

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 1 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

EMERGENZA GAS
INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE
(DL 17.05.2022, N. 50)
FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE
GASDOTTI

MONITORAGGIO AMBIENTALE
COMPONENTE: ACQUE SOTTERRANEE

REPORT MONITORAGGI
FASE CORSO D'OPERA

0	Emissione per permessi	M.Longhini	G.Mattioli	M.Begini	16/07/2024
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 2 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	INQUADRAMENTO	5
2.1.	Idrografia	5
2.2.	Precipitazioni	5
2.3.	Idrogeologia	5
2.4.	Situazione idrogeologica locale	7
3.	METODOLOGIA	7
3.1.	Individuazione delle aree da monitorare	7
3.2.	Misurazioni	9
3.3.	Articolazione temporale del monitoraggio	11
4.	RISULTATI	12
4.1.	AS01 – TOC Canale Ferrari	13
4.1.1.	Dati quantitativi	14
4.1.2.	Stato qualitativo	14
4.2.	AS02 – TOC Fiumi Uniti	16
4.2.1.	<i>Dati quantitativi</i>	17
4.2.2.	<i>Stato qualitativo</i>	17
4.3.	AS03 – TOC Canale Arcabologna	19
4.3.1.	<i>Dati quantitativi</i>	20
4.3.2.	<i>Stato qualitativo</i>	20
4.4.	AS04 – TOC Fiume Ronco	22
4.4.1.	<i>Dati quantitativi</i>	23
4.4.2.	<i>Stato qualitativo</i>	23
4.5.	AS05 – TOC Fiume Montone	25
4.5.1.	<i>Dati quantitativi</i>	26
4.5.2.	<i>Stato qualitativo</i>	26
4.6.	AS06 – TOC Canale Cupa	28
4.6.1.	<i>Dati quantitativi</i>	29
4.6.2.	<i>Stato qualitativo</i>	29
4.7.	AS07 – TOC Canale Canala	31
4.7.1.	<i>Dati quantitativi</i>	32
4.7.2.	<i>Stato qualitativo</i>	32

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 3 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.8.	AS08 – MT Pineta di Punta Marina	34
4.8.1.	<i>Dati quantitativi</i>	35
4.8.2.	<i>Stato qualitativo</i>	35
5.	DATI REGIONE EMILIA-ROMAGNA / ARPAE	38
6.	CONCLUSIONI	39
7.	BIBLIOGRAFIA	40
8.	ALLEGATI	40

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 4 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

1. PREMESSA

Il monitoraggio della componente Acque Sotterranee ha come obiettivo la conservazione delle falde idriche sotterranee, con particolare riferimento alle potenziali interazioni legate agli attraversamenti in trenchless previsti in fase di cantiere. L'obiettivo del presente documento è quello di rappresentare gli esiti dei rilievi eseguiti durante la fase di Corso d'Opera (CO) ed un confronto rispetto a quanto rilevato durante la campagna in Ante Operam (AO).

In accordo al documento Piano di Monitoraggio Ambientale (rif. doc. REL-AMB-E-09009), al fine di monitorare l'interferenza delle attività in progetto con le caratteristiche fisiche e chimiche delle acque sotterranee, il monitoraggio delle acque sotterranee è stato effettuato attraverso il prelievo di campioni presso i piezometri posti a monte ed a valle, in senso idrogeologico o di deflusso delle acque sotterranee, degli attraversamenti dei corsi d'acqua previsti lungo il tracciato di progetto. Nello specifico sono stati indagate:

- 1) N. 7 postazioni costituite da doppia stazione, monte e valle, in corrispondenza degli attraversamenti realizzati mediante tecnologia trenchless TOC (trivellazione controllata orizzontale)
- 2) N. 1 postazione in corrispondenza dell'attraversamento della pineta di Punta Marina realizzato con tecnologia trenchless MT (microtunnel)

Per l'attraversamento della Pineta di Punta Marina, il monitoraggio è stato finalizzato al controllo dell'intrusione salina e a garantire l'equilibrio del sistema idrico.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 5 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

2. INQUADRAMENTO

2.1. Idrografia

Reticolo idrografico naturale

Numerosi corsi d'acqua appenninici, che nascono fuori comune o fuori provincia, sfociano in mare dopo aver transitato nel territorio comunale di Ravenna. Si tratta del Reno, del Lamone, del Montone e del Ronco, del Bevano e del Savio. Tra questi, il fiume Montone ed il fiume Ronco, che a sud del capoluogo sono stati fatti confluire artificialmente a formare i Fiumi Uniti, interessano direttamente l'area progettuale.

Reticolo idrografico artificiale

Tutta l'area della Provincia di Ravenna è caratterizzata da una fittissima rete di canali artificiali, costruiti e tenuti in efficienza dai consorzi di bonifica, nei quali confluiscono tutte le acque di scolo dei territori tra un fiume e l'altro, e dove i livelli idrici sono costantemente regolati da numerosi impianti idrovori. La quasi totalità del territorio comunale di Ravenna rientra nelle competenze del Consorzio di Bonifica della Romagna, che gestisce l'attività di bonifica e di irrigazione, oltre a provvedere alla vigilanza e alla manutenzione delle opere connesse.

2.2. Precipitazioni

Le precipitazioni mostrano, nel periodo 1991-2005, una media annuale di circa 755 mm.

Le precipitazioni medie mensili presentano una maggiore piovosità da agosto a dicembre (>75mm/mese) con picchi in ottobre e novembre (>85mm/mese); per i restanti mesi dell'anno si rileva un picco primaverile nel mese di aprile (≈75mm/mese).

Le piogge massime mensili si concentrano nei mesi di settembre e novembre (>200mm/mese), mentre le precipitazioni massime assolute giornaliere sono state registrate nel periodo estivo luglio – settembre (>85mm/giorno).

2.3. Idrogeologia

Per quanto riguarda l'idrogeologia, nella pianura Emiliano-Romagnola si distinguono 3 unità idrostratigrafiche, superficiali e profonde, ciascuna separata da quelle sovrastanti e sottostanti da estesi livelli impermeabili argillosi (v. Fig. 2.3).

Il settore studiato è caratterizzato dalla presenza di un acquifero superficiale a cui segue in profondità un acquifero multistrato in pressione.

Quest'ultimo appartiene al sistema acquifero della Pianura Padana che può essere sinteticamente considerato come un sistema multistrato formato dai complessi delle conoidi appenniniche ed alpine e dai complessi della media e bassa pianura. Tale struttura è limitata lateralmente dai rilievi montuosi, Alpi ed Appennini a N, W e S, e dall'Adriatico ad E.

Nel settore occidentale del territorio ravennate la principale struttura idrogeologica dell'immediato sottosuolo è costituita dai terreni a granulometria limoso-argilloso-sabbiosa sedimentatisi a seguito di processi di origine fluviale e che normalmente sono confinati da depositi di copertura alluvionale recente.

Verso la costa, la falda superficiale è contenuta all'interno dei sedimenti grossolani principalmente sabbiosi che costituiscono il sistema di cordoni dunosi depositatisi a partire dall'età flandriana ed il cui assetto dipende dalle oscillazioni della linea di riva avvenute negli ultimi 5.000÷6.000 anni. Tra i due è

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 7 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

alluvionale del Po ci sono presenti dei depositi argillosi ricchi in sostanza organica che fungono da livelli guida.

Al di sopra dei depositi descritti, si trova l'acquifero freatico di pianura, un sottile livello di sedimenti prevalentemente fini che prosegue verso nord su tutta la pianura. Si tratta dei depositi di canale fluviale, argine e pianura inondabile in diretto contatto con i corsi d'acqua superficiali e con gli ecosistemi che da esse dipendono, oltre che con tutte le attività antropiche. Data la litologia prevalentemente fine e lo spessore modesto (nell'ordine dei 10 m), l'acquifero freatico di pianura riveste un ruolo molto marginale per quanto concerne la gestione della risorsa a scala regionale. È invece molto sfruttato nei contesti rurali, dove numerosi pozzi a camicia lo sfruttano per scopi prevalentemente domestici, ove non sussistano problemi di salinità.

L'acquifero profondo è considerato di bassa qualità potabile in quanto i pozzi scavati alla profondità di 200-400 m denotano elevata presenza di ammoniaca, ferro, manganese e metano.

2.4. Situazione idrogeologica locale

Nel territorio di interesse è presente una falda freatica superficiale alimentata dall'infiltrazione diretta, dalle perdite di subalveo del reticolo idrografico e dall'irrigazione, regimata dalla rete di canali e scolì consorziali e soggetta ad emungimenti da parte dei pozzi presenti in zona.

L'acquifero superficiale ha uno spessore che, nell'area di indagine, in genere non eccede i 15 metri.

La struttura è costituita per lo più in sedimenti fini, costituiti da limi sabbiosi e argillosi, ma risulta difficile identificare un acquifero ben definito, poiché i termini sedimentari misti prevalgono su quelli ben classificati e di conseguenza, anche in questo caso, vi è scarsa rappresentanza di lenti sabbiose vere e proprie.

Il livello statico della falda freatica è contenuto tra 0 a 2 m s.l.m., quindi, a seconda della posizione morfologica, a profondità variabili fra 0 e 4 m dal piano campagna, risultando quindi molto superficiale.

Una caratteristica particolare della falda è la sua bassissima velocità di flusso, stimata nell'ordine di 1m/anno.

È importante menzionare che negli ultimi anni lo sfruttamento della risorsa acqua sotterranea è stato abbandonato non per motivi legati a quantità e qualità, ma per contenere il fenomeno della subsidenza. L'oscillazione della falda, includendo gli estremi stagionali e quelli interannuali, è di circa 0,8÷3,0 m.

3. METODOLOGIA

3.1. Individuazione delle aree da monitorare

Al fine di monitorare l'interferenza delle attività in progetto con il livello di falda, si è ritenuto necessario effettuare il monitoraggio della portata, del livello e della torbidità delle falde riscontrate in corrispondenza degli attraversamenti in trenchless previsti lungo il tracciato di progetto, attraverso l'installazione di piezometri.

Le stazioni di monitoraggio delle acque sotterranee sono indicate con la sigla AS. Ad ogni stazione indicata è stata associata una coppia di piezometri ubicati a monte e a valle rispetto all'andamento della falda (stazioni di monitoraggio). Unica eccezione è rappresentata dal punto AS08, destinato al prelievo di campioni di acqua relativamente all'attraversamento della pineta di Punta Marina, per il quale è stato installato un unico piezometro.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 8 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Di seguito si riporta l'ubicazione dei punti di monitoraggio.

Tabella 3.1-a: Punti di Monitoraggio Componente Acque Sotterranee

ID Stazione	ID Punto	Coordinate		Note
		Latitudine	Longitudine	
1	AS01-M	44°25'52.75"N	12°17'1.94"E	TOC Canale Ferrari
	AS01-V	44°25'51.40"N	12°17'2.05"E	
2	AS02-M	44°23'35.06"N	12°17'20.30"E	TOC Fiumi Uniti
	AS02-V	44°23'24.90"N	12°17'14.17"E	
3	AS03-M (*)	44°22'31.96"N	12°15'15.65"E	TOC Canale Arcabologna
	AS03-V (*)	44°22'32.53"N	12°15'16.30"E	
4	AS04-V (PZP02RA-V)	44°22'39.37"N	12°11'21.90"E	TOC Fiume Ronco
	AS04-M (PZP02RA-M)	44°22'42.81"N	12°11'17.13"E	
5	AS05-V (PZP03RA-V)	44°23'10.47"N	12°9'54.95"E	TOC Fiume Montone
	AS05-M (PZP03RA-M)	44°23'16.96"N	12°9'42.48"E	
6	AS06-M	44°23'36.16"N	12° 8'10.92"E	TOC Canale Cupa
	AS06-V	44°23'36.96"N	12° 8'8.98"E	
7	AS07-M	44°25'33.14"N	12° 7'19.58"E	TOC Canale Canala
	AS07-V	44°25'34.13"N	12° 7'20.39"E	
8	AS-08	44°27'6.36" N	12°16'57.81" E	MT Pineta di Punta Marina

(*) Il posizionamento effettivo dei piezometri Monte-Valle in senso idrogeologico (direzione della falda) ha determinato l'inversione della denominazione rispetto a quanto riportato in precedenza nel PMA.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 9 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073



Figura 3.1-a: Ubicazione Punti di Monitoraggio Componente Acque Sotterranee

Il monitoraggio delle acque sotterranee ha previsto in definitiva il campionamento presso n. 15 stazioni di monitoraggio.

3.2. Misurazioni

Sulla scorta di quanto previsto dal Piano di Monitoraggio Ambientale (rif. doc. REL-AMB-E-09009) per ciascuna stazione sono stati rilevati i parametri chimici e fisici stabiliti riportati qui di seguito (Tab. 3.2-a):

Tabella 3.2-a: Parametri chimico-fisici da analizzare sulle acque sotterranee

Parametro	Unità di misura
Livello freaticometrico	m da p.c.
Temperatura dell'acqua	°C
pH	unità pH
Conducibilità elettrica specifica	µS/cm
Potenziale Redox	mV
Ossigeno disciolto	mg/l
Torbidità	NTU
Sb	µg/l

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 10 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Parametro	Unità di misura
O ₂	mg/l
Cloruri	mg/l
Cromo totale	µg/l
Cromo VI	µg/l
Idrocarburi (n-esano)	mg/l
Alluminio	µg/l
Arsenico	µg/l
Cadmio	µg/l
Ferro	µg/l
Manganese	µg/l
Mercurio	µg/l
Nichel	µg/l
Piombo	µg/l
Rame	µg/l
Zinco	µg/l

I parametri fisici (Tab. 3.2-b) sono stati rilevati *in situ* tramite sonda multiparametrica portatile.

Tab. 3.2-b: Parametri fisici analizzati *in situ* sulle acque sotterranee tramite sonda multiparametrica

PARAMETRO	UM	LR	Metodo
Temperatura dell'acqua	°C	0.1	Sonda Multiparametrica portatile 2004/108/EC e 1999/5/EC
pH	unità pH	0.1	
Conducibilità elettrica specifica	µS/cm	5	
Ossigeno disciolto	mg/l	0.1	
Torbidità	NTU	1	

In situ è stata rilevato anche il livello piezometrico ovvero la profondità della falda freatica dal piano di campagna.

Terminata la lettura dei parametri fisici *in situ* si è proceduto con il prelievo dei campioni da sottoporsi ad analisi presso laboratori accreditati ACCREDIA; i parametri chimici rilevati dal laboratorio sono quelli riportati nella tabella 3.2-c.

Per questi parametri il laboratorio incaricato, in conformità al D.Lgs. n. 152/2006, applicherà metodi analitici riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale.

I parametri oggetto di monitoraggio sono indicati nella seguente tabella del PMA.

Tabella 3.3-c: Parametri chimici analizzati in laboratorio sulle acque sotterranee

Parametro	Unità di misura
Cloruri	mg/l
Cromo totale	µg/l
Cromo VI	µg/l
O ₂	mg/l
Idrocarburi (n-esano)	mg/l

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 11 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Parametro	Unità di misura
Alluminio	µg/l
Antimonio	µg/l
Arsenico	µg/l
Cadmio	µg/l
Ferro	µg/l
Manganese	µg/l
Mercurio	µg/l
Nichel	µg/l
Piombo	µg/l
Rame	µg/l
Zinco	µg/l

3.3. Articolazione temporale del monitoraggio

Relativamente alla fase di Corso d'Opera (CO) i monitoraggi sono stati eseguiti secondo la seguente tempistica:

- Campionamenti ogni 15 giorni nel periodo di realizzazione degli attraversamenti in trenchless, per tutti le stazioni previste;
- Campionamenti ogni 15 giorni durante l'esecuzione del microtunnel per la stazione AS08.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 12 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4. RISULTATI

Nei paragrafi che seguono sono riportati i risultati del monitoraggio delle acque sotterranee in fase Corso d'Opera (CO) ed un confronto con quanto rilevato in fase Ante-Operam (AO). Il monitoraggio è finalizzato a:

- 1) intercettare i valori di profondità (o livello statico) della falda freatica ed il gradiente lungo la direttiva di deflusso delle acque sotterranee;
- 2) verificare la situazione lo stato idrochimico della falda interferita, da impiegare come termine di confronto (bianco) per la verifica degli eventuali effetti degli interventi progettuali sulla stessa.

In generale, per ogni stazione di monitoraggio, la campagna Ante Operam e i dati raccolti in Corso d'Opera nel piezometro a monte (in senso idrogeologico), rappresentano la caratterizzazione chimica delle acque non sottoposte alle eventuali interferenze da parte degli interventi progettuali (*bianco* di riferimento). Allo stesso modo, i dati raccolti in Corso d'Opera e Post Operam nel piezometro a valle caratterizzano le acque che in qualche modo sono state interferite dagli interventi progettuali, ad esempio le trivellazioni TOC.

In realtà vanno evidenziati i bassissimi gradienti o pendenze della tavola d'acqua, la presenza di numerosi canali e corsi d'acqua che possono, a seconda delle portate, alimentare o drenare la falda e la presenza di numerosi laghi di emersione della falda soggetti agli effetti dell'evaporazione. Tutti questi elementi possono deprimere o innalzare localmente la superficie freatica, a volte invertendo la direzione di deflusso delle acque: ne consegue che la situazione Ante-Operam è sicuramente la più rappresentativa della situazione di *bianco* di riferimento, mentre nella caratterizzazione in Corso d'Opera, anche i dati del campionamento a monte possono risultare influenzati dalla realizzazione delle opere.

Va specificato inoltre che la segregazione chimica degli analiti nei vari livelli più o meno argillosi o sabbiosi da un lato, e l'oscillazione spesso elevata stagionale o poliennale dei livelli di falda, possono causare un forte oscillazione della concentrazione degli analiti stessi, in forma del tutto naturale.

La campagna di campionamento sui piezometri è stata effettuata, in fase Ante Operam, nel periodo estivo 2023. Le varie campagne in Corso d'Opera (CO) sono iniziate a settembre 2023 e sono terminate a giugno 2024.

La descrizione dei risultati viene fornita per Stazione di campionamento, ciascuna comprendente un piezometro a valle ed uno a monte.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 13 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.1. AS01 – TOC Canale Ferrari

ID	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AS01-M	44°25'52.75"N	12°17'1.94"E	TOC Canale Ferrari
AS01-V	44°25'51.40"N	12°17'2.05"E	

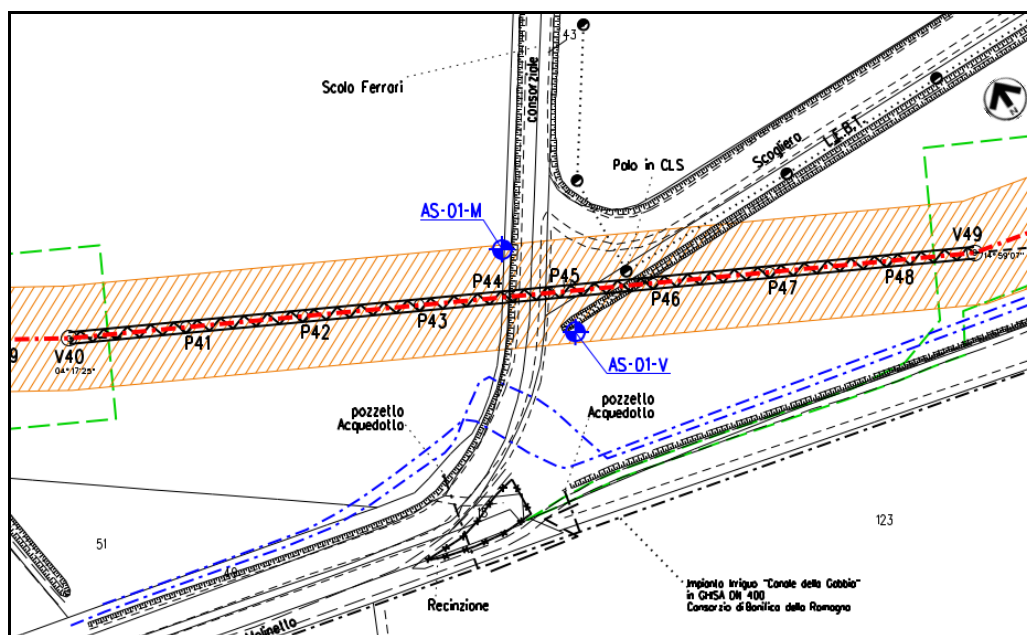


Fig. 4.1-a: Planimetria Piezometri

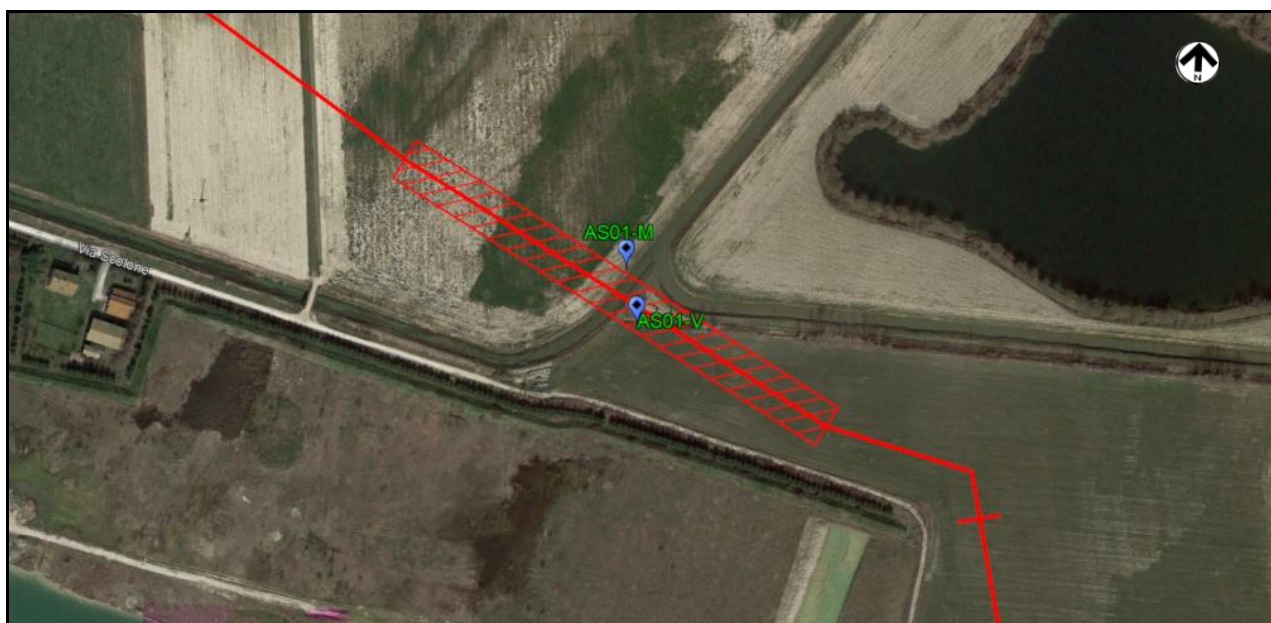


Fig. 4.1-b: Localizzazione Piezometri

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 14 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.1.1. Dati quantitativi

Livelli freatici e oscillazione della falda

Per individuare le caratteristiche di soggiacenza della tavola d'acqua, come già evidenziato, le misurazioni sono state effettuate con sonda freatimetrica.

I risultati delle campagne di misurazione sono esposti nella seguente tabella 4.1.

Tab. 4.1: Misurazioni freatimetriche di falda (soggiacenza)

ID	LS - livello statico m (soggiacenza)		
	AO 07-08 giu 2023	CO 25 set 2023	CO 09 ott 2023
AS01-M	2.01	1.98	2.03
AS01-V	1.97	1.96	2.00

I dati reperiti sono in linea con quanto stimato preventivamente sulla base dell'inquadramento territoriale, idrologico ed idrogeologico.

Il territorio interessato dagli interventi progettuali appartiene alla pianura costiera.

I livelli idrici reperiti confermano la presenza della falda freatica in prossimità della superficie: i livelli medi di soggiacenza dal piano di campagna dipendono dalla situazione morfologica e topografica, ma in generale sono posti mediamente a 2,0 m di profondità, con minime di 1.96 m e massime di 2.03 m.

4.1.2. Stato qualitativo

Parametri fisici in situ o in laboratorio

Le misurazioni dei parametri fisici sono effettuate in situ al momento del campionamento, tramite sonda multiparametrica, oppure tramite analisi di laboratorio. I risultati sono esposti nella seguente tab. 4.1-a. La voce Tag/Lab indica il record strumentale (Tag) o se il dato è stato rilevato in laboratorio (Lab).

Fase	Data	ID	LS (m)	Tag/ Lab	Temp (C°)	pH	Ossigeno disciolto (mg/L)	Conducibilità elettrica specifica (μS/cm a 25°C)	Torbidità (NTU)	Potenziale Redox (mV)
AO	07/06/2023	AS01-M	2,01	374	18,08	7,59	0.23	35339	158	185,9
CO	25/09/2023	AS01-M	1.98	Lab	17.50	7,68	<0.5	40600	426	115
CO	09/10/2023	AS01-M	2.03	Lab	19.00	7,62	<0,5	36500	100	148
AO	08/06/2023	AS01-V	1,97	418	16.50	7,62	0.90	27180	141	145,8
CO	25/09/2023	AS01-V	1.96	Lab	18.80	7,65	<0,5	35200	232	178
CO	09/10/2023	AS01-V	2.00	Lab	16.88	7,33	0,5	35300	176	150

Tab. 4.1-a: Parametri fisici rilevati in situ o in laboratorio

Parametri chimico-fisici di laboratorio

I risultati della misura dei parametri chimico-fisici dei campioni conferiti al laboratorio sono esposti nella seguente tabella 4.1-b.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 15 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Tab. 4.1-b: Parametri chimico-fisici rilevati in laboratorio

Denominazione		AS01M	AS01M	AS01M	AS01V	AS01V	AS01V	
Data		08/06/23	25/09/23	09/10/23	08/06/23	25/09/23	09/10/23	
Fase		AO	CO	CO	AO	CO	CO	
METALLI	U. M.							Limite
Alluminio	µg/L	200	62	73	850	13	318	200
Antimonio	µg/L	<0,1	0,1	< 0,1	<0,1	0,2	0,100	5
Arsenico	µg/L	4,40	5,6	3,10	2,40	1,9	9,1	10
Cadmio	µg/L	<0,1	<0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	5
Cromo totale	µg/L	1,1	0,6	0,600	2,00	0,3	1,90	50
Cromo esavalente	µg/L	<0,5	<0,5	< 0,5	<0,5	<0,5	< 0,5	5
Ferro	µg/L	376	180	646	507	50	1540	200
Manganese	µg/L	436	292	970	2580	1130	175	50
Mercurio	µg/L	<0,1	<0,1	< 0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	1
Nichel	µg/L	29,1	3,7	12,1	10,9	7,9	4,20	20
Piombo	µg/L	0,1	0,1	< 0,1	0,4	<0,1	0,300	10
Rame	µg/L	0,9	0,3	0,90	1,30	0,5	1,60	1000
Zinco	µg/L	<5	<5	< 5	< 5	< 5	< 5	3000
INORGANICI								
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	9900	13700	17800	7070	9100	17300	
Oss. di Kubel (O2)	mg/L	45,8		376	61,8		88	
ALTRE SOSTANZE								
Idrocarburi tot. (n-esano)	µg/L	173	96	131	119	98	30	350

Gli altissimi valori di conducibilità e cloruri mostrano gli effetti dell'ingressione marina, con presenza di acque salmastre anche in superficie.

Le celle in giallo evidenziano i superamenti dei valori di soglia secondo la vigente normativa in materia (D.Lgs n.152/2006 e s.m.i.) dove si evidenzia un generalizzato superamento dei valori soglia per i parametri Ferro, Manganese ed Alluminio.

Negli orizzonti superficiali i metalli Ferro, Manganese ed Alluminio sono correlati tra loro e collegati al contenuto geochimico di limo e argilla, dovuti ad origini geologiche, per cui si può ragionevolmente ipotizzare un'origine naturale legata alle condizioni chimico-fisiche dell'acquifero.

Si ricorda che inoltre la fase Ante-Operam descrive una situazione precedente alle attività progettuali; quindi, i valori rilevati corrispondono allo stato attuale di contaminazione di origine naturale o antropica da considerarsi come *chimismo di fondo naturale*.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 16 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.2. AS02 – TOC Fiumi Uniti

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AS02-M	44°23'35.06"N	12°17'20.30"E	TOC Fiumi Uniti
AS02-V	44°23'24.90"N	12°17'14.17"E	

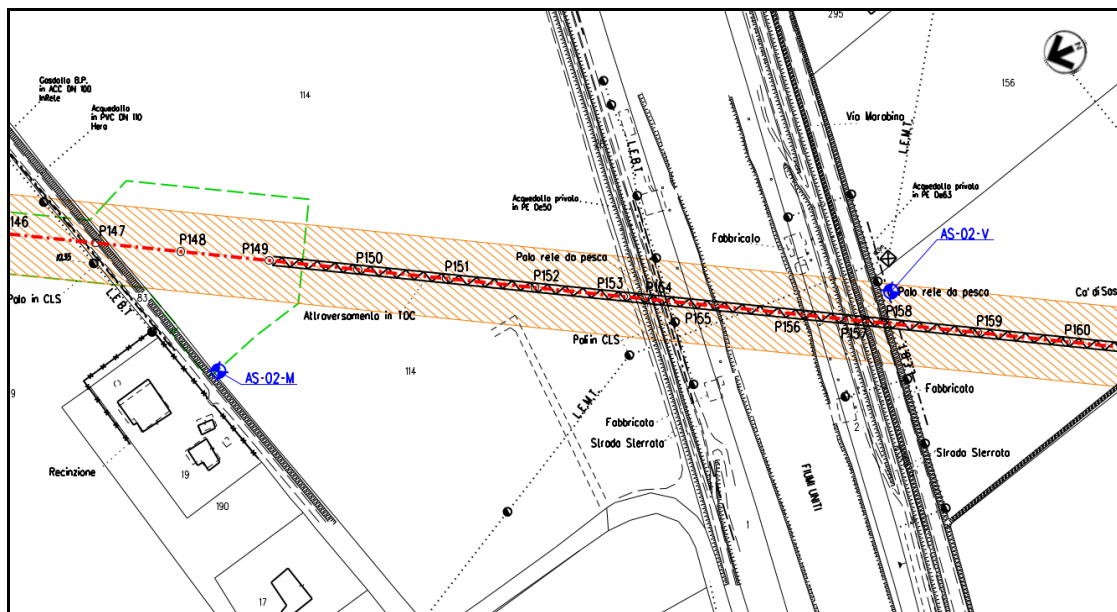


Fig. 4.2-a: Planimetria Piezometri

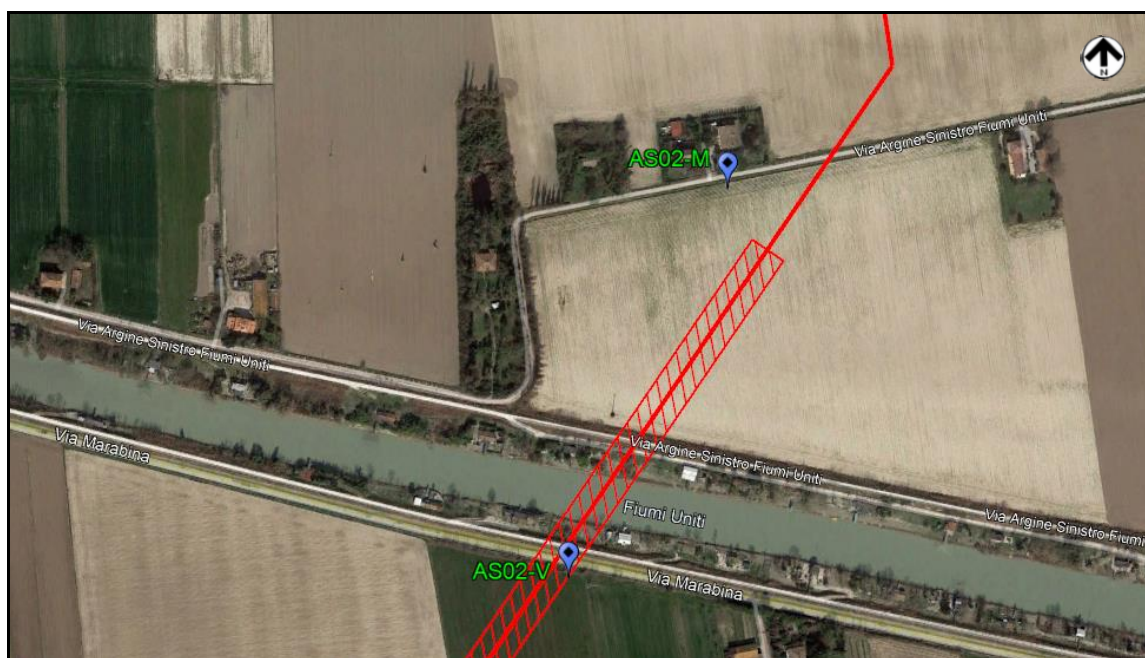


Fig. 4.2-b: Localizzazione Piezometri

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 17 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.2.1. Dati quantitativi

Livelli freatici e oscillazione della falda

Per individuare le caratteristiche di soggiacenza della tavola d'acqua, come già evidenziato, le misurazioni sono state effettuate con sonda freatimetrica.

I risultati delle campagne di misurazione sono esposti nella seguente tabella 4.2.

Tab. 4.2: Misurazioni freatimetriche di falda (soggiacenza)

ID	LS - livello statico m (soggiacenza)			
	AO 07 giu 2023	CO 15 nov 2023	CO 27 nov 2023	CO 06 dic 2023
AS02-M	1.42	- (*)	1.78	1.82
AS02-V	1.20	- (*)	1.47	1.46

(*) dato non reperito per guasto strumentazione

I dati reperiti sono in linea con quanto stimato preventivamente sulla base dell'inquadramento territoriale, idrologico ed idrogeologico.

Il territorio interessato dagli interventi progettuali appartiene alla pianura costiera.

I livelli idrici reperiti confermano la presenza della falda freatica in prossimità della superficie: i livelli medi di soggiacenza dal piano di campagna dipendono dalla situazione morfologica e topografica, ma in generale sono posti mediamente a 1,5 m di profondità, con minime di 1,20 m e massime di 1,82 m.

4.2.2. Stato qualitativo

Parametri fisici in situ o in laboratorio

Le misurazioni dei parametri fisici sono effettuate in situ al momento del campionamento, tramite sonda multiparametrica, oppure tramite analisi di laboratorio. I risultati sono esposti nella seguente tab. 4.2-a. La voce Tag/Lab indica il record strumentale (Tag) o se il dato è stato rilevato in laboratorio (Lab).

Fase	Data	ID	LS (m)	Tag/ Lab	Temp (C°)	pH	Ossigeno disciolto (mg/L)	Conducibilità elettrica specifica (μS/cm a 25°C)	Torbidità (NTU)	Potenziale Redox (mV)
AO	07/06/2023	AS02-M	1,42	380	16.70	07.57	02.47	21192	7,2	-0153.6
CO	15/11/2023	AS02-M	-	629	16.30	06.97	00.39	43319	19,6	-036.0
CO	27/11/2023	AS02-M	1.78	668	15.65	07.31	07.95	36826	27,2	-056.3
CO	06/12/2023	AS02-M	1.82	695	15.90	07.40	00.76	38319	3,6	-060.6
AO	07/06/2023	AS02-V	1,20	383	16.23	07.71	08.68	29127	44,2	-0100.5
CO	15/11/2023	AS02-V	-	632	15.60	07.44	04.62	34714	53,7	-060.1
CO	27/11/2023	AS02-V	1.47	665	15.80	06.97	08.11	50254	538	-038.4
CO	06/12/2023	AS02-V	1.46	692	16.00	07.08	02.36	51406	13,4	-044.4

Tab. 4.2-a: Parametri fisici rilevati in-situ.

Parametri chimico-fisici di laboratorio

I risultati della misura dei parametri chimico-fisici dei campioni conferiti al laboratorio sono esposti nella seguente tabella 4.2-b

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 18 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Tab. 4.2-b: Parametri chimico-fisici rilevati in laboratorio

Denominazione Data		AS02M 07/06/23	AS02M 15/11/23	AS02M 27/11/23	AS02M 06/12/23	AS02V 07/06/23	AS02V 15/11/23	AS02V 27/11/23	AS02V 06/12/23	
Fase		AO	CO	CO	CO	AO	CO	CO	CO	
METALLI	U. M.									Limite
Alluminio	µg/L	< 5	< 5	< 5	15,0	182	< 5	< 5	< 5	200
Antimonio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Arsenico	µg/L	3,00	1,60	2,20	1,60	2,70	1,50	1,10	1,10	10
Cadmio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Cromo totale	µg/L	< 0,1	0,300	0,200	0,200	0,500	0,300	0,200	2,10	50
Cromo esavalente	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5
Ferro	µg/L	69	9,0	990	261	149	5,0	9,0	18,0	200
Manganese	µg/L	1080	860	970	830	2910	4230	3870	3790	50
Mercurio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
Nichel	µg/L	6,40	12,3	7,8	6,8	7,9	24,8	25,8	28,5	20
Piombo	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,100	0,100	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10
Rame	µg/L	0,400	0,600	0,200	0,200	1,30	0,300	0,90	0,200	1000
Zinco	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	3000
INORGANICI										
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	6530	14300	12900	12600	8040	19200	17600	18400	
Oss. di Kubel (O2)	mg/L	93				103				
ALTRE SOSTANZE										
Idrocarburi tot. (n-esano)	µg/L	49	110	87	51	34,0	53	79	< 30	350

Gli altissimi valori di conducibilità e cloruri mostrano gli effetti dell'ingressione marina, con presenza di acque salmastre anche in superficie.

Le celle in giallo evidenziano i superamenti dei valori di soglia secondo la vigente normativa in materia (DLgs n.152/2006 e s.m.i.) dove si evidenzia un generalizzato superamento dei valori soglia per i parametri Ferro, Manganese e Nichel.

Negli orizzonti superficiali i metalli Ferro e Manganese sono correlati tra loro e collegati al contenuto geochimico di limo e argilla, dovuti ad origini geologiche, per cui si può ragionevolmente ipotizzare un'origine naturale legata alle condizioni chimico-fisiche dell'acquifero.

La presenza di Nichel nelle acque può essere riconducibile alla presenza di manganese ed alla matrice argillosa che caratterizzano l'area di indagine, che influenzano l'adsorbimento del Nichel.

Il Nichel può derivare anche da una situazione locale di contaminazione di origine antropica, ma non vi sono risponderne con le attività progettuali che escludono l'utilizzo di tale metallo, perlomeno in forma ionica solubile. È comunque da sottolineare che i valori riscontrati di tale inquinante sono di poco superiori rispetto al limite normativo di 20 µg/L.

Si ricorda che inoltre la fase Ante-Operam descrive una situazione precedente alle attività progettuali; quindi, i valori rilevati corrispondono allo stato attuale di contaminazione di origine naturale o antropica da considerarsi come *chimismo di fondo naturale*.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 19 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.3. AS03 – TOC Canale Arcabologna

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AS03M (*)	44°22'31.96"N	12°15'15.65"E	TOC Canale Arcabologna
AS03V (*)	44°22'32.53"N	12°15'16.30"E	

(*) Il posizionamento effettivo dei piezometri Monte-Valle in senso idrogeologico (direzione della falda) ha determinato l'inversione della denominazione rispetto a quanto riportato in precedenza nel PMA.

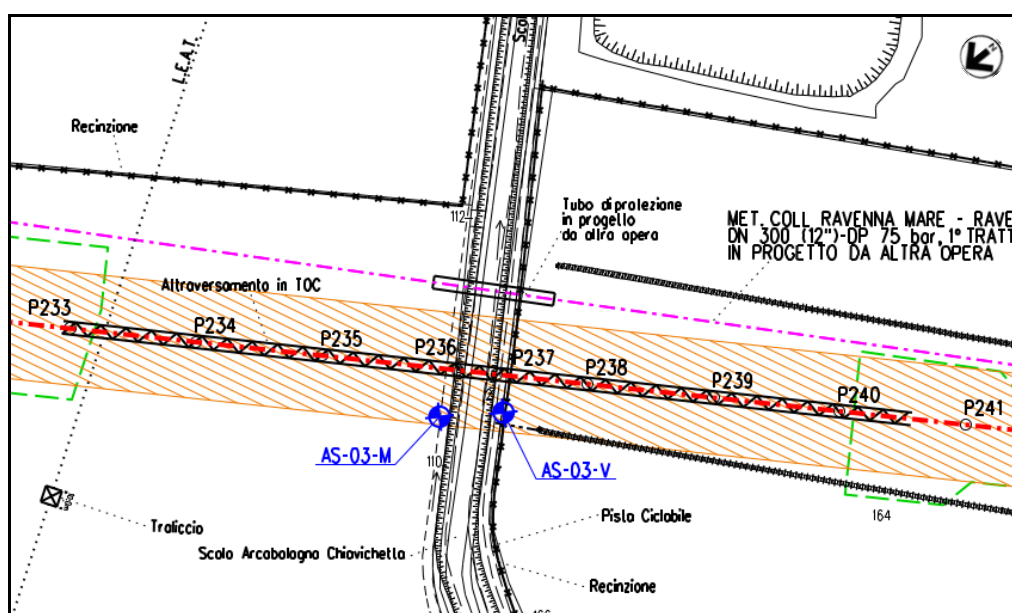


Fig. 4.3-a: Planimetria Piezometri



Fig. 4.3-b: Localizzazione Piezometri

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 20 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.3.1. Dati quantitativi

Per individuare le caratteristiche di soggiacenza della tavola d'acqua, come già evidenziato, le misurazioni sono state effettuate con sonda freaticometrica.

I risultati delle campagne di misurazione sono esposti nella seguente tabella 4.3.

Tab. 4.3: Misurazioni freaticometriche di falda (soggiacenza)

ID	LS - livello statico m (soggiacenza)		
	AO 11 ago 2023	CO 26 gen 2024	CO 12 feb 2024
AS03-M	2.32	2.33	2.29
AS03-V	2.55	2.52	2.46

I dati reperiti sono in linea con quanto stimato preventivamente sulla base dell'inquadramento territoriale, idrologico ed idrogeologico.

Livelli freatici e oscillazione della falda

Il territorio interessato dagli interventi progettuali appartiene alla pianura costiera.

I livelli idrici reperiti confermano la presenza della falda freatica in prossimità della superficie: i livelli medi di soggiacenza dal piano di campagna dipendono dalla situazione morfologica e topografica, ma in generale sono posti mediamente a 2,4 m di profondità, con minime di 2,29 m e massime di 2,55 m.

4.3.2. Stato qualitativo

Parametri fisici in situ o in laboratorio

Le misurazioni dei parametri fisici sono effettuate in situ al momento del campionamento, tramite sonda multiparametrica, oppure tramite analisi di laboratorio. I risultati sono esposti nella seguente tab. 4.3-a. La voce Tag/Lab indica il record strumentale (Tag) o se il dato è stato rilevato in laboratorio (Lab).

Tab. 4.3-a: Parametri fisici rilevati *in-situ*.

Fase	Data	ID	LS (m)	Tag/ Lab	Temp (C°)	pH	Ossigeno disciolto (mg/L)	Conducibilità elettrica specifica (μS/cm a 25°C)	Torbidità (NTU)	Potenziale Redox (mV)
AO	11/08/2023	AS03-M	2,32	469	16.80	07.47	00.00	22095	23,1	-0317.8
CO	26/01/2024	AS03-M	2.33	766	15.30	06.78	00.00	22333	8,2	-046.3
CO	12/02/2024	AS03-M	2.29	793	15.50	07.28	00.00	25209	2	-072.9
AO	11/08/2023	AS03-V	2,55	468	16.60	07.12	00.00	49131	30,7	-0265.7
CO	26/01/2024	AS03-V	2.52	769	16.00	06.93	00.00	45463	10,3	-053.3
CO	12/02/2024	AS03-V	2.46	790	15.80	06.76	00.00	42904	7,6	-045.6

Parametri chimico-fisici di laboratorio

I risultati della misura dei parametri chimico-fisici dei campioni conferiti al laboratorio sono esposti nella seguente tabella 4.3-b.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 21 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Tab. 4.3-b: Parametri chimico-fisici rilevati in laboratorio

Denominazione Data Fase		AS03M 11/08/23 AO	AS03M 26/01/24 CO	AS03M 12/02/24 CO	AS03V 11/08/23 AO	AS03V 26/01/24 CO	AS03V 12/02/24 CO	
METALLI	U. M.							Limite
Alluminio	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	200
Antimonio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Arsenico	µg/L	0,70	1,20	1,20	1,10	3,80	3,70	10
Cadmio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Cromo totale	µg/L	1,20	1,70	2,20	0,100	0,400	0,600	50
Cromo esavalente	µg/L	< 0,5	0,90	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5
Ferro	µg/L	59,0	311	367	30,0	114	88	200
Manganese	µg/L	201	98	117	259	130	167	50
Mercurio	µg/L	0,100	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
Nichel	µg/L	< 0,5	< 0,5	0,500	0,70	< 0,5	0,80	20
Piombo	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10
Rame	µg/L	0,100	0,100	0,100	0,70	0,100	0,100	1000
Zinco	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	3000
INORGANICI								
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	6180	8600	7950	6260	25500	15800	
Oss. di Kubel (O2)	mg/L	15,2			14,4			
ALTRE SOSTANZE								
Idrocarburi tot. (n-esano)	µg/L	< 30	< 30	51	46	< 30	39	350

Gli altissimi valori di conducibilità e cloruri mostrano gli effetti dell'ingressione marina, con presenza di acque salmastre anche in superficie.

Le celle in giallo evidenziano i superamenti dei valori di soglia secondo la vigente normativa in materia (DLgs n.152/2006 e s.m.i.) dove si evidenzia un generalizzato superamento dei valori soglia per i parametri Ferro e Manganese.

Negli orizzonti superficiali i metalli Ferro e Manganese sono correlati tra loro e collegati al contenuto geochimico di limo e argilla, dovuti ad origini geologiche, per cui si può ragionevolmente ipotizzare un'origine naturale legata alle condizioni chimico-fisiche dell'acquifero.

Si ricorda che inoltre la fase Ante-Operam descrive una situazione precedente alle attività progettuali; quindi, i valori rilevati corrispondono allo stato attuale di contaminazione di origine naturale o antropica da considerarsi come *chimismo di fondo naturale*.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI		Fg. 22 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.4. AS04 – TOC Fiume Ronco

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AS04M (PZP02RA-M)	44°22'42.81"N	12°11'17.13"E	TOC Fiume Ronco
AS04V (PZP02RA-V)	44°22'39.37"N	12°11'21.90"E	

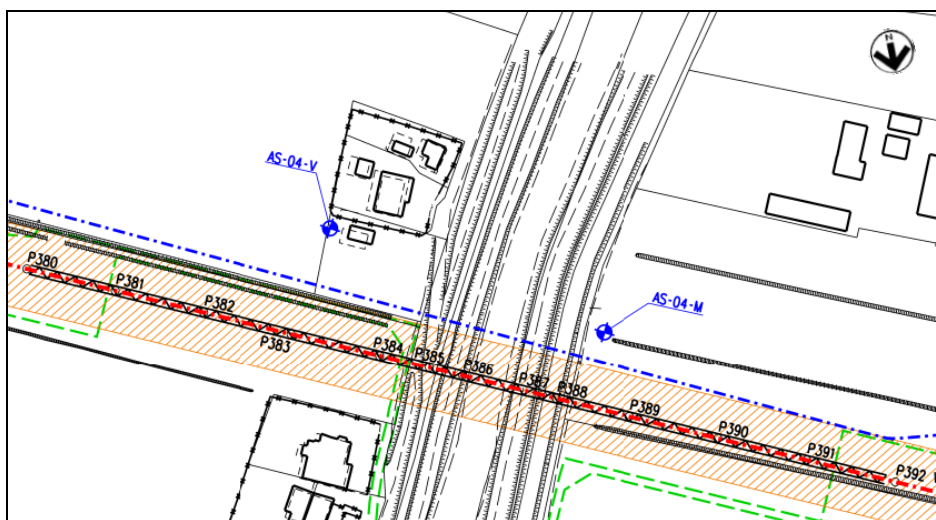


Figure 4.4-a Planimetria piezometri



Fig. 4.4-b: Localizzazione Piezometri

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 23 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.4.1. Dati quantitativi

Per individuare le caratteristiche di soggiacenza della tavola d'acqua, come già evidenziato, le misurazioni sono state effettuate con sonda freatimetrica.

I risultati delle campagne di misurazione sono esposti nella seguente tabella 4.4.

Tab. 4.4: Misurazioni freatimetriche di falda (soggiacenza)

ID	LS - livello statico m (soggiacenza)		
	AO 08 giu 2023	CO 09 mag 2024	CO 20 mag 2024
AS04M (PZP02RA-M)	4.08	4.73	4.61
AS04V (PZP02RA-V)	3.40	4.21	4.22

I dati reperiti sono in linea con quanto stimato preventivamente sulla base dell'inquadramento territoriale, idrologico ed idrogeologico.

Livelli freatici e oscillazione della falda

Il territorio interessato dagli interventi progettuali appartiene alla pianura costiera.

I livelli idrici reperiti confermano la presenza della falda freatica in prossimità della superficie: i livelli medi di soggiacenza dal piano di campagna dipendono dalla situazione morfologica e topografica, ma in generale sono posti mediamente a 4,2 m di profondità, con minime di 3,4 m e massime di 4,73 m.

4.4.2. Stato qualitativo

Parametri fisici in situ o in laboratorio

Le misurazioni dei parametri fisici sono effettuate in situ al momento del campionamento, tramite sonda multiparametrica, oppure tramite analisi di laboratorio. I risultati sono esposti nella seguente tab. 4.4-a. La voce Tag/Lab indica il record strumentale (Tag) o se il dato è stato rilevato in laboratorio (Lab).

Tab. 4.4-a: Parametri fisici rilevati *in-situ*.

Fase	Data	ID	LS (m)	Tag/ Lab	Temp (C°)	pH	Ossigeno disciolto (mg/L)	Conducibilità elettrica specifica (µS/cm a 25°C)	Torbidità (NTU)	Potenziale Redox (mV)
AO	08/06/2023	AS04-M	4.08	395	15.78	07.30	02.52	1771	1200	-049.7
CO	09/05/2024	AS04-M	4.73	875	23.45	06.41	01.42	-	2256	-007.1
CO	20/05/2024	AS04-M	4.61	885	16.50	07.00	01.37	1377	439	-036.7
AO	08/06/2023	AS04-V	3.40	392	14.90	07.54	03.53	2594	101	-063.4
CO	09/05/2024	AS04-V	4.21	878	15.70	07.23	00.00	4369	163	-049.5
CO	20/05/2024	AS04-V	4.22	888	15.70	07.17	00.00	4452	153	-046.2

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 24 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Parametri chimico-fisici di laboratorio

I risultati della misura dei parametri chimico-fisici dei campioni conferiti al laboratorio sono esposti nella seguente tabella 4.4-b.

Tab. 4.4-b: Parametri chimico-fisici rilevati in laboratorio

Denominazione		AS04M 08/06/23	AS04M 09/05/24	AS04M 20/05/24	AS04V 08/06/23	AS04V 09/05/24	AS04V 20/05/24	
Data		AO	CO	CO	AO	CO	CO	
Fase								
METALLI	U. M.							Limite
Alluminio	µg/L	231	258	5,00	98	15,0	14,0	200
Antimonio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Arsenico	µg/L	0,500	2,70	4,30	1,80	1,80	2,20	10
Cadmio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Cromo totale	µg/L	0,70	0,600	0,100	1,00	0,70	0,80	50
Cromo esavalente	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5
Ferro	µg/L	157	240	12,0	215	131	179	200
Manganese	µg/L	7,7	27,7	1280	72	458	503	50
Mercurio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
Nichel	µg/L	2,0	15,2	17,2	6,20	2,10	2,60	20
Piombo	µg/L	0,1	0,200	0,100	0,100	0,100	< 0,1	10
Rame	µg/L	1,6	1,80	1,10	0,600	0,200	0,400	1000
Zinco	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	3000
INORGANICI								
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	48,5	113	115	100	680	792	
Oss. di Kubel (O2)	mg/L	1,00			73,8			
ALTRE SOSTANZE								
Idrocarburi tot. (n-esano)	µg/L	< 30	72	<30	45	<30	<30	350

Le celle in giallo evidenziano i superamenti dei valori di soglia secondo la vigente normativa in materia (DLgs n.152/2006 e s.m.i.) dove si evidenzia un generalizzato superamento dei valori soglia per i parametri Ferro, Manganese ed Alluminio.

Negli orizzonti superficiali i metalli Ferro, Manganese ed Alluminio sono correlati tra loro e collegati al contenuto geochimico di limo e argilla, dovuti ad origini geologiche, per cui si può ragionevolmente ipotizzare un'origine naturale legata alle condizioni chimico-fisiche dell'acquifero.

Si ricorda che inoltre la fase Ante-Operam descrive una situazione precedente alle attività progettuali; quindi, i valori rilevati corrispondono allo stato attuale di contaminazione di origine naturale o antropica da considerarsi come *chimismo di fondo naturale*.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 25 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.5. AS05 – TOC Fiume Montone

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AS05-V (PZP03RA-V)	44°23'10.47"N	12°9'54.95"E	TOC Fiume Montone
AS05-M (PZP03RA-M)	44°23'16.96"N	12°9'42.48"E	

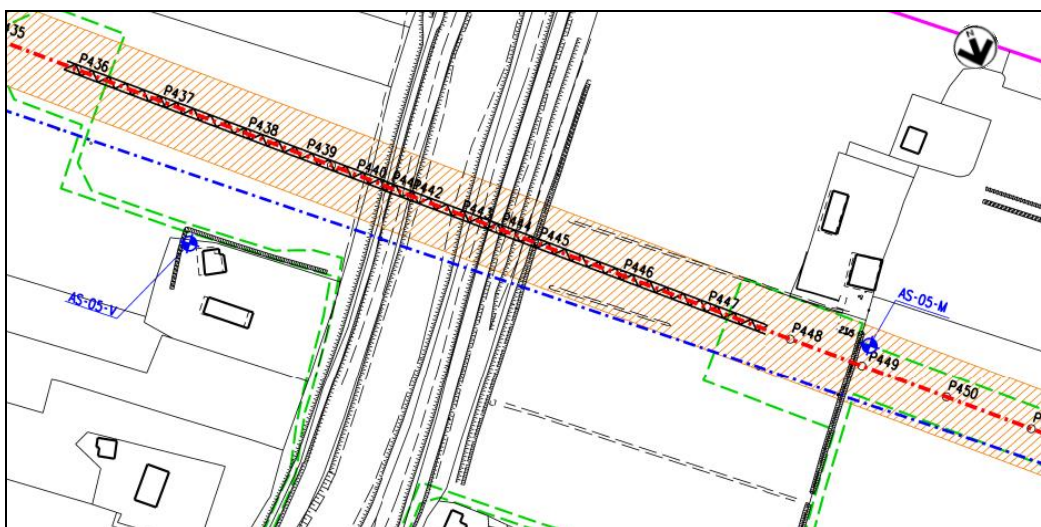


Figure 4.5-a Planimetria Piezometri

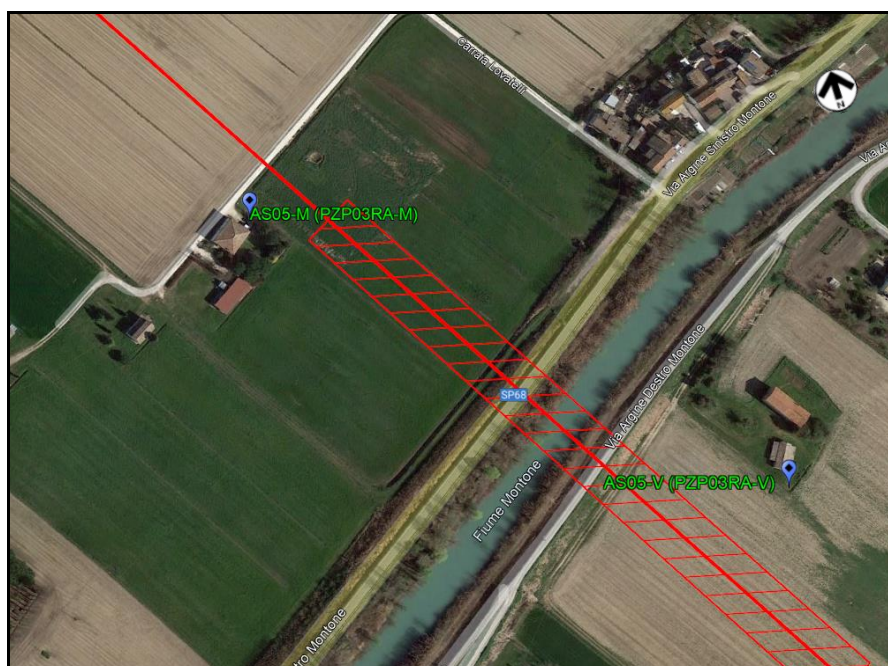


Figure 4.5-b Localizzazione Piezometri

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 26 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.5.1. Dati quantitativi

Per individuare le caratteristiche di soggiacenza della tavola d'acqua, come già evidenziato, le misurazioni sono state effettuate con sonda freatimetrica. I risultati delle campagne di misurazione sono esposti nella seguente tabella 4.5.

Tab. 4.5: Misurazioni freatimetriche di falda (soggiacenza)

Codice punto	LS - livello statico m (soggiacenza)		
	07 giu 2023	06 dic 2023	18 dic 2023
AS05-M (PZP03RA-M)	0.90	2.00	1.98
AS05-V (PZP03RA-V)	2.90	2.87	2.99

I dati reperiti sono in linea con quanto stimato preventivamente sulla base dell'inquadramento territoriale, idrologico ed idrogeologico.

Livelli freatici e oscillazione della falda

Il territorio interessato dagli interventi progettuali appartiene alla pianura costiera. I livelli idrici reperiti confermano la presenza della falda freatica in prossimità della superficie: i livelli medi di soggiacenza dal piano di campagna dipendono dalla situazione morfologica e topografica, ma in generale sono posti mediamente a 2,2 m di profondità, con minime di 0,9 m e massime di 2,99 m.

4.5.2. Stato qualitativo

Parametri fisici in situ o in laboratorio

Le misurazioni dei parametri fisici sono effettuate in situ al momento del campionamento, tramite sonda multiparametrica, oppure tramite analisi di laboratorio. I risultati sono esposti nella seguente tab. 4.5-a. La voce Tag/Lab indica il record strumentale (Tag) o se il dato è stato rilevato in laboratorio (Lab).

Tab. 4.5-a: Parametri fisici rilevati *in-situ*.

Fase	Data	ID	LS (m)	Tag/ Lab	Temp (C°)	pH	Ossigeno disciolto (mg/L)	Conducibilità elettrica specifica (µS/cm a 25°C)	Torbidità (NTU)	Potenziale Redox (mV)
AO	07/06/2023	AS05-M	0,90	401	13.80	07.33	00.00	1517	6,3	-051.6
CO	06/12/2023	AS05-M	2.00	689	14.50	07.19	00.94	2341	1970	-050.0
CO	18/12/2023	AS05-M	1.98	709	12.60	07.32	08.46	238	69,8	-056.5
AO	07/06/2023	AS05-V	2,90	398	14.40	07.06	00.00	1693	907	-036.0
CO	06/12/2023	AS05-V	2.87	686	14.50	06.61	02.21	-	994	-020.2
CO	18/12/2023	AS05-V	2.99	707	15.45	06.47	01.43	1536	1628	-013.1

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 27 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Parametri chimico-fisici di laboratorio

I risultati della misura dei parametri chimico-fisici dei campioni conferiti al laboratorio sono esposti nella seguente tabella 4.5-b.

Tab. 4.5-b: Parametri chimico-fisici rilevati in laboratorio

Denominazione		AS05M 07/06/23 AO	AS05M 06/12/23 CO	AS05M 18/12/23 CO	AS05V 07/06/23 AO	AS05V 06/12/23 CO	AS05V 18/12/23 CO	
Data								
Fase								
METALLI	U. M.							Limite
Alluminio	µg/L	< 5	15,0	436	275	< 5	23,0	200
Antimonio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,500	5
Arsenico	µg/L	3,20	1,60	1,40	13,6	1,10	1,10	10
Cadmio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Cromo totale	µg/L	< 0,1	0,200	1,20	1,50	2,10	0,300	50
Cromo esavalente	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5
Ferro	µg/L	387	261	325	11300	18,0	27,0	200
Manganese	µg/L	114	830	77	452	3790	230	50
Mercurio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
Nichel	µg/L	< 0,5	6,8	5,40	3,30	28,5	11,0	20
Piombo	µg/L	< 0,1	0,100	0,200	0,200	< 0,1	< 0,1	10
Rame	µg/L	< 0,1	0,200	2,20	0,400	0,200	2,90	1000
Zinco	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	3000
INORGANICI								
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	124	12600	188	111	18400	95	
Oss. di Kubel (O2)	mg/L							
ALTRE SOSTANZE								
Idrocarburi tot. (n-esano)	µg/L	42	51	52	47	<30	53	350

Gli altissimi valori di conducibilità e cloruri mostrano gli effetti dell'ingressione marina, con notevole oscillazione dei valori.

Le celle in giallo evidenziano i superamenti dei valori di soglia secondo la vigente normativa in materia (DLgs n.152/2006 e s.m.i.) dove si evidenzia un generalizzato superamento dei valori soglia per i parametri Ferro e Manganese. Alluminio e Arsenico vengono rilevati in Ante Operam, quindi sicuramente non dipendenti dagli interventi progettuali.

Negli orizzonti superficiali i metalli Ferro, Manganese ed Alluminio sono correlati tra loro e collegati al contenuto geochimico di limo e argilla, dovuti ad origini geologiche, per cui si può ragionevolmente ipotizzare un'origine naturale legata alle condizioni chimico-fisiche dell'acquifero.

La presenza di Nichel nelle acque può essere riconducibile alla presenza di manganese ed alla matrice argillosa che caratterizzano l'area di indagine, che influenzano l'adsorbimento del Nichel.

L'Alluminio ed il Nichel possono derivare anche da una situazione locale di contaminazione di origine antropica, ma non vi sono risponderne con le attività progettuali che escludono l'utilizzo di tali metalli, perlomeno in forma ionica solubile.

Si ricorda che inoltre la fase Ante-Operam descrive una situazione precedente alle attività progettuali; quindi, i valori rilevati corrispondono allo stato attuale di contaminazione di origine naturale o antropica da considerarsi come *chimismo di fondo naturale*.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 28 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.6. AS06 – TOC Canale Cupa

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AS06-M	44°23'36.16"N	12° 8'10.92"E	TOC Canale Cupa
AS06-V	44°23'36.96"N	12° 8'8.98"E	

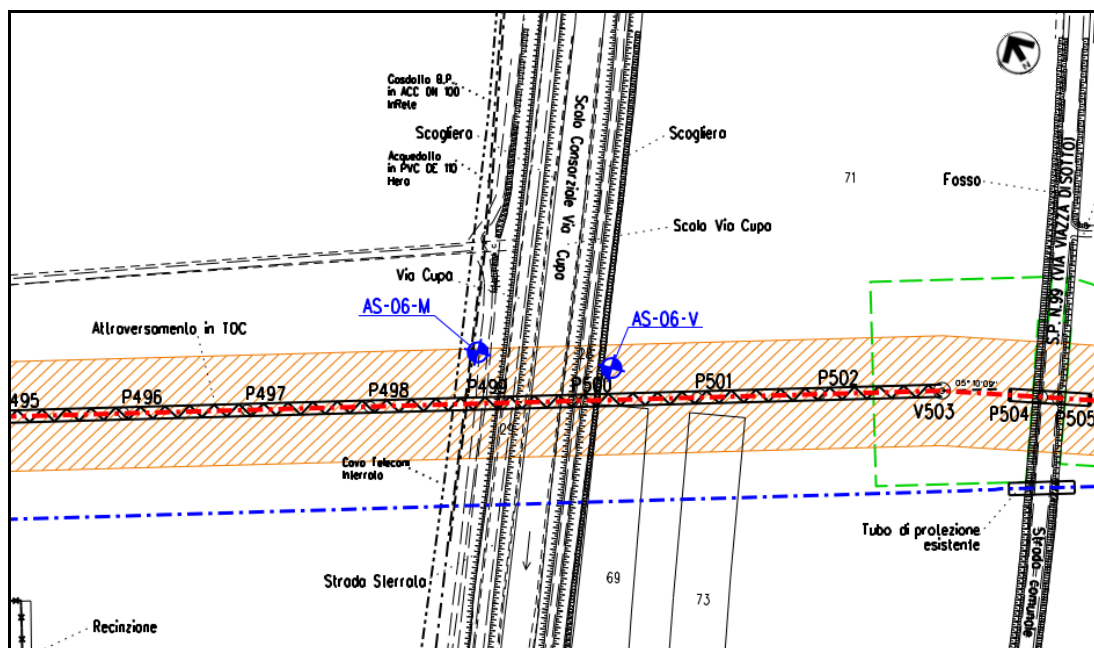


Fig. 4.6-a: Planimetria Piezometri

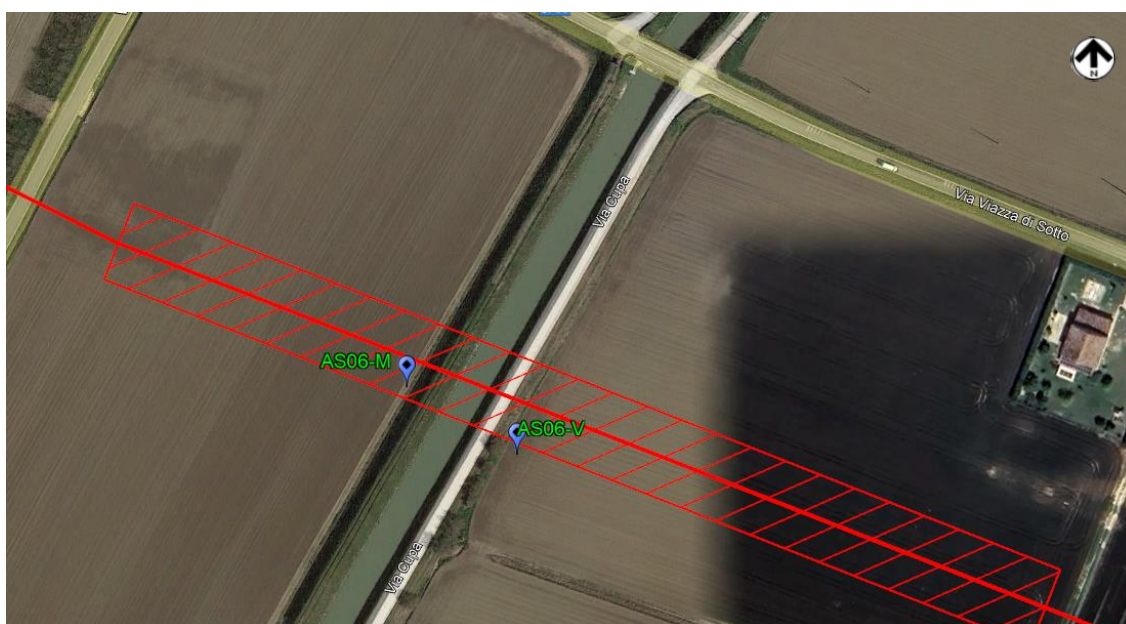


Fig. 4.6-b: Localizzazione Piezometri

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 29 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.6.1. Dati quantitativi

Per individuare le caratteristiche di soggiacenza della tavola d'acqua, come già evidenziato, le misurazioni sono state effettuate con sonda freaticometrica. I risultati delle campagne di misurazione sono esposti nella seguente tabella 4.6.

Tab. 4.6: Misurazioni freaticometriche di falda (soggiacenza)

Codice punto	LS - livello statico m (soggiacenza)		
	11 ago 2023	02 feb 2024	12 feb 2024
AS06-M	2.32	1.09	1.12
AS06-V	1.13	1.43	1.42

I dati reperiti sono in linea con quanto stimato preventivamente sulla base dell'inquadramento territoriale, idrologico ed idrogeologico.

Livelli freatici e oscillazione della falda

Il territorio interessato dagli interventi progettuali appartiene alla pianura costiera. I livelli idrici reperiti confermano la presenza della falda freatica in prossimità della superficie: il livello medi di soggiacenza dal piano di campagna dipendono dalla situazione morfologica e topografica, ma in generale sono posti mediamente a 1,4 m di profondità, con minime di 1 m circa e massime di 2,32 m.

4.6.2. Stato qualitativo

Parametri fisici in situ o in laboratorio

Le misurazioni dei parametri fisici sono effettuate in situ al momento del campionamento, tramite sonda multiparametrica, oppure tramite analisi di laboratorio. I risultati sono esposti nella seguente tab. 4.6-a. La voce Tag/Lab indica il record strumentale (Tag) o se il dato è stato rilevato in laboratorio (Lab).

Tab. 4.6-a: Parametri fisici rilevati *in-situ*.

Fase	Data	ID	LS (m)	Tag/Lab	Temp (C°)	pH	Ossigeno disciolto (mg/L)	Conducibilità elettrica specifica (µS/cm a 25°C)	Torbidità (NTU)	Potenziale Redox (mV)
AO	11/08/2023	AS06-M	2.32	471	16.40	07.43	00.00	21156	14,3	-061.0
CO	02/02/2024	AS06-M	1.09	778	13.70	06.65	08.65	3528	1126	-040.1
CO	12/02/2024	AS06-M	1.12	787	13.30	07.13	05.09	3466	110	-064.6
AO	11/08/2023	AS06-V	1.13	465	17.70	07.03	00.00	2845	1372	-038.5
CO	02/02/2024	AS06-V	1.43	781	15.03	06.87	00.00	3150	574	-050.8
CO	12/02/2024	AS06-V	1.42	784	14.30	06.54	00.00	3196	32,5	-035.0

Parametri chimico-fisici di laboratorio

I risultati della misura dei parametri chimico-fisici dei campioni conferiti al laboratorio sono esposti nella seguente tabella 4.6-b.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 30 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Tab. 4.6-b: Parametri chimico-fisici rilevati in laboratorio

Denominazione		AS06M	AS06M	AS06M	AS06V	AS06V	AS06V	
Data		11/08/23	02/02/24	12/02/24	11/08/23	02/02/24	12/02/24	
Fase		AO	CO	CO	AO	CO	CO	
METALLI	U. M.							Limite
Alluminio	µg/L	396	561	326	66,0	1590	148	200
Antimonio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Arsenico	µg/L	2,30	1,20	1,20	1,60	1,00	1,20	10
Cadmio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Cromo totale	µg/L	1,00	1,20	0,70	0,100	3,20	0,400	50
Cromo esavalente	µg/L	< 0,5	0,90	< 0,5	< 0,5	2,60	< 0,5	5
Ferro	µg/L	272	382	259	38,0	910	192	200
Manganese	µg/L	336	619	680	90	552	628	50
Mercurio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
Nichel	µg/L	3,10	4,00	3,90	5,30	5,20	3,90	20
Piombo	µg/L	0,200	0,300	0,100	< 0,1	0,70	0,100	10
Rame	µg/L	2,20	1,20	0,80	2,20	1,60	0,500	1000
Zinco	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	3000
INORGANICI								
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	1090	740	705	520	699	588	
Oss. di Kubel (O2)	mg/L							
ALTRE SOSTANZE								
Idrocarburi tot. (n-esano)	µg/L	69	68	46	75	52	35	350

Gli altissimi valori di conducibilità e cloruri mostrano gli effetti dell'ingressione marina, con presenza di acque salmastre anche in superficie.

Le celle in giallo evidenziano i superamenti dei valori di soglia secondo la vigente normativa in materia (DLgs n.152/2006 e s.m.i.) dove si evidenzia un generalizzato superamento dei valori soglia per i parametri Ferro, Manganese ed Alluminio.

Negli orizzonti superficiali i metalli Ferro, Manganese ed Alluminio sono correlati tra loro e collegati al contenuto geochimico di limo e argilla, dovuti ad origini geologiche, per cui si può ragionevolmente ipotizzare un'origine naturale legata alle condizioni chimico-fisiche dell'acquifero.

Si ricorda che inoltre la fase Ante-Operam descrive una situazione precedente alle attività progettuali; quindi, i valori rilevati corrispondono allo stato attuale di contaminazione di origine naturale o antropica da considerarsi come *chimismo di fondo naturale*.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 31 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.7. AS07 – TOC Canale Canala

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AS07-M	44°25'33.14"N	12° 7'19.58"E	TOC Canale Canala
AS07-V	44°25'34.13"N	12° 7'20.39"E	

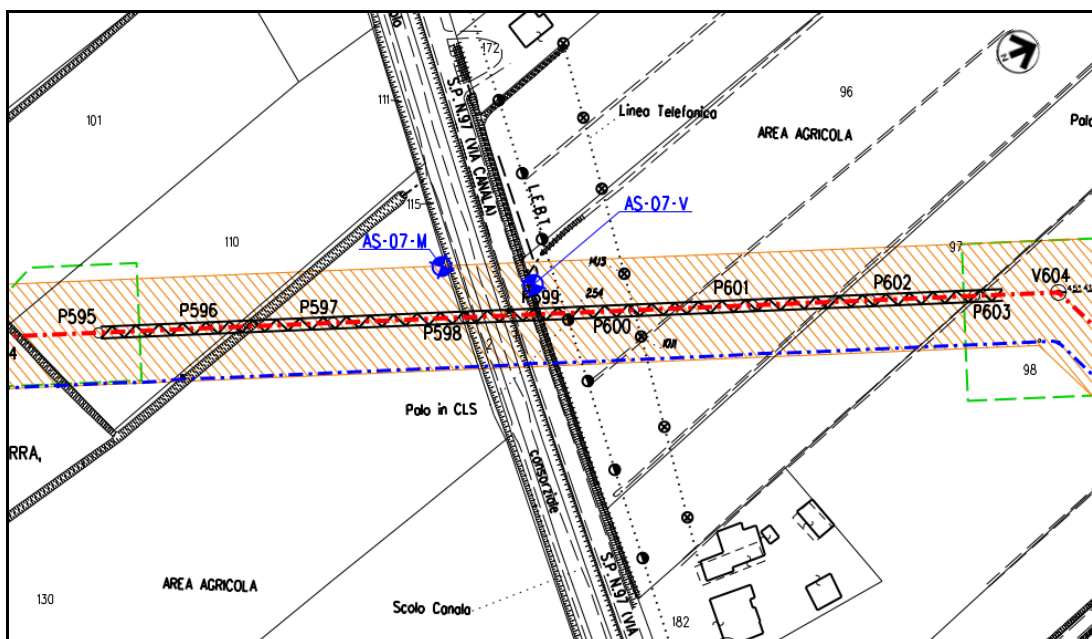


Fig. 4.7-a: Planimetria Piezometri



Fig. 4.7-b: Localizzazione Piezometri

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 32 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.7.1. Dati quantitativi

Per individuare le caratteristiche di soggiacenza della tavola d'acqua, come già evidenziato, le misurazioni sono state effettuate con sonda freatimetrica. I risultati delle campagne di misurazione sono esposti nella seguente tabella 4.7.

Tab. 4.7: Misurazioni freatimetriche di falda (soggiacenza)

Codice punto	LS - livello statico m (soggiacenza)		
	08 giu 2023	11 mar 2024	25 mar 2024
AS07-M	2.02	2.01	2.00
AS07-V	1.64	1.77	1.88

I dati reperiti sono in linea con quanto stimato preventivamente sulla base dell'inquadramento territoriale, idrologico ed idrogeologico.

Livelli freatici e oscillazione della falda

Il territorio interessato dagli interventi progettuali appartiene alla pianura costiera. I livelli idrici reperiti confermano la presenza della falda freatica in prossimità della superficie: i livelli medi di soggiacenza dal piano di campagna dipendono dalla situazione morfologica e topografica, ma in generale sono posti mediamente a 1,9 m di profondità, con minime di 1,64 m e massime di 2 m circa.

4.7.2. Stato qualitativo

Parametri fisici in situ o in laboratorio

Le misurazioni dei parametri fisici sono effettuate in situ al momento del campionamento, tramite sonda multiparametrica, oppure tramite analisi di laboratorio. I risultati sono esposti nella seguente tab. 4.7-a. La voce Tag/Lab indica il record strumentale (Tag) o se il dato è stato rilevato in laboratorio (Lab).

Tab. 4.7-a: Parametri fisici rilevati *in-situ*.

Fase	Data	ID	LS (m)	Tag/Lab	Temp (C°)	pH	Ossigeno disciolto (mg/L)	Conducibilità elettrica specifica (µS/cm a 25°C)	Torbidità (NTU)	Potenziale Redox (mV)
AO	07/06/2023	AS07-M	2.02	412	15.20	07.33	00.80	7144	28,9	--
CO	11/03/2024	AS07-M	2.01	823	14.40	07.29	00.00	13426	34,7	-055.6
CO	25/03/2024	AS07-M	2.00	829	14.70	07.11	00.00	13163	27,9	-045.3
AO	07/06/2023	AS07-V	1.64	409	15.30	07.12	00.00	6295	235	--
CO	11/03/2024	AS07-V	1.77	820	14.80	06.88	06.13	9733	1313	-033.3
CO	25/03/2024	AS07-V	1.88	825	14.68	06.56	00.00	8561	1485	-018.2

Parametri chimico-fisici di laboratorio

I risultati della misura dei parametri chimico-fisici dei campioni conferiti al laboratorio sono esposti nella seguente tabella 4.7-b.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 33 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Tab. 4.7-b: Parametri chimico-fisici rilevati in laboratorio

Denominazione		AS07M	AS07M	AS07M	AS07V	AS07V	AS07V	
Data		07/06/23	11/03/24	25/03/24	07/06/23	11/03/24	25/03/24	
Fase		AO	CO	CO	AO	CO	CO	
METALLI	U. M.							Limite
Alluminio	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	200
Antimonio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,200	< 0,1	5
Arsenico	µg/L	2,20	0,80	0,70	1,90	1,10	1,00	10
Cadmio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
Cromo totale	µg/L	0,500	1,00	0,90	0,100	0,200	0,200	50
Cromo esavalente	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5
Ferro	µg/L	820	45,0	62,0	830	12,0	15,0	200
Manganese	µg/L	459	347	351	900	1000	1050	50
Mercurio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
Nichel	µg/L	2,50	0,80	< 0,5	12,5	9,2	8,9	20
Piombo	µg/L	0,100	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	10
Rame	µg/L	0,500	0,100	0,100	1,50	3,30	3,10	1000
Zinco	µg/L	<5	< 5	< 5	<5	< 5	< 5	3000
INORGANICI								
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	1820	3960	4420	1390	2470	2490	
Oss. di Kubel (O2)	mg/L							
ALTRE SOSTANZE								
Idrocarburi tot. (n-esano)	µg/L	78	191	<30	<30	101	<30	350

Gli altissimi valori di conducibilità e cloruri mostrano gli effetti dell'ingressione marina, con presenza di acque salmastre anche in superficie.

Le celle in giallo evidenziano i superamenti dei valori di soglia secondo la vigente normativa in materia (DLgs n.152/2006 e s.m.i.) dove si evidenzia un generalizzato superamento dei valori soglia per i parametri Ferro e Manganese.

Negli orizzonti superficiali i metalli Ferro e Manganese sono correlati tra loro e collegati al contenuto geochimico di limo e argilla, dovuti ad origini geologiche, per cui si può ragionevolmente ipotizzare un'origine naturale legata alle condizioni chimico-fisiche dell'acquifero.

Si ricorda che inoltre la fase Ante-Operam descrive una situazione precedente alle attività progettuali; quindi, i valori rilevati corrispondono allo stato attuale di contaminazione di origine naturale o antropica da considerarsi come *chimismo di fondo naturale*.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 34 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.8. AS08 – MT Pineta di Punta Marina

Codice punto	Coordinate		Note
	Latitudine	Longitudine	
AS08	44°27'6.36" N	12°16'57.81" E	Pineta di Punta Marina

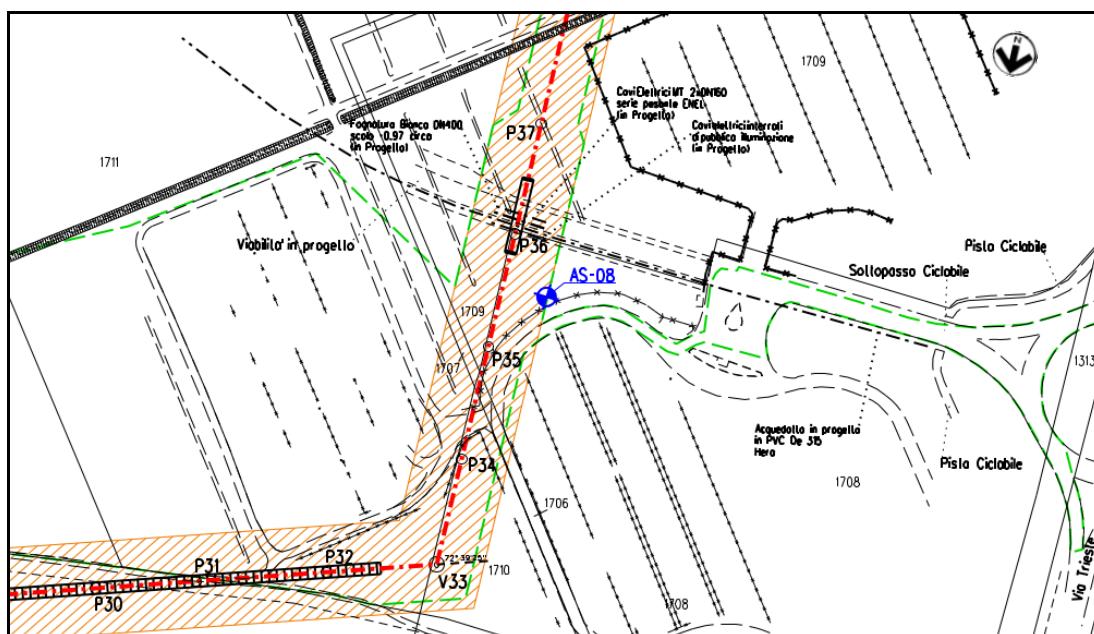


Fig. 4.8-a: Planimetria Piezometri

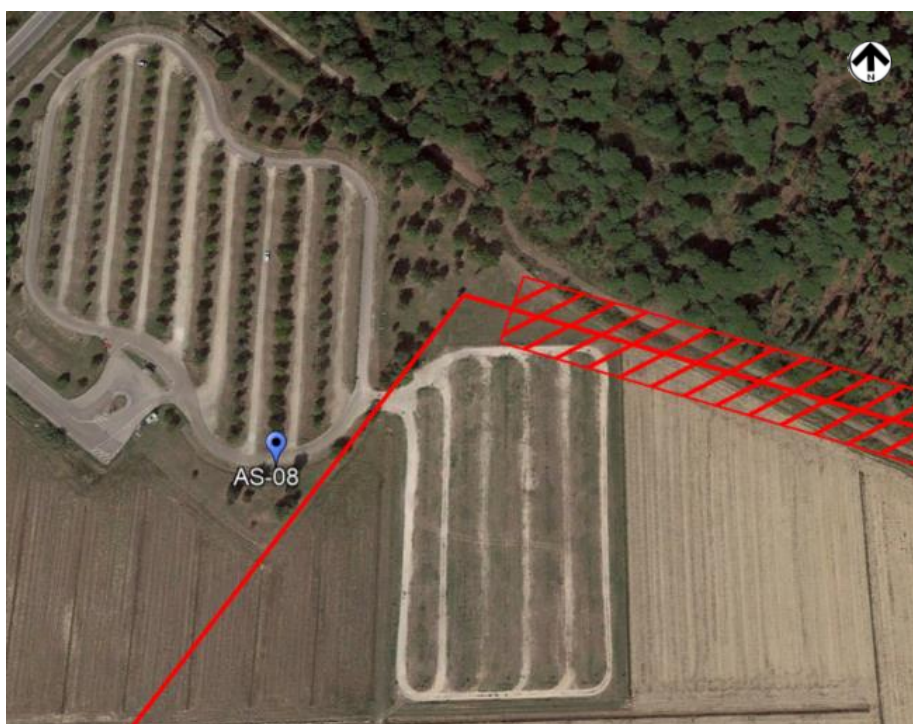


Fig. 4.8-b: Localizzazione Piezometro

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 35 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

4.8.1. Dati quantitativi

Per individuare le caratteristiche di soggiacenza della tavola d'acqua, come già evidenziato, le misurazioni sono state effettuate con sonda freaticometrica.

I risultati delle campagne di misurazione sono esposti nella seguente tabella 4.7.

Tab. 4.7: Misurazioni freaticometriche di falda (soggiacenza)

Cod.	LS - livello statico m (soggiacenza)				
	07/06/23	11/07/23	11/08/23	26/02/24	11/03/24
AS08	1,22	1,84	1,95	1,49	1,30

I dati reperiti sono in linea con quanto stimato preventivamente sulla base dell'inquadramento territoriale, idrologico ed idrogeologico.

Livelli freatici e oscillazione della falda

Il territorio interessato dagli interventi progettuali appartiene alla pianura costiera.

I livelli idrici reperiti confermano la presenza della falda freatica in prossimità della superficie: i livelli medi di soggiacenza dal piano di campagna dipendono dalla situazione morfologica e topografica, ma in generale sono posti mediamente a 1,55 m di profondità, con minime di 1,22 m e massime di 1,95 m circa.

4.8.2. Stato qualitativo

Parametri fisici in situ o in laboratorio

Le misurazioni dei parametri fisici sono effettuate in situ al momento del campionamento, tramite sonda multiparametrica, oppure tramite analisi di laboratorio. I risultati sono esposti nella seguente tab. 4.8-a. La voce Tag/Lab indica il record strumentale (Tag) o se il dato è stato rilevato in laboratorio (Lab).

Tab. 4.8-a: Parametri fisici rilevati in-situ.

Fase	Data	ID	LS (m)	Tag/Lab	Temp (C°)	pH	Ossigeno disciolto (mg/L)	Conducibilità elettrica specifica (µS/cm a 25°C)	Torbidità (NTU)	Potenziale Redox (mV)
AO	08/06/2023	AS08	1,22	371	17.20	07.21	00.12	8122	247	
AO	11/07/2023	AS08	1,84	462	17.00	07.55	00.00	35645	354	
AO	11/08/2023	AS08	1,95	474	17.30	07.66	00.00	49572	521	
CO	26/02/2024	AS08	1,49	814	14.30	06.92	00.00	26967	167	-033.3
CO	11/03/2024	AS08	1,30	817	13.80	06.97	00.33	13349	236	-037.4

Parametri chimico-fisici di laboratorio

I risultati della misura dei parametri chimico-fisici dei campioni conferiti al laboratorio sono esposti nella seguente tabella 4.8-b.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 36 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Tab. 4.8-b: Parametri chimico-fisici rilevati in laboratorio

Denominazione		AS08 08/06/23	AS08 11/07/23	AS08 11/08/23	AS08 26/02/24	AS08 11/03/24	
Data		AO	AO	AO	CO	CO	
Fase							
METALLI	U. M.						Limite
Alluminio	µg/L	57,0	9,0	67	106	< 5	200
Antimonio	µg/L	< 0,1	0,100	< 0,1	< 0,1	0,200	5
Arsenico	µg/L	2,30	1,80	1,20	5,00	1,50	10
Cadmio	µg/L	< 0,1	< 0,1	0,100	< 0,1	< 0,1	5
Cromo totale	µg/L	0,200	0,200	0,200	0,70	0,200	50
Cromo esavalente	µg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5
Ferro	µg/L	359	26,0	65,0	386	< 5	200
Manganese	µg/L	125	213	204	559	700	50
Mercurio	µg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
Nichel	µg/L	4,50	6,60	6,7	5,40	11,0	20
Piombo	µg/L	0,100	< 0,1	< 0,1	0,200	< 0,1	10
Rame	µg/L	0,400		5,50	0,73	2,50	1000
Zinco	µg/L	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	3000
INORGANICI							
Cloruri	mg/L	1870	17900	20500	10800	4130	
Oss. di Kubel (O2)	mg/L	11,1		13,2			
ALTRE SOSTANZE							
Idrocarburi tot. (n-esano)	µg/L	30,0	76	105	55	93	350

Il **manganese** contenuto nelle acque sotterranee deriva frequentemente dalla solubilizzazione del carbonato di manganese, presente con una certa abbondanza nei paleo suoli.

Si riscontra presenza di manganese in concentrazioni elevate in acquiferi di livelli calcarei di rocce con spalmature di mineralizzazioni a pirite e a ossidi di manganese che determinano nelle acque concentrazioni di quest'ultimo metallo fino a 900 µg/L. Il manganese delle acque sotterranee è presente come catione Mn^{2+} specie chimica piuttosto solubile e quindi molto mobile, favorita anche dalla più lenta ossidazione, rispetto al ferro, a Mn^{+3} o Mn^{+4} . Le concentrazioni aumentano con rapidità, stante la sua diffusione, nelle condizioni anaerobiche tipiche delle falde confinate che si ritrovano nel sistema ravennate.

Il contenuto naturale di **ferro** dell'acqua sotterranea come catione Fe^{2+} aumenta con rapidità, stante la sua diffusione e disponibilità, nelle condizioni anaerobiche tipiche delle falde confinate.

L'**alluminio** è il terzo elemento chimico per abbondanza dopo l'ossigeno e il silicio, ma è caratterizzato da una bassa solubilità nelle acque naturali, la quale aumenta a pH inferiori a 5.5 e l'elemento diventa tossico per organismi acquatici e terrestri.

Il superamento dei valori da parte di questi metalli in queste aree costituisce spesso un valore di fondo di tipo naturale, ovvero legato alla particolare composizione mineralogica dei suoli e dell'intero sistema freatico idrogeologico.

Negli orizzonti superficiali ferro, manganese ed alluminio risultano correlati; ferro e manganese sono legati al contenuto di limo e argilla, l'alluminio solo con quello di argilla, tutti e tre i metalli sono correlati negativamente con il contenuto di sabbia. Solo l'alluminio mostra una correlazione negativa con il pH. Per i suddetti motivi si può ragionevolmente ipotizzare un'origine naturale legata alle condizioni chimico-fisiche.

Ciò è avvalorato dal fatto che il superamento si caratterizza anche nella fase di ante-operam quindi prima di qualunque tipo di lavorazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 37 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

Tale ipotesi è avvalorata anche da situazioni omologhe riscontrate anche nel corso delle campagne di monitoraggio ante-operam di progetti paralleli (nello specifico il rifacimento gasdotto Ravenna Mare - Ravenna Terra che si sviluppa parallelamente al gasdotto FSRU in progetto e per cui gli stessi metalli risultavano eccedenti i valori limite.

Il superamento pressoché costante dei limiti di legge di questi metalli rilevati nella falda superficiale fa sì che tali anomalie possano essere considerate dei valori di fondo naturale per la zona interessata dal progetto. Valori di fondo, per ferro ed alluminio, confermati dal report della Regione Emilia-Romagna ***Aggiornamento dei valori di fondo naturale delle acque sotterranee - Atlante dei valori di fondo delle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna (dic 2021).***

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 38 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

5. DATI REGIONE EMILIA-ROMAGNA / ARPAE

Dalle indagini eseguite durante le campagne in fase Ante Operam e Corso d'opera, emerge dunque una diffusa presenza di contaminanti nei campioni di acqua analizzati. Tale condizione risulta essere già nota e riportata nel Report Acque sotterranee 2014-2019 ARPAE, il quale riporta:

*Lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei è rappresentato con le classi “buono” e “scarso”: viene utilizzato per evidenziare impatti antropici di tipo chimico che possono determinare uno scadimento della qualità della risorsa idrica in grado di pregiudicare poi gli usi, soprattutto quelli pregiati. La qualità delle acque sotterranee può essere influenzata sia dalla presenza di sostanze inquinanti, attribuibili principalmente ad attività antropiche, ed in questo caso lo stato è “scarso”, sia da specie chimiche presenti naturalmente negli acquiferi (ad esempio, ione ammonio, solfati, **ferro**, **manganese**, **arsenico**, boro) derivanti da meccanismi idrochimici di scambio con la matrice solida in grado di modificarne significativamente la qualità.*

Lo stato chimico presenta criticità nei 2 freatici di pianura che, a diretto contatto anche con tutte le attività antropiche svolte in pianura, sono in stato di “scarso”.

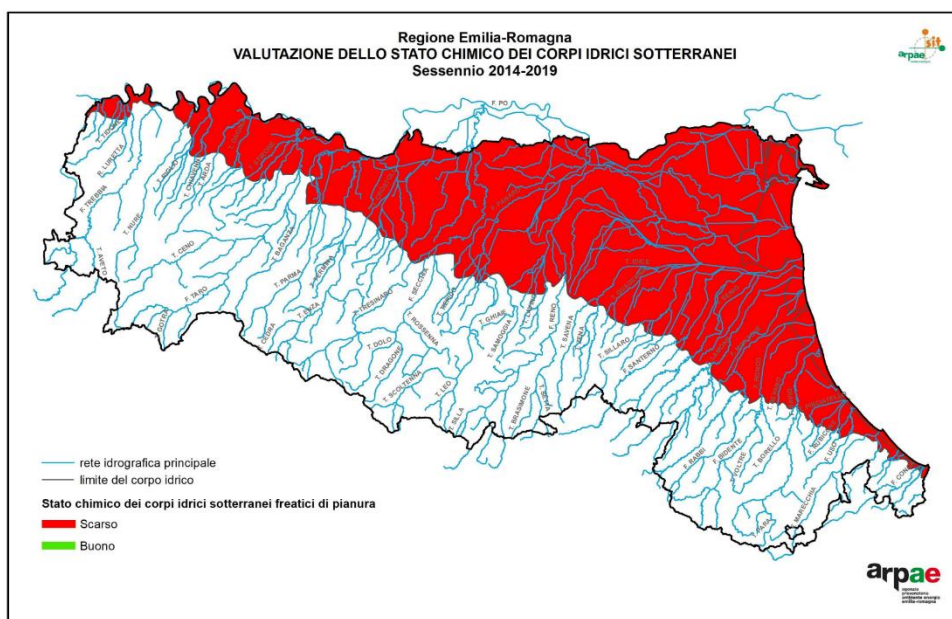


Fig. 4.2-a – Valutazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei
Corpi idrici freatici di pianura (2014-2019 ARPAE)

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 39 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

CONCLUSIONI

Obiettivo dello studio è quello di indagare in fase *Corso d'Opera* (CO) la falda interferita dagli interventi progettuali, tramite punti di indagine appositamente realizzati per questa attività, ubicati rispettivamente a monte e a valle idrogeologico rispetto ad alcuni attraversamenti di corsi d'acqua realizzati tramite tecnologie di tipo *trenchless*, al fine di ricavarne sia lo stato fisico-quantitativo, che quello chimico-qualitativo.

Le attività sono state eseguite in conformità con quanto riportato nel Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA – rif. doc. REL-AMB-E-09009) ed in particolare nel capitolo che riguarda la componente acque sotterranee.

I risultati della misura dei parametri chimico-fisici dei campioni evidenziano superamenti generalizzati dei valori di soglia secondo la vigente normativa in materia (D.Lgs n.152/2006 e s.m.i.).

I livelli idrici reperiti confermano la presenza della falda freatica in prossimità della superficie.

Le analisi chimiche effettuate sulle acque di falda evidenziano un generalizzato superamento dei valori soglia stabiliti dalla tab. 2 all. 5 al titolo IV del D.Lgs 152/06 per i parametri Ferro e Manganese ed in minor misura in Alluminio e Arsenico.

Negli orizzonti superficiali i metalli Ferro, Manganese, Alluminio ed Arsenico sono correlati tra loro e collegati al contenuto geochimico di limo e argilla, dovuti ad origini geologiche, per cui si può ragionevolmente ipotizzare un'origine naturale legata alle condizioni chimico-fisiche dell'acquifero.

La presenza di Nichel nelle acque può essere riconducibile alla presenza di manganese ed alla matrice argillosa che caratterizzano l'area di indagine, fattori che influenzano l'adsorbimento del Nichel.

Il Nichel è stato rinvenuto da ARPAE, senza che fosse ritenuto necessario determinare un valore di fondo specifico, nei seguenti acquiferi:

- 630ER-DQ2-PPCS Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore
- 0640ER-DQ2-PCC Pianura Alluvionale Costiera - confinato

L'Alluminio ed il Nichel possono derivare anche da una situazione locale di contaminazione di origine antropica, ma non vi sono risponderenze con le attività progettuali che escludono l'utilizzo di tali metalli, perlomeno in forma ionica solubile.

Si ricorda che l'attuale fase Ante-Operam descrive una situazione precedente alle attività progettuali; quindi, i valori rilevati corrispondono allo stato attuale di contaminazione di origine naturale o antropica da considerarsi come *chimismo di fondo*.

Sulla base dei risultati ottenuti nel corso della fase di cantiere e raffrontando tali risultati con quanto rilevato nella fase antecedente all'inizio dei lavori, si ritiene che i superi riscontrati non siano correlabili a specifiche attività di lavoro svolte in situ e quindi attribuibili ai lavori svolti. Diversamente possono essere imputati a una situazione preesistente e legata a fenomeni naturali, attività agricole ed antropiche, le quali rappresentano di gran lunga l'attività principale nell'intorno della zona monitorata.

Riguardo al piezometro AS08, finalizzato alla determinazione dell'intrusione salina in prossimità all'attraversamento in Microtunnel della pineta di Punta Marina, si segnala che i valori di Conducibilità e Cloruri rilevati in fase Ante-Operam sono sensibilmente superiori a quelli misurati in fase di Corso d'Opera. I rilevamenti Post Operam avranno lo scopo di verificare definitivamente l'assenza di correlazione tra gli interventi progettuali e questo fenomeno.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO	FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 40 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

6. BIBLIOGRAFIA

- Valutazione dello stato delle acque sotterranee 2014 - 2016 ARPAE
- Valutazione dello stato delle acque sotterranee 2014 - 2019 ARPAE
- Aggiornamento dei valori di fondo naturale delle acque sotterranee 2021 ARPAE - Atlante dei valori di fondo delle acque sotterranee dell'Emilia-Romagna

7. ALLEGATI

Allegato 1 – Certificati di laboratorio Ante Operam (AO)

AS01

2309814_AS-01_M
2309814_AS-01_V

AS02

2309814_AS-02_M
2309814_AS-02_V

AS03

2314326_AS-03_M
2314326_AS-03_V

AS04 – PZP02RA

2309814_AS-04_M
2309814_AS-04_V

AS05 – PZP03RA

2309814_AS-05_M
2309814_AS-05_V

AS06

2309814_AS-06_M
2309814_AS-06_V

AS07

2309814_AS-07_M
2309814_AS-07_V

AS08

2309814_AS-08
2312159_AS-08
2314326_AS-08

Allegato 2 – Certificati di laboratorio Corso d'Opera (CO)

AS01

2317577-002_AS-01_M
2317577-001_AS-01_V
2316617-001_AS-01_M
2316617-002_AS-01_V

AS02

2320079-001_AS-02_M
2320079-002_AS-02_V
2321011-001_AS-02_M
2321011-002_AS-02_V
2321902-001_AS-02_M
2321902-002_AS-02_V

AS03

2402347-001_AS-03_M
2402347-002_AS-03_V
2401420-001_AS-03_M
2401420-002_AS-03_V

AS04 – PZP02RA

2408524-001_PZP02RA_M
2408524-002_PZP02RA_V
2409293-001_PZP02RA_M
2409293-002_PZP02RA_V

AS05 – PZP03RA

2321904-001_PZP03RA_M
2321904-002_PZP03RA_V
2322678-001_PZP03RA_M

AS06

2401810-001_AS-06_M
2401810-002_AS-06_V
2402347-001_AS-06_M

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-35073	
	PROGETTO FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI	Fg. 41 di 41	Rev. 0

Rif. TFM: 011-PJM22-003-20-RB-E-5073

2322678-002_PZP03RA_V

2402347-002_AS-06_V

AS07

2404402-001_AS-07_M

2404402-002_AS-07_V

2405524-001_AS-07_M

2405524-002_AS-07_V

AS08

2403281_AS-08

2404402_AS-08