



VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3 TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO CON LA S.P. VOLTERRANA



CARTELLA

GE - GEOLOGIA

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE INTEGRATIVA INTERFERENZE CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA (Adempimento prescrizioni VIA) (Comprensiva di PMA per le acque sotterranee)

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Antonio DE CRESCENZO

C.D.P. COORDINAMENTO DIREZIONE DI PROGETTO

Ing. Alessandro SILVIETTI
Ing. Iacopo MAZZONI

SUPPORTO AL RUP

Dott. Aldo PARISI

COLLABORATORI

(In ordine alfabetico)

Geom. Federico ANZUINI
Dis. Francesca BELLINI
Geom. Alessandro INNOCENTI
Dis. Edi Antonella MATTIOLI
Dis. Ligia del Pilar MONTALVO

IL PROGETTISTA DELL'ATTIVITA' SPECIALISTICA

Dott. Geol. Simone Fiaschi

ATTIVITA' SPECIALISTICHE

(In ordine dell'elenco elaborati)



GEOLOGIA E GEOTECNICA
IDROGEO Engineering & Consulting



IDROLOGIA E IDRAULICA
DA. SA. Ingegneria s.r.l.



RILIEVI PLANOALTIMETRICI - PIANO PARTICELLARE
GDEC s.r.l.



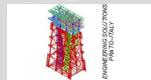
PROGETTO STRADALE
DLA Associati



PROGETTO STRUTTURE - OPERE D'ARTE
Studio Tecnico Ing. Salvatore Giacomo Morano



MITIGAZIONE AMBIENTALE E OPERE A VERDE
ALEPH



PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO (PSC)
Studio Tecnico Ing. Claudio Consorti

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A V. I. A.
TECNOCREO Società di Ingegneria



PROGETTO DEFINITIVO REDATTO DA



Luglio 2013

REVISIONATO
15.30 - 22/02/2018

FASE	CARTELLA	ELABORATO	PROGRESS	REV	NOME FILE e DATA DI AGGIORNAMENTO (yyymmdd)	SCALA
D	GE	08	01	4	D_GE0801_4Rel_Integrat_190129	
NOTE DI STAMPA: A4			P.R.S INTERVENTO : ID 832			C.U.P
4	Febbraio 2019	Emissione	Fiaschi	Fiaschi	Silvietti	
REVISIONE	DATA	MOTIVAZIONE	REDATTO	VERIFICATO	C.D.P.	

**RELAZIONE INTEGRATIVA INTERFERENZE CIRCOLAZIONE IDRICA
SOTTERRANEA
(Adempimento prescrizioni V.I.A.)**

Preso atto del parere rilasciato in fase di Verifica di assoggettabilità a VIA, con le relative prescrizioni in merito alla componente acque sotterranee, si è proceduto ad una revisione ed implementazione della relazione di approfondimento in merito alle interferenze delle opere in progetto con la circolazione idrica sotterranea, comprensiva del Piano di monitoraggio per le acque sotterranee (PMA).

Nello specifico, con il presente documento si ottempera alle richieste di approfondimento ai punti sottostanti:

- a) *presentare una documentazione di maggior dettaglio che evidenzi le interferenze delle aree interessate dall'intervento con la circolazione idrica sotterranea, corredata da planimetrie e sezioni, nonché ricostruzioni a grande scala e per singoli settori di lavorazione dei complessi idrogeologici interessati dalle attività di scavo e dalla costruzione di pile;*
- b) *presentare una documentazione di maggior dettaglio che evidenzi le possibili interferenze delle attività di progetto con i pozzi presenti, con particolare attenzione a quelli a scopo idropotabile;*
- c) *in relazione al Piano di Monitoraggio Ambientale, per le acque sotterranee, poiché non è specificata la normativa da utilizzare per valutare le variazioni delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, fare riferimento ai limiti di legge di cui alla Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.lgs. 152/2006 per i parametri ivi riportati. Si ritiene utile suggerire inoltre l'aggiunta dei seguenti parametri: Cr, Co, Ni e Zn. In merito alle modalità di monitoraggio, per ogni punto di campionamento che verrà monitorato si ritiene necessario prescrivere al proponente di provvedere a:*
 - *incrementare la frequenza dei campionamenti sia quantitativi (misura del livello di falda) sia qualitativi (analisi chimiche). A tale proposito è da ricordare che*

la caratterizzazione delle acque sotterranee (fase ante operam e post operam) necessita di almeno due campionamenti nell'arco dell'anno, con misure anche quantitative, e nella fase post operam si dovrà estendere ad un anno anziché 6 mesi, con misure anche quantitative, dalla fine della realizzazione dell'intervento;

- aumentare la frequenza dei campionamenti in corso d'opera qualora dovessero verificarsi eventi accidentali potenzialmente dannosi per le falde acquifere, provvedendo in fase di progettazione successiva a fornire informazione di dettaglio sulle modalità di incremento del monitoraggio;

- definire la modalità di gestione di possibili peggioramenti e/o possibili eventi critici che potrebbero interessare i corpi idrici sotterranei.

Infine, si ritiene necessario che il proponente definisca una procedura di intervento/allarme a protezione dei recettori nel caso gli impatti risultino significativi; tale procedura dovrà prevedere le soglie di intervento, la gestione dei dati di rilevamento e la definizione delle misure da mettere in opera al superamento delle soglie indicate.

In riferimento ai punti a), b) e c) si specifica quanto segue.

Aspetti generali

In merito alle richieste sopra citate si segnala quanto già consegnato per gli aspetti idrogeologici nella Relazione Geologica di supporto al progetto ed in particolare al par.5, nel quale sono descritte le caratteristiche della falda presente nei depositi alluvionali.

La falda idrica contenuta nelle alluvioni viene alimentata dalle precipitazioni dirette, da infiltrazioni di acque superficiali ruscellanti dai rilievi circostanti, e da acque incanalate in corrispondenza dei corsi d'acqua secondari e dell'Elsa. Tale falda è sostenuta dai depositi Pliocenici argillosi che possono considerarsi sostanzialmente impermeabili, così come impermeabili sono gli stessi depositi argillosi affioranti estesamente sulle

colline circostanti e che favoriscono il deflusso e l'erosione superficiale. Permeabili possono essere invece considerate le sabbie plioceniche, eteropiche alle sopraccitate argille, affioranti localmente in sinistra idrografica (Plioceniche). I sondaggi hanno messo in luce una stratigrafia della coltre alluvionale variabile lateralmente e verticalmente, con sabbie limose a tratti con ghiaia e limi sabbiosi a permeabilità variabile da media a moderata, e limi argillosi a permeabilità modesta. Anche se la maggior parte dell'acqua disponibile è concentrata nelle intercalazioni granulari e, specialmente, nel più profondo orizzonte ghiaioso limoso sabbioso, a livello di scala dell'opera si considera la presenza di un unico acquifero freatico, libero e non confinato. Questo orizzonte poggia in *unconformity* sui depositi marini argillosi pliocenici ed è caratterizzato da uno spessore medio di circa 2,5 m. Esso si trova ad una profondità media di circa 17 m dal piano di campagna (ovvero attorno a quote di 40-50 m s.l.m.) e si estende trasversalmente attraverso tutta l'area indagata, fino a chiudersi in prossimità del contatto laterale con le argille plioceniche. Tale corpo ghiaioso-sabbioso è riferibile ad un sistema fluviale di tipo *braided* che solcava la paleovalle del fiume Elsa e rappresenta la porzione più cospicua dell'acquifero oggetto di studio. L'acquifero principale delle ghiaie nei pozzi in cui viene captato, presenta dei leggeri caratteri di artesianità rispetto ai livelli incontrati nei pozzi più superficiali che non lo captano. Tale fatto, testimonia che il suddetto acquifero ghiaioso (captato dai pozzi idropotabili) può essere localmente separato dai termini limosi-argillosi immediatamente sovrastanti, e quindi con un certo grado di protezione.

Unendo le informazioni ottenute con i risultati delle prove di laboratorio e con riferimenti bibliografici, ai vari terreni possono essere attribuiti i seguenti valori medi di permeabilità:

- depositi alluvionali prevalentemente limoso argillosi; permeabilità valutata mediamente in 10^{-8} m/sec;
- intercalazioni sabbioso limose della coltre alluvionale; hanno permeabilità nell'ordine di 10^{-5} m/sec con punte di 10^{-4} m/sec per l'orizzonte ghiaioso limoso sabbioso posto alla base della successione;
- per il substrato si potrà considerare una permeabilità di 10^{-9} m/sec.

Al fine di individuare e monitorare la falda tutti i sondaggi eseguiti in sede di progettazione definitiva sono stati attrezzati con piezometro. Tali misure attestano la presenza di una falda, a profondità comprese fra 3,00 e 6,00 m da p.c., che ha favorito la realizzazione di pozzi per acqua diffusi, almeno nell'ambito studiato, lungo tutta la piana dell'Elsa. **È accertato che i pozzi privati, più superficiali, interessino solo i termini limoso - sabbiosi meno profondi, mentre quelli acquedottistici captano solamente (con separatori all'interno del perforo) l'acquifero ghiaioso.**

Analisi degli aspetti di impatto sulla falda, sui pozzi e sulle aree di ricarica (fase di cantiere e di esercizio).

La prossimità della falda alla superficie, la presenza di depositi a media permeabilità e di diversi pozzi usati anche a scopo idropotabile determina condizioni di potenziale elevata vulnerabilità idrogeologica a carico della falda contenuta nei depositi alluvionali del fiume Elsa.

Da ciò è derivata l'opportunità di prevedere, in sede di progettazione, un sistema di raccolta delle acque ricadenti sulla piattaforma stradale. Esse verranno collettate in un sistema separato rispetto alle acque ricadenti all'esterno della sede stradale, e convogliate (sempre a gravità, senza l'ausilio di pompe) verso specifiche vasche di trattamento prima della restituzione al collettore naturale.

Opportuna cautela dovrà essere adottata anche in fase di cantiere, prevedendo opportune pavimentazioni per le aree dove avviene lo stoccaggio di materiali potenzialmente inquinanti (ad esempio oli o carburanti) come il parcheggio mezzi, l'officina ecc.

Per la realizzazione del rilevato stradale si farà utilizzo del trattamento a calce delle terre che rappresenta una normale pratica industriale che tende di per sé a ridurre veramente al minimo ogni possibilità di contaminazione della falda in quanto la calce viva utilizzata, appena incontra terreni leggermente umidi, tende ad assorbire istantaneamente l'umidità e a trasformare in terreno indurito e sostanzialmente impermeabile il sottofondo stradale.

Per quanto attiene l'interferenza fra il tracciato stradale ed i pozzi censiti relativi al consumo umano, ai sensi del D.Lgs 152/06, ed in assenza di diverse e specifiche valutazioni (che nel caso specifico mancano) la zona di rispetto dei pozzi è pari a 200 m, mentre la zona di tutela assoluta, sempre in assenza di indicazioni diverse, ha raggio 10 m attorno al pozzo.

In nessun caso si ha l'interferenza del tracciato con la zona di tutela assoluta dei pozzi ad uso idropotabile.

Per quanto attiene i pozzi privati, dall'esame della cartografia idrogeologica allegata al progetto si evince che per i pozzi aventi codice 4879 (pk 1.200 circa) 1727 (pk 2.100 circa), 591 (pk 2.500) e 1064 (pk 2.600 circa) esiste un'interferenza di vicinanza, se non addirittura una interferenza fisica con il pozzo stesso. Per tali pozzi dovrà essere previsto un indennizzo e/o la realizzazione di un nuovo pozzo. Nel corso della progettazione esecutiva e/o in corso d'opera potrà comunque essere verificata l'effettiva interazione fra piede del rilevato ed ubicazione del pozzo valutando la possibilità di preservare l'opera di captazione (ad esempio attraverso una cuffia di protezione).

Per quanto attiene l'interferenza con la zona di rispetto, per i pozzi ad uso idropotabile il pozzo Malacoda 5 rimane ad una distanza di circa 100 m dall'asse stradale, Malacoda 4 ad una distanza di circa 180 m e Malacoda 3 ben oltre i 200 m. Anche diversi pozzi privati si trovano ad una distanza inferiore ai 200 m dall'asse stradale.

Ai sensi dell'art 94 D.Lgs 152/06 non vi sono preclusioni particolari alla realizzazione del tracciato stradale, a patto che all'interno della fascia di rispetto siano vietate le seguenti attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade.

- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- k) pozzi perdenti;
- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. É comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Del rispetto dei contenuti del D.Lgs 152/06 si è tenuto conto nel progetto della nuova infrastruttura. Infatti, con particolare riferimento ai punti a, d, k:

- il progetto, come sopra anticipato, prevede un sistema d'intercettazione e collettamento delle acque di piattaforma, che vengono convogliate in apposite vasche di trattamento e depurazione che riverseranno con tubazioni a tenuta le acque depurate verso il recettore naturale. Non vi è quindi alcuna dispersione nel sottosuolo di acque o reflui provenienti da piazzali e strade;
- lo scarico di tutte le acque di piattaforma (di prima e di seconda pioggia) avviene a valle di suddette vasche, in punti di recapito esterni alla zona di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile (generalmente in ricettori idraulici esistenti);

Le indagini geognostiche eseguite dimostrano e confermano come la falda sotterranea captata dai pozzi sia sufficientemente protetta naturalmente nei confronti della nuova infrastruttura (che si sviluppa costantemente su rilevato). Infatti, le stratigrafie dei sondaggi mostrano un'alternanza di depositi alluvionali limoso-sabbiosi ed argilloso-limosi, di spessore 17-20 m, poggianti su un substrato di argille molto consistenti. La permeabilità di tali depositi è generalmente modesta o molto modesta. Al passaggio

alluvioni/substrato è localizzato un orizzonte metrico ghiaioso sabbioso che rappresenta il livello produttivo dei pozzi idropotabili. I pozzi privati censiti, di minor profondità in genere si attestano più superficialmente su litotipi limosi/sabbiosi a debole produttività idrica.

Le caratteristiche dei lavori sono tali per cui non esiste un'interferenza quantitativa fra i lavori e la falda idrica, dato che non è previsto alcun prelievo.

Il tracciato ed i lavori si sviluppano costantemente sopra falda; fanno eccezione solamente gli scavi dei pali di fondazione dei viadotti Elsa e Borro della Corniola, spinti all'interno del substrato e quindi trivellati per buona parte in falda.

Pertanto, l'unico possibile impatto fra opere e falda riguarda la qualità delle acque, per la cui mitigazione è stato specificamente previsto un sistema di vasche di trattamento delle acque di piattaforma. A tal proposito è possibile affermare che il progetto rappresenta una soluzione migliorativa rispetto alla configurazione attuale, dato che sottrae traffico alla rete viaria esistente per dirottarlo verso la nuova viabilità.

L'unica possibile interferenza resta, come sopra anticipato, quella connessa alle fasi di scavo dei pali di fondazione in corrispondenza dei viadotti. Essa potrà essere gestita operativamente in fase di cantiere evitando, ad esempio, il prelievo nei pozzi durante la fase di scavo dei pali di fondazione, a seguito di accordo con l'Ente gestore (Acque Spa) sottoponendo ed approvando uno specifico protocollo operativo di coordinamento tra operazioni di palificazione ed utilizzo dei pozzi acquedottistici. In casi simili a quello che ci occupa, in aggiunta a quanto sopra, e per maggiore sicurezza, in genere si prevedono specifici accorgimenti in fase costruttiva, come ad esempio l'uso di fanghi di perforazione biodegradabili, o un lamierino metallico di pre-rivestimento da estrarre in fase di getto o l'utilizzo della tecnica CFA.

È opportuno ricordare che tutti i pozzi ad uso idropotabile si trovano ad una distanza >200 m rispetto ai viadotti. Si specifica che la pila est del viadotto sul fiume Elsa ricade in prossimità del margine di rispetto dei 200 m per il pozzo Malacoda 5. Solo alcuni pozzi ad uso domestico si trovano a distanza <200 m (generalmente attorno a 150 m) ma, generalmente, restano idrogeologicamente a monte rispetto alla posizione dei viadotti.

La carta idrogeologica allegata al progetto rappresenta i terreni in termini di permeabilità e vulnerabilità idrogeologica. In carta sono segnati anche i piezometri, i pozzi a scopo idropotabile nonché i pozzi privati che ricadono entro 200 m dall'asse stradale in progetto.

In relazione alle caratteristiche litostratigrafiche specifiche del sottosuolo ed alla presenza di falda acquifera captata in vicinanza per usi idropotabili i pali consigliati sono del tipo trivellato con elica continua C.F.A. (Continuos Flight Auger) di grande diametro gettato in opera con calcestruzzo iniettato in pressione di pompa. Caratteristica principale del sistema è l'assenza dei fanghi bentonitici, polimeri o di tubi forma di rivestimento, nonché la riduzione della quantità di terreno estratto rispetto ai pali trivellati tradizionali. La trivellazione avviene attraverso un utensile di perforazione, costituito essenzialmente da un'elica continua (o coclea), collegata in sommità ad una testa di rotazione scorrevole lungo una guida verticale, che penetrando nel sottosuolo per la sua tendenza ad avvitarci consente di prendere in carico e portare in superficie il terreno progressivamente attraversato. Durante la perforazione l'asta cava della coclea è opportunamente chiusa all'estremità inferiore operando così una certa compressione laterale e l'avanzamento dell'elica e la velocità di rotazione o di penetrazione possono essere elettronicamente variate e controllate in funzione delle caratteristiche e dello stato d'addensamento del terreno. La presenza della falda acquifera (non in pressione) tende a non influenzare le operazioni di perforazione. Raggiunta la quota di progetto si procede alla fase di getto del palo con formazione del fusto. Il calcestruzzo con qualità e soprattutto fluidità ottimali (tipo di cls SCC autocompattante o S5) pompabile viene immesso attraverso l'asta cava della coclea da una pompa e fuoriesce in pressione controllata alla base della stessa, successivamente in concomitanza con la formazione del fusto, la coclea viene estratta gradualmente dal terreno con una velocità controllata proporzionale alla pressione di pompaggio per evitare rifluimenti o interruzioni. La pressione del calcestruzzo esercita una continua spinta sulla coclea verso l'alto, collaborando all'estrazione e garantendo, allo stesso tempo, l'assoluta continuità del fusto del palo. Il getto procede fino ad ultimazione del palo sfilando gradualmente la coclea mentre il calcestruzzo fluisce con continuità, le specifiche modalità di getto non necessitano quindi di un sistema di autosostegno delle pareti del foro (tubo di rivestimento o fanghi bentonitici).

Per una descrizione schematica della tecnica di perforazione pali con elica continua C.F.A. (*Continuos Flight Auger*) appena descritta, si rimanda alle immagini di Figura 1.

L'armatura del palo C.F.A. viene immessa a getto ultimato per tutta la lunghezza del palo, avendo cura che la qualità in termini di fluidità del calcestruzzo utilizzato, consenta l'infissione della gabbia essenzialmente per gravità, pertanto è consigliabile che la gabbia stessa sia dimensionata anche per sopportare gli sforzi di sollevamento e messa in opera (staffe di irrigidimento interne ed esterne).

In conclusione, il palo trivellato C.F.A. rispetto al tradizionale palo trivellato in presenza di fanghi bentonitici, presenta il vantaggio di non interferire con la falda in quanto il calcestruzzo della giusta densità e fluidità tende a "chiudere" immediatamente in fase di getto i terreni acquiferi sede della falda. Inoltre, ha il vantaggio di produrre volumi di terreno di risulta minori e senza l'onere (ed il costo) di doverli smaltire in discariche speciali (come solitamente avviene quando si utilizza la bentonite) e consente produzioni decisamente più elevate. Per un corretto dimensionamento (lunghezza, diametro e pressione netta applicabile) e prestazione del trattamento si rimanda alle ditte specializzate che operano nel settore, ed in ogni caso è consigliabile la predisposizione di uno specifico "campo prove" preliminare.

VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3
TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO
TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO
CON LA S.P. VOLTERRANA

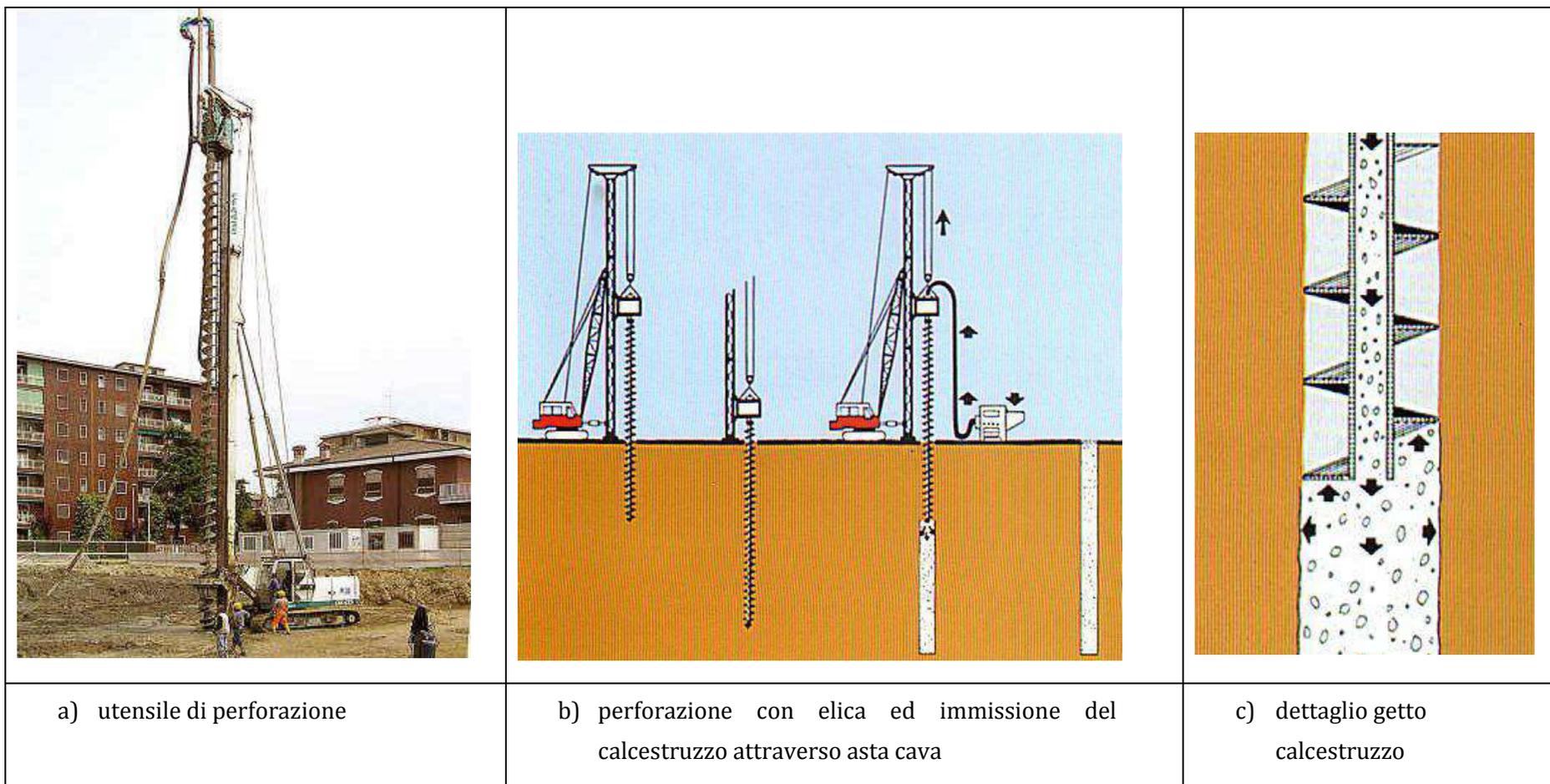


Figura 1. Schema perforazione pali con elica continua C.F.A. (Continuos Flight Auger)

Per analizzare nel dettaglio le possibili interazioni delle aree interessate dall'intervento con la circolazione idrica sotterranea, oltre alle considerazioni riportate alle pagine precedenti, è stata analizzata più dettagliatamente la zona prossima al ponte sul fiume Elsa. Infatti, per il ponte sul Borro di Corniola non si ha presenza di pozzi ad uso idropotabile vicini (il più vicino è il pozzo Malacoda 5 posto a circa 1,7 km a valle) ed anche quelli privati sono estremamente lontani e non in grado di essere influenzati dalle opere di fondazione che interesseranno il livello delle ghiaie alluvionali basali. Per tale motivo gli approfondimenti si sono rivolti soprattutto ad analizzare la situazione potenzialmente impattante del viadotto Elsa.

Nello specifico, da quanto enunciato nella Relazione Generale e nella Relazione Tecnica di progetto, l'opera, ubicata fra le progressive km 2+773.54 e 2+919.54, presenta un impalcato a tre campate continue, di cui quella centrale di luce 66 m e le campate laterali di luce 40 m (lunghezza totale pari a 146.00 m).

Le sottostrutture del ponte, composte da una spalla fissa (spalla A – direzione Certaldo), due pile con sezione a setto rastremato e testate arrotondate, di spessore 1.50 m ed una spalla mobile (spalla B – direzione Castelfiorentino), saranno fondate su pali trivellati ad elica continua (CFA) di diametro 1.200 mm e lunghezza 25.0 m da p.c., andandosi ad impiantare così nel substrato argilloso pliocenico sovraconsolidato, molto consistente, stratigraficamente sottostante all'alternanza di depositi alluvionali limoso-sabbiosi ed argilloso-limosi, di spessore compreso fra 17-20 m individuati dalle indagini geotecniche eseguite nell'area.

I pali sono stati progettati quindi in modo da raggiungere i terreni sottostanti ai livelli acquiferi produttivi dei pozzi ad uso idropotabile, in modo da evitare cautelativamente possibili interferenze con le falde produttive e per raggiungere suoli con buone caratteristiche geotecniche.

Dalle schede stratigrafiche e progettuali acquisite in sede di progetto risulta infatti che nei pozzi Malacoda 3 – 4 - 5 i livelli produttivi sono localizzati nelle ghiaie sabbiose più profonde poggianti sul sottostante substrato pliocenico. I filtri sono posizionati fra 15 – 21 m da p.c. o fra 18 – 21 m da p.c, mentre specifici tamponi sono realizzati dalla superficie fino a 11 – 12 m da p.c., isolando in tal modo l'acquifero da possibili infiltrazioni di acque superficiali. In corso d'opera sono state riscontrate una o due falde sovrapposte contenute

VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3
 TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO
 TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO
 CON LA S.P. VOLTERRANA

nei depositi di copertura. I pozzi hanno profondità 29 – 30 m, perforazione diametro 800 mm, tubazione di rivestimento diametro 273 mm. La portata di esercizio è attorno a 8 – 10 l/sec.

Tra i pozzi di attingimento per il pubblico acquedotto, riportiamo qui di seguito le informazioni di dettaglio reperite per il pozzo Malacoda 5, situato nel Comune di Castelfiorentino, in località Bucciarde, compreso tra le sezioni 108 e 109 di progetto, situato ad una distanza di circa 60 m dal piede del futuro rilevato, localizzato a monte del viadotto Elsa e nello specifico 200 ml dalla spalla sud e quindi dai pali di fondazione.

Tale pozzo, realizzato con il metodo di perforazione a circolazione inversa, ha raggiunto la profondità di 29 m dal p.c..

Durante la perforazione è stata riscontrata la seguente stratigrafia di Tab. 1.

<i>profondità m da p.c.</i>	<i>litologia</i>
0,0 – 4,0	Terreno vegetale
4,0 – 5,2	Sabbia gialla con argilla
5,2 – 11,7	Argilla gialla con poca sabbia
11,7 – 12,4	Argilla sabbiosa gialla
12,4 – 14,0	Sabbia grana media con frammenti di conchiglie
14,0 – 15,0	Sabbia media con matrice argillosa
15,0 – 16,5	Ghiaia medio-piccola con sabbia media e frammenti di conchiglia
16,5 – 18,0	Ghiaia eterometrica con poca sabbia media e frammenti di conchiglie
18,0 – 20,0	Ghiaia eterometrica con frammenti di conchiglie e argille grigie

VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3
TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO
TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO
CON LA S.P. VOLTERRANA

20,0 – 21,7	Ghiaia grande inmatrice argillosa compatta
21,7 – 29,0	Argilla grigia molto compatta

Tab. 1. Stratigrafia pozzo acquedotto Malacoda 5

Il pozzo è stato completato con una tubazione in acciaio al carbonio con De 273 mm da p.c. fino a fondo foro. Da p.c. fino alla profondità di 7 m è stata realizzata una cementazione, seguita da altri 4 metri (da 7 m a 11 m) di argilla compactonite. La compactonite è un materiale impermeabile che ha permesso di realizzare un tampone allo scopo di isolare la falda profonda messa in produzione dalla circolazione idrica più superficiale ed evitare infiltrazioni nell'area di maggior vulnerabilità che è appunto quella immediatamente adiacente al perforo. Dalla profondità di 11 m fino a 29 m di profondità il pozzo è stato drenato con ghiaietto lavato di fiume della dimensione di 4-6 mm.

I filtri, del tipo Johnson (spirale continua) del De 273 luce 1,0 mm, sono stati collocati tra 15 m e 21 m di profondità da p.c.. Terminati i lavori di completamento, il pozzo è stato spurgato per l'asportazione completa di tutti i residui della lavorazione. Le acque captate attraverso pompa elettrosommersa, per un quantitativo di circa 8 l/s per un totale di 252.300 mc/anno, sono utilizzate ad uso potabile. Per lo schema stratifico di dettaglio si rimanda alla Figura 2.

VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3
 TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO
 TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO
 CON LA S.P. VOLTERRANA

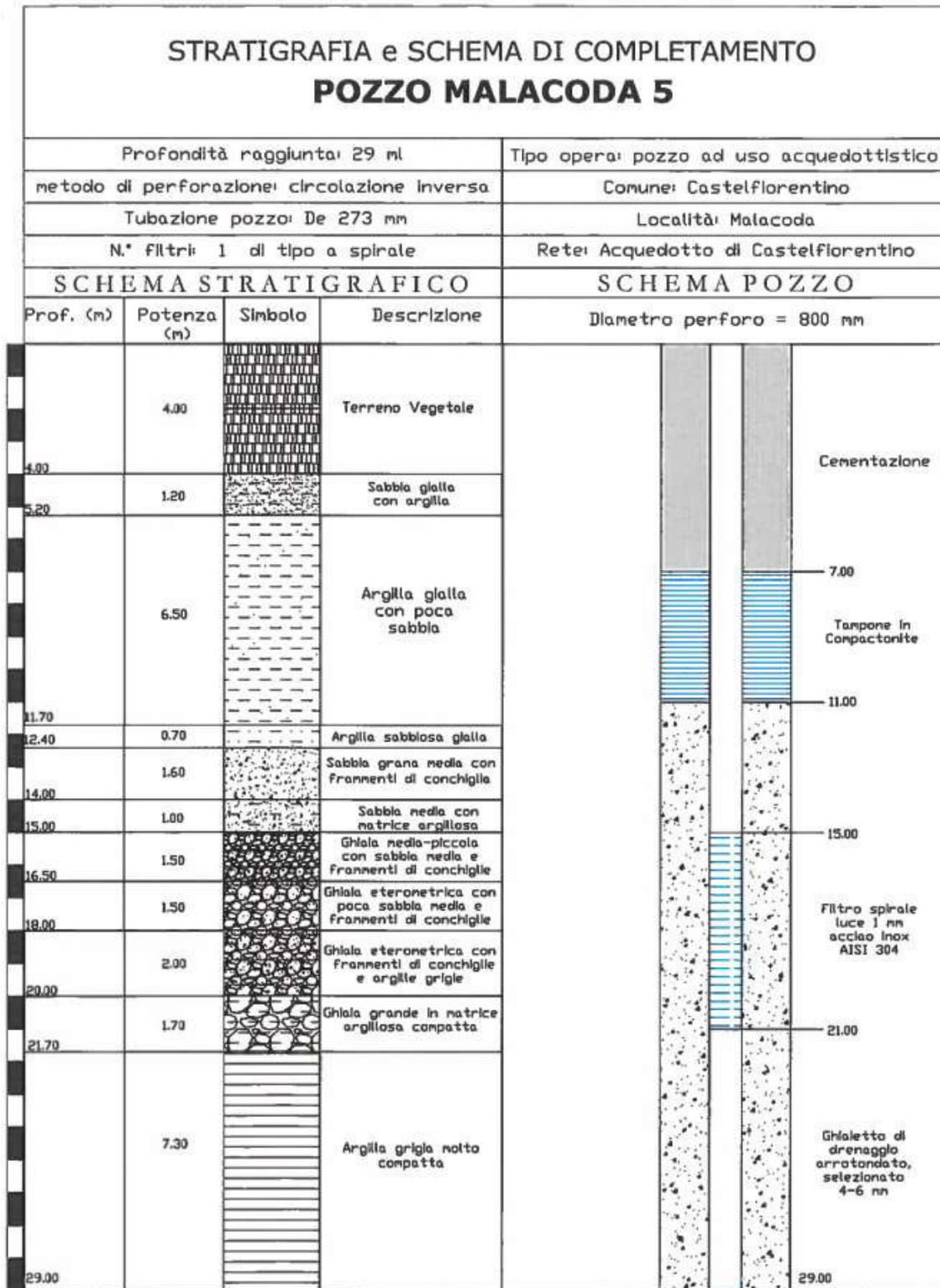


Figura 2. Stratigrafia e schema di completamento del pozzo Malacoda 5

Come espresso anche in precedenza, la Falda alluvionale dell'Elsa, sfruttata ai fini idropotabili, è riferibile ai sedimenti basali delle alluvioni dell'Elsa protetti da sedimenti più fini in superficie, e che trovano la loro alimentazione sia in contributi laterali da parte dei sedimenti pliocenici sabbiosi di fondovalle sia da alimentazione di sub-alveo da meandri antichi del fiume Elsa. Solo in minima parte, le aree di ricarica possono far riferimento ad infiltrazione diretta sui sedimenti alluvionali.

Le opere stradali, quindi, in condizioni di normalità, hanno poco o nessun impatto diretto sulle aree di ricarica in quanto le superfici interessate sono minime rispetto a quelle di ricarica e sono geologicamente impostate su terreni fini o finissimi (limi argillosi e limi sabbiosi) superficiali che tendono a proteggere la falda delle ghiaie alluvionali poste ad oltre 15 ml di profondità.

Le opere di fondazione che attraversano la falda (ci riferiamo ai pali di fondazione dei viadotti), viste le loro dimensioni rispetto all'estensione areale dello strato acquifero, non possono avere nessun impatto sulle aree di ricarica.

Per ciò che riguarda il flusso della falda generalmente si assiste ad un andamento parabolico, da sud-est a nord-ovest, che segue la valle dell'Elsa e di tipo centripeto, verso il centro della valle, dai versanti laterali della stessa valle. Vista la profondità della tavola d'acqua e le opere in progetto non si ravvisano potenziali impatti negativi sull'andamento generale del flusso della falda in quanto le uniche opere potenzialmente interferenti (pali di fondazione dei viadotti) presentano dimensioni ininfluenti allo scorrere naturale della falda. L'andamento del flusso della falda permette inoltre di asserire che, in condizioni statiche, gli unici pozzi che potrebbero risentire di attività antropiche in fase di cantiere sono quelli di Malacoda 4 e Malacoda 3. Con le modalità operative indicate ai paragrafi precedenti (pali CFA) si può comunque affermare che non si ravvisano potenziali impatti negativi.

In riferimento alla realizzazione del viadotto sul fiume Elsa, con particolare riferimento alla pila del ponte che progettualmente ricade in area di golena, si specifica che il progetto prevede la realizzazione di palancole infisse temporaneamente per facilitare lo scavo per la testa della fondazione (plinto di fondazione su pali). Nella realizzazione di tali palancole non si avrà interferenza qualitativa tra l'attività edilizia e l'acquifero, in quanto le palancole saranno infisse solo meccanicamente nel terreno, tramite massa vibrante, ed alla fine delle attività verranno rimosse.

Si specifica inoltre, che oltre alla situazione relativa alle fasi di scavo dei pali di fondazione in corrispondenza dei viadotti trattata sopra, si ritiene che anche le attività di scavo, relative alla realizzazione della cassa di espansione sud "Casino d'Elsa" e le aree di compenso A e B, non impattino in modo negativo sull'area dato che le profondità massime di scavo risultano comunque al di sopra del livello della falda, permettendone pertanto la salvaguardia.

Unica eccezione sarà costituita dall'opera di immissione del Rio di Valle Buia e Rio del Campo nella cassa di espansione sud che andrà ad interferire solo con la porzione superficiale della falda ma non con l'acquifero utilizzato a scopo idropotabile, costituito dal livello di ghiaie presente alle profondità comprese tra i 15 ed i 21 m da p.c..

Nello specifico sono state redatte a scopo di approfondimento planimetria e sezioni, con ricostruzioni di dettaglio, per singoli settori di lavorazione dei complessi idrogeologici interessati dalle attività di scavo e dalla costruzione di pile (elaborati D_GE_0601_4; D_GE_0701/05_4), allegate alla documentazione integrativa, per far meglio comprendere le attività potenzialmente impattanti sulla matrice acqua sotterranea.

Infine, per la fase di esercizio, ad opera realizzata, fatta eccezione per i pozzi domestici che andranno indennizzati o rifatti, non si riscontrano impatti né sulla falda né sui pozzi né tanto meno sulle aree di ricarica dall'opera in quanto tale, poiché non vi saranno interferenze fisiche dirette.

Gli unici impatti che possono rimanere, in fase di esercizio, sono naturalmente gli eventi accidentali che possono accadere durante la circolazione dei mezzi sulla strada che vanno affrontati, caso per caso, a seconda della rilevanza con le attività di emergenza.

Da ultimo si segnala che al di sotto delle ghiaie basali dei sedimenti alluvionali del fiume Elsa per varie decine di metri (50/60 m al di sotto del bottom delle ghiaie) si riscontrano argille plioceniche completamente impermeabili. Visto quanto sopra e l'assenza di una falda pliocenica a profondità di interesse si esclude qualsiasi impatto sulle eventuali falde a maggiori profondità da parte dell'opera.

Piano di monitoraggio delle acque sotterranee (PMA)

Allo scopo di effettuare un controllo sulle possibili interferenze delle opere con la falda, il progetto è stato corredato di opportuno piano di monitoraggio che, a seguito di presa atto del parere rilasciato in fase di Verifica di Assoggettabilità a VIA, con relative prescrizioni in merito alla componente acque sotterranee, è stato revisionato ed implementato.

Il PMA dovrà costituire per l'opera in oggetto l'azione di controllo necessaria per poter prendere eventuali opportune contromisure nel caso in cui si venissero a superare determinati livelli prestabiliti in riferimento a parametri qualitativi e/o quantitativi.

Il presente capitolo costituisce pertanto la sezione del PMA dedicata a descrivere il monitoraggio delle Acque Sotterranee. Lo scopo è fornire, ai fini del monitoraggio ambientale, tutte le informazioni necessarie per una corretta esecuzione delle attività di misura in campo, l'analisi di laboratorio e la restituzione dei dati.

Per acqua sotterranea o freatica si intende l'acqua che si trova al di sotto della superficie terrestre. Questa acqua si trova immagazzinata nei pori fra le particelle sedimentarie e nelle fenditure delle rocce compatte. Le acque sotterranee possono presentare essenzialmente due gruppi di problemi:

- inquinamento delle falde dovuto a scarichi che raggiungono le acque sotterranee;
- sovra-sfruttamento o interferenza delle falde con conseguente riduzione/variazione, abbassamento del livello piezometrico.

Per la normativa attualmente in vigore sono significativi gli accumuli d'acqua contenuti nel sottosuolo permeanti la matrice terrigena/rocciosa, posti al di sotto del livello di saturazione permanente.

Fra esse ricadono le falde freatiche e quelle profonde (in pressione o non) contenute in formazioni permeabili e, in via subordinata, i corpi d'acqua intrappolati entro formazioni permeabili con bassa o nulla velocità di flusso. Le manifestazioni sorgentizie, concentrate o diffuse (anche subacquee) si considerano appartenenti a tale gruppo di acque in quanto affioramenti della circolazione idrica sotterranea.

Normativa comunitaria

- Direttiva 1998/83/CE del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque e successive modifiche ed integrazioni con Decisione 2001/2455/CE e Direttive 2008/32/CE.
- Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento e successive modifiche.

Normativa nazionale

- D.M. del 15 febbraio 1983 "Disposizioni relative ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate all'approvvigionamento idrico - potabile".
- L. n.36 del 5 gennaio 1994 "Disposizioni in materia di risorse idriche".
- D.Lgs. n. 152 del 11 maggio 1999, come integrato e modificato dal D.Lgs. n. 258 del 18 agosto 2000, recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 31/271/CEE e della Direttiva 91/676/CEE.

Definizione dei punti di monitoraggio

La permeabilità dipende ovviamente dal collegamento fra i sistemi di fratture, o fra i pori, ed anche dalla presenza di frazione fine che intasa le vie di circolazione dell'acqua. Sono stati, quindi, individuati dei punti di campionamento individuando delle aree critiche (di realizzazione dell'opera) presso le quali realizzare dei piezometri di rilevazione che consentano di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo. I punti di monitoraggio sono stati definiti, quindi, con riferimento alle unità idrogeologiche; ovvero la finalità delle indagini è quella di individuare modificazioni alle caratteristiche chimiche dei "bacini idrici sotterranei" dovuti alle attività di costruzione, ossia attività lavorative che potrebbero comportare il raggiungimento della falda da parte delle sostanze inquinanti in caso di sversamenti accidentali o di percolazione di acque di scorrimento superficiale.

Metodica di monitoraggio

In accordo con la normativa vigente, il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale sarà svolto con analisi:

- ON SITE, con misura istantanea di parametri chimico-fisici mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori) e con misura di portata del corso d'acqua;
- LAB, con analisi di parametri chimico-batteriologici da effettuare su campioni d'acqua prelevati.

Il livello statico della falda è necessario per una corretta correlazione dei dati delle misure chimico-fisiche con i regimi stagionali.

Allo scopo di monitorare le possibili interferenze dell'opera con le acque sotterranee, viene proposta l'installazione di una serie di piezometri, da realizzarsi in prossimità delle opere ritenute maggiormente significative: a monte e valle dei due ponti sull'Elsa e sul Borro di Corniola.

Parametri rilevati

La definizione dei parametri da utilizzare come indicatori di potenziale interferenza è stata effettuata nell'ottica di definire un unico sistema di monitoraggio che non fosse così strettamente legato alla tipologia dell'interferenza, ma che comunque garantisse significatività. Si distinguono le seguenti tipologie di parametri:

- Parametri chimico-fisici delle acque;
- Parametri chimici delle acque nel rispetto dei limiti della Tabella 2, Allegato 5, Parte Quarta del D. Lgs. 152/2006., oltre ai parametri Cr, Co, Ni e Zn.
- Parametri microbiologici delle acque.

VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3
 TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO
 TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO
 CON LA S.P. VOLTERRANA

AIST- OS

Chimico fisici delle acque

Livello statico della falda
 Temperatura acqua
 Temperatura aria
 pH
 Conducibilità elettrica
 Ossigeno disciolto

AIST- LAB

Chimico fisici delle acque

Parametri chimici delle acque

Parametri Microbiologici

		<u>Tab.2, Allegato V, Parte Quarta D.L.gs 152/2006</u>	
Livello statico della falda	Nitrati		Streptococchi fecali
Temperatura acqua	Nitriti		Coliformi totali
Temperatura aria	Tensioattivi anionici		Coliformi fecali
pH	Tensioattivi non anionici		Escherichia Coli
Conducibilità elettrica	Cloruri		
Ossigeno disciolto	Solfati		
	Idrocarburi totali		
	<u>Metalli e specie metalliche</u>		
	Cromo VI		
	Rame		
	Piombo		
	Cadmio		
	Ferro		
	Alluminio		
	Arsenico		
	Cromo		
	Cobalto		
	Nichel		
	Zinco		

Frequenza

Le fasi oggetto di monitoraggio, come previsto dalle Linee guida per il PMA, saranno:

- Ante Operam: in fase di Ante Operam, verranno effettuati i sopralluoghi e l'identificazione dei piezometri selezionati, la definizione delle modalità di alimentazione – deflusso – recapito degli stessi e l'identificazione dei rapporti tra acque superficiali ed acque sotterranee, nonché la determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche. Nella prima fase (Ante Operam) verrà caratterizzata la situazione indisturbata delle condizioni di deflusso delle acque sotterranee.

Sono previsti 2 campionamenti nei 12 mesi precedenti all'avvio delle attività potenzialmente impattanti.

- Corso d'Opera: il Monitoraggio in Corso d'Opera ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri quantitativi e qualitativi del sistema delle acque sotterranee. Il Monitoraggio in CO dovrà confrontare i parametri rilevati nello stato AO e segnalare le eventuali divergenze da questo. In particolare, in riferimento alle caratteristiche quantitative delle acque, il Monitoraggio dovrà evidenziare:

- l'entità dei prelievi o dei drenaggi legati alla realizzazione dell'opera;
- le conseguenti escursioni piezometriche;
- le eventuali emergenze naturali delle acque sotterranee;
- le variazioni delle direzioni di flusso legate alla realizzazione dell'opera. Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, il Monitoraggio in CO dovrà segnalare le variazioni dello stato chimico delle acque e situazioni di inquinamento, per potere dare corso alle eventuali contromisure. I campionamenti saranno effettuati per tutta la durata delle lavorazioni, in modo da poter tener conto nelle valutazioni anche degli eventi stagionali.

Nello specifico, al fine di monitorare le possibili interferenze delle opere con le acque sotterranee viene proposta la realizzazione di piezometri in prossimità degli interventi ritenuti più significativi: ponti sul Fiume Elsa e sul Borro di Corniola, che prevedono

progettualmente la realizzazione di pali, e al margine della cassa di espansione "Casino d'Elsa" per la quale sono previsti i massimi scavi a cielo aperto in progetto.

Per lo schema costruttivo dei piezometri, in riferimento ai codici identificativi riportati nel presente PMA, si rimanda alle caratteristiche riportate in Figura 3.

La localizzazione dei piezometri è riportata in Figura 4.

Le modalità di campionamento saranno eseguite come segue:

Piezometri AIST 02 - AIST 03 – AIST 06 – AIST 07 – AIST 08 in prossimità dei ponti che prevedono la realizzazione dei pali.

- ✓ 1 analisi 1 mese prima della realizzazione dei pali;
- ✓ 1 analisi nella settimana di esecuzione dei pali;
- ✓ 1 analisi al mese per 6 mesi dopo l'esecuzione dei pali.

Piezometri AIST 09 – AIST 10 in prossimità della cassa di espansione "Casino d'Elsa"

- ✓ 1 analisi 1 mese prima della realizzazione della cassa;
- ✓ 1 analisi al mese durante l'esecuzione della cassa;

Post Operam: In quest'ultima fase sono programmati:

- accertamento di eventuali variazioni significative a lungo termine delle caratteristiche fisico-chimico delle acque sotterranee, indotte dalla realizzazione di fondazioni profonde (pali) o di eventi accidentali che si possano verificare, tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua dai piezometri di ciascun'area.
- misura dei livelli piezometrici nei punti di misura (piezometri) e controllo della direzione media areale di flusso prevalente per ogni singola area sottoposta ad azione di monitoraggio, al fine di accertare eventuali modificazioni indotte dalla costruzione dell'opera.

VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3
 TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO
 TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO
 CON LA S.P. VOLTERRANA

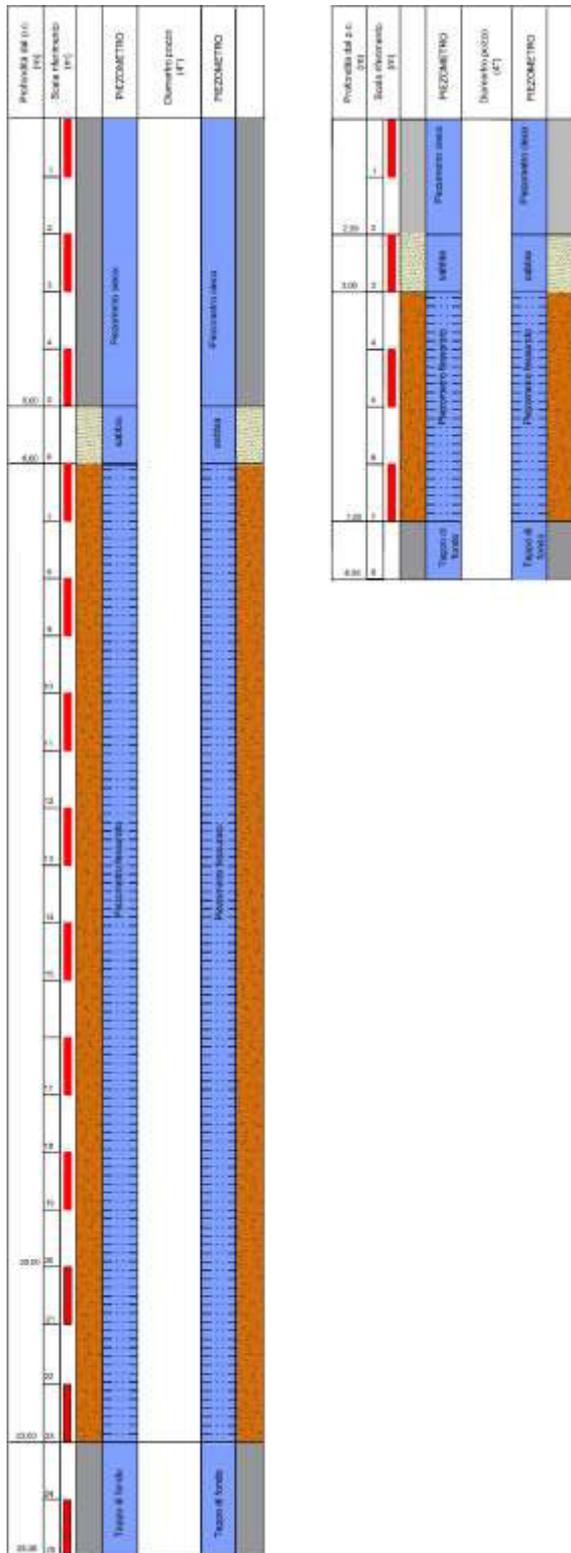


Figura 3. Schema piezometri

VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3
TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO
TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO
CON LA S.P. VOLTERRANA

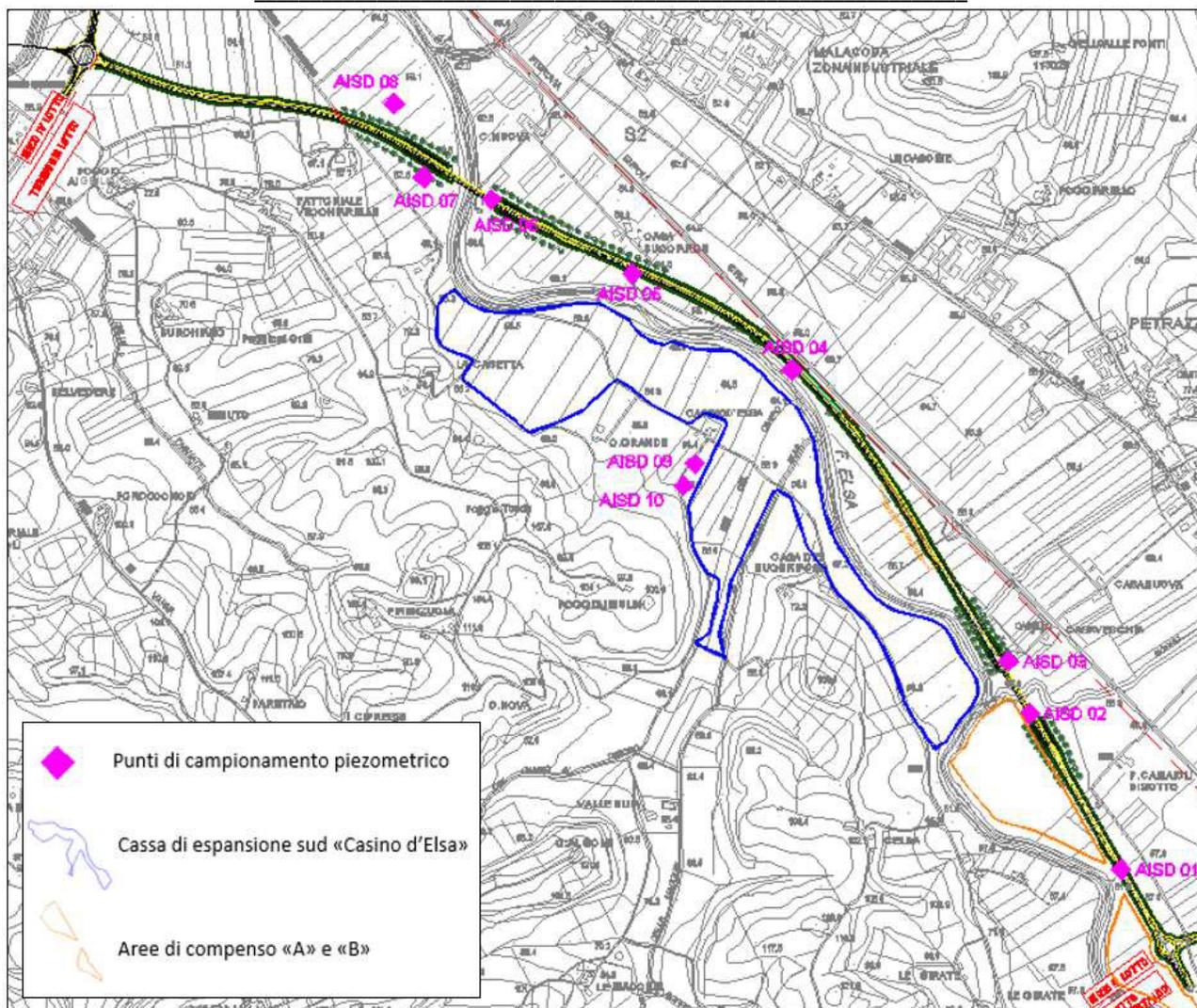


Figura 4. Ubicazione punti di monitoraggio per le acque sotterranee

VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3
 TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO
 TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO
 CON LA S.P. VOLTERRANA

Ante Operam

Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
AIST 01	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi antecedenti
AIST 02	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi antecedenti
AIST 03	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi antecedenti
AIST 04	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi antecedenti
AIST 05	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi antecedenti
AIST 06	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi antecedenti
AIST 07	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi antecedenti
AIST 08	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi antecedenti
AIST 09	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi antecedenti
AIST 10	AIST OS + AIST LAB	2 volte nei 12 mesi antecedenti

Corso d'Opera

Codice punto	Tipo di misura	Frequenza	Tipo di misura	Frequenza
AIST 01	AIST OS	mensile	AIST LAB	trimestrale
AIST 02	AIST OS	mensile/settimanale	AIST LAB	mensile/settimanale
AIST 03	AIST OS	mensile/settimanale	AIST LAB	mensile/settimanale
AIST 04	AIST OS	mensile	AIST LAB	trimestrale
AIST 05	AIST OS	mensile	AIST LAB	trimestrale
AIST 06	AIST OS	mensile/settimanale	AIST LAB	mensile/settimanale
AIST 07	AIST OS	mensile/settimanale	AIST LAB	mensile/settimanale
AIST 08	AIST OS	mensile/settimanale	AIST LAB	mensile/settimanale
AIST 09	AIST OS	mensile	AIST LAB	mensile
AIST 10	AIST OS	mensile	AIST LAB	mensile

Post Operam

Codice punto	Tipo di misura	Frequenza
AIST 01	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
AIST 02	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
AIST 03	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
AIST 04	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi

VARIANTE ALLA SRT 429 DI VAL D'ELSA LOTTO 3
TRATTO CERTALDO - CASTELFIORENTINO
TRA LO SVINCOLO CERTALDO OVEST E LO SVINCOLO
CON LA S.P. VOLTERRANA

AIST 05	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
AIST 06	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
AIST 07	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
AIST 08	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
AIST 09	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi
AIST 10	AIST OS + AIST LAB	trimestrale nei 12 mesi successivi

Modalità di gestione di possibili peggioramenti e/o eventi critici

Tenendo conto della variabilità naturale dei parametri chimici analizzati ai paragrafi precedenti, con riferimento alle analisi ante-operam, viene di seguito suggerito una modalità di gestione legata ai possibili peggioramenti e/o possibili eventi critici che potrebbero interessare i corpi idrici sotterranei.

In riferimento alle soglie percentuali di peggioramento analitico chimico, si segnala quanto segue:

✓ Variazione dei valori da 50% al 100% rispetto all'ante-operam

viene intensificato il monitoraggio, con suggerimento di 1 analisi alla settimana;

✓ Variazione dei valori da 100% a 200% rispetto all'ante-operam

valutazione di stop temporaneo delle attività e verifiche tecniche.

Verifiche con Enti di controllo fino al raggiungimento delle soglie, eseguendo monitoraggi ripetuti fino al rientro a valori soglia.

✓ Variazione dei valori > 200% rispetto all'ante-operam

stop delle attività e valutazione di eventuali azioni attive di miglioramento.

Per ciò che riguarda le eventuali variazioni quantitative (livelli piezometrici), le modalità di gestione del possibile evento critico devono seguire la seguente scaletta:

✓ Variazione dei livelli da 2 m a 3 m rispetto all'ante-operam

viene intensificato il monitoraggio, con suggerimento di 1 analisi alla settimana;

✓ Variazione dei livelli da 3 m a 5 m rispetto all'ante-operam

valutazione di stop temporaneo delle attività e verifiche tecniche.

Verifiche con Enti di controllo fino al raggiungimento delle soglie, eseguendo monitoraggi ripetuti fino al rientro a valori soglia.

✓ Variazione dei livelli > 5 m rispetto all'ante-operam

stop delle attività e valutazione di eventuali azioni attive di miglioramento.

Considerazioni conclusive

Alla luce di quanto enunciato ed approfondito ai paragrafi sopra, viene confermato quanto segue in merito alla possibile interferenza tra la realizzazione delle opere e le acque sotterranee.

✓ opere in scavo connesse con la realizzazione della cassa di espansione sud "Casino d'Elsa" e vasche di compenso A e B;

le altezze di scavo risultano compatibili con i livelli della falda, mantenendosi sempre al di sopra del livello di falda a scopo cautelativo.

Unica eccezione sarà costituita dall'opera di immissione del Rio di Valle Buia e Rio del Campo nella cassa di espansione sud che andrà ad interferire solo con la porzione superficiale della falda ma non con l'acquifero utilizzato a scopo idropotabile, costituito dal livello di ghiaie presente alle profondità comprese tra i 15 ed i 21 m da p.c..

L'esecuzione del piano di monitoraggio permetterà il controllo di eventuali possibili interferenze.

✓ opere connesse con la realizzazione delle pile dei ponti sul fiume Elsa e sul Borro di Corniola;

In merito alla realizzazione delle pile dei ponti, con particolare attenzione per l'esecuzione del viadotto sul fiume Elsa data la prossimità dei pozzi ad uso idropotabile, si sottolinea che l'unica possibile interferenza resta, come sopra

anticipato, quella connessa alle fasi di scavo dei pali di fondazione in corrispondenza dei viadotti. Essa potrà essere gestita operativamente in fase di cantiere evitando, ad esempio, il prelievo nei pozzi durante la fase di scavo dei pali di fondazione, a seguito di accordo con l'Ente gestore (Acque Spa) sottoponendo ed approvando uno specifico protocollo operativo di coordinamento tra operazioni di palificazione ed utilizzo dei pozzi acquedottistici. In casi simili a quello che ci occupa, in aggiunta a quanto sopra, e per maggiore sicurezza, in genere si prevedono specifici accorgimenti in fase costruttiva, come ad esempio l'uso di fanghi di perforazione biodegradabili, o un lamierino metallico di pre-rivestimento da estrarre in fase di getto o l'utilizzo della tecnica CFA.

In riferimento alla realizzazione del viadotto sul fiume Elsa, con particolare riferimento alla pila del ponte che progettualmente ricade in area di golena, si specifica che il progetto prevede la realizzazione di palancole infisse temporaneamente per facilitare lo scavo per la testa della fondazione (plinto di fondazione su pali). Nella realizzazione di tali palancole non si avrà interferenza qualitativa tra l'attività edilizia e l'acquifero, in quanto le palancole saranno infisse solo meccanicamente nel terreno, tramite massa vibrante, ed alla fine delle attività verranno rimosse.

La corretta esecuzione del piano di monitoraggio sarà in grado di segnalare eventuali, possibili fenomeni di contaminazione e di intervenire prontamente secondo quanto espresso nelle modalità di gestione di possibili peggioramenti e/o eventi critici.