	SCARSO
ASP04	0,305		SCARSO	0,74	BUONO
ASP05	0,722		SUFFICIENTE	0,78	BUONO
ASP06	0,801		BUONO	0,60	SUFFICIENTE
ASP07	0,641		SUFFICIENTE	0,79	BUONO
ASP08	0,609		SUFFICIENTE	0,59	SUFFICIENTE
ASP09	0,650		SUFFICIENTE	0,71	SUFFICIENTE
ASP10	0,631		SUFFICIENTE	0,75	BUONO
ASP11	0,622		SUFFICIENTE	0,78	BUONO
ASP12	0,710		SUFFICIENTE	0,80	BUONO
ASP13	0,437		SCARSO	0,77	BUONO
ASP14	0,453		SCARSO	0,75	BUONO
ASP15	0,386		SCARSO	0,33	SCARSO
ASP20		0,777	BUONO	0,88	BUONO
ASP22		0,708	BUONO	0,88	BUONO
ASP24		0,579	SUFFICIENTE	0,78	BUONO

L'analisi delle macrofite (indice IBMR) mostra in generale una elevata qualità ambientale per le stazioni indagate. L'unica stazione per la quale sono disponibili dati del monitoraggio di baseline, la ASP15, ad aprile 2021 ha ottenuto un giudizio di qualità migliore rispetto a maggio 2015 (vd. tabella seguente).

Tabella 13: Confronto del giudizio dell'indice IBMR/RQE tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di aprile 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			IBMR/RQE	Giudizio IBMR/RQE
	Maggio 2015	Settembre 2017	Giudizio		
	IBMR/RQE	IBMR/RQE			
ASP04				0,84	ELEVATO
ASP05				0,89	ELEVATO
ASP09				1,14	ELEVATO
ASP10				1,06	ELEVATO
ASP11				0,89	BUONO
ASP15	0,680		SUFFICIENTE	0,89	ELEVATO

I valori degli analiti registrati nella campagna di aprile 2021 non si sono discostati in maniera sostanziale rispetto a quanto registrato durante il monitoraggio di baseline e non si segnalano particolari criticità anche per quanto riguarda i risultati delle analisi microbiologiche ed ecotossicologiche.

Sintesi esiti monitoraggio luglio 2021

Durante la campagna di monitoraggio eseguita nel mese di luglio 2021 non è stato possibile campionare le stazioni ASP01, ASP02, ASP03, ASP05, ASP06, ASP15 e ASP25, in quanto risultavano in secca alla data dei campionamenti.

Le analisi eseguite sui campioni di acque prelevati non hanno evidenziato in generale il superamento degli standard ambientali così come definiti dal D.M. 260/2010 e dal D.Lgs. 172/2015.

Dal confronto con la colonna SQA-CMA è emerso che tutti i valori rientrano negli standard qualitativi, fatta eccezione per cadmio, benzo[a]pirene, benzo[b]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[g,h,i]perilene, indeno[1,2,3-c,d]pirene e pentaclorobenzene.

Il confronto con la colonna SQA-MA, prendendo in esame il periodo luglio 2020 - luglio 2021, evidenzia che tutti i valori sono nei limiti, ad eccezione del mercurio.

Sia dal punto di vista microbiologico che ecotossicologico non sono state registrate criticità, così come per quanto riguarda la qualità degli habitat e degli elementi biologici. Solo presso la stazione ASP14 si è registrato un discostamento dei parametri microbiologici (valori elevati nella conta delle UFC) rispetto alle altre stazioni. Questo risultato è molto probabilmente correlato alla presenza di animali al pascolo in prossimità e all'interno del corso d'acqua interessato e quindi a una contaminazione di origine fecale.

Dal confronto con i dati del monitoraggio ambientale di baseline, per le stazioni monitorate si sono registrate situazioni analoghe e in alcuni casi anche migliori dal punto di vista chimico-fisico, microbiologico, ecotossicologico ed ecologico.

I risultati dell'applicazione dell'indice LIMeco sono del tutto paragonabili a quelli del monitoraggio di baseline per tutte le stazioni monitorate; solo le stazioni ASP10, ASP11 e ASP12 presentano uno scadimento di classe rispetto al monitoraggio di baseline. Di seguito è presente una tabella che riporta il confronto dei giudizi di qualità registrati durante la campagna di luglio 2021 e le relative campagne del monitoraggio di baseline:

Tabella 14: Confronto del giudizio dell'indice LIMeco tra i risultati del monitoraggio di baseline e della campagna di luglio 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			Luglio 2021	
	Luglio 2015	Giugno 2017	Giudizio	LIMeco	Giudizio
	LIMeco	LIMeco		LIMeco	Giudizio
ASP04	N.A.	-	-	0,69	ELEVATO
ASP07	0,750		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP08	0,875		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP09	0,813		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP10	0,781		ELEVATO	0,56	BUONO
ASP11	0,750		ELEVATO	0,50	BUONO
ASP12	0,688		ELEVATO	0,50	BUONO
ASP13	0,750		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP14	0,750		ELEVATO	0,69	ELEVATO
APS20		0,750	ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP22		0,750	ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP24		0,688	ELEVATO	0,69	ELEVATO

L'analisi delle diatomee (indice ICMi), mostra invece una sostanziale omogeneità con i risultati del monitoraggio di baseline: per alcune stazioni (ASP04, ASP10, ASP22) si è registrato un aumento dei giudizi di qualità nella

campagna di luglio 2021, per altre (ASP13, ASP14 e ASP20) si è invece registrato lo scadimento di una classe di qualità. Attraverso l'indice ICMi, le stazioni si classificano quasi tutte con un elevato livello di qualità.

Tabella 15: Confronto del giudizio dell'indice ICMi tra i risultati del monitoraggio di baseline e della campagna di luglio 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			Luglio 2021	
	Maggio 2015	Giugno 2017	Giudizio	ICMi	Giudizio
ASP04	0,88		BUONO	0,892	ELEVATO
ASP07	N.A.		-	0,945	ELEVATO
ASP08	N.A.		-	1,157	ELEVATO
ASP09	0,76		BUONO	0,691	BUONO
ASP10	0,64		BUONO	0,868	ELEVATO
ASP11	0,74		BUONO	0,611	BUONO
ASP12	0,89		ELEVATO	1,031	ELEVATO
ASP13	1,22		ELEVATO	0,872	BUONO
ASP14	1		ELEVATO	0,771	BUONO
ASP20		0,771	BUONO	0,608	SUFFICIENTE
ASP22		N.A.	BUONO	0,916	ELEVATO
ASP24		0,797	BUONO	0,839	BUONO

L'analisi delle comunità dei macroinvertebrati (indice STAR ICMi) mostra in generale una migliore qualità ambientale per tutte le stazioni indagate a luglio 2021 rispetto al monitoraggio di baseline, come si può vedere dalla seguente tabella.

Tabella 16: Confronto del giudizio dell'indice STAR-ICMi tra i risultati del monitoraggio di baseline e della campagna di luglio 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			Luglio 2021	
	Maggio 2015	Giugno 2017	Giudizio	STAR-ICMi	Giudizio
ASP04	0,305		SCARSO	0,936	BUONO
ASP07	0,641		SUFFICIENTE	0,906	BUONO
ASP08	0,609		SUFFICIENTE	0,819	BUONO
ASP09	0,650		SUFFICIENTE	0,843	BUONO
ASP10	0,631		SUFFICIENTE	0,819	BUONO
ASP11	0,622		SUFFICIENTE	0,756	BUONO
ASP12	0,710		SUFFICIENTE	0,799	BUONO
ASP13	0,437		SCARSO	0,696	SUFFICIENTE
ASP14	0,453		SCARSO	0,821	BUONO
ASP20		0,787	BUONO	0,821	BUONO
ASP22		N.A.		0,882	BUONO
ASP24		0,622	SUFFICIENTE	0,812	BUONO

I valori degli analiti registrati nella campagna di luglio 2021 non si sono discostati in maniera sostanziale rispetto a quanto registrato durante il monitoraggio di baseline e non si segnalano particolari criticità anche per quanto riguarda i risultati delle analisi microbiologiche ed ecotossicologiche.

Sintesi esiti monitoraggio ottobre 2021

Durante la sessione di monitoraggio di ottobre 2021 non è stato possibile campionare le stazioni ASP02, ASP03, ASP05, ASP06, ASP14 e ASP15 in quanto risultavano in secca alla data dei campionamenti.

Le analisi eseguite sui campioni di acque prelevati non hanno evidenziato il superamento degli standard ambientali così come definiti dal D.M. 260/2010 e dal D.Lgs. 172/2015.

Sia dal punto di vista microbiologico che ecotossicologico non sono state registrate criticità, così come per quanto riguarda la qualità degli habitat e degli elementi biologici. Solo presso le stazioni ASP01, ASP12, ASP20 e ASP22 si sono registrati discostamenti dei parametri microbiologici (valori elevati nella conta delle UFC) rispetto alle altre stazioni. Questo risultato è molto probabilmente correlato alla presenza di animali al pascolo in prossimità e all'interno del corso d'acqua interessato e quindi a un inquinamento di origine fecale correlate, in particolare per le stazioni ASP01 e ASP20, a una bassissima portata nelle date del monitoraggio.

Dal confronto con i dati del monitoraggio ambientale di baseline, per le stazioni monitorate si sono registrate situazioni analoghe e in alcuni casi anche migliori dal punto di vista chimico-fisico, microbiologico, ecotossicologico ed ecologico.

I risultati dell'applicazione dell'indice LIMeco sono del tutto paragonabili a quelli del monitoraggio di baseline per tutte le stazioni monitorate; tutte le stazioni presentano giudizi di qualità analoghi a quelli riscontrati durante il monitoraggio di baseline. Nella seguente tabella si riporta il confronto dei giudizi di qualità registrati durante la campagna di ottobre 2021 e le relative campagne del monitoraggio baseline:

Tabella 17: Confronto del giudizio dell'indice LIMeco tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di ottobre 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			ottobre 2021	
	ottobre 2015	settembre 2017		Valore	Giudizio
	Valore	Valore	Giudizio		
ASP01			ASCIUTTA	0,69	ELEVATO
ASP04	0,068		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP07			ASCIUTTA	0,69	ELEVATO
ASP08	0,56		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP09	0,87		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP10	0,87		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP11	0,87		ELEVATO	0,56	BUONO
ASP12	0,43		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP13	0,75		ELEVATO	0,69	ELEVATO
ASP20		0,47	SUFFICIENTE	0,69	ELEVATO
ASP22			ASCIUTTA	0,38	SUFFICIENTE
ASP24		0,50	BUONO	0,69	ELEVATO
ASP25		0,47	SUFFICIENTE	0,56	BUONO

L'analisi delle diatomee (indice ICMi) mostra invece una sostanziale omogeneità con i risultati del monitoraggio di baseline: per alcune stazioni si è registrato un aumento dei giudizi di qualità (ICMi) nella campagna di ottobre 2021 (ASP09, ASP10, ASP11, ASP24, ASP25).

Tabella 18: Confronto del giudizio dell'indice ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di ottobre 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			ottobre 2021	
	ottobre 2015	settembre 2017		Valore	Giudizio
	Valore	Valore	Giudizio		
ASP01			ASCIUTTA	0,824	BUONO
ASP04	0,96		ELEVATO	0,995	ELEVATO
ASP07			ASCIUTTA	0,83	BUONO
ASP08	1,06		ELEVATO	1,147	ELEVATO
ASP09	0,83		BUONO	1,112	ELEVATO
ASP10	0,75		BUONO	0,929	ELEVATO
ASP11	0,75		BUONO	0,949	ELEVATO
ASP12	0,98		ELEVATO	0,851	BUONO
ASP13	1,23		ELEVATO	1,184	ELEVATO
ASP20			ASCIUTTA	0,659	BUONO
ASP22			ASCIUTTA	0,67	BUONO
ASP24		0,59	SUFFICIENTE	1,324	ELEVATO
ASP25		0,779	BUONO	1,051	ELEVATO

L'analisi delle comunità dei macroinvertebrati (indice STAR ICMi) mostra in generale una migliore qualità ambientale per tutte le stazioni indagate a ottobre 2021 rispetto al monitoraggio di baseline, come si può vedere dalla tabella seguente. Le uniche stazioni che hanno ottenuto un giudizio di qualità inferiore al buono sono quelle stazioni che durante l'analoga campagna di monitoraggio di baseline (ottobre 2015 e settembre 2017) risultavano in secca. Il basso livello di qualità di queste stazioni può molto probabilmente essere legato a condizioni naturali dei corsi d'acqua tali da non sostenere una comunità di macroinvertebrati ben strutturata in questo periodo dell'anno. Alle date dei monitoraggi di ottobre 2021, queste stazioni presentavano infatti portate limitate e risultavano in secca durante la precedente campagna di luglio 2021.

Tabella 19: Confronto del giudizio dell'indice STAR-ICMi tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di ottobre 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			ottobre 2021	
	ottobre 2015	settembre 2017		Valore	Giudizio
	Valore	Valore	Giudizio		
ASP01			ASCIUTTA	0,404	SCARSO
ASP04	0,717		SUFFICIENTE	0,807	BUONO
ASP07			ASCIUTTA	0,66	SUFFICIENTE
ASP08	0,781		BUONO	0,958	BUONO
ASP09	0,779		BUONO	0,949	BUONO
ASP10	0,664		SUFFICIENTE	1,032	ELEVATO
ASP11	0,688		SUFFICIENTE	0,785	BUONO
ASP12	0,796		BUONO	0,999	ELEVATO
ASP13	0,624		SUFFICIENTE	0,838	BUONO
ASP20			ASCIUTTA	0,768	BUONO
ASP22			ASCIUTTA	0,687	SUFFICIENTE
ASP24		0,539	SUFFICIENTE	0,956	BUONO
ASP25		0,541	SUFFICIENTE	0,901	BUONO

L'analisi delle macrofite (indice IBMR) mostra in generale una buona qualità ambientale per le stazioni indagate e dal confronto con i risultati del monitoraggio baseline e la campagna di ottobre 2021 non emergono

peggioramenti (vd. tabella seguente) e per le stazioni ASP08 e ASP10 si registra un incremento del giudizio di qualità.

Tabella 20: Confronto del giudizio dell'indice IBMR/RQE tra i risultati del monitoraggio baseline e campagna di ottobre 2021

Stazione di monitoraggio	Baseline			IBMR/RQE	Giudizio IBMR/RQE
	ottobre 2015	settembre 2017			
	Valore	Valore	Giudizio		
ASP01			N.A.	0,727	SUFFICIENTE
ASP04			N.A.	0,8	BUONO
ASP07			N.A.	0,805	BUONO
ASP08	0,800		BUONO	1,11	ELEVATO
ASP09			N.A.	0,831	BUONO
ASP10	0,709		SUFFICIENTE	0,971	ELEVATO
ASP11	0,727		SUFFICIENTE	0,618	SUFFICIENTE
ASP13			N.A.	0,755	SUFFICIENTE
ASP24	0,720		SUFFICIENTE	0,664	SUFFICIENTE

I valori degli analiti registrati per le acque nella campagna di ottobre 2021 non si discostano in maniera sostanziale rispetto a quanto registrato durante il monitoraggio di baseline e non si segnalano particolari criticità anche per quanto riguarda i risultati delle analisi microbiologiche ed ecotossicologiche.

Anche per quanto riguarda le analisi chimiche, granulometriche ed ecotossicologiche relative ai sedimenti fluviali, il confronto con i dati del monitoraggio ambientale di baseline per le stazioni monitorate non evidenzia particolari criticità. Infatti, le analisi condotte sui sedimenti non hanno rilevato il superamento dei valori di riferimento ISPRA e delle CSC definite dal D.Lgs. 152/2006 per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale per nessuno dei parametri indagati e la batteria di saggi ecotossicologici condotta sui sedimenti non ha evidenziato la presenza di effetti tossici.

Qualità delle acque sotterranee

Si sottolinea che per il monitoraggio della qualità delle acque sotterranee sono stati realizzati specifici piezometri (nr. 45), installati nell'intorno dell'area del Progetto Tempa Rossa. La rete di monitoraggio, inoltre, è completata dal controllo eseguito presso alcune sorgenti (nr. 7) presenti nell'areale di interesse.

Si ricorda inoltre che l'ubicazione dei piezometri è stata scelta sulla base degli esiti di uno specifico Modello Concettuale del sito, parte integrante dello studio idrogeologico finalizzato alla realizzazione della rete piezometrica del Progetto Tempa Rossa (**Appendice 2.2**), così come richiesto dalle Autorità competenti.

Nella tabella seguente si riporta l'elenco delle stazioni costituenti la rete di monitoraggio delle acque sotterranee (in **Appendice 5** si riportano invece riportate le tavole di ubicazione dei punti di monitoraggio).

Tabella 21: Stazioni di monitoraggio del PMA – Ambiente idrico sotterraneo

Codice stazione	Comune	Coordinate stazione (ETRS89 – TM 33)		Sezione di Progetto di pertinenza / Denominazione potenziale sorgente di contaminazione
		X	Y	
AST_P01*	Corleto Perticara	591899	4473773	Centro Olio
AST_P01bis	Corleto Perticara	591897	4473775	Centro Olio
AST_P02	Corleto Perticara	591678	4473864	Pozzo GG1
AST_P03	Corleto Perticara	590977	4475546	Flowline
AST_P04	Corleto Perticara	591053	4475211	Flowline
AST_P05	Corleto Perticara	592643	4473743	Flowline
AST_P06	Corleto Perticara	591429	4472773	Bretella
AST_P07	Corleto Perticara	591043	4474184	Flowline
AST_P08*	Corleto Perticara	590154	4474115	Flowline
AST_P08bis	Corleto Perticara	590154	4474116	Flowline
AST_P09	Corleto Perticara	591630	4473434	Centro Olio - Bretella
AST_P10*	Corleto Perticara	592112	4473452	Centro Olio
AST_P10bis	Corleto Perticara	592112	4473455	Centro Olio
AST_P11	Corleto Perticara	591241	4472025	Pozzo TR-2 - Bretella
AST_P12	Guardia Perticara	591533	4467388	Centro GPL - Bretella
AST_P13	Gorgoglione	594564	4473860	Pozzo GG2
AST_P14	Gorgoglione	594419	4473566	Pozzo GG2 - Flowline
AST_P15	Corleto Perticara	591765	4474054	Centro Olio - Flowline
AST_P16	Corleto Perticara	590737	4476386	Pozzo TE1
AST_P17	Corleto Perticara	590351	4474949	Pozzo TR1
AST_P18	Corleto Perticara	589628	4473989	Pozzo PT1
AST_P19	Corleto Perticara	589234	4473501	Pozzo PT1
AST_P20	Guardia Perticara	590580	4467802	Nodo di Corleto - Bretella
AST_P21	Guardia Perticara	591640	4467284	Centro GPL - Bretella
AST_P22	Guardia Perticara	591398	4469719	Bretella
AST_P23	Corleto Perticara	592505	4473756	Centro Olio
AST_P24	Corleto Perticara	591699	4473448	Centro Olio
AST_P25	Corleto Perticara	591425	4472377	Pozzo TR2 - Bretella
AST_P26	Guardia Perticara	591542	4467978	Centro GPL
AST_P27	Corleto Perticara	591087	4470770	Bretella
AST_P28	Corleto Perticara	591075	4471695	Bretella
AST_P29	Corleto Perticara	590566	4475124	Pozzo TR1

Codice stazione	Comune	Coordinate stazione (ETRS89 – TM 33)		Sezione di Progetto di pertinenza / Denominazione potenziale sorgente di contaminazione
		X	Y	
AST_P30	Corleto Perticara	590540	4476398	Pozzo TE1
AST_P31	Corleto Perticara	590682	4476521	Pozzo TE1
AST_P32*	Corleto Perticara	591826	4473694	Centro Olio
AST_P32bis	Corleto Perticara	591824	4473696	Centro Olio
AST_P33*	Corleto Perticara	590424	4474573	Flowline
AST_P33bis	Corleto Perticara	590423	4474573	Flowline
AST_P34	Corleto Perticara	590413	4474938	Pozzo TR1
AST_P35	Corleto Perticara	589689	4473742	Pozzo PT1
AST_P35bis	Corleto Perticara	589461	4473780	Pozzo PT1
AST_P36	Corleto Perticara	591227	4472261	Pozzo TR2
AST_P37	Guardia Perticara	590724	4467753	Nodo Corleto - Bretella
AST_P38	Guardia Perticara	590512	4467849	Nodo Corleto
AST_P39	Corleto Perticara	590686	4476317	Pozzo TE1
AST_P40	Gorgoglione	594390	4473751	Pozzo GG2
AST_P41	Corleto Perticara	592208	4474011	Centro Olio
AST_P42	Corleto Perticara	592308	4473880	Centro Olio
AST_P43	Guardia Perticara	592548	4466609	Centro Olio - Centro GPL - Nodo Corleto - Bretella
AST_P44	Guardia Perticara	591073	4468908	Bretella
AST_S31	Corleto Perticara	589448	4472238	Sorgente "Fontana il Piscicolo" (ubicata ad Ovest del Pozzo TR2)
AST_S36	Gorgoglione	595242	4472960	Sorgente "Fontana Guerra" (ubicata a Sudest del Pozzo GG2)
AST_S38	Guardia Perticara	593037	4469089	Sorgente "Fontana Nuova" (ubicata a Sudest del Pozzo TR2)
AST_S68	Corleto Perticara	590670	4476267	Sorgente individuata a Sud del Pozzo TE1
AST_S69	Corleto Perticara	590470	4476406	Sorgente individuata ad Ovest del Pozzo TE1
AST_S70	Corleto Perticara	591123	4472244	Sorgente individuata ad Ovest del Pozzo TR2
AST_S71	Corleto Perticara	590535	4474827	Sorgente individuata a Sud del Pozzo TR1

* In data 12/04/2021 si sono concluse le attività relative alla rimozione dei 4 piezometri AST_P01, AST_P10, AST_P32 e AST_P33 e si è proceduto alla nuova installazione di altri 4 piezometri, denominati AST_P01bis, AST_P10bis, AST_P32bis e AST_P33bis, realizzati nelle immediate vicinanze di quelli dismessi. Inoltre, in data 09/06/2022 si sono concluse le attività relative alla rimozione del piezometro AST_P08 e si è proceduto alla installazione del nuovo piezometro denominato AST_P08bis realizzato nelle immediate vicinanze di quello dismesso.

Le attività di monitoraggio prevedono il rilievo freaticometrico dei piezometri, la misura di portata delle sorgenti, la misura dei parametri chimico-fisici *in situ* e il prelievo di campioni di acqua sotterranea per l'esecuzione delle analisi di laboratorio.

Nel seguito si riporta la sintesi dei risultati delle analisi sui campioni di acqua sotterranea prelevati nel corso del 2021 dai punti di controllo esistenti (per i dettagli delle attività del monitoraggio si rimanda all'**Appendice 6** del presente SIA).

Sintesi esiti monitoraggio marzo 2021

Le analisi eseguite sui campioni di acqua sotterranea prelevati hanno evidenziato il superamento delle CSC dei seguenti parametri: ferro, manganese, fluoruri, solfati, cloruro di vinile e boro. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa in cui sono evidenziati i campioni di acque sotterranee per i quali sono stati riscontrati tali superamenti.

Si precisa che alcuni punti di monitoraggio non sono stati campionati, in quanto: n. 5 piezometri sono risultati secchi o con battente idrico insufficiente (AST_P16, AST_P26, AST_P27, AST_P36, AST_P40), n. 2 sorgenti sono risultate diffuse, non captate o con portata insufficiente (AST_S68 e AST_S70), n. 2 piezometri non sono stati raggiunti per impraticabilità della strada di accesso (AST_P03 e AST_P04), n.1 piezometro è risultato danneggiato (AST_P11).

Tabella 22: Superamenti delle CSC nei campioni di acqua sotterranea – Marzo 2021

Ferro			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 200 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data	µg/l	µg/l
AST_P08	22/03/2021	379	±87
AST_P35bis	25/03/2021	300	±69
Manganese			
Limite normativo D.lgs. 152/2006: 50 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data	µg/l	µg/l
AST_P08	22/03/2021	72	±17
AST_P09	26/03/2021	410	±98
AST_P18	22/03/2021	265	±64
AST_P23	26/03/2021	100	±24
AST_P25	23/03/2021	275	±66
AST_P28	23/03/2021	69	±17
AST_P32	22/03/2021	73	±18
AST_P33	26/03/2021	164	±39
AST_P35	22/03/2021	820	±200
AST_P35bis	25/03/2021	600	±140
AST_P43	24/03/2021	94	±23
Fluoruri			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 1500 µg/l		APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data	µg/l	µg/l
AST_P28	23/03/2021	2610	±680
Solfati			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 250 mg/l		APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data	mg/l	mg/l

AST_P08	22/03/2021	730	±120
AST_P10	22/03/2021	3810	±610
AST_P18	22/03/2021	900	±140
AST_P19	22/03/2021	459	±73
AST_P23	26/03/2021	392	±63
AST_P24	26/03/2021	272	±43
AST_P28	23/03/2021	2080	±330
AST_P29	25/03/2021	650	±100
AST_P32	22/03/2021	4790	±770
AST_P33	26/03/2021	391	±63
AST_P34	23/03/2021	616	±99
AST_P35	22/03/2021	4840	±780
AST_P35bis	25/03/2021	3900	±620
AST_P38	25/03/2021	438	±70
AST_P43	24/03/2021	424	±68
Cloruro di Vinile			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 0,5 µg/l		UNI EN ISO 15680:2005	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data	µg/l	µg/l
AST_P08	22/03/2021	0,55	±0,25
AST_P32	22/03/2021	1,10	±0,50
AST_P33	26/03/2021	0,74	±0,33
Boro			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 1000 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data	µg/l	µg/l
AST_P10	22/03/2021	1120	±270
AST_P23	26/03/2021	1080	±260
AST_P35bis	25/03/2021	1210	±290

In conclusione, nel caso di assenza di acqua sotterranea o battente idrico insufficiente nei piezometri costituenti la rete di monitoraggio, sono state eseguite attività di monitoraggio dei COV mediante sistema PID (Photo-ionization Detector), il quale consente la rilevazione di eventuali vapori idrocarburici fornendo elementi informativi utili a valutare l'eventuale sussistenza di potenziali criticità ambientali in atto nel sottosuolo (principalmente spill di greggio). Dalle risultanze acquisite, la concentrazione di COV è risultata sempre pari a zero.

Sintesi esiti monitoraggio giugno 2021

Le analisi eseguite sui campioni di acqua sotterranea prelevati hanno evidenziato il superamento delle CSC dei seguenti parametri: ferro, manganese, fluoruri, solfati, arsenico e boro. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa in cui sono evidenziati i campioni di acque sotterranee per i quali sono stati riscontrati tali superamenti.

Si precisa che alcuni punti di monitoraggio non sono stati campionati, in quanto: n. 8 piezometri sono risultati secchi o con battente idrico insufficiente (AST_P01bis, AST_P11, AST_P14, AST_P16, AST_P26, AST_P27, AST_P36, AST_P40), n. 3 sorgenti sono risultate diffuse, non captate o con portata insufficiente (AST_S68, AST_S69 e AST_S70).

Tabella 23: Superamenti delle CSC nei campioni di acqua sotterranea – Giugno 2021

Arsenico			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 10 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P04	18/06/2021	14,60	±3,7
Ferro			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 200 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P04	18/06/2021	15700	±3900
AST_P22	18/06/2021	1420	±360
AST_P25	17/06/2021	308	±71
Manganese			
Limite normativo D.lgs. 152/2006: 50 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P04	18/06/2021	1840	±440
AST_P08	15/06/2021	389	±93
AST_P09	16/06/2021	390	±94
AST_P10BIS	14/06/2021	69	±16
AST_P22	18/06/2021	133	±32
AST_P23	16/06/2021	117	±28
AST_P25	17/06/2021	311	±75
AST_P28	17/06/2021	232	±56
AST_P33BIS	15/06/2021	167	±40
AST_P35	15/06/2021	760	±180
AST_P35BIS	15/06/2021	540	±130
AST_P39	17/06/2021	91	±22
AST_P43	18/06/2021	175	±42
AST_P44	18/06/2021	57	±14
Boro			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 1000 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P10BIS	14/06/2021	1600	±380
AST_P23	16/06/2021	1360	±330
AST_P35BIS	15/06/2021	1150	±280
Fluoruri			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 1500 µg/l		APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P28	17/06/2021	3190	±830
Solfati			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 250 mg/l		APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	mg/l	mg/l
AST_P08	15/06/2021	408	±57
AST_P10BIS	14/06/2021	3250	±450
AST_P18	15/06/2021	489	±68

AST_P22	18/06/2021	709	±99
AST_P23	16/06/2021	468	±65
AST_P28	17/06/2021	2180	±310
AST_P29	15/06/2021	750	±100
AST_P32BIS	14/06/2021	2090	±290
AST_P33BIS	15/06/2021	672	±94
AST_P34	15/06/2021	540	±76
AST_P35	15/06/2021	4030	±560
AST_P35BIS	15/06/2021	3500	±490
AST_P41	14/06/2021	254	±36

In conclusione, con riferimento alle attività di monitoraggio dei COV mediante sistema PID, eseguita nei piezometri secchi o con battente idrico insufficiente, la concentrazione di COV è risultata nulla.

Sintesi esiti monitoraggio settembre 2021

Le analisi eseguite sui campioni di acqua sotterranea prelevati hanno evidenziato il superamento delle CSC dei seguenti parametri: nichel, ferro, manganese, solfati, boro, nitriti e cloruro di vinile. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa in cui sono evidenziati i campioni di acque sotterranee per i quali sono stati riscontrati tali superamenti.

Si precisa che alcuni punti di monitoraggio non sono stati campionati, in quanto: n. 9 piezometri sono risultati secchi o con battente idrico insufficiente (AST_P01bis, AST_P06, AST_P11, AST_P14, AST_P16, AST_P26, AST_P27, AST_P36, AST_P40), n. 5 sorgenti sono risultate diffuse, non captate o con portata insufficiente (AST_S31, AST_S36, AST_S68, AST_S69 e AST_S70), n. 1 piezometro non è stato campionato a causa dell'impraticabilità della strada di accesso (AST_P04).

Tabella 24: Superamenti delle CSC nei campioni di acqua sotterranea – Settembre 2021

Nichel			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 20 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P10bis	20/09/2021	22,4	± 5,6
AST_P33bis	22/09/2021	26,6	± 6,7
AST_P33bis	22/10/2021	26,7	± 6,7
Ferro			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 200 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P35	21/09/2021	970	± 220
AST_P35bis	21/09/2021	294	± 68
Manganese			
Limite normativo D.lgs. 152/2006: 50 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P08	21/09/2021	890	± 210
AST_P09	22/09/2021	680	± 160
AST_P10bis	20/09/2021	240	± 58
AST_P18	21/09/2021	264	± 63
AST_P22	23/09/2021	77	± 18

AST_P23	22/09/2021	85	± 20
AST_P25	23/09/2021	300	± 72
AST_P28	23/09/2021	890	± 210
AST_P29	21/09/2021	126	± 30
AST_P33bis	22/09/2021	710	± 170
AST_P35	21/09/2021	2680	± 640
AST_P35bis	21/09/2021	1330	± 320
AST_P39	23/09/2021	680	± 160
AST_P43	24/09/2021	149	± 36
Cloruro di Vinile			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 0,5 µg/l		UNI EN ISO 15680:2005	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P08	21/09/2021	2,3	± 1,0
Boro			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 1000 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P10bis	20/09/2021	2160	± 520
AST_P23	22/09/2021	1330	± 320
AST_P32bis	20/09/2021	1340	± 320
AST_P35	21/09/2021	1590	± 380
AST_P35bis	21/09/2021	2070	± 500
AST_P42	20/09/2021	1340	± 320
Solfati			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 250 mg/l		APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	mg/l	mg/l
AST_P08	21/09/2021	632	± 88
AST_P10bis	20/09/2021	3590	± 500
AST_P18	21/09/2021	830	± 120
AST_P19	21/09/2021	294	± 41
AST_P22	23/09/2021	344	± 48
AST_P23	22/09/2021	425	± 59
AST_P25	23/09/2021	406	± 57
AST_P28	23/09/2021	2590	± 360
AST_P29	21/09/2021	780	± 110
AST_P32bis	20/09/2021	2900	± 410
AST_P33bis	22/09/2021	900	± 130
AST_P34	21/09/2021	470	± 66
AST_P35	21/09/2021	3770	± 530
AST_P35bis	21/09/2021	3710	± 520
Nitriti			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 500 µg/l		APAT CNR IRSA 4050 Man 29.2003	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P43	24/09/2021	700	± 130

In conclusione, con riferimento alle attività di monitoraggio dei COV mediante sistema PID, eseguita nei piezometri secchi o con battente idrico insufficiente, la concentrazione di COV è risultata nulla.

Sintesi esiti monitoraggio dicembre 2021

Le analisi eseguite sui campioni di acqua sotterranea prelevati hanno evidenziato il superamento delle CSC dei seguenti parametri: nichel, ferro, manganese, boro, fluoruri, solfati, e selenio. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa in cui sono evidenziati i campioni di acque sotterranee per i quali sono stati riscontrati tali superamenti.

Si precisa che alcuni punti di monitoraggio non sono stati campionati, in quanto: n. 9 piezometri sono risultati secchi o con battente idrico insufficiente (AST_P01bis, AST_P11, AST_P16, AST_P17, AST_P26, AST_P27, AST_P34, AST_P36, AST_P40), n. 3 sorgenti sono risultate diffuse, non captate o con portata insufficiente (AST_S68, AST_S69 e AST_S70), n. 2 piezometro non sono stati campionati a causa dell'impraticabilità della strada di accesso (AST_P03 e AST_P04).

Tabella 25: Superamenti delle CSC nei campioni di acqua sotterranea – Dicembre 2021

Nichel			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 20 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P33bis	13/12/2021	32,2	± 8,0
Ferro			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 200 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P35bis	14/12/2021	314	± 72
Manganese			
Limite normativo D.lgs. 152/2006: 50 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P09	15/12/2021	1190	± 290
AST_P10bis	13/12/2021	134	± 32
AST_P23	15/12/2021	140	± 34
AST_P25	16/12/2021	351	± 84
AST_P28	16/12/2021	246	± 59
AST_P33bis	13/12/2021	950	± 230
AST_P35bis	14/12/2021	920	± 220
AST_P43	17/12/2021	156	± 37
Boro			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 1000 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P10bis	13/12/2021	1130	± 270
AST_P23	15/12/2021	1710	± 410
AST_P32bis	13/12/2021	1390	± 330
AST_P35bis	14/12/2021	1630	± 390
Fluoruri			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 1500 µg/l		APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P28	16/12/2021	3000	± 780

Solfati			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 250 mg/l		APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	mg/l	mg/l
AST_P10bis	13/12/2021	1410	± 200
AST_P18	13/12/2021	337	± 47
AST_P23	15/12/2021	408	± 57
AST_P28	16/12/2021	1780	± 250
AST_P29	14/12/2021	547	± 77
AST_P32bis	13/12/2021	2900	± 410
AST_P33bis	13/12/2021	1050	± 150
AST_P35	13/12/2021	1860	± 260
AST_P35bis	14/12/2021	2790	± 390
AST_P38	17/12/2021	314	± 44
Selenio			
Limite normativo D.Lgs152/2006: 10 µg/l		UNI EN ISO 17294-2:2016	Incertezza
Stazione di monitoraggio	Data campionamento	µg/l	µg/l
AST_P35	13/12/2021	29	± 7.5
AST_P44	16/12/2021	19,4	± 5.0

In conclusione, con riferimento alle attività di monitoraggio dei COV mediante sistema PID, eseguita nei piezometri secchi o con battente idrico insufficiente, la concentrazione di COV è risultata nulla.

Caratterizzazione idrochimica delle acque

Al fine di definire le caratteristiche idrochimiche delle acque nell'area in studio, TotalEnergies ha eseguito una specifica campagna di monitoraggio su tutte le stazioni individuate nel PMA e utilizzate per la verifica della qualità delle acque superficiali e sotterranee. Tale campagna è stata svolta nel periodo ottobre-dicembre 2022.

Sono stati pertanto analizzati i principali parametri che concorrono a individuare la famiglia geochimica di appartenenza delle acque (la cosiddetta "facies chimica"), ossia lo stato di mineralizzazione dell'acqua in funzione della messa in soluzione e del progressivo accumulo in essa degli elementi e delle molecole provenienti dalle formazioni rocciose con le quali l'acqua è venuta a contatto.

In particolare, sono stati verificati i seguenti parametri principali: i solidi disciolti totali, la durezza totale, l'alcalinità e i principali cationi e anioni, la cui abbondanza relativa concorre a determinare la facies chimica di appartenenza. La valutazione descritta nel presente SIA è stata suddivisa considerando i punti di monitoraggio afferenti alle acque superficiali e alle acque sotterranee prelevate dai piezometri e dalle sorgenti.

Per i dettagli sulla caratterizzazione chimico-fisica delle acque (comprensiva dei rilievi *in situ* e delle concentrazioni di tutti i parametri monitorati, anche dei composti minori presenti in traccia) si rimanda ai report dei monitoraggi eseguiti allo scopo, rispettivamente nell'ottobre 2022 per le acque superficiali e nel dicembre 2022 per le acque sotterranee (rapporti di prova in **Appendice 7** al presente SIA).

Solidi disciolti totali

Il contenuto in solidi disciolti totali (TDS), espresso in mg/l, è la misura più comune del grado di mineralizzazione complessivo delle acque, nonché della loro salinità, secondo una classificazione che prevede le seguenti categorie (Freeze and Cherry, 1979):

- TDS < 1.000 mg/l (acque dolci);
- 1.000 mg/l < TDS < 10.000 mg/l (acque salmastre);
- 10.000 mg/l < TDS 100.000 mg/l (acque saline);
- TDS > 100.000 mg/l (acque ipersaline).

Nel seguito i risultati ottenuti dai monitoraggi.

Tabella 26: TDS acque superficiali

Descrizione campione	TDS (mg/l)
ASP20 - FIUMARELLA DI PIETRAPERTEOSA	390
ASP04 - FOSSO CUPO	674
ASP12 - FIUMARA DI GORGOGNONE	406
ASP22 - FIUMARA DI GORGOGNONE	425
ASP13 - FIUMARELLA DI CORLETO	468
ASP14 - FIUMARELLA DI CORLETO	470
ASP15 - FIUMARELLA DI CORLETO	375
ASP01 - TORRENTE SAURO	372
ASP02 - TORRENTE SAURO	367
ASP25 - FIUMARA DI GORGOGNONE	481
ASP09 - TORRENTE SAURO	408
ASP10 - FIUME AGRI	280
ASP11 - FIUME AGRI	273
ASP24 - TORRENTE SAURO	391
ASP08 - TORRENTE SAURO	425
ASP07 - TORRENTE SAURO	500
ASP06 - TORRENTE SAURO	349
ASP05 - TORRENTE BORRENZA	481

Le acque dei corpi idrici monitorati mostrano valori di TDS compresi tra 273 mg/l (fiume Agri – stazione ASP11) e 674 mg/l (Fosso Cupo – stazione ASP04).

Tabella 27: TDS acque sotterranee – piezometri

Codice stazione	TDS (mg/l)	Codice stazione	TDS (mg/l)
AST_P02	790	AST_P23	960
AST_P03	600	AST_P24	970
AST_P04	480	AST_P25	800
AST_P05	726	AST_P28	3524
AST_P06	496	AST_P29	950

Codice stazione	TDS (mg/l)	Codice stazione	TDS (mg/l)
AST_P07	388	AST_P30	436
AST_P08bis	3073	AST_P31	366
AST_P09	940	AST_P32bis	4020
AST_P10bis	1860	AST_P33bis	2530
AST_P12	439	AST_P34	1090
AST_P13	533	AST_P35	2040
AST_P14	462	AST_P35bis	4610
AST_P15	479	AST_P37	416
AST_P17	614	AST_P38	410
AST_P18	402	AST_P39	429
AST_P19	583	AST_P41	570
AST_P20	411	AST_P42	800
AST_P21	455	AST_P43	442
AST_P22	448	AST_P44	472

Le acque sotterranee mostrano prevalentemente caratteri di acqua dolce e subordinatamente caratteri di acqua salmastra; i valori di TDS risultano compresi tra 366 mg/l (AST_P08bis) e 4610 mg/l (AST_P14).

Tabella 28: TDS acque sotterranee – sorgenti

Codice stazione	TDS (mg/l)
AST_S31	388
AST_S36	383
AST_S38	540

Le acque delle sorgenti mostrano caratteri di acqua dolce.

Durezza totale

La durezza totale dell'acqua riflette le concentrazioni degli ioni calcio e magnesio in soluzione. Il grado di durezza, misurato ad es. in gradi francesi, rappresenta la quantità complessiva di sali di calcio e magnesio contenuti nell'acqua e calcolati come carbonato di calcio (il grado francese - °f - equivale a 1 g di CaCO₃ in 100 litri di acqua). A seconda dell'incremento del valore assunto in gradi francesi, le acque passano da dolci a dure e aumenta proporzionalmente la tendenza a precipitare concrezioni di CaCO₃ quando riscaldate. Una scala utilizzabile per la classificazione in base alla durezza totale è la seguente (semplificata da Civita, 2005):

- < 7 °f (acque molto dolci);
- 7÷15 °f (acque dolci);
- 15÷22 °f (acque poco dure);
- 22÷33 °f (acque mediamente dure);
- 33÷54 °f (acque dure);
- >54 °f (acque molto dure).

Nel seguito i risultati ottenuti dai monitoraggi.

Tabella 29: Durezza acque superficiali

Descrizione campione	Durezza (°F)
ASP20 - FIUMARELLA DI PIETRAPERTEOSA	22,2
ASP04 - FOSSO CUPO	25,6
ASP12 - FIUMARA DI GORGOGNONE	20,2
ASP22 - FIUMARA DI GORGOGNONE	21,2
ASP13 - FIUMARELLA DI CORLETO	29,2
ASP14 - FIUMARELLA DI CORLETO	24,2
ASP15 - FIUMARELLA DI CORLETO	23,4
ASP01 - TORRENTE SAURO	22,4
ASP02 - TORRENTE SAURO	23,6
ASP25 - FIUMARA DI GORGOGNONE	21
ASP09 - TORRENTE SAURO	23
ASP10 - FIUME AGRI	18
ASP11 - FIUME AGRI	18,8
ASP24 - TORRENTE SAURO	33
ASP08 - TORRENTE SAURO	25,2
ASP07 - TORRENTE SAURO	30
ASP06 - TORRENTE SAURO	20,8
ASP05 - TORRENTE BORRENZA	22,6

Le acque dei corpi idrici monitorati risultano da poco a mediamente dure, con valori compresi tra 18 °f (fiume Agri – stazione ASP10) e 33 °f (torrente Sauro – stazione ASP24).

Tabella 30: Durezza acque sotterranee – piezometri

Codice stazione	Durezza (°F)	Codice stazione	Durezza (°F)
AST_P02	27	AST_P23	26,5
AST_P03	25,4	AST_P24	37
AST_P04	38,4	AST_P25	32
AST_P05	175	AST_P28	200
AST_P06	23	AST_P29	66,3
AST_P07	25,2	AST_P30	30,1
AST_P08bis	133	AST_P31	17,6
AST_P09	67	AST_P32bis	112,6
AST_P10bis	74,4	AST_P33bis	70
AST_P12	21,1	AST_P34	72,3
AST_P13	29,1	AST_P35	147
AST_P14	36,2	AST_P35bis	248
AST_P15	40,4	AST_P37	21,5

Codice stazione	Durezza (°F)	Codice stazione	Durezza (°F)
AST_P17	46,5	AST_P38	21,8
AST_P18	24,6	AST_P39	20,1
AST_P19	31,1	AST_P41	34,2
AST_P20	20,2	AST_P42	53,2
AST_P21	29	AST_P43	17,9
AST_P22	30,3	AST_P44	23,6

La durezza delle acque sotterranee è molto variabile e abbraccia in modo omogeneo il range compreso tra acque poco dure e acque molto dure, tra 17,6 ° in AST_P31 e 248 ° in AST_P35bis.

Tabella 31: Durezza acque sotterranee – sorgenti

Codice stazione	Durezza (°F)
AST_S31	24,2
AST_S36	21,1
AST_S38	44,0

La durezza delle acque di sorgente varia da acque poco dure ad acque dure.

Alcalinità

L'alcalinità è definita come concentrazione in mg/l di carbonato di calcio e rappresenta la capacità dell'acqua a resistere all'acidità.

Nel seguito i risultati ottenuti dai monitoraggi.

Tabella 32: Alcalinità acque superficiali

Descrizione campione	Alcalinità (mg/l CaCO ₃)
ASP20 - FIUMARELLA DI PIETRAPERTEOSA	322
ASP04 - FOSSO CUPO	188
ASP12 - FIUMARA DI GORGOGNONE	231
ASP22 - FIUMARA DI GORGOGNONE	251
ASP13 - FIUMARELLA DI CORLETO	238
ASP14 - FIUMARELLA DI CORLETO	200
ASP15 - FIUMARELLA DI CORLETO	224
ASP01 - TORRENTE SAURO	211
ASP02 - TORRENTE SAURO	210
ASP25 - FIUMARA DI GORGOGNONE	199
ASP09 - TORRENTE SAURO	190
ASP10 - FIUME AGRI	181
ASP11 - FIUME AGRI	187
ASP24 - TORRENTE SAURO	190

Descrizione campione	Alcalinità (mg/l CaCO ₃)
ASP08 - TORRENTE SAURO	186
ASP07 - TORRENTE SAURO	255
ASP06 - TORRENTE SAURO	160
ASP05 - TORRENTE BORRENZA	194

I valori di alcalinità riscontrati variano in un range compreso tra 160 mg/l (stazione ASP06 – torrente Sauro) e 322 mg/l (stazione ASP20 – Fiumarella di Pietrapertosa).

Tabella 33: Alcalinità acque sotterranee – piezometri

Codice stazione	Alcalinità (mg/l CaCO ₃)	Codice stazione	Alcalinità (mg/l CaCO ₃)
AST_P02	231	AST_P23	310
AST_P03	467	AST_P24	318
AST_P04	372	AST_P25	500
AST_P05	245	AST_P28	510
AST_P06	265,3	AST_P29	461
AST_P07	290	AST_P30	286
AST_P08bis	790	AST_P31	215
AST_P09	320	AST_P32bis	116
AST_P10bis	343	AST_P33bis	600
AST_P12	246	AST_P34	339
AST_P13	249	AST_P35	371
AST_P14	274	AST_P35bis	680
AST_P15	278	AST_P37	223
AST_P17	341	AST_P38	223
AST_P18	270	AST_P39	294
AST_P19	235,4	AST_P41	212
AST_P20	216	AST_P42	332
AST_P21	242	AST_P43	213
AST_P22	203	AST_P44	293

I valori di alcalinità riscontrati variano in un range compreso tra 116 mg/l (AST_P32bis) e 790 mg/l (AST_P08bis).

Tabella 34: Alcalinità acque sotterranee – sorgenti

Codice stazione	Alcalinità (mg/l CaCO ₃)
AST_S31	206
AST_S36	273
AST_S38	380

Facies chimica

A partire dalle analisi chimiche dei principali ioni (dati espressi in meq/l) è possibile definire la famiglia geochemica di appartenenza di un campione di acqua (“facies chimica”) sulla base della coppia anione-catione

prevalente. In pratica, il nome della facies è determinato dall'anione principale, che funge da sostantivo nella definizione della facies stessa, a questo viene quindi aggiunto un aggettivo, che indica il catione dominante.

Le acque appartengono generalmente a una delle seguenti quattro principali facies chimiche.

- Acque bicarbonato-calciche (e bicarbonato-calcico-magnesiache)

Tali acque presentano una prevalenza nel contenuto in ioni bicarbonato (HCO_3^-) e calcio (Ca^{2+}) rispetto alle quantità degli altri ioni principali. Le acque bicarbonato-calcico-magnesiache presentano invece un'abbondanza relativa di ione magnesio (Mg^{2+}) rispetto al Ca^{2+} .

I processi chimici che generano acque di tipo bicarbonato-calcico sono generalmente legati alla dissoluzione dei carbonati presenti sia in rocce (ad es. calcari, marne, calcareniti, conglomerati carbonatici o anche conglomerati silicei ma con cemento carbonatico) sia in depositi sciolti (come ghiaie e sabbie di natura, appunto, carbonatica); inoltre, anche il carbonato di calcio (CaCO_3) presente in fratture di formazioni litoidi o in pori di formazioni sciolte contribuisce alla genesi di acque appartenenti a tale facies.

Sono fonte di acque appartenenti alla facies bicarbonato-calcica gli acquiferi alluvionali, dove gli ioni HCO_3^- e Ca^{2+} sono generati dalla dissoluzione dei clasti dei depositi fluviali di natura calcarea.

Si ricorda la formula di dissoluzione del carbonato di calcio in acqua acida per la presenza di anidride carbonica: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2(\text{HCO}_3^-)$.

Con riferimento allo ione Mg^{2+} , un suo arricchimento nelle acque è attribuibile alla dissoluzione di rocce dolomitiche (ossia contenenti il minerale dolomite - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), tale carbonato doppio di calcio e magnesio ha comunque una bassa solubilità e concentrazioni relativamente più abbondanti rispetto allo ione Ca^{2+} sono da imputare all'idrolisi di rocce cristalline femiche (come, ad esempio, le serpentiniti).

Acque appartenenti alla facies bicarbonato-calcica (o calcico-magnesiaca) sono generalmente poco mineralizzate e associabili ad acquiferi superficiali e a circuiti idrici sotterranei non lunghi.

- Acque solfato-calciche

In tali acque, dal punto di vista analitico, lo ione Ca^{2+} è legato prevalente allo ione solfato (SO_4^{2-}), quest'ultimo derivante dalla dissoluzione di formazioni sedimentarie ricche in gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o anidrite (CaSO_4), minerali molto solubili.

Dal punto di vista litologico, la genesi di acque a chimismo dominante solfato-calcico deriva quindi principalmente dalla circolazione attraverso formazioni gessose in circuiti non necessariamente molto estesi, né profondi.

Un arricchimento relativo in solfati potrebbe anche derivare dall'effetto di ossidazione della pirite (FeS_2) o di altri minerali contenenti zolfo, oppure dalla successiva ossidazione di depositi fangosi depositati in condizioni riducenti (ad es. in ambienti di meandri abbandonati o di delta fluviali o comunque in ambienti paludosi) eventualmente contenenti lo ione solfidrico (HS^-) che, in condizioni di ossidazione (ad es. in acquiferi liberi), dà origine allo ione SO_4^{2-} .

- Acque cloruro-alcaline

Nelle acque di questa tipologia lo ione cloruro (Cl^-) è legato principalmente a ioni sodio (Na^+) e potassio (K^+). Rispetto alle facies precedenti, l'origine dei cloruri è raramente legata a dissoluzione di rocce contenenti tali elementi, come halite (NaCl) e silvite (KCl), più comunemente acque di questa facies derivano da mescolamenti tra acque dolci e acque salate (ad es. marine) o ipersaline.

Un incremento di cloruri e di composti alcalini nelle acque possono anche derivare dallo spandimento di liquami per concimazione e dalla presenza di allevamenti.

■ Acque bicarbonato-alcaline

Acque con tale chimismo presentano la concomitanza dello ione HCO_3^- e degli ioni Na^+ e/o K^+ . Il carico anionico deriva dalla trasformazione della CO_2 (atmosfera o di origine vulcanica) disciolta in acqua in HCO_3^- (secondo i successivi passaggi: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ e $\text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$), mentre i cationi in soluzione derivano da minerali alcalini, in particolare dall'idrolisi di alluminosilicati tipici di rocce magmatiche, quali feldspato potassico (KAlSi_3O_8) e plagioclasio sodico ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$).

Acque bicarbonato-alcaline sono tipiche di ambienti vulcanici, anche non più attivi (manifestazioni idrotermali), da cui deriva l'abbondante presenza di CO_2 .

Acque appartenenti a tale facies possono anche derivare da scambio ionico ($\text{Ca} \rightarrow \text{Na}$) per interazione tra acqua e roccia con scambio di ioni da minerali ricchi in sodio, come ad esempio minerali argillosi.

Generalmente le acque bicarbonato-alcaline presentano una prevalenza dello ione Na^+ (acque bicarbonato-sodiche) rispetto allo ione K^+ (acque bicarbonato-potassiche), la preponderanza di queste ultime è legata a condizioni particolari, in cui l'arricchimento di K^+ deriva da idrolisi di minerali ricchi in potassio, come ad esempio il feldspatoide leucite (KAlSi_2O_6), tipico di rocce vulcaniche.

Il chimismo delle acque viene solitamente rappresentato mediante diagrammi che permettono di confrontare in maniera più evidente le caratteristiche geochemiche salienti e quindi di individuare la facies dominante. I diagrammi di Piper (Piper, 1944) sono tra quelli maggiormente utilizzati allo scopo.

Il diagramma di Piper (vd. figura seguente) è costituito da due triangoli equilateri (uno di sinistra per i cationi e uno di destra per gli anioni) sormontati da un rombo. Ogni analisi origina tre punti, due punti sono posizionati nei due triangoli, proporzionalmente al contenuto relativo dei vari ioni, la posizione del terzo punto, localizzato nel rombo, si ottiene dall'intersezione delle rette originate dai precedenti due punti e tracciate parallelamente al lato Mg^{2+} del triangolo di sinistra e parallelamente al lato SO_4^{2-} del triangolo di destra.

Nel grafico triangolare dei cationi (in basso a sinistra nella figura): il subtriangolo di destra indica la dominanza degli ioni $\text{K}^+ + \text{Na}^+$, quello di sinistra del Ca^{2+} e quello in alto del Mg^{2+} ; nel grafico triangolare degli anioni (in basso a destra nella figura): il subtriangolo di sinistra indica la dominanza dei carbonati, quello di destra dei cloruri e quello in alto dei solfati; la porzione centrale dei grafici triangolari corrisponde invece ad acque che non presentano alcuna dominanza ionica.

All'interno del rombo (parte superiore nella figura) le acque sono quindi suddivise nelle quattro categorie geochemiche principali tramite la suddivisione in altrettanti rombi più piccoli: il rombo di sinistra individua le acque bicarbonato-calciche e/o bicarbonato-calcico-magnesiache, quello in alto le acque solfato-calciche, quello di destra le acque cloruro-alcaline, quello in basso le acque bicarbonato-alcaline.

Tutte le concentrazioni sono espresse in meq/l (il tenore in meq/l di un dato elemento è ottenuto a partire dalle concentrazioni analitiche espresse in mg/l secondo la seguente equazione: $\text{meq/l} = \text{mg/l/p.e.}$, ove p.e. è il peso equivalente dell'elemento, a sua volta ottenuto dall'equazione $\text{p.e.} = \text{p.a./valenza}$, con p.a. peso atomico dell'elemento).

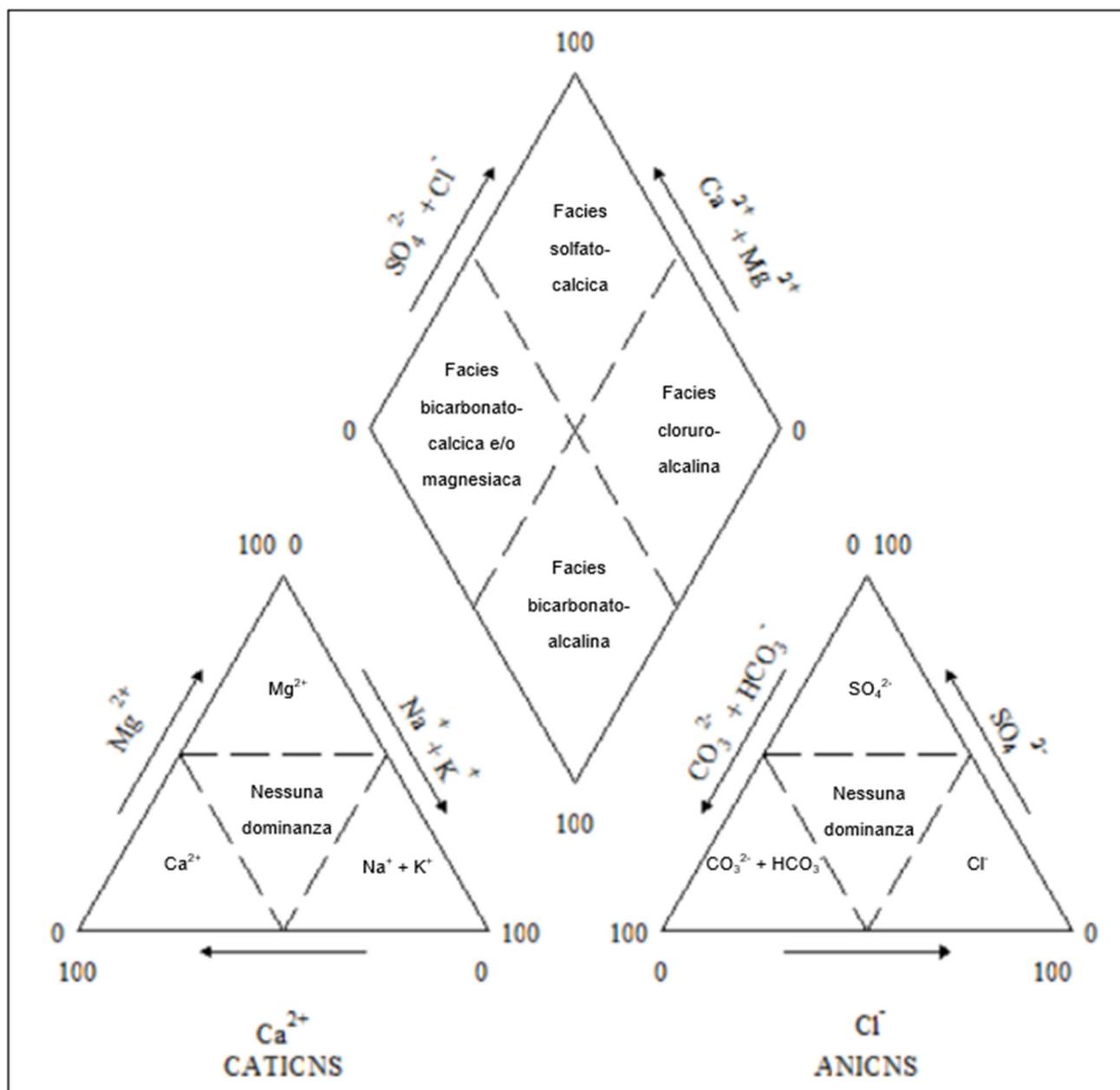


Figura 10: Diagramma di Piper

Nel seguito si riporta la rappresentazione grafica per i diversi campioni di acqua analizzata mediante i diagrammi di Piper (è stato utilizzato uno specifico software realizzato e reso disponibile dal Servizio Geologico degli Stati Uniti – USGS).

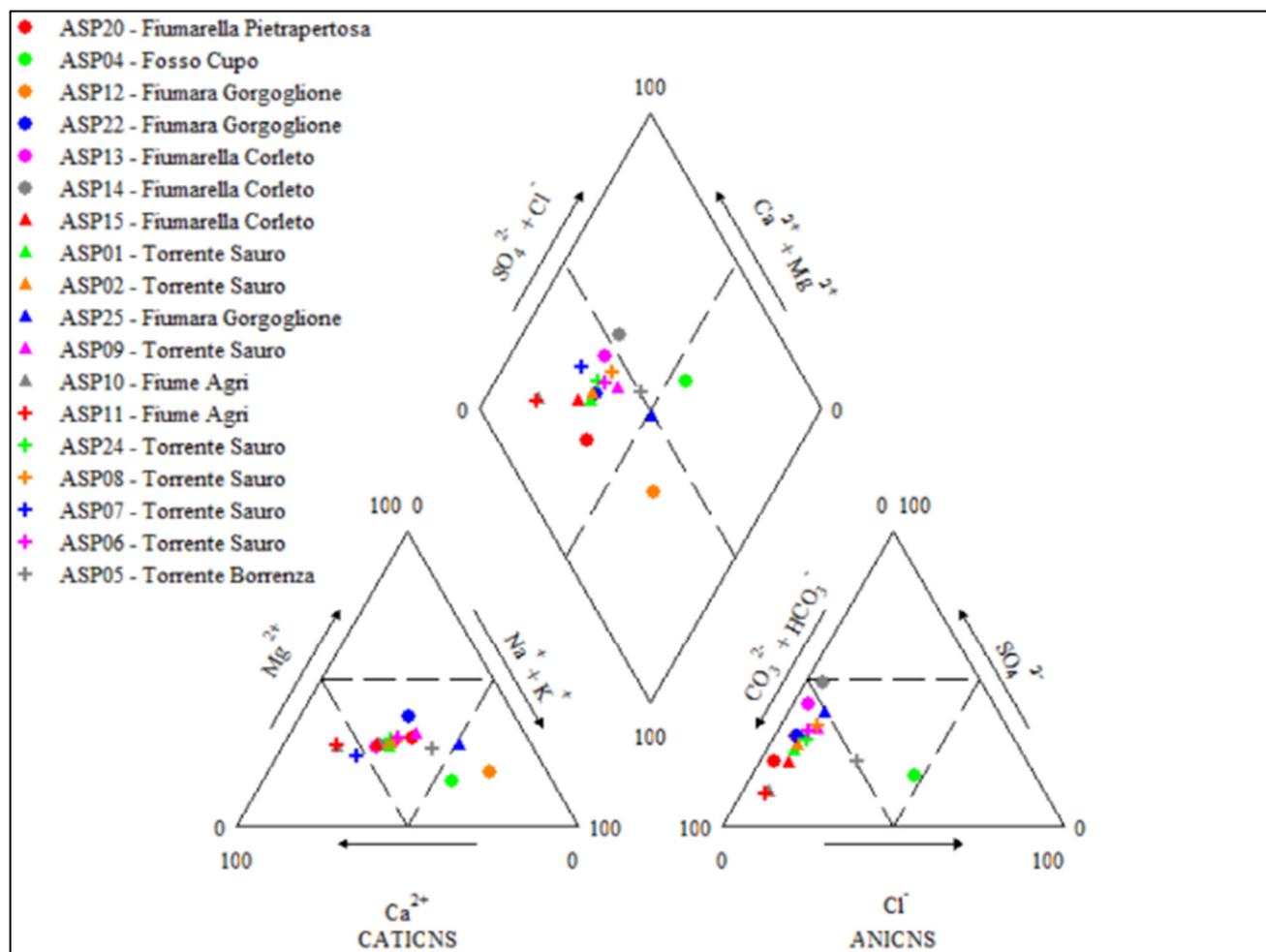


Figura 11: Diagramma di Piper – Acque superficiali

Dall'esame del diagramma emerge che le acque superficiali appartengono principalmente alla facies bicarbonato-calcica. Rispetto a questa situazione generale, si registrano alcuni limitati scostamenti:

- due campioni ricadono nella facies delle acque bicarbonato-alcaline (ASP12 e ASP25, stazioni di monitoraggio della Fiumara di Gorgogione, il secondo dei quali molto prossimo all'incrocio tra le diverse facies);
- un campione rientra nella facies cloruro-alcalina (ASP04, stazione di monitoraggio del Fosso Cupo);
- un campione rientra nella classe solfato-calcica (ASP14, stazione di monitoraggio della Fiumarella di Corleto).

Lo scostamento dalla prevalente facies bicarbonato-calcica per i tre punti ASP04, ASP12 e ASP25 è imputabile a un relativo arricchimento in composti alcalini rispetto agli altri campioni analizzati (si veda il triangolo dei cationi) e, per il punto ASP04, anche a una maggiore presenza di cloruri (vd. triangolo degli anioni); per il punto ASP14, invece, si nota che lo scostamento è attribuibile a un contenuto leggermente superiore di solfati rispetto alle concentrazioni rilevate negli altri campioni (vd. triangolo degli anioni).

Si sottolinea infine che un campione non presenta una specifica facies geochimica di appartenenza (ASP05, stazione di monitoraggio del torrente Borrenza): il relativo punto sul grafico romboidale ricade infatti lungo la linea di separazione tra le facies bicarbonato-calcica e solfato-calcica e i punti sui grafici triangolari dei cationi

e degli anioni risultano posizionati all'interno delle porzioni centrali degli stessi, caratteristiche di acque senza specifica dominanza ionica.

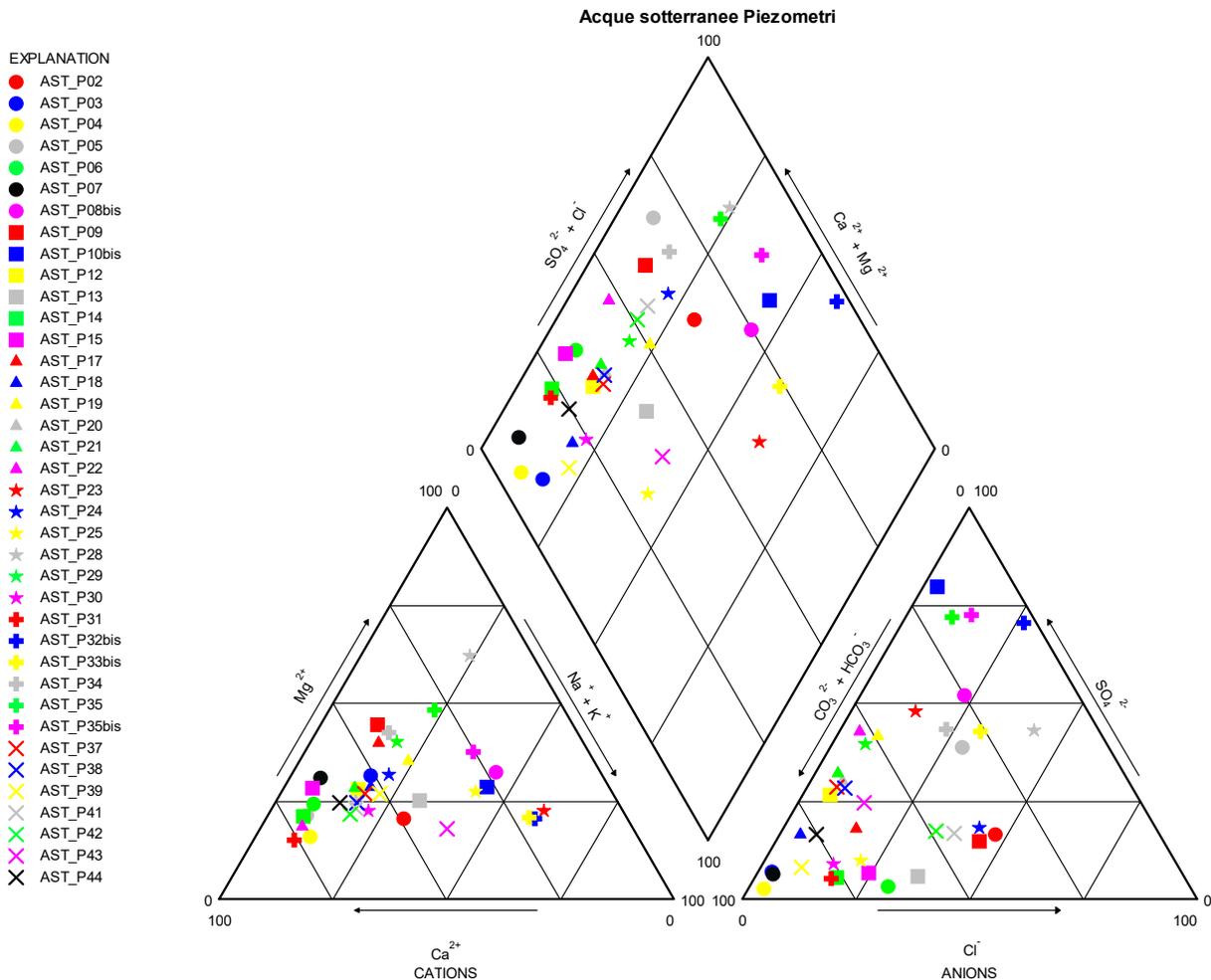


Figura 12: Diagramma di Piper – Acque sotterranee – piezometri

Dall'esame del diagramma emerge che le acque sotterranee sono distribuite tra la facies bicarbonato-calcica e la facies solfato-calcica. Tre campioni ricadono invece nella facies solfato-alcalina per la dominanza di ioni potassio e solfato.

Pagina delle firme

WSP Italia S.r.l.



Lorenzo Fassino
Project Manager

WSP Italia S.r.l.



Livia Manzone
Project Director

C.F. e P.IVA 03674811009
Registro Imprese Torino
R.E.A. Torino n. TO-938498
Capitale sociale Euro 105.200,00 i.v.

TAVOLA

LEGENDA

-  Stazione di Monitoraggio
-  Stazione di Monitoraggio Quinquennale
-  Ambito di Studio
-  Concessione Gorgoglione
-  Progetto Tempa Rossa

SISTEMA DI COORDINATE
 Projection: TM Zona 33N Datum: ETRS89

BASEMAP: CTR 25.000 (RSDI Regione Basilicata)



PROGETTO

Progetto Tempa Rossa
 Progetto di Monitoraggio Ambientale

TITOLO

Stazioni di monitoraggio
 Stato ecosistemi - Morfologie naturaliformi
 Quadro di unione

	COMMESSA	1772563	REL.	11138 REV. -	FORMATO A0
	DATA	Ottobre 2018			
	PREPARATO	CVI			
	VERIFICATO	LMA			
	APPROVATO	LMA			
					TAVOLA_11

wsp

wsp.com