

## Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”



### Dipartimento di Ingegneria

Convenzione tra il  
**Comune di Flumeri (AV)**  
ed il **Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi della Campania  
“Luigi Vanvitelli”**  
per attività di consulenza tecnico-scientifica

*Supporto tecnico-scientifico alla predisposizione di un piano di indagini  
ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale di una falda  
potenzialmente contaminata, secondo quanto previsto dall'Allegato 2 del Titolo V  
parte. IV del D.Lgs 152/06*

**Responsabile Scientifico**

*Prof. Ing. Dino Musmarra*



Aversa, 3 Aprile 2019

## INDICE

|                                                                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Premessa .....</b>                                                                                                                                               | <b>3</b>  |
| <b>1. Ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito.....</b>                                                                                      | <b>7</b>  |
| <b>2. Elaborazione del Modello Concettuale Preliminare del sito e predisposizione del Piano di indagini ambientali .....</b>                                        | <b>10</b> |
| 2.1 Modello Concettuale Preliminare .....                                                                                                                           | 10        |
| 2.1.1 Potenziali fonti di contaminazione.....                                                                                                                       | 10        |
| 2.1.2 Estensione, caratteristiche e qualità preliminari delle acque sotterranee influenzate dalla presenza delle attività esistenti o passate svolta sul sito ..... | 11        |
| 2.1.3 Percorsi di migrazione dalle potenziali sorgenti al bersaglio .....                                                                                           | 12        |
| 2.2 Piano di indagini ambientali .....                                                                                                                              | 23        |
| 2.2.1 Ubicazione e tipologia delle indagini da svolgere .....                                                                                                       | 24        |
| 2.2.2 Piano di campionamento delle acque sotterranee .....                                                                                                          | 27        |
| 2.2.3 Piano di analisi chimico-fisiche e le metodiche analitiche .....                                                                                              | 29        |
| 2.2.4 Profondità da raggiungere con le perforazioni.....                                                                                                            | 33        |
| 2.2.5 Metodologie di interpretazione e restituzione dei risultati.....                                                                                              | 33        |
| 2.2.6 Chiusura delle attività di cantiere.....                                                                                                                      | 34        |
| <b>3. Adempimenti a valle dei risultati del piano di indagini ambientali .....</b>                                                                                  | <b>35</b> |
| 3.1 Esecuzione di eventuali indagini integrative necessarie alla luce dei primi risultati raccolti..                                                                | 35        |
| 3.2 Elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti e rappresentazione dello stato di contaminazione delle acque sotterranee .....   | 35        |
| 3.3 Elaborazione del Modello Concettuale Definitivo.....                                                                                                            | 35        |
| 3.4 Identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili calcolati mediante analisi di rischio.....                                                    | 36        |

**4. Stima preliminare del costo delle principali lavorazioni per la realizzazione del piano di  
indagini ed analisi chimiche .....37**

## Premessa

Il presente documento costituisce il Piano di Caratterizzazione Ambientale dell'acquifero profondo soggiacente la località *Campo Pozzi* del Consorzio di Bonifica dell'Ufita, a ridosso dell'Area Industriale ASI di Valle Ufita del Comune di Flumeri, che viene presentato secondo quanto previsto dal Comma 3, Art. 242 del Decreto Legislativo n. 152 del 2006, a seguito dell'accertamento del superamento della Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC), rinvenuto dall'ARPA Campania, per il parametro "Tetracloroetilene" durante l'attività di monitoraggio delle acque sotterranee<sup>1</sup>, condotta nel periodo 2008-2015, del Campo pozzi A (costituito da 5 pozzi indicati con sigla "1A", "2A", "3A", "4A" e "5A") e del Campo pozzi C (costituito da 4 pozzi indicati con sigla "1C", "2C", "3C" e "4C") entrambi utilizzati per l'irrigazione del fondovalle Ufita<sup>2</sup>, e sulla base della nota, acquisita dal Comune di Flumeri con Prot. nr. 796 del 08-02-2018, da parte della Provincia di Avellino – Settore Ambiente, Territorio e Urbanistica, avente ad oggetto "Fenomeno di inquinamento da tetracloroetilene in località Campo Pozzi del Consorzio di Bonifica dell'Ufita, sito in prossimità dell'Area ASI di Flumeri – Flumeri (Av)"<sup>3</sup>.

Nella Tabella 1 seguente si riportano i risultati del monitoraggio per il solo parametro "Tetracloroetilene" per i pozzi del Campo pozzi A e del Campo pozzi C (in grassetto sono riportati i valori di concentrazione superiore alla CSC). Come è possibile notare, la potenziale contaminazione (superamento della CSC per il parametro "Tetracloroetilene") è stata riscontrata in maniera discontinua sia da un punto di vista temporale che da un punto di vista spaziale, interessando, in particolare, i seguenti pozzi:

- o Campo pozzi A
  - Pozzo "1A"<sup>4</sup> – Anno 2013
- o Campo pozzi C

<sup>1</sup> Attività di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei ai sensi del Decreto Legislativo n. 30 del 2009 "Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento". Durante tale attività sono stati oggetto di campionamento anche i pozzi appartenenti al Campo pozzi B (costituito da 4 pozzi indicati con sigla "1B", "2B", "3B" e "4B"), anch'essi utilizzati per l'irrigazione del fondovalle Ufita, per i quali non è stato rinvenuto il superamento della CSC di alcun parametro.

<sup>2</sup> Consorzio di Bonifica dell'Ufita – Intervento di riordino idrogeologico finalizzato alla riqualificazione e sviluppo delle risorse agricole mediante l'irrigazione del fondovalle Ufita – Legge 64/86.

<sup>3</sup> Provincia di Avellino – Settore Ambiente, Territorio e Urbanistica Prot. Gen. n. 6917 del 07/02/2018.

<sup>4</sup> Si ritiene utile precisare che il pozzo indicato con sigla "1A" nei verbali dell'ARPAC corrisponde al pozzo indicato con sigla "2A" secondo la nomenclatura adottata dal Consorzio di Bonifica dell'Ufita.

- Pozzo “1C” – Anno 2015
- Pozzo “3C”<sup>5</sup> – Anno 2011; 2014; 2015.

La posizione del Campo pozzi A e quella del Campo pozzi C sono indicate schematicamente nella Figura 2 del Paragrafo #1.

| Campo<br>pozzi | Pozzo           | Anno             |                  |                             |                             |      |                                                                                   |                                                           |                                                     |                                                                |                               |                            |
|----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|                |                 | 2008             | 2009             | 2010                        | 2011                        | 2012 | 2013                                                                              | 2014                                                      | 2015                                                | 2016                                                           | 2017                          | CSC<br>[µg/L] <sup>#</sup> |
| A              | 1A <sup>6</sup> | <0,001<br>mg/L*  | 0,007<br>mg/L*   | N.D.                        | <0,01<br>mg/L <sup>§+</sup> | N.D. | <0,01<br>µg/L;<br>0,1<br>µg/L;<br><b>3,9<br/>µg/L;</b><br><1<br>µg/L <sup>+</sup> | <0,1<br>µg/L;<br><1<br>µg/L <sup>+</sup>                  | 0,001<br>mg/L <sup>+</sup>                          | <0,001<br>mg/L <sup>+</sup>                                    | <0,0001<br>mg/L <sup>++</sup> | 1,1                        |
|                | 2A              |                  |                  | <0,001<br>mg/L <sup>§</sup> | N.D.                        | N.D. | N.D.                                                                              | N.D.                                                      | N.D.                                                | N.D.                                                           | N.D.                          | 1,1                        |
|                | 3A              |                  |                  | N.D.                        | N.D.                        | N.D. | N.D.                                                                              | N.D.                                                      | N.D.                                                | N.D.                                                           | N.D.                          | 1,1                        |
|                | 4A              |                  |                  | N.D.                        | N.D.                        | N.D. | <1<br>µg/L <sup>+</sup>                                                           | <1<br>µg/L <sup>+</sup>                                   | N.D.                                                | N.D.                                                           | N.D.                          | 1,1                        |
|                | 5A              |                  |                  | N.D.                        | N.D.                        | N.D. | <1<br>µg/L <sup>+</sup>                                                           | <1<br>µg/L <sup>+</sup>                                   | N.D.                                                | N.D.                                                           | N.D.                          | 1,1                        |
| C              | 1C              | <0,001<br>mg/L** | 0,002<br>mg/L*** | N.D.                        | N.D.                        | N.D. | 0,9<br>µg/L                                                                       | <del><b>1,3<br/>µg/L<sup>°</sup></b></del><br>0,9<br>µg/L | <b>2,76<br/>µg/L;</b><br>0,001<br>mg/L <sup>+</sup> | <1<br>µg/L <sup>+</sup>                                        | N.D.                          | 1,1                        |
|                | 2C              |                  |                  | N.D.                        | <0,01<br>mg/L <sup>§+</sup> | N.D. | N.D.                                                                              | N.D.                                                      | N.D.                                                | N.D.                                                           | N.D.                          | 1,1                        |
|                | 3C              |                  |                  | N.D.                        | <b>2,7<br/>µg/L</b>         | N.D. | 0,6<br>µg/L;<br><0,01<br>µg/L                                                     | <0,1<br>µg/L;<br><b>3,5<br/>µg/L</b>                      | <b>10,31<br/>µg/L</b>                               | N.D.                                                           | N.D.                          | 1,1                        |
|                | 4C              |                  |                  | 0,03<br>mg/L <sup>§</sup>   | N.D.                        | N.D. | N.D.                                                                              | N.D.                                                      | N.D.                                                | <b>0,014<br/>mg/L<sup>++</sup>;</b><br><1<br>µg/L <sup>+</sup> | 0,0006<br>mg/L <sup>++</sup>  | 1,1                        |

N.D. = Non Disponibile.  
\*Parametro = Solventi organici clorurati totali; punto di prelievo “Vasca Campo Pozzi A”.  
\*\* Parametro = Solventi organici clorurati totali; punto di prelievo “Vasca Campo Pozzi B e C”.  
\*\*\*Parametro = Solventi organici clorurati totali; punto di prelievo “Vasca Campo Pozzi C”.  
§Parametro = Solventi organici clorurati totali.  
<sup>+</sup>Laboratorio privato.  
<sup>°</sup>Valore inferiore al limite considerando incertezza di misura.  
<sup>#</sup>D.Lgs. 152/2006 Parte IV, Allegato n°5, Tabella n°2.  
<sup>++</sup>Somma delle concentrazioni dei parametri “Tetracloroetilene” e “Tricloroetilene” - Laboratorio privato.

**Tabella 1. Valori della concentrazione di “Tetracloroetilene” rilevata presso il Campo pozzi A ed il Campo pozzi B nel periodo 2008-2017 (in grassetto sono riportati i valori di concentrazione superiore alla CSC)**

<sup>5</sup> Si ritiene utile precisare che durante il campionamento ad opera di ARPAC il pozzo “3C” è stato indicato con l’acronimo “GR04”. Tale acronimo compare sui verbali di campionamento.

<sup>6</sup> Si ritiene utile precisare che il pozzo indicato con sigla “1A” nei verbali dell’ARPAC corrisponde al pozzo indicato con sigla “2A” secondo la nomenclatura adottata dal Consorzio di Bonifica dell’Ufita.

Si ritiene utile evidenziare che il presente documento è stato redatto, utilizzando la documentazione ricevuta dall'Ufficio Tecnico del Comune di Flumeri e dal Consorzio di Bonifica dell'Ufita, sulla base delle indicazioni contenute nell'Allegato II "Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati" al Titolo V della Parte Quarta del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e ss.mm.ii. ed è finalizzato ad identificare l'insieme delle attività che permettono di ricostruire i fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali così da ottenere le informazioni per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito di interesse

Secondo quanto riportato nel suddetto Allegato, per "Caratterizzazione dei siti contaminati" si intende il processo costituito dalle seguenti fasi:

1. Ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito.
2. Elaborazione del Modello Concettuale Preliminare del sito e predisposizione di un piano di indagini ambientali finalizzato alla verifica dell'eventuale contaminazione delle acque sotterranee.
3. Esecuzione del piano di indagini e delle eventuali indagini integrative necessarie alla luce dei primi risultati raccolti.
4. Elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici e rappresentazione dello stato di contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee.
5. Elaborazione del Modello Concettuale Definitivo.
6. Identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili calcolati mediante analisi di rischio eseguita secondo i criteri di cui in Allegato 1.

Si ritiene utile precisare che, secondo la procedura stabilita dall'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs 152/2006, la Caratterizzazione ambientale, sarà avviata successivamente alla approvazione da parte delle Autorità Competenti del Piano di indagini di cui al punto 2 e si riterrà conclusa con l'approvazione da parte delle Autorità Competenti dell'intero processo sopra riportato, al termine delle attività di cui al punto 5 nel caso di non superamento delle CSC e al termine dell'attività di cui al punto 6 qualora si riscontri un superamento delle suddette concentrazioni.

Si ritiene utile precisare, altresì, che il presente documento rappresenta il *Piano di indagini ambientali*, così come definito dalla normativa vigente, e che esso è stato redatto sulla base della convenzione stipulata tra il Comune di Flumeri ed il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", per la quale il Prof. Dino Musmarra è Responsabile

Scientifico, autorizzata dal Consiglio di Dipartimento n. 4 del 05/03/2018, avente ad oggetto *“Supporto tecnico-scientifico alla predisposizione di un piano di indagini ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale di una falda potenzialmente contaminata, secondo quanto previsto dall'Allegato 2 del Titolo V parte. IV del D. Lgs 152/06”*. Il presente documento, quindi, non include gli adempimenti successivi alla predisposizione del piano di indagini ambientali di cui al punto 2, Allegato II al Titolo V della Parte Quarta del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e ss.mm.ii.

Il presente documento è stato redatto facendo riferimento alle indicazioni contenute nel *“Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati”*<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati, 2006, APAT Manuali e linee guida 43/2006. ISBN: 88-448-0234-1.

## 1. Ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito

Il sito oggetto di caratterizzazione rientra a ridosso dell'Area Industriale ASI di Valle Ufita, del Comune di Flumeri, ed include il Campo pozzi A ed il Campo pozzi C per uso irriguo presenti presso la località *Taverna di Annibale*, individuata all'interno della Zona di Rispetto Fluviale a Parco Naturale e Fasce di Rispetto Fluviale dell'ASI (Figura 1 e 2).

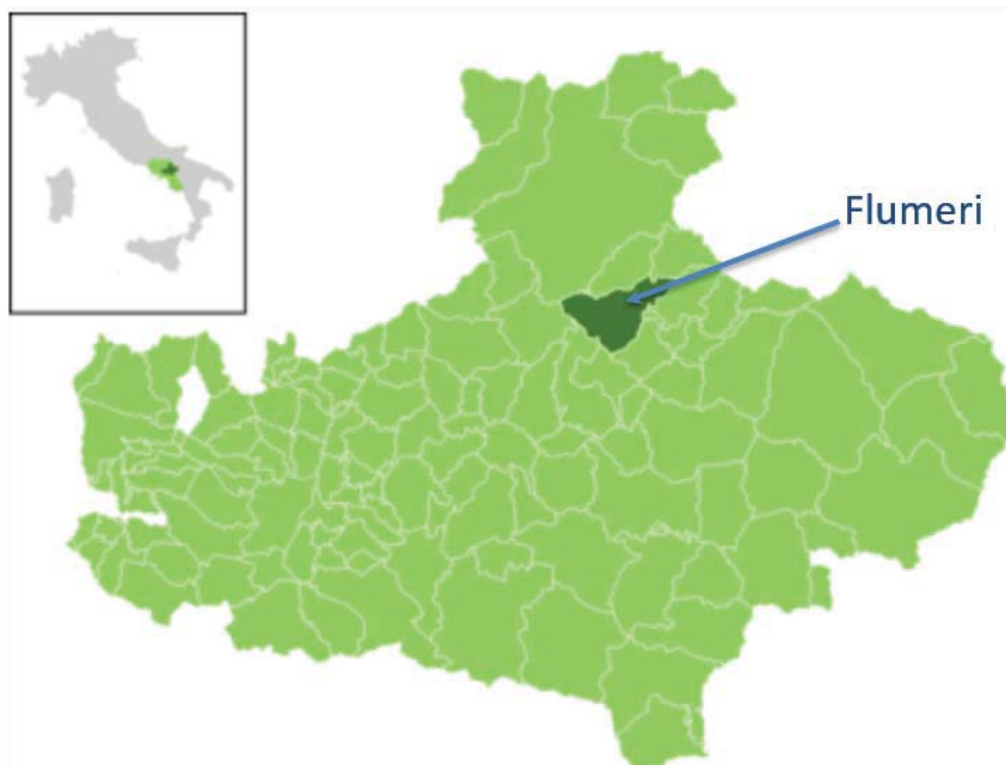
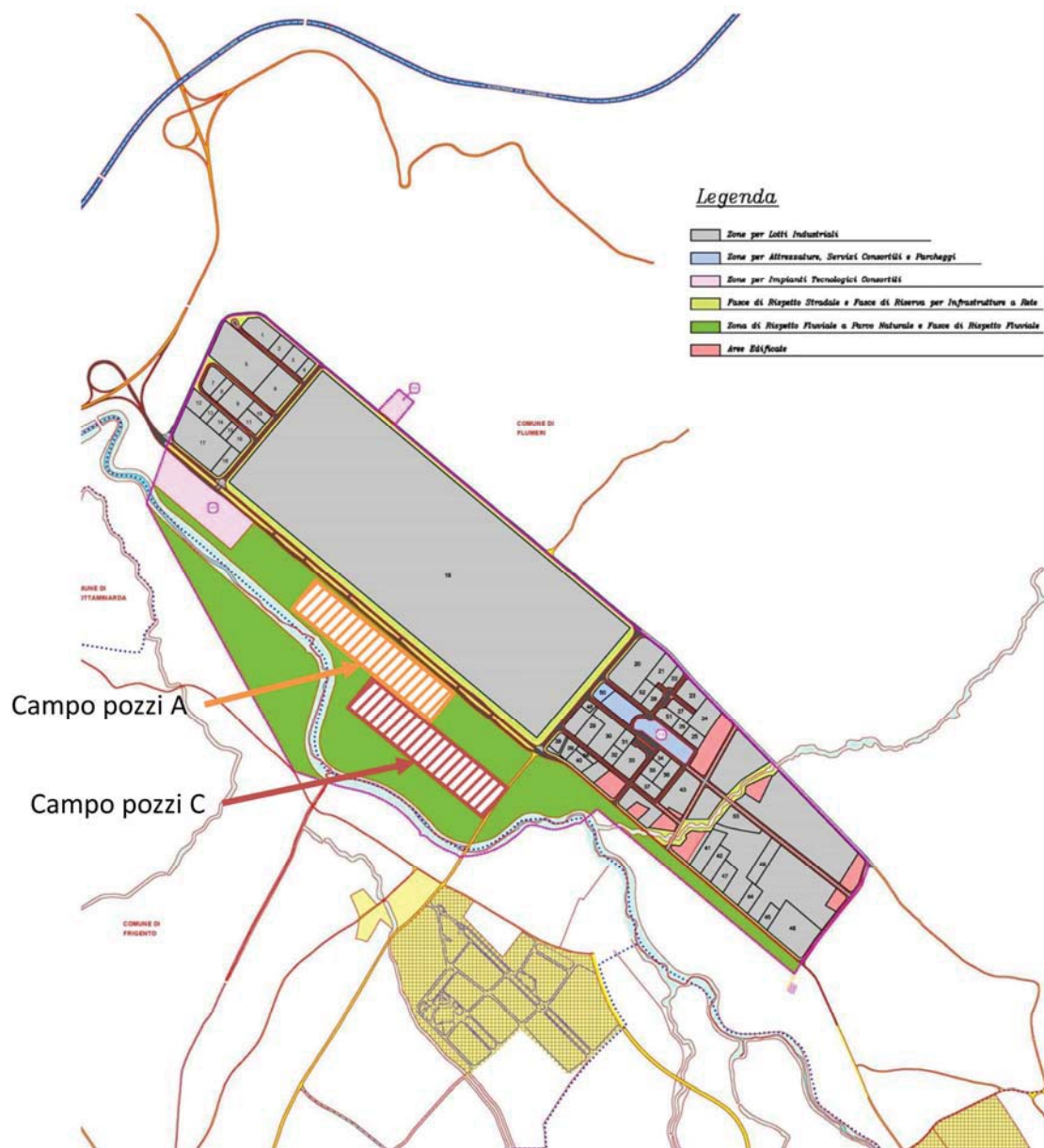


Figura 1. Comune di Flumeri

La posizione del Campo pozzi A e quella del Campo pozzi C sono indicate schematicamente nella Figura 2.



**Figura 2. Area Industriale ASI di Valle Ufita – Flumeri**

L'Area Industriale ASI di Valle Ufita (Superficie totale = 1.800.000 m<sup>2</sup>) è una delle prime quattro realizzate nel territorio della Provincia di Avellino grazie alla Legge 634 del 29/7/1957. L'agglomerato è ubicato quasi interamente nel Comune di Flumeri e in piccola parte nel Comune di Frigento, tra l'Arianese e la Baronina. La zona attualmente infrastrutturata è pari a circa il 70% dell'intera area, mentre per la restante parte il Consorzio ASI ha provveduto alla elaborazione di un

progetto esecutivo per il completamento delle opere di infrastrutturazione. L'area è raggiungibile dall'autostrada A16 ed è presente un collegamento diretto con la Strada Statale 91.

Le aziende attualmente insediate sono 39, per complessivi circa 1.900 addetti. Fra i settori produttivi presenti prevale quello dei trasporti; significativa anche la presenza di aziende del settore metalmeccanico, alimentare, chimico, ecc.

La zona sud-est dell'agglomerato è interessata dall'insediamento di aziende finanziate dal Patto Territoriale della Baronia (24 aziende risultano già decretate). È inoltre stato realizzato un moderno "Centro Servizi Consortile" che ospiterà, tra gli altri servizi, un centro elaborazione dati e uno sportello bancario.

La viabilità interna all'area è ottima; la depurazione dei reflui, sia industriali che civili, avviene mediante un efficiente impianto collocato all'interno dell'agglomerato e gestiti dal Consorzio ASI.

Le attività produttive insediate presso l'Area Industriale ASI di Valle Ufita sono elencate nella Tabella seguente.

|                                                        |                                            |                                                       |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Lotto 1 - DE MATTEIS AGROALIMENTARE S.p.A.             | Lotto 2 - DE MATTEIS AGROALIMENTARE S.p.A. | Lotto 3 - NICOLA PICCOLO & FIGLI S.n.c.               |
| Lotto 4 - C.M.T. S.r.L.                                | Lotto 5 - DE MATTEIS AGROALIMENTARE S.p.A. | Lotto 6 - ISOLFEN SUD S.r.L.                          |
| Lotto 7 - EUROPEAN RELAX S.r.L.                        | Lotto 8 - C.M.B. S.r.L.                    | Lotto 9 - C.M.B. S.r.L.                               |
| Lotto 10 - CARTON BOX S.r.L.                           | Lotto 11 - OFFICINE LEONE S.r.L.           | Lotto 12 - ISPA S.r.L. Unipersonale                   |
| Lotto 13 - ELETTRAUTOSMA S.N.C.                        | Lotto 14 - CO.BI.EM. S.r.L.                | Lotto 15 - GRAFICHE LUCARELLI S.r.L.                  |
| Lotto 16 - L.I.M.A. S.r.L.                             | Lotto 17 - CO.BI.EM. S.r.L.                | Lotto 18 - ECOENERGY S.r.L. semplificata unipersonale |
| Lotto 19 - INDUSTRIA ITALIANA AUTOBUS S.p.A.           | Lotto 20 - MECNOSUD S.r.L.                 | Lotto 21 - VIA LATTEA S.r.L.                          |
| Lotto 22 - MEDICAL BAGS S.r.L.                         | Lotto 23 - CAMPIONE S.a.s.                 | Lotto 24 - IRPINIA SERRAMENTI S.r.L.                  |
| Lotto 25 - KIRAFINESTRE S.r.L.                         | Lotto 26 - VAPOFORNO S.N.C.                | Lotto 27 - NMC ECOSIDER S.r.L.                        |
| Lotto 28 - DI E DI FORUM S.r.L.                        | Lotto 29 - BIOINVEST                       | Lotto 30 - DE LUCA S.r.L.                             |
| Lotto 31 - ALOHA                                       | Lotto 32 - N.P.R. Costruzioni S.r.L.       | Lotto 33 - GALSOR S.r.L.                              |
| Lotto 34 - INTIMO CONFEZIONI GIADA S.r.L.              | Lotto 35 - REALBEEF S.r.L.                 | Lotto 36 - REALBEEF S.r.L.                            |
| Lotto 37 - PROSIDEA REAL ESTATE S.r.L.                 | Lotto 38 - BUILDING                        | Lotto 39 - COMUNE DI FLUMERI                          |
| Lotto 40 - TERMOTECNICA IRPINA di GIOACCHINO SALVATORE | Lotto 41 - AUTOSERVIZI IRPINI S.p.A.       | Lotto 42 - SCRIMA HOTEL SERVICE S.r.L.                |
| Lotto 43 - REALBEEF S.r.L.                             | Lotto 44 - GUARINO S.r.L.                  | Lotto 45 - MERIDIONAL STAMPI S.r.L.                   |
| Lotto 46 - CRA PREFABBRICATI S.r.L.                    | Lotto 47 - BAKUER S.r.L.                   | Lotto 48 - A.R. Petroli S.r.L.                        |
| Lotto 49 - NMC ECOSIDER S.r.L.                         | Lotto 50 - ALMAG S.r.L.                    | Lotto 51 - CAMPIONE S.A.S.                            |
| Lotto 52 - IMPRONTA ECOLOGICA SUD                      | Lotto 53 - LIMA PREFABBRICATI INDUSTRIALI  | Lotto 19.B - EDISON S.p.A.                            |

**Tabella 2. Aziende insediate presso Area Industriale ASI di Valle Ufita – Flumeri**

## 2. Elaborazione del Modello Concettuale Preliminare del sito e predisposizione del Piano di indagini ambientali

### 2.1 Modello Concettuale Preliminare

Secondo quanto indicato dall'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs 152/2006, il Modello Concettuale Preliminare è stato realizzato sulla base delle informazioni storiche disponibili prima dell'inizio del piano di investigazione ed ha la funzione di descrivere:

- o le caratteristiche specifiche del sito in termini di potenziali fonti della contaminazione;
- o l'estensione, le caratteristiche e le qualità preliminari delle matrici ambientali influenzate dalla presenza delle attività esistenti o passate svolte sul sito;
- o i potenziali percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli individuati.

Il Modello Concettuale Preliminare è rappresentato schematicamente nella figura seguente (Figura 3):



**Figura 3. Rappresentazione schematica del Modello Concettuale Preliminare**

Per la definizione del Modello Concettuale preliminare sono state considerate le indagini condotte in falda durante il corso di controlli effettuati da parte dell'ARPA Campania (cfr Premessa), prima della definizione e dell'attuazione del piano di indagini.

#### 2.1.1 Potenziali fonti di contaminazione

Data la presenza di numerose installazioni industriali a ridosso dell'area presso la quale è stato riscontrato il superamento della Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) del parametro "Tetracloroetilene", in prima approssimazione, si ritiene ragionevole considerare quali potenziali fonti di contaminazione le attività produttive presenti presso l'Area Industriale ASI di Valle Ufita. Si ritiene utile precisare, in ogni caso, che la suddetta ipotesi potrà essere confermata, ovvero smentita, sulla base dei risultati del piano di indagine. In aggiunta, in prossimità dei pozzi contaminati è presente la Stazione di Trasferenza e Compattazione di "IrpiniAmbiente", che è

destinato alle attività di trasferimento dei rifiuti urbani raccolti nei comuni dell'Alta Irpinia (n. 60) e quale cantiere operativo per i servizi di raccolta della stessa area.

### **2.1.2 Estensione, caratteristiche e qualità preliminari delle acque sotterranee influenzate dalla presenza delle attività esistenti o passate svolta sul sito**

Secondo quanto riportato in Premessa, durante l'attività di monitoraggio eseguita dall'ARPA Campania nel periodo 2008-2015, è stato riscontrato il superamento della Concentrazione Soglia di Contaminazione per il parametro "Tetracloroetilene" per i seguenti pozzi:

o Campo pozzi A

- Pozzo "1A"<sup>8</sup> – Anno 2013 (Coordinate UTM –Fuso 33T: 510140,01 m E; 4545441,07 m N – Altitudine 359,27 m s.l.m.)

o Campo pozzi C

- Pozzo "1C" – Anno 2015 (Coordinate UTM - Fuso 33T: 509970,91 m E; 4545377,61 m N – Altitudine 357,74 m s.l.m.);
- Pozzo "3C" – Anno 2011; 2014; 2015 (Coordinate UTM - Fuso 33T: 510162,75 m E; 4545133,54 m N – Altitudine 360,29 m s.l.m.);

Il perimetro dell'area oggetto di indagine, incluse le attività produttive dell'ASI quali potenziali sorgente di contaminazione e la posizione dei pozzi "1A", "1C" e "3C", sono riportati in Figura 4. Si ritiene utile precisare che il pozzo indicato con sigla "1A" nei verbali dell'ARPAC corrisponde al pozzo indicato con sigla "2A" secondo la nomenclatura adottata dal Consorzio di Bonifica dell'Ufita.

Nella stessa Figura 4 sono riportati anche i pozzi del Campo pozzi A ed i pozzi del Campo pozzi C per i quali non è stato rilevato il superamento della CSC per alcun contaminante.

---

<sup>8</sup> Si ritiene utile precisare che il pozzo indicato con sigla "1A" nei verbali dell'ARPAC corrisponde al pozzo indicato con sigla "2A" secondo la nomenclatura adottata dal Consorzio di Bonifica dell'Ufita.



Figura 4. Individuazione delle potenziali sorgenti di contaminazione, dell'area di indagine e dei pozzi di monitoraggio "1A"<sup>9</sup>, "1C", e "3C".

### 2.1.3 Percorsi di migrazione dalle potenziali sorgenti al bersaglio

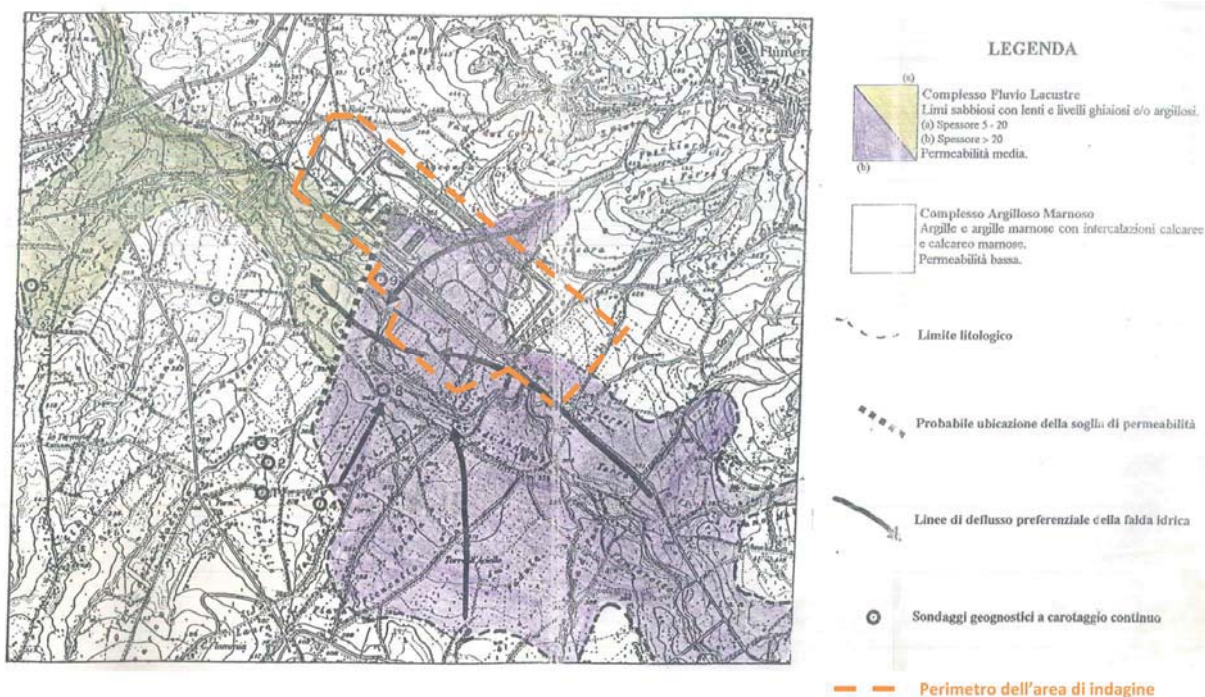
Secondo quanto riportato nella Relazione Idrogeologica allegata all'Intervento di riordino idrogeologico finalizzato alla riqualificazione e sviluppo delle risorse agricole mediante l'irrigazione del fondovalle Ufita – Legge 64/86.de, nell'area in esame è possibile individuare due complessi idrogeologici:

- o Complesso argilloso – marnoso, caratterizzato da permeabilità bassa per porosità;
- o Complesso limoso – ghiaioso, caratterizzato da permeabilità media per porosità.

La falda idrica, che costituisce il bersaglio della migrazione della contaminazione, è localizzata nella zona assiale della piana con deflusso preferenziale verso Nord-Est, coincidente con il deflusso

<sup>9</sup> Si ritiene utile precisare che il pozzo indicato con sigla "1A" nei verbali dell'ARPAC corrisponde al pozzo indicato con sigla "2A" secondo la nomenclatura adottata dal Consorzio di Bonifica dell'Ufita.

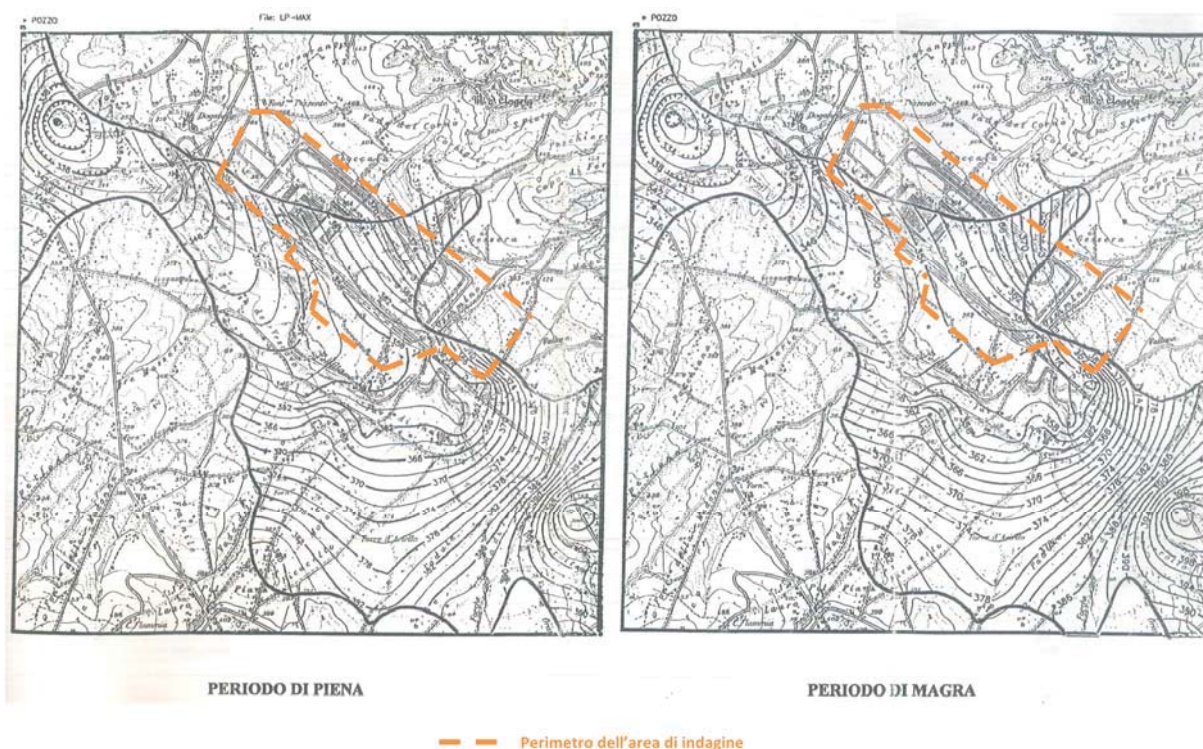
del Fiume Ufita. L'andamento della falda è rappresentato in Figura 5<sup>10</sup>; l'andamento delle curve isopiezometriche, sia in periodo di magra che di piena è rappresentato in Figura 6<sup>11</sup>.



**Figura 5. Carta Idrogeologica**

<sup>10</sup> Consorzio di Bonifica dell'Ufita – Intervento di riordino idrogeologico finalizzato alla riqualificazione e sviluppo delle risorse agricole mediante l'irrigazione del fondovalle Ufita – Legge 64/86 – *Relazione Idrogeologica*.

<sup>11</sup> Consorzio di Bonifica dell'Ufita – Intervento di riordino idrogeologico finalizzato alla riqualificazione e sviluppo delle risorse agricole mediante l'irrigazione del fondovalle Ufita – Legge 64/86 – *Relazione Idrogeologica*.



**Figura 6. Carta delle Isopiezometriche**

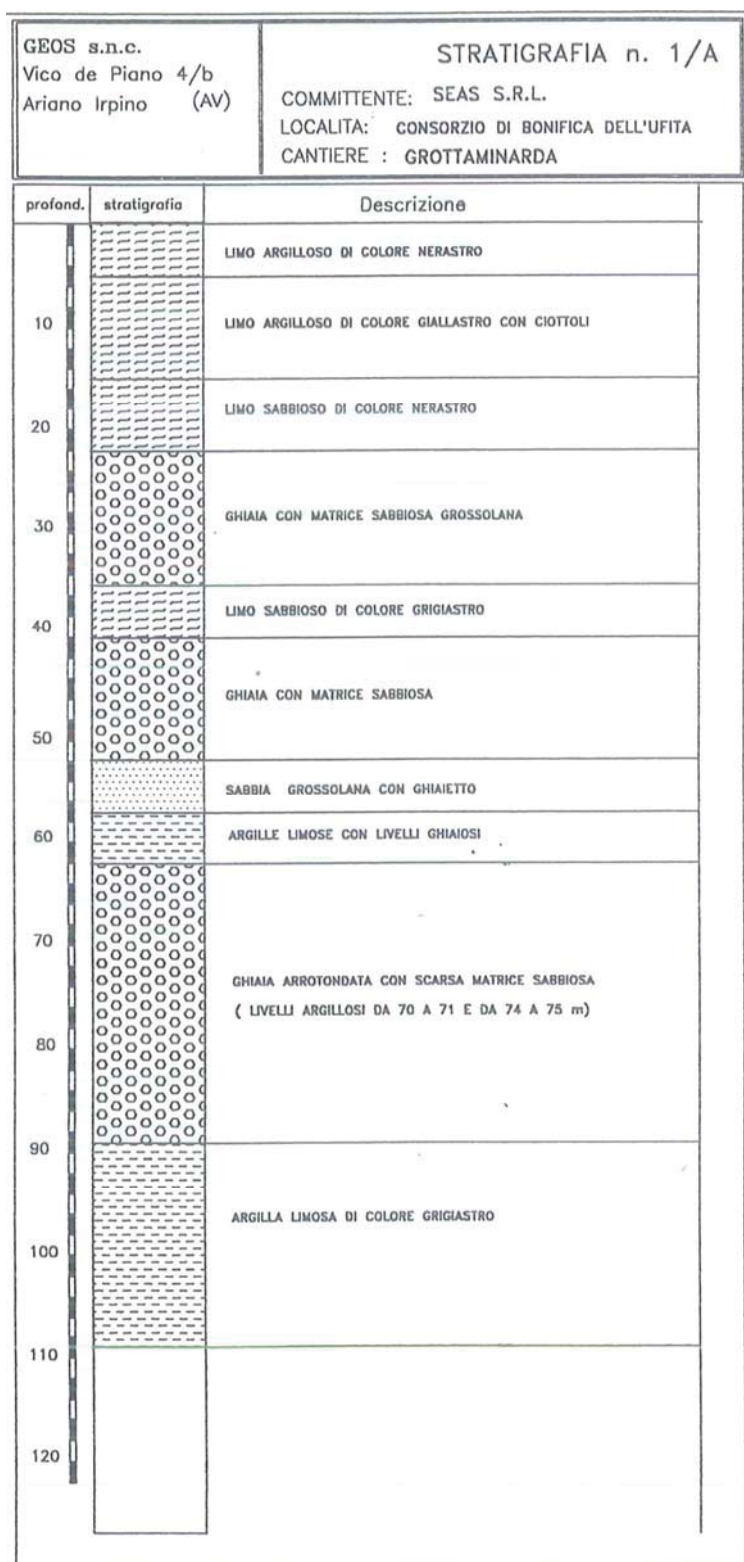
La presenza di livelli permeabili a più altezze, come è possibile vedere dalle stratigrafie<sup>12</sup> dei pozzi “1A”, “2A”, “3A”, “4A” e “5A” (Figura 7) e dalle stratigrafie<sup>13</sup> dei pozzi “1C”, “2C” e “3C” (Figura 8), nel complesso limoso-ghiaioso si determina l’istaurarsi di falde sovrapposte nell’acquifero.

I principali parametri idrodinamici dell’acquifero sono i seguenti:

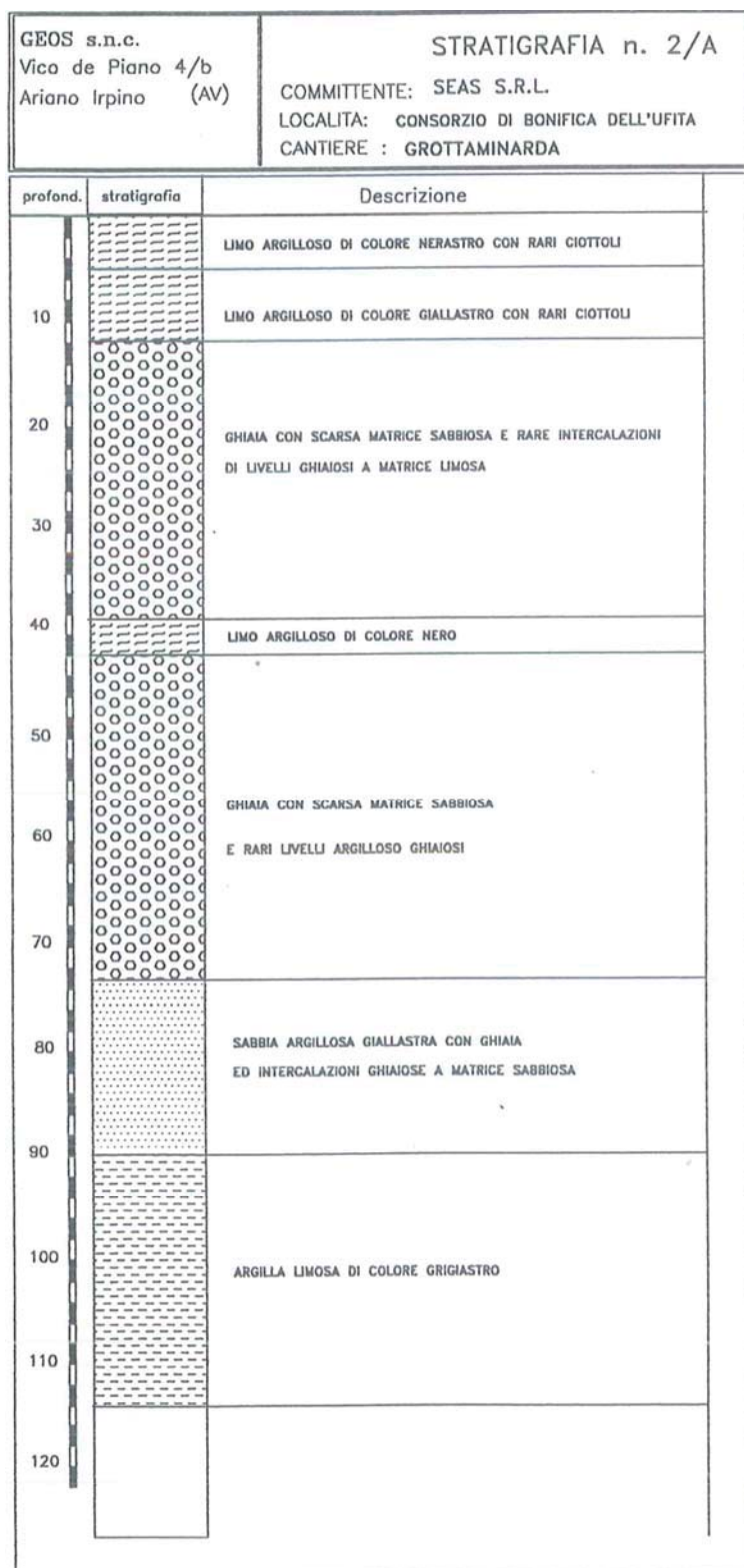
- Gradiente piezometrico variabile tra  $2 \times 10^{-2}$  e  $7 \times 10^{-3}$  con valore medio di  $1.3 \times 10^{-2}$ ;
- Trasmissività tra  $1 \times 10^{-2}$  e  $5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ;
- Spessore dell’acquifero, calcolato sommando gli spessori dei materiali a bassa permeabilità, compreso tra un minimo di circa 30 metri ed un massimo di circa 70 m.

<sup>12</sup> Consorzio di Bonifica dell’Ufita – Intervento di riordino idrogeologico finalizzato alla riqualificazione e sviluppo delle risorse agricole mediante l’irrigazione del fondovalle Ufita – Legge 64/86 – *Risultati preliminari indagini idrogeologiche*.

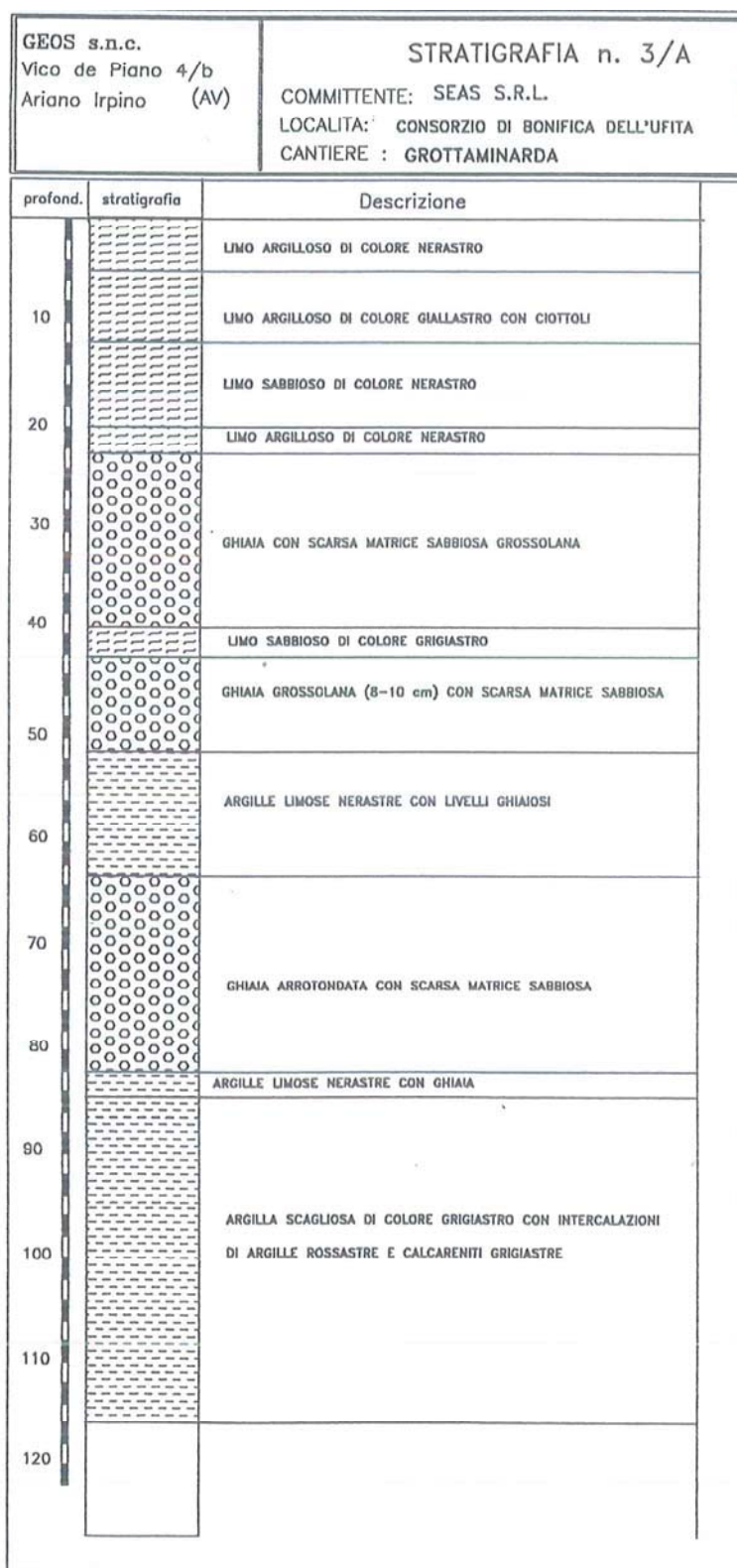
<sup>13</sup> Consorzio di Bonifica dell’Ufita – Intervento di riordino idrogeologico finalizzato alla riqualificazione e sviluppo delle risorse agricole mediante l’irrigazione del fondovalle Ufita - II Lotto – *Esito della ricerca autorizzata con provvedimento dirigenziale della Provincia di Avellino N° 1 dell’11/01/1999*.



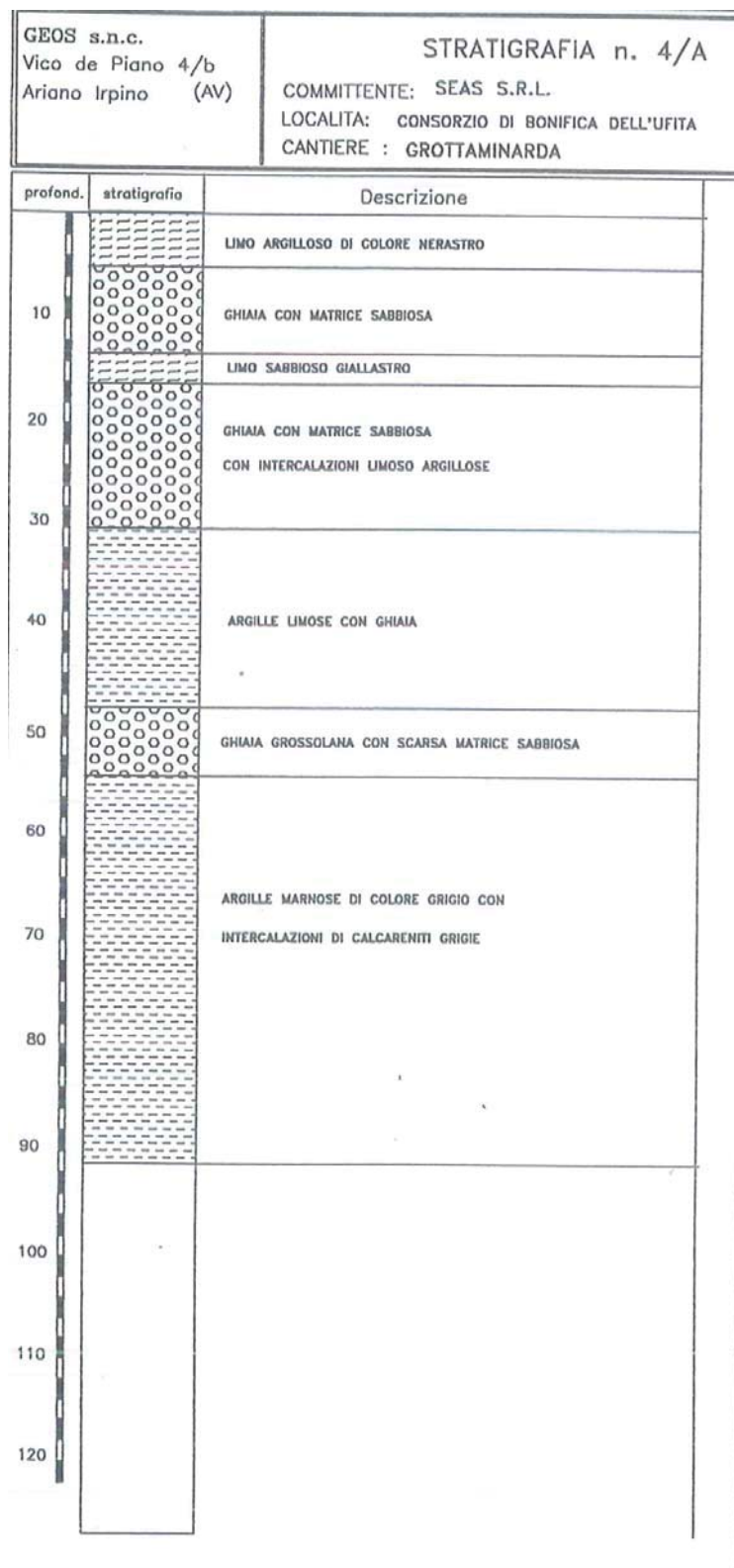
a) – 1A



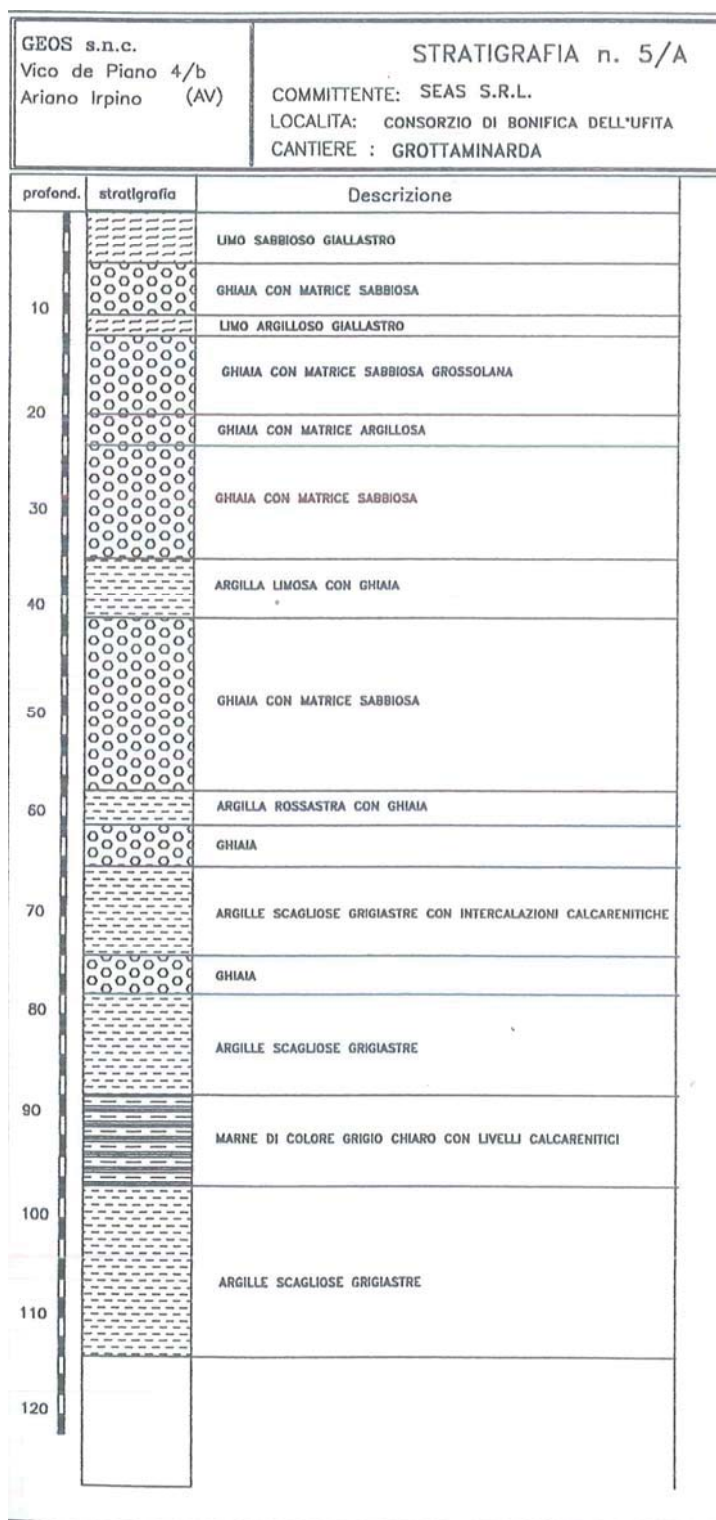
b) – 2A



c) – 3A

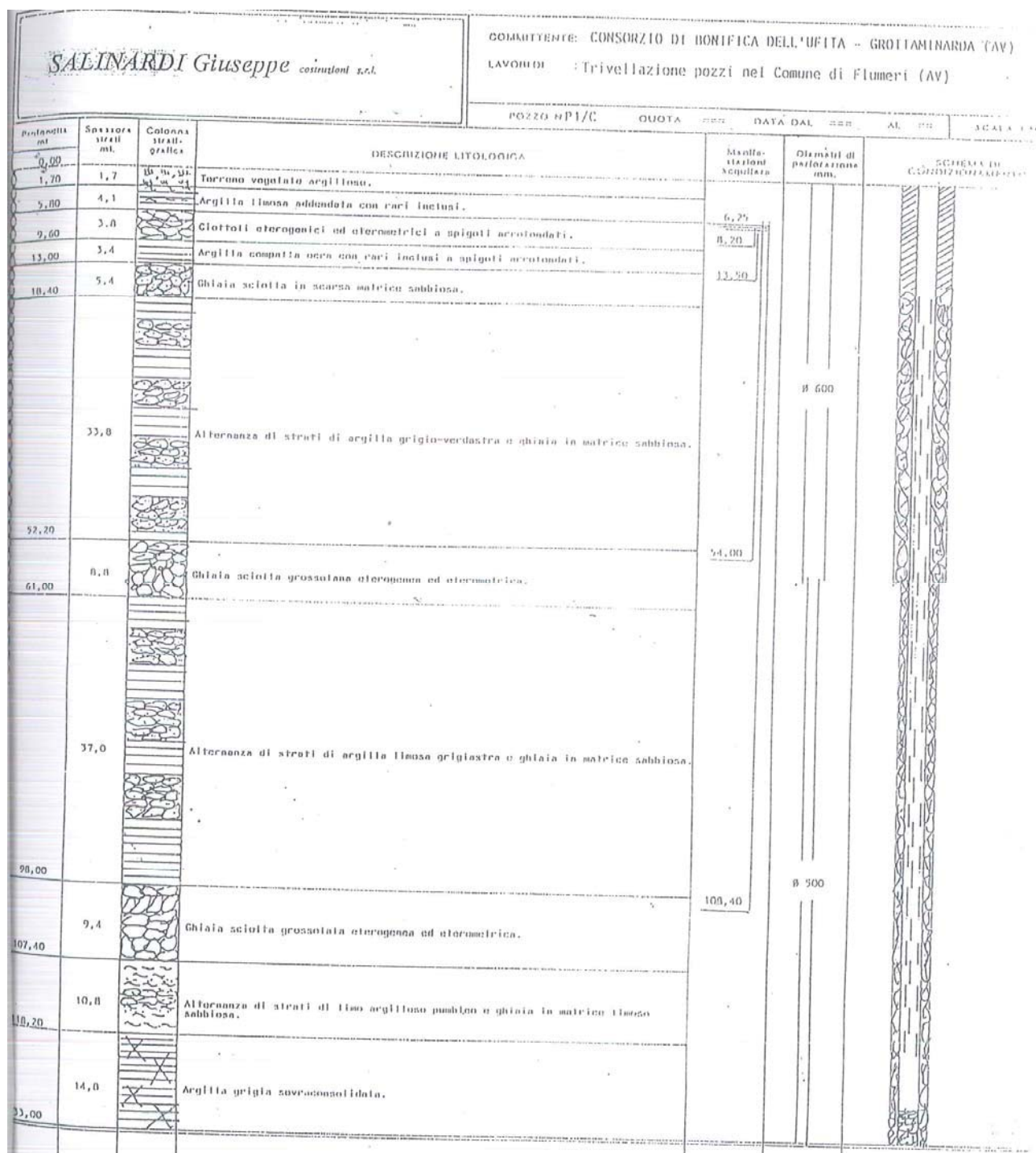


d) – 4A



e) – 5A

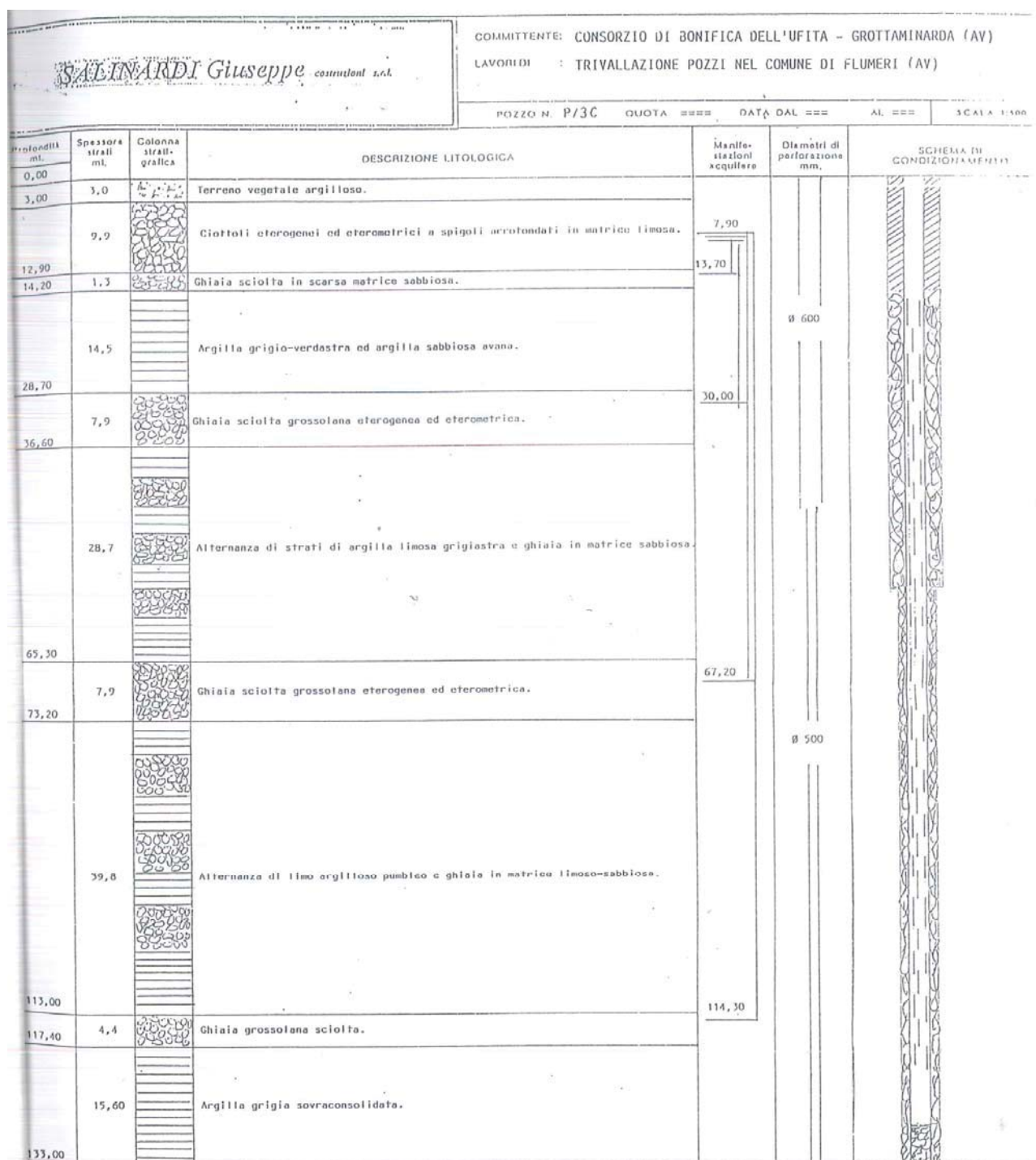
Figura 7. Stratigrafie dei pozzi del Campo pozzi A



a) - 1C

| COMMITTENTE: CONSORZIO DI BONIFICA DELL'UFITA - GROTTAMINARDA (AV)<br>LAVORI : Trivellazione pozzi nel Comune di Flumeri (AV) |                           |                               | POZZO N                                                                         | QUOTA                            | DATA DAL                           | AL                           | SCALA 1:500 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------|
| Profondità<br>mt.                                                                                                             | Spessore<br>strati<br>mt. | Colonna<br>strati-<br>grafica | DESCRIZIONE LITOLOGICA                                                          | Mani-<br>festazioni<br>acquifero | Diametri di<br>perforazione<br>mm. | SCHEMA DI<br>CONDIZIONAMENTO |             |
| 0,00                                                                                                                          | 1,5                       |                               | Terreno vegetale argilloso.                                                     |                                  |                                    |                              |             |
| 1,50                                                                                                                          | 3,9                       |                               | Argilla verdastria con rari inclusi.                                            |                                  |                                    |                              |             |
| 5,40                                                                                                                          | 5,5                       |                               | Ciotoli eterogenei ed eterometrici a spigoli arrotondati in matrice limosa.     | 11,50                            |                                    |                              |             |
| 10,90                                                                                                                         | 3,1                       |                               | Ghiaia sciolta in scarsa matrice sabbiosa.                                      | 12,90                            |                                    |                              |             |
| 14,00                                                                                                                         | 16,6                      |                               | Argilla grigio-verdastria ed argilla sabbiosa avana.                            |                                  | Ø 600                              |                              |             |
| 30,60                                                                                                                         | 12,3                      |                               | Ghiaia sciolta grossolana eterogenea ed eterometrica.                           | 32,00                            |                                    |                              |             |
| 42,90                                                                                                                         | 43,7                      |                               | Alternanza di strati di argilla limosa grigiastria e ghiaia in matrice sabbiosa |                                  |                                    |                              |             |
| 86,60                                                                                                                         | 11,2                      |                               | Ghiaia sciolta grossolana eterogenea ed eterometrica.                           | 89,40                            |                                    |                              |             |
| 97,80                                                                                                                         | 12,5                      |                               | Alternanza di limo argilloso pumbeo e ghiaia in matrice limoso-sabbiosa.        |                                  | Ø 500                              |                              |             |
| 110,30                                                                                                                        | 4,3                       |                               | Ghiaia grossolana sciolta.                                                      | 111,70                           |                                    |                              |             |
| 114,60                                                                                                                        | 18,4                      |                               | Argilla grigia sovraconsolidata.                                                |                                  |                                    |                              |             |
| 130,00                                                                                                                        |                           |                               |                                                                                 |                                  |                                    |                              |             |

b) - 2C



c) - 3C

Figura 8. Stratigrafie dei pozzi del Campo pozzi C

Considerando la posizione delle potenziali fonti di contaminazione all'interno dell'area oggetto di caratterizzazione, la qualità delle acque di falda, l'andamento del flusso di falda e delle curve piezometriche, è possibile definire il modello concettuale preliminare, rappresentato schematicamente in Figura 9.

Si ritiene utile precisare che la contaminazione è stata riscontrata a monte idrogeologico del Fiume Ufita, per cui, in fase di indagine, tale fiume sarà considerato come una sorta di confine naturale.

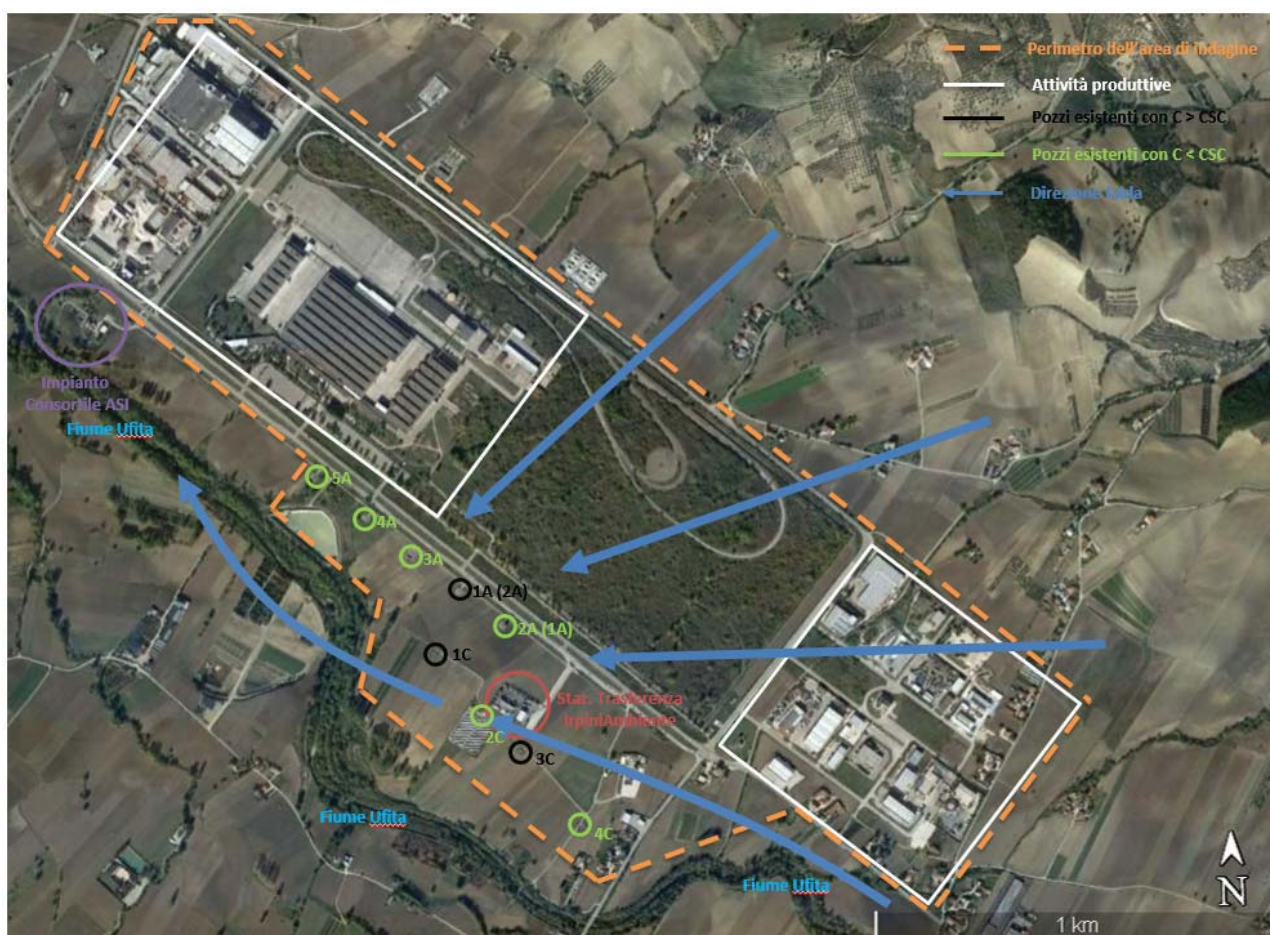


Figura 9. Modello Concettuale Preliminare

## 2.2 Piano di indagini ambientali

Secondo quanto previsto dall'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs 152/2006, il piano di indagini contiene la descrizione delle attività da svolgere in campo ed in laboratorio per la caratterizzazione ambientale del sito al fine di verificare l'eventuale contaminazione delle acque sotterranee. Il presente documento, in particolare, include le attività (procedure di campionamento,

misure di campo, modalità di identificazione, conservazione e trasporto dei campioni, metodiche di prova) che, dopo essere state approvate dalle Autorità Competenti, costituiranno il protocollo da applicare per la caratterizzazione del sito.

Le fonti potenziali di inquinamento sono state definite sulla base del Modello Concettuale Preliminare del sito.

Le indagini hanno l'obiettivo di:

- o verificare l'esistenza di inquinamento nelle acque sotterranee;
- o definire il grado e l'estensione volumetrica dell'inquinamento;
- o ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area al fine di sviluppare il modello concettuale definitivo del sito;
- o ottenere i parametri necessari a condurre nel dettaglio l'analisi di rischio sito specifica.

A tal fine sono stati definiti:

- l'ubicazione e la tipologia delle indagini da svolgere;
- il piano di campionamento delle acque sotterranee;
- il piano di analisi chimico-fisiche e le metodiche analitiche;
- la profondità da raggiungere con le perforazioni;
- le metodologie di interpretazione e restituzione dei risultati.

### 2.2.1 Ubicazione e tipologia delle indagini da svolgere

L'ubicazione dei punti di sondaggio e campionamento è stata scelta adottando il criterio di “ubicazione ragionata”, secondo il quale l’ubicazione è definita sulla base dei dati storici a disposizione e su tutte le informazioni sintetizzate nel modello concettuale preliminare.

Al fine di conoscere la qualità delle matrici ambientali in termini di valori di fondo, saranno prelevati dei campioni da aree adiacenti il sito. In Figura 10 si riporta la localizzazione preliminare dei punti di indagine. L’esatto posizionamento di tali punti sarà verificato a seguito di un sopralluogo atto a stabilire lo stato dei luoghi e la logistica dell’area. Stabilito, inoltre, che la postazione garantisce accessibilità e manovrabilità alla squadra di lavoro per operare in sicurezza, sarà necessario verificare che il sottosuolo lungo la verticale del punto prescelto sia libero da servizi interrati (linee elettriche, del gas, dell'acqua, fognature). Tale verifica dovrà essere condotta preliminarmente mediante la consultazione, ove possibile, delle mappe dei sottoservizi e successivamente, prima di stabilire con precisione il punto in cui operare, sarà eseguita un’indagine

in sito con idonea strumentazione (“cercaservizi”). In aggiunta, sarà affiancato all'utilizzo del “cercaservizi” una indagine con il georadar, al fine di indagare l'eventuale presenza di corpi interrati di dimensioni ignote.

Le coordinate dei suddetti punti sono riportate nella Tabella 2. Si ritiene utile precisare, a riguardo, che qualora non sia possibile raggiungere uno o più punti indicati in Figura 10 (le cui coordinate sono riportate in Tabella 2) a causa di difficoltà/impossibilità di accesso e/o impossibilità di effettuare le lavorazioni in sicurezza e/o non nelle disponibilità dell'ente proprietario e/o dell'ente gestore e/o per ulteriori motivazioni non previste al momento della redazione del presente piano, il punto di indagine sarà ubicato nell'immediata prossimità rispetto alla posizione prevista nel presente piano e tale difformità dovrà essere annotata e motivata nel verbale di campionamento.

I punti di indagine finalizzati alla caratterizzazione della falda saranno suddivisi in quattro gruppi:

- il primo è formato dai pozzi esistenti presso i quali è stata rinvenuta la contaminazione, indicati con “1A”<sup>14</sup>, “1C” e “3C” (Figura 10);
- il secondo è formato dai pozzi esistenti presso i quali non è stata rinvenuta la contaminazione, indicati con “2A”<sup>15</sup>, “3A”, “4A”, “5A”, “2C” e “4C” (Figura 10);
- il terzo da punti interni all'area individuata quale potenziale sorgente di contaminazione, indicati con sigle S, da S1 a S18 (Figura 10);
- il quarto dai punti di campionamento finalizzati alla definizione dei valori di fondo, indicati con sigla F, da F1 a F5, di cui F1, F2 e F3 a monte dell'area da caratterizzare e F4 e F5 a valle dell'area da caratterizzare (Figura 10).

Si ritiene utile evidenziare che, considerando l'andamento della falda profonda e la posizione della Stazione di Trasferenza, i pozzi “1C”, “2C” e “3C” garantiranno il monitoraggio della falda profonda a valle della Stazione di Trasferenza; mentre i punti di indagine “S7”, “S8”, “S9”, “S11”, “S12”, “S15” e “S17” garantiscono il monitoraggio della falda profonda a monte della Stazione di Trasferenza.

<sup>14</sup> Si ritiene utile precisare che il pozzo indicato con sigla “1A” nei verbali dell'ARPAC corrisponde al pozzo indicato con sigla “2A” secondo la nomenclatura adottata dal Consorzio di Bonifica dell'Ufita.

<sup>15</sup> Si ritiene utile precisare che il pozzo indicato con sigla “1A” nei verbali dell'ARPAC corrisponde al pozzo indicato con sigla “2A” secondo la nomenclatura adottata dal Consorzio di Bonifica dell'Ufita.



Figura 10. Posizione dei punti di indagine delle acque sotterranee

| Sigla punto di indagine | Coordinate (UTM – 33T) |            |
|-------------------------|------------------------|------------|
|                         | E [m]                  | N [m]      |
| 1A*                     | 510140,01              | 4545441,07 |
| 2A <sup>#</sup>         | 510035,74              | 4545528,34 |
| 3A <sup>#</sup>         | 509921,19              | 4545625,55 |
| 4A <sup>#</sup>         | 509811,20              | 4545716,25 |
| 5A <sup>#</sup>         | 509686,55              | 4545820,59 |
| 1C*                     | 509970,91              | 4545377,61 |
| 2C <sup>#</sup>         | 510076,02              | 4545242,40 |
| 3C*                     | 510162,75              | 4545133,54 |
| 4C <sup>#</sup>         | 510310,58              | 4544937,55 |
| S1 <sup>§</sup>         | 509463                 | 4546947    |
| S2 <sup>§</sup>         | 509124                 | 4546453    |
| S3 <sup>§</sup>         | 509536                 | 4546510    |
| S4 <sup>§</sup>         | 509981                 | 4545727    |
| S5 <sup>§</sup>         | 510370                 | 4546207    |
| S6 <sup>§</sup>         | 509741                 | 4545884    |

| Sigla punto di indagine                                                                                                                                                                                                                                                                             | Coordinate (UTM – 33T) |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | E [m]                  | N [m]   |
| S7 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 510667                 | 4545142 |
| S8 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 511133                 | 4545153 |
| S9 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 511060                 | 4545604 |
| S10 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 509302                 | 4546712 |
| S11 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 511388                 | 4545238 |
| S12 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 511148                 | 4544833 |
| S13 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 509331                 | 4546264 |
| S14 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 509722                 | 4546734 |
| S15 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 510319                 | 4545420 |
| S16 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 509526                 | 4546064 |
| S17 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 510874                 | 4545389 |
| S18 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 509414                 | 4546616 |
| F1 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 511597                 | 4545215 |
| F2 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 510510                 | 4546202 |
| F3 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 509703                 | 4546853 |
| F4 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 509072                 | 4546224 |
| F5 <sup>§</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 509974                 | 4545043 |
| <p>*Solo campionamento: pozzi nei quali è la concentrazione di “Tetracloroetilene” è stata misurata superiore alla corrispettiva CSC.</p> <p>#Solo campionamento: pozzi nei quali non è stato rilevato il superamento di alcuna CSC.</p> <p>§Sondaggio attrezzato a piezometro + campionamento.</p> |                        |         |

**Tabella 3. Coordinate dei punti di indagine delle acque sotterranee**

### 2.2.2 Piano di campionamento delle acque sotterranee

I sondaggi (S1-S18; F2-F5) saranno attrezzati a piezometro, saranno realizzati mediante perforazione a distruzione di nucleo, utilizzando un carotiere con diametro Ø113 mm e di lunghezza adeguata, e saranno finestrati in corrispondenza della falda.

Il sondaggio F1 sarà attrezzato a piezometro e sarà realizzato mediante perforazione a rotazione a carotaggio continuo, utilizzando un carotiere di diametro Ø113 mm e di lunghezza adeguata (1500-3000 mm).

Ogni piezometro sarà realizzato secondo la buona pratica professionale e nel rispetto di almeno le seguenti fasi:

1. realizzazione del foro;
2. posa in opera del tubo di rivestimento finestrato in corrispondenza della falda;
3. realizzazione del dreno in corrispondenza del tratto finestrato;

#### 4. realizzazione del setto impermeabile e cementazione sommitale.

Per ogni piezometro, inoltre, dovranno essere presenti i seguenti elementi principali:

- ☐ rivestimento (tubazione cieca)
- ☐ filtro (tubazione fessurata)
- ☐ fondello
- ☐ tappo di fondo
- ☐ dreno
- ☐ sigillatura
- ☐ cementazione
- ☐ pozzetto
- ☐ boccapozzo.

Per il sondaggio F1 sarà costruita la sezione stratigrafia riportando la presenza, laddove riscontrata, di livelli di falda a più altezze.

Le acque di falda saranno campionate mediante campionamento dinamico. In particolare, prima del campionamento saranno effettuate le operazioni di spurgo con una portata inferiore a 2 L/min mentre il campionamento sarà eseguito con una portata inferiore ad 1 L/min.

Prima delle operazioni di spurgo e campionamento, in condizioni di falda indisturbata, si procederà alla misura della soggiacenza della falda mediante freatimetro. Data la particolare natura della falda durante lo spurgo sarà controllata la stabilizzazione dei parametri caratteristici: pH, temperatura e conducibilità mediante sonda multiparametrica. Le operazioni di spurgo termineranno all'ottenimento della stabilizzazione dei parametri caratteristici della falda.

Terminate le operazioni di spurgo, per ogni punto di indagine saranno effettuate le operazioni di campionamento. In particolare, per ogni punto di indagine, saranno prelevati un numero idoneo di campioni, in duplice aliquota, una per l'analisi da condurre ad opera dei soggetti privati, una per archivio a disposizione dell'ente di controllo. Il numero di campioni ed il volume di acqua di ciascun campione saranno prelevati in relazione alla metodica di analisi (cfr. 2.2.3). Le aliquote saranno immediatamente refrigerate dopo il prelievo ed inviate al laboratorio di analisi entro 4 ore dal momento del prelievo. Tutti i campioni saranno posti in idonei contenitori, chiusi ermeticamente con tappo a vite ed etichettati evidenziando il codice identificativo del pozzo, la data e l'ora del prelievo.

Qualora durante l'attività di perforazione sarà rilevata una falda superficiale, ovvero una falda a profondità inferiori a quella minima da raggiungere (cfr. 2.2.4), in corso d'opera si dovrà valutare se eseguire la perforazione fino al raggiungimento della falda profonda ed affiancare a tale perforazione una nuova perforazione da attrezzare a piezometro, procedendo con il campionamento della falda superficiale; oppure proseguire con la perforazione fino al raggiungimento della falda profonda senza indagare la falda superficiale (cfr. 2.2.4). Nel caso in cui si scelga di campionare la falda superficiale:

- la corrispondente perforazione sarà eseguita mediante perforazione a rotazione a carotaggio continuo, utilizzando un carotiere di diametro Ø113 mm e di lunghezza adeguata (1500-3000 mm), e sarà effettuata la ricostruzione della stratigrafia a valle di tale campionamento;
- l'attività di perforazione continuerà mediante la realizzazione di un nuovo piezometro alla minima distanza tecnicamente possibile rispetto al precedente, procedendo con le procedure come da piano di indagini;
- le difformità rispetto al piano di campionamento dovranno essere annotata e motivata nel verbale di campionamento, specificando le coordinate dei piezometri.

In termini di sequenza temporale di esecuzione del piano di caratterizzazione ambientale, si procederà nel modo seguente:

- I. campionamento dei pozzi già esistenti: pozzi da "1A" a "5A" e pozzi da "1C" a "4C";
- II. realizzazione dei sondaggi e campionamento per la definizione dei valori di fondo: punti di indagine da F1 a F5;
- III. realizzazione dei sondaggi e campionamento dei punti interni all'area individuata quale potenziale sorgente di contaminazione: punti di indagine da S1 a S18 (l'esecuzione del piano sarà eseguito da Ovest verso Est).

### 2.2.3 Piano di analisi chimico-fisiche e le metodiche analitiche

Per ogni campione di acqua sotterranea saranno determinati i seguenti parametri:

- o Georeferenziazione del punto di indagine
- o Profondità della superficie piezometrica
- o Temperatura
- o pH
- o Conducibilità

o Ossidabilità

ed i composti elencati di seguito (D. Lgs. 152/2006 Parte IV, Allegato n°5, Tabella n°2).

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
|    | <b>Composto</b>                    |
|    | <i>Metalli</i>                     |
| 1  | Alluminio                          |
| 2  | Antimonio                          |
| 3  | Argento                            |
| 4  | Arsenico                           |
| 5  | Berillio                           |
| 6  | Cadmio                             |
| 7  | Cobalto                            |
| 8  | Cromo totale                       |
| 9  | Cromo (VI)                         |
| 10 | Ferro                              |
| 11 | Mercurio                           |
| 12 | Nichel                             |
| 13 | Piombo                             |
| 14 | Rame                               |
| 15 | Selenio                            |
| 16 | Manganese                          |
| 17 | Tallio                             |
| 18 | Zinco                              |
|    | <i>Inquinanti inorganici</i>       |
| 19 | Boro                               |
| 20 | Cianuri liberi                     |
| 21 | Fluoruri                           |
| 22 | Nitriti                            |
| 23 | Solfati (mg/L)                     |
|    | <i>Composti organici aromatici</i> |
| 24 | Benzene                            |
| 25 | Etilbenzene                        |
| 26 | Stirene                            |
| 27 | Toluene                            |
| 28 | para-Xilene                        |
|    | <i>Policiclici aromatici</i>       |
| 29 | Benzo(a) antracene                 |

|    | <b>Composto</b>                            |
|----|--------------------------------------------|
| 30 | Benzo (a) pirene                           |
| 31 | Benzo (b) fluorantene                      |
| 32 | Benzo (k,) fluorantene                     |
| 33 | Benzo (g, h, i) perilene                   |
| 34 | Crisene                                    |
| 35 | Dibenzo (a, h) antracene                   |
| 36 | Indeno (1,2,3 - c, d) pirene               |
| 37 | Pirene                                     |
| 38 | Sommatoria (31, 32, 33, 36 )               |
|    | <i>Alifatici clorurati cancerogeni</i>     |
| 39 | Clorometano                                |
| 40 | Triclorometano                             |
| 41 | Cloruro di Vinile                          |
| 42 | 1,2-Dicloroetano                           |
| 43 | 1,1 Dicloroetilene                         |
| 44 | Tricloroetilene                            |
| 45 | Tetracloroetilene                          |
| 46 | Esaclorobutadiene                          |
| 47 | Sommatoria organoalogenati                 |
|    | <i>Alifatici clorurati non cancerogeni</i> |
| 48 | 1,1 - Dicloroetano                         |
| 49 | 1,2-Dicloroetilene                         |
| 50 | 1,2-Dicloropropano                         |
| 51 | 1,1,2 - Tricloroetano                      |
| 52 | 1,2,3 - Tricloropropano                    |
| 53 | 1,1,2,2, - Tetracloroetano                 |
|    | <i>Alifatici alogenati cancerogeni</i>     |
| 54 | Tribromometano                             |
| 55 | 1,2-Dibromoetano                           |
| 56 | Dibromoclorometano                         |
| 57 | Bromodiclorometano                         |
|    | <i>Nitrobenzeni</i>                        |
| 58 | Nitrobenzene                               |
| 59 | 1,2 - Dinitrobenzene                       |
| 60 | 1,3 - Dinitrobenzene                       |
| 61 | Cloronitrobenzeni (ognuno)                 |

|    |                                            |
|----|--------------------------------------------|
|    | <b>Composto</b>                            |
|    | <i>Clorobenzeni</i>                        |
| 62 | Monoclorobenzene                           |
| 63 | 1,2 Diclorobenzene                         |
| 64 | 1,4 Diclorobenzene                         |
| 65 | 1,2,4 Triclorobenzene                      |
| 66 | 1,2,4,5 Tetraclorobenzene                  |
| 67 | Pentaclorobenzene                          |
| 68 | Esaclorobenzene                            |
|    | <i>Fenoli e Clorofenoli</i>                |
| 69 | 2-clorofenolo                              |
| 70 | 2,4 Diclorofenolo                          |
| 71 | 2,4,6 Triclorofenolo                       |
| 72 | Pentaclorofenolo                           |
|    | <i>Ammine aromatiche</i>                   |
| 73 | Anilina                                    |
| 74 | Difenilamina                               |
| 75 | p-toluidina                                |
|    | <b>FITOFARMACI</b>                         |
| 76 | Alaclor                                    |
| 77 | Aldrin                                     |
| 78 | Atrazina                                   |
| 79 | alfa - esacloroetano                       |
| 80 | beta - esacloroetano                       |
| 81 | Gamma - esacloroetano (lindano)            |
| 82 | Clordano                                   |
| 83 | DDD, DDT, DDE                              |
| 84 | Dieldrin                                   |
| 85 | Endrin                                     |
| 86 | Sommatoria fitofarmaci                     |
|    | <i>Diossine e furani</i>                   |
| 87 | Sommatoria PCDD, PCDF (conversione TEF)    |
|    | <b>ALTRE SOSTANZE</b>                      |
| 88 | PCB                                        |
| 89 | Acrilammide                                |
| 90 | Idrocarburi totali (espressi come n-esano) |
| 91 | Acido para - ftalico                       |

|    | Composto                  |
|----|---------------------------|
| 92 | Amianto (fibre A > 10 mm) |

**Tabella 4. Parametri analizzati per le acque sotterranee (D. Lgs. 152/2006 Parte IV, Allegato n°5, Tabella n°2).**

Per quanto riguarda le metodologie di campionamento, prelievo ed indagine analitica, si farà riferimento a<sup>16</sup>:

- Metodi IRSA-CNR;
- Metodi UNI e UNICHIM;
- Metodi USEPA;
- Metodi APHA;
- Metodi ASTM.

#### **2.2.4 Profondità da raggiungere con le perforazioni**

Data la potenziale presenza di più acquiferi sovrapposti e considerando le profondità raggiunte dai pozzi per i quali è stato rilevato il superamento della CSC per il parametro “Tetracloroetilene” (Pozzi: “1A”, “1C” e “3C”), la profondità delle perforazioni per i sondaggi da S1 a S18 e quella da F1 a F5 dovranno essere tali da raggiungere un valore di almeno 130 m, ovvero dovranno essere tali da raggiungere lo strato di argilla sovraconsolidata; una volta individuato lo strato di argilla sovraconsolidata, ovvero la profondità di 130 m, la perforazione sarà effettuata per almeno 2 m all’interno dello strato.

#### **2.2.5 Metodologie di interpretazione e restituzione dei risultati**

I risultati delle attività di indagine delle acque sotterranee saranno espressi sotto forma di tabelle di sintesi, che includono il confronto con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione fissate dal D. Lgs. 152/2006 Parte IV, Allegato n°5, Tabella n°2.

Per ogni parametro, inoltre, sarà associato la stima dell’incertezza per la valutazione della conformità ai limiti normativi, nel rispetto di quanto previsto dalla *UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005*, e sulla base di quanto previsto dalla normativa vigente in materia ambientale.

<sup>16</sup> Si ritiene utile precisare che le analisi chimiche saranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l’ottenimento di valori almeno 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

### **2.2.6 Chiusura delle attività di cantiere**

Al termine delle operazioni di perforazione e campionamento sarà effettuato la chiusura dei fori di sondaggio mediante posa di apposito pozzetto di protezione dotato di lucchetto di chiusura e chiavi, per garantire le condizioni di sicurezza del piano di calpestio e, soprattutto, per impedire che il foro possa costituire un accesso diretto al sottosuolo e alla falda acquifera per eventuali contaminanti superficiali o materiali estranei.

### **3. Adempimenti a valle dei risultati del piano di indagini ambientali**

A seguito dei risultati del piano di indagini ambientali sarà possibile intraprendere l'esecuzione delle seguenti azioni ed adempimenti, così come previsti dall'Allegato II "Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati" al Titolo V della Parte Quarta del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e ss.mm.ii.

#### **3.1 Esecuzione di eventuali indagini integrative necessarie alla luce dei primi risultati raccolti**

Sulla base dei risultati del presente Piano di indagini, se ritenuto necessario, si potrà procedere alla predisposizione di indagini integrative mirate alla migliore definizione del Modello Concettuale Definitivo del sito.

#### **3.2 Elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti e rappresentazione dello stato di contaminazione delle acque sotterranee**

Tutti i risultati analitici ricavati nel corso delle fasi di indagine costituiscono la base di dati a cui riferirsi per il grado e l'estensione della contaminazione nel sito.

I risultati delle attività di indagine delle acque sotterranee saranno espressi sotto forma di tabelle di sintesi, di rappresentazioni grafiche e cartografiche, tra cui saranno realizzate:

- o carte dell'ubicazione delle indagini svolte e dei punti di campionamento;
- o carte piezometriche, con evidenziazione delle direzioni prevalenti di flusso e dei punti di misura;
- o carte di rappresentazione della contaminazione (ad esempio curve di isoconcentrazione);
- o ecc.

#### **3.3 Elaborazione del Modello Concettuale Definitivo**

L'elaborazione di un Modello Concettuale Definitivo del sito è mirata alla rappresentazione dell'interazione tra lo stato di contaminazione della falda e l'ambiente naturale e/o costruito.

Il Modello Concettuale Definitivo include:

- le caratteristiche specifiche del sito in termini di stato delle potenziali fonti della contaminazione (attive, non attive, in sicurezza, ecc.);
- il grado ed estensione della contaminazione delle acque superficiali e sotterranee del sito e dell'ambiente da questo influenzato;
- i percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli individuati nello scenario attuale.

Nel caso di siti in esercizio, il modello concettuale dovrà inoltre includere tutte le informazioni necessarie per stabilire le priorità di intervento per la eventuale verifica delle sorgenti primarie di contaminazione e la messa in sicurezza e bonifica del sottosuolo. Parte integrante del modello concettuale del sito è la definizione del modello idrogeologico dell'area che descrive in dettaglio le caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi superficiali e profondi in quanto vettori della contaminazione.

### **3.4 Identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili calcolati mediante analisi di rischio**

La Caratterizzazione del sito si riterrà conclusa con la definizione da parte del Proponente e l'approvazione da parte delle Autorità Competenti, dei livelli di concentrazione residua accettabili nel terreno e nelle acque sotterranee mediante l'applicazione dell'analisi di rischio secondo quanto previsto dall'Allegato 1 “Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica” al Titolo V della Parte Quarta del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e ss.mm.ii.

L'Analisi di Rischio dovrà essere sviluppata verificando i percorsi di esposizione attivi individuati dal Modello Concettuale Definitivo.

#### 4. Stima preliminare del costo delle principali lavorazioni per la realizzazione del piano di indagini ed analisi chimiche

Nel presente paragrafo si riporta una stima preliminare del costo delle principali lavorazioni per la realizzazione del piano di indagini ed analisi chimiche. Tale stima è stata condotta utilizzando, laddove possibile, i prezzi unitari delle lavorazioni prese in esame facendo riferimento al *Prezzario regionale dei Lavori Pubblici anno 2018*<sup>17</sup> della Regione Campania; in caso di indisponibilità di tali prezzi, si è fatto riferimento a valori stimati da indagini di mercato.

Si ritiene utile precisare che la presente stima è da ritenersi puramente indicativa e non vincolante. Il valore finale del costo del piano di indagini ed analisi chimiche dovrà essere definito in fase di predisposizione della gara di affidamento dell'esecuzione del piano di indagini, da parte del soggetto responsabile della predisposizione di tale gara.

Le principali lavorazioni per la realizzazione del piano di indagini ed analisi chimiche sono riportate nella tabella che segue, in cui sono indicati anche i prezzi unitari:

| Descrizione lavorazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Prezzo unitario  | Unità di misura |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
| Attrezzature installate in corrispondenza di ciascun punto di perforazione, compreso il primo, su aree pianeggianti accessibili ai normali mezzi di trasporto compresi gli oneri del trasporto da una piazzola a quella successiva, compreso eventuali oneri per l'accertamento sottoservizi sino a -1,50 mt dal p.c., compreso il ripristino dello stato dei luoghi per distanze oltre i 300 m | 252,32           | €/cad           |
| Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, con carotieri di diametro compreso fra 86 e 127 mm, in terreni a granulometria grossolana quali ghiaie sabbiose, ghiaie, ciottoli, blocchi e in rocce lapidee per ogni metro lineare superiore a 100 m dal piano campagna                                                                                       | 233,97*          | €/m             |
| Perforazione ad andamento verticale eseguita a distruzione di nucleo, con carotieri di diametro compreso fra 86 e 127 mm, comprensiva dell'eventuale esame del cutting, in terreni a granulometria grossolana quali ghiaie sabbiose, ghiaie, ciottoli, blocchi per ogni metro lineare superiore a 100 m dal piano campagna                                                                      | 87,94**          | €/m             |
| Piezometri a tubo aperto, installati in fori già predisposti, compresa la fornitura dei materiali occorrenti, l'eventuale formazione drenante con l'esclusione della fornitura del pozzetto protettivo, dei tubi piezometrici e calza in TNT fino a 160 m                                                                                                                                       | 46,84***         | €/m             |
| Allestimento di ciascun piezometro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 109,1            | €/cad           |
| Pozzetti di protezione strumentazione compresa la relativa posa in opera e lucchetto di chiusura                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 116,85           | €/cad           |
| Sviluppo del piezometro mediante lo spurgo delle acque di falda, comprese l'installazione e la disinstallazione dell'impianto di sollevamento idrico, la fornitura di energia elettrica e 2 ore di spurgo.                                                                                                                                                                                      | 350 <sup>#</sup> | €/cad           |

<sup>17</sup> Delibera della Giunta Regionale della Regione Campania n. 824 del 28.12.2017 ad oggetto "D. Lgs 18 Aprile 2016, n. 50 - L.R. 27 febbraio 2007, n. 3. Prezzario regionale dei Lavori Pubblici anno 2018".

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|
| Prelievo di campioni di acqua da piezometri per analisi chimiche, comprensivo dei materiali e attrezzature occorrenti, tramite utilizzo di pompa sommersa con portata di campionamento < 1 l/min (installazione e disininstallazione dell'impianto idrico incluse).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 120 <sup>#</sup>  | €/cad |
| Analisi chimiche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2000 <sup>#</sup> | €/cad |
| <p>*Valore stimato mediante interpolazione lineare dei prezzi unitari da 20 m a 100 m dal piano campagna con riferimento al .Prezzario regionale dei Lavori Pubblici anno 2018 della Regione Campania per la lavorazione di interesse.</p> <p>**Valore stimato mediante interpolazione lineare dei prezzi unitari da 40 m a 80 m dal piano campagna con riferimento al .Prezzario regionale dei Lavori Pubblici anno 2018 della Regione Campania per la lavorazione di interesse..</p> <p>***Valore stimato raddoppiando il prezzo unitario per la voce "Per metri di tubo installato da 0 a 80 m dal piano campagna" pari a 23,42 €/m con riferimento al .Prezzario regionale dei Lavori Pubblici anno 2018 della Regione Campania.</p> <p><sup>#</sup>Valore stimato da indagini di mercato.</p> |                   |       |

**Tabella 5. Stima preliminare dei prezzi unitari delle principali lavorazione per la realizzazione del piano di indagini e di analisi chimiche**

La stima preliminare del costo delle principali lavorazioni per la realizzazione del piano di indagini ed analisi chimiche è riportata di seguito:

| Descrizione lavorazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Costo unitario  | Numero perforazioni <sup>§</sup> | Profondità singola perforazione [m] <sup>#</sup> | Numero campioni da analizzare <sup>§</sup> | Totale [€] |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------|
| Attrezzature installate in corrispondenza di ciascun punto di perforazione, compreso il primo, su aree pianeggianti accessibili ai normali mezzi di trasporto compresi gli oneri del trasporto da una piazzola a quella successiva, compreso eventuali oneri per l'accertamento sottoservizi sino a - 1,50 mt dal p.c., compreso il ripristino dello stato dei luoghi per distanze oltre i 300 m | 252,32<br>€/cad | 23                               | -                                                | -                                          | 5.803,36   |
| Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a carotaggio continuo, con carotieri di diametro compreso fra 86 e 127 mm, in terreni a granulometria media quali sabbie, sabbie ghiaiose ed in rocce tenere tipo tufi, arenarie tenere, ecc. per ogni metro lineare superiore a 100 m dal piano campagna                                                                               | 233,97<br>€/m   | 1                                | 132                                              | -                                          | 30.884,04  |
| Perforazione ad andamento verticale eseguita a distruzione di nucleo, con carotieri di diametro compreso fra 86 e 127 mm, comprensiva dell'eventuale esame del cutting, in terreni a granulometria media quali sabbie, sabbie ghiaiose ed in rocce tenere per ogni metro lineare superiore a 100 m dal piano campagna                                                                            | 87,94<br>€/m    | 22                               | 132                                              | -                                          | 255.377,76 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |    |     |                 |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----|-----|-----------------|-------------------|
| Piezometri a tubo aperto, installati in fori già predisposti, compresa la fornitura dei materiali occorrenti, l'eventuale formazione drenante con l'esclusione della fornitura del pozzetto protettivo, dei tubi piezometrici e calza in TNT fino a 160 m         | 46,84 €/m    | 23 | 132 | -               | 142.206,24        |
| Allestimento di ciascun piezometro                                                                                                                                                                                                                                | 109,1 €/cad  | -  | -   | 23              | 2.509,3           |
| Pozzetti di protezione strumentazione compresa la relativa posa in opera e lucchetto di chiusura                                                                                                                                                                  | 116,85 €/cad | -  | -   | 23              | 2.687,55          |
| Sviluppo del piezometro mediante lo spurgo delle acque di falda, compreso l'installazione e la disinstallazione dell'impianto di sollevamento idrico, la fornitura di energia elettrica e 2 ore di spurgo.                                                        | 350 €/cad    | -  | -   | 23              | 8.050             |
| Prelievo di campioni di acqua da piezometri per analisi chimiche, comprensivo dei materiali e attrezzature occorrenti, tramite utilizzo di pompa sommersa con portata di campionamento < 1 l/min (installazione e disinstallazione dell'impianto idrico incluse). | 120 €/cad    | -  | -   | 23              | 2.760             |
| Analisi chimiche                                                                                                                                                                                                                                                  | 2000 €/cad   | -  | -   | 32 <sup>^</sup> | 64.000            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |    |     | Totale          | <b>514.278,25</b> |
| <sup>§</sup> Cfr 2.2.1 (punti di indagine con sigla S e F)<br><sup>#</sup> Cfr 2.2.4<br><sup>^</sup> Sono incluse le analisi chimiche per i punti di indagine con sigla S e F e per i pozzi esistenti con sigla A e C.                                            |              |    |     |                 |                   |

**Tabella 6. Stima preliminare del costo delle principali lavorazioni per la realizzazione del piano di indagini ed analisi chimiche**

La somma dei costi stimati preliminarmente delle principali lavorazioni per la realizzazione del piano di indagini ed analisi chimiche è pari a 514.278,25 €. Tale valore è da ritenersi una stima preliminare e potenzialmente soggetto a variazione, dal momento che è stato ottenuto facendo riferimento esclusivamente alle principali lavorazioni per la realizzazione del piano di indagini ed analisi chimiche e dal quale, quindi, sono state escluse ulteriori lavorazioni non considerate di interesse per la presente stima preliminare, che però dovranno essere considerate al momento della preparazione del bando di gara.

Si ritiene doveroso evidenziare, inoltre, che il costo per l'eventuale caratterizzazione della falda superficiale non è incluso nella presente stima preliminare, pertanto il valore totale potrà essere soggetto a variazione qualora si decida di procedere con il campionamento della falda superficiale.

Si ritiene indispensabile evidenziare, altresì, che i valori dei costi delle principali lavorazioni ivi riportati sono frutto di una stima preliminare, a partire dalle ipotesi sopradescritte, e che pertanto possono essere soggetti a variazioni anche significative, che, ovviamente, si riflettono su una corrispondente variazione del valore totale.