



UNIONE EUROPEA  
Fondo europeo di sviluppo regionale

## REGIONE CAMPANIA

Direzione Generale per la Difesa del Suolo e l'Ecosistema

# PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DELLA FALDA PER L'AREA SOLOFRANA E MONTORESE

CUP: B53I22000100006

CIG: 92297831E2

### Relazione Integrativa:

***“Proposta operativa per la predisposizione di un piano di monitoraggio e di indagini ambientali propedeutici alla progettazione della successiva fase di bonifica della falda per L'AREA VASTA SOLOFRANA-MONTORESE”***

Gennaio 2025

ATI:



Ecoricerche S.r.l.  
mandataria



SIA S.r.l.  
mandante

Prof. Ing. Giovanni Perillo  
mandante

Direttore Operativo: Geol. Gerardo D'Urso

Direttore Operativo - CSE: Ing. Carmine Montano

Responsabile Unico del Procedimento: Geol. Vincenzo Testa

Direttore dell'Esecuzione del Contratto: Ing. Massimo Tedesco

Dirigente UOD Bonifiche 50.06.05: Dott. Angelo Ferraro



Unione Europea



REGIONE CAMPANIA



SOLOFRA



MONTORO

## SOMMARIO

<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
<b>2. SINTESI RISULTATI DI CARATTERIZZAZIONE</b>	<b>5</b>
2.1 FINALITÀ E RISULTATI DELLE ATTIVITÀ SVOLTE	5
<b>3. CONTESTO DI RIFERIMENTO E DATI UTILI</b>	<b>7</b>
3.1 L'UNITÀ IDROGRAFICA SARNO	7
3.2 I MODELLI DI RIFERIMENTO	7
<b>4. PIANO INDAGINI E MONITORAGGIO PRESENTATO</b>	<b>9</b>
3.1 CENSIMENTO PUNTI D'ACQUA	10
3.1.1 CENSIMENTO POZZI COMUNE DI SOLOFRA	11
3.1.2 CENSIMENTO POZZI COMUNE DI MONTORO	12
3.2 PROPOSTA INDAGINI INTEGRATIVE SISMICHE E GEOLOGICHE	12
3.3 POZZI DI NUOVA REALIZZAZIONE	14
3.4 INDIVIDUAZIONE DEI POZZI DA MONITORARE	15
<b>5. METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO E SET ANALITICO</b>	<b>15</b>

## PREMESSA

I goals (*obiettivi e contenuti*) della seguente relazione suppletiva sono finalizzati all'espletamento del procedimento ambientale relativo alla contaminazione da tetracloroetilene della acqua di falda dell'area vasta solofrana-montorese.

Lo scopo principale della presente nota è quello di poter fornire un supporto tecnico alla Regione Campania per la **chiusura di una CdS decisoria** relativa alle risultanze di un PdC dalle quali si evince il superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) del tetracloroetilene in una area vasta in cui **non è possibile redigere** un'AdR sito-specifica.

### Punti chiave chiusura CdS decisoria

- Riconoscimento contaminazione matrice acqua profonda da tetracloroetilene senza elaborazione dell'AdR (*considerazioni ARPAC tavolo tecnico*);
- Presentazione (da approvare in sede di CdS) di una proposta operativa per la predisposizione di un "*Piano di monitoraggio ed indagini ambientali integrative*" propedeutico alla successiva fase di bonifica (*ai sensi d.lgs. 152/2006*) redatto con il supporto ARPAC.

Si evidenzia che quanto sopra esposto è anche quanto previsto dal *D.lgs. 152/06*, infatti dopo l'approvazione (*ai sensi dell'Art. 242 comma 7, del Titolo V alla Parte Quarta del D.lgs. 152/2006*) dell'Analisi di rischio, dovrà essere elaborato un **progetto operativo di bonifica** o di **messa in sicurezza, operativa o permanente**, relativo agli interventi che dovranno essere messi in atto al fine di minimizzare le condizioni di rischio individuate e non aggravare la situazione attuale di contaminazione.

La proposta di monitoraggio ambientale e le attività di indagini ambientali integrative sono **finalizzate ad identificare** l'effettiva estensione dell'area contaminata nella quale **verificare** il permanere nel tempo delle necessarie condizioni che assicurano la protezione ambientale e della salute pubblica.

A tale scopo sono state presunte le necessarie ed ulteriori indagini ambientali integrative basate sulla definizione di **un nuovo modello concettuale del sito** (*a partire da quello definito nel PdC approvato*) più idoneo allo scopo e rispondente, inoltre, alle considerazioni/osservazioni espresse dalle amministrazioni, coinvolte nel procedimento ambientale (*Arpac, Comuni, AdB*), nell'ambito dello svolgimento del Tavolo Tecnico convocato con nota *UOD 50.06.05 prot. n. 535878 del 12.11.2024*.

I contenuti della proposta ed i nuovi punti di indagine/monitoraggio potranno essere potenzialmente integrati (successivamente) nelle reti di monitoraggio esistenti (*sistema informativo acque europeo - WISE*) previste nell'ambito dei piani di

- **Piano di Gestione delle Acque** (PGA - *III Ciclo 2021-2027*)  
*DPCM del 07/06/2023 - G.U. n. 214 del 13/09/2023*;
- **Piano Tutela delle Acque** (PTA 2020/2026)  
*D.G.R. n. 440 del 12.10.2021*.

È utile ricordare che l'attuazione dei programmi di monitoraggio è una specifica competenza regionale, che opera per il tramite delle ARPA.

ATI:

RT – Proposta integrativa

## 1. INTRODUZIONE

La proposta di piano di monitoraggio e piano di indagini ambientali integrative propedeutici alla progettazione della successiva fase di bonifica della falda va a configurarsi come l'insieme degli interventi da eseguire in un sito con attività in esercizio (*antropiche e industriali*) atti a garantire un adeguato livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente, in attesa dei successivi interventi di messa in sicurezza permanente o bonifica da realizzarsi successivamente.

In tal senso, la presente proposta inquadra, come già premesso, le necessarie attività di indagini, monitoraggio e controllo **finalizzate** ad **identificare** l'effettiva estensione dell'area contaminata nella quale **verificare** anche il permanere nel tempo delle necessarie condizioni che assicurano la protezione ambientale e della salute pubblica.

La proposta conterrà, sulla base dei risultati raggiunti nella fase implementativa delle attività di caratterizzazione ambientale svolta, una programmazione delle attività integrative finalizzate alla necessità dell'ottenimento di una più dettagliata definizione dell'assetto geologico, tettonico ed idrogeologico relativa all'area vasta considerata.

In seguito si riporta, preliminarmente, la descrizione sintetica dei principali risultati delle attività preliminari di caratterizzazione ambientale già eseguite.

## 2. SINTESI RISULTATI DI CARATTERIZZAZIONE

Si riporta, di seguito, la descrizione sintetica dei principali risultati ottenuti dalle attività preliminari di caratterizzazione ambientale già eseguite dagli scriventi. Tali attività sono state svolte nell'ambito di un affidamento di servizi agli scriventi inerenti l'espletamento dell'incarico di realizzazione del "Piano di caratterizzazione della falda per l'area solofrana e montorese" ai sensi del D.LGS. 152-2006 da realizzarsi nel Comune di Solofra (AV) e Montoro (AV) e affidato agli scriventi dalla Regione Campania ("Procedura aperta n.3460/A/2022 - Piano di caratterizzazione della falda per l'area solofrana e montorese – CIG 92297831E2 – CUP B53I22000100006").

I lavori ed i servizi forniti dall'ATI hanno riguardato l'esecuzione delle campagne di campionamento e caratterizzazione delle matrici acqua sotterranea, superficiale, suolo e sottosuolo, come delineato nel capitolato prestazionale delle specifiche di gara.

### 2.1 FINALITÀ E RISULTATI DELLE ATTIVITÀ SVOLTE

Le attività svolte, descritte nel dettaglio nelle relazioni tecniche conclusive depositate, alle quali si rimanda per eventuali approfondimenti, hanno riguardato la **verifica dello stato qualitativo delle acque di falda** e dei terreni relative alle aree di Solofra e Montoro in Provincia di Avellino.

I risultati e le modalità elaborative dei dati acquisiti durante lo svolgimento dalle attività di campo e di laboratorio (per dettagli si vedano gli elaborati "R\_IG - Relazione descrittiva indagini geognostiche e geofisiche"; "R\_AC – Relazione descrittiva delle indagini svolte in laboratorio"), hanno permesso, attraverso il **modello concettuale** necessario al corretto inquadramento dello stato del sito, di individuare lo stato qualitativo dell'area **relativamente alle sue condizioni ambientali**.

A partire da tali posizioni, in fase di esecuzione del piano di caratterizzazione e attraverso gli interventi di indagini e monitoraggio ambientale, è stata stimata una ipotetica variazione della **estensione di impatto della contaminazione sul territorio (plumes inquinanti)** relativa a diversi periodi temporali.

Tale stima è stata basata su un **modello numerico elaborativo di tipo statistico**, la cui componente stocastica di interpolazione geostatistica (*ruolo strumentale del modello*), ha permesso di passare da **valori discreti** delle misure della contaminazione (*misure puntuali*) a **valori continui (curve di isoconcentrazioni)**, consentendo di cogliere alcuni aspetti salienti del fenomeno di contaminazione (*ruolo descrittivo del modello*).

Attraverso lo svolgimento delle indagini preliminari sono state verificate le ipotesi di partenza del *Modello Concettuale Preliminare* pervenendo successivamente ad un *Modello Concettuale Definitivo*.

Dalle risultanze delle attività di indagini ambientali eseguite (cfr. "Relazione tecnica conclusiva") e sulla scorta dei risultati analitici emessi dai *Laboratori Arpac* sui campioni di suolo e di acqua sotterranea prelevati da personale del Dipartimento di Avellino durante la campagna di indagini effettuata nel periodo marzo-ottobre 2023, (cfr. *Relazione di Validazione ARPAC n. 48/TF/23 - Sito: POR FESR 2014/2020 – Asse 6 – Azione 6.2 - Intervento "Caratterizzazione della falda profonda Solofrana Montorese"*), si evince il superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) per alcuni contaminanti indice.

ATI:

RT – Proposta integrativa

Le attività di caratterizzazione effettuate nell'area in oggetto, hanno, quindi, indicato dei **superamenti dei limiti normativi** nei seguenti comparti ambientali:

- *Zona satura (acque sotterranee)* relativamente ai valori delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) dei contaminanti indice: *Tetracloroetilene, Sommatoria degli Organoalogenati, Cromo VI, Tricloroetano (1,1,2), Esaclorobutadiene, Ferro, Alluminio, Fluoruri, Dicloroetilene (1,1), Piombo, Arsenico e Antimonio;*
- *Zona insatura (suolo profondo)* relativamente ai valori delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) dei contaminante indice: *Idrocarburi, Dibenzo(a,h)pirene, Cobalto, Arsenico, Piombo, Selenio e Zinco.*

Sebbene nel Modello Concettuale Preliminare sono state ipotizzate quali possibili cause di contaminazione da tetracloroetilene le attività industriali legate al settore conciario, tuttavia, in relazione ai risultati delle indagini preliminari eseguite e alle informazioni storiche reperite, allo stato attuale, nel sito **non risultano note o certe le sorgenti primarie** di contaminazione.

Per tale motivo, ai fini dell'inquadramento del Modello Concettuale **a base dell' AdR**, le aree di insediamento di aziende legate ad attività produttive particolarmente pericolose dal punto di vista ambientale (*conciaria e chimica*) sono state considerate dei **Centri di Pericolo**.

È in tale ottica che le **sorgenti primarie** della contaminazione (**non note**) potrebbero essere rappresentate da **Centri di Pericolo**, ubicati nell'area di interesse, e che potrebbero aver generato (o generare) la contaminazione della matrice ambientale acqua di falda.

Tali *Centri di Pericolo* sono suscettibili ad una più adeguata identificazione e mappatura geografica relativamente alle aree di insediamento di attività industriali attive (*Centri di Pericolo primario*) e alle aree industriali dismesse (*Centri di Pericolo Secondario*).

### 3. CONTESTO DI RIFERIMENTO E DATI UTILI

#### 3.1 L'UNITA IDROGRAFICA SARNO

Unità idrografica 19 – SARNO

**Corpi Idrici superficiali**

BACINI IDROGRAFICI PRINCIPALI	SUPERFICIE (Km <sup>2</sup> )	PERIMETRO (Km)
SARNO	433,33	120,66



**Corpi Idrici sotterranei**

CORPI IDRICI	CODICE WISE	Tipo	Superficie (Km <sup>2</sup> )
M. Accellica-M.Licini- M. Mai	IT15AAC13	Tipo A - Carbonatico	235,48
Monti di Avella - Partenio-Pizzo D'Alvano	IT15MAVE10		373,63
Monti di Salerno	IT15ASAL12		47,79
Monti Lattari - Isola di Capri	IT15ALAT11	Tipo D - Alluvionale	273,17
Piana di Sarno	IT15DSO-SAN		194,28
Piana di Solofra	IT15DSOL131		94,37



Per quanto concerne l'Inquadramento dei Corpi idrici sotterranei e reti di monitoraggio già implementate afferenti alla falda in esame, si rimanda ai Piani di Gestione e di Tutela delle Acque.

#### 3.2 I MODELLI DI RIFERIMENTO

Il **modello di falda acquifera** da implementare per caratterizzare la risorsa idrica sotterranea sia nella condizione di falda indisturbata sia in presenza manufatti o di variazioni delle condizioni di alimentazione che possono modificarne il naturale deflusso sotterraneo, **sarà basato** sui **modelli** necessari ad eseguire una l'analisi di scenari di rischio e risanamento finalizzati all'individuazione di possibili fonti di inquinamento, nonché di probabili bersagli e vie di trasporto di un contaminante venuto in contatto con la risorsa idrica sotterranea.

Va ricordato che i **modelli applicabili** nel campo delle acque sotterranee possono essere di diversi tipi (*modelli di tipo concettuale, modelli matematici numerici e/o analitici modelli fisici, ecc....*).

Molto utilizzati risultano i **modelli numerici**, la loro ampia diffusione ha indotto a considerare l'espressione "*modello delle acque sotterranee*" come un sinonimo di "*modelli numerici per le acque sotterranee*".

I prerequisiti per la **modellazione numerica** di una risorsa idrica sotterranea sono la costruzione di un **modello concettuale prima e matematico poi** che permettano di

ATI:

RT – Proposta integrativa

schematizzare il problema ai suoi soli tratti essenziali, senza per questo perdere le caratteristiche di rappresentatività e verosimiglianza con la realtà.

Tali strumenti numerici sono stati implementati in diversi software, di seguito quelli più usati e riconosciuti nella letteratura tecnico-scientifica:

- **ModFlow - USGS** (United States Geological Survey) - *Nelle sue molteplici versioni e pacchetti (MODPATH, MODFLOWP, SEAWAT, ecc...);*
- **Mt3d - USGS** (United States Geological Survey) - *Famiglia di software di trasporto di massa nelle acque sotterranee spesso utilizzato con ModFlow;*
- **FEFlow - DHI Group** (Dansk Hydraulisk Institut) - *Per la simulazione dei processi di flusso e trasporto in mezzi porosi basata su tecniche numeriche agli elementi finiti;*

Si evidenzia che sostanzialmente tutti i codici di calcolo a base della loro implementazione risolvono "numericamente" ovvero in modo "opportunamente approssimato" con particolari tecniche numeriche (*elementi finiti, differenze finite, metodi di minimizzazione, ecc.*), delle equazioni differenziali alle derivate parziali che governano il moto e il trasporto all'interno degli acquiferi (*equazioni di bilancio di grandezze estensive*).

Alcune caratteristiche del sottosuolo, (*conducibilità, porosità, potenziali di pressione, ecc...*) per le quali non può esistere o non è nota, una legge matematica che le rappresenti, sono ricostruite per (*opportuna*) interpolazione in tutto il dominio a partire da valori puntuali (*prelevi/sondaggi*).

La **costruzione del modello numerico** di una falda acquifera presuppone la conoscenza di tutte le caratteristiche geologiche/strutturali e idrogeologiche dell'acquifero oggetto di studio.

Il processo di costruzione di un modello numerico prevede le seguenti fasi:

- *Raccolta ed interpretazione i dati;*
- *Comprensione del sistema naturale;*
- *Costruzione del modello concettuale;*
- *Scelta del modello numerico;*
- *Calibrazione e validazione del modello;*
- *Applicazione del modello;*
- *Presentazione dei risultati.*

I risultati restituiti dai modelli numerici sono numeri che rappresentano il valore che assumono determinate variabili (*dipendenti*) in punti discreti del dominio (*differenze finite*) in un dato tempo (*ad esempio valori di concentrazioni di specie chimiche, proprietà del terreno, ecc...*).

Questi risultati vengono generalmente resi più facilmente e velocemente comprensibili anche a chi non conosce perfettamente il software utilizzato tramite presentazione grafica degli stessi in due o tre dimensioni.

Si ricorda infine che le maggiori difficoltà sono in genere riscontrate nella fase di costruzione del modello concettuale ed in modo particolare nella caratterizzazione geologica/strutturale ed idrogeologica delle aree di interesse.

ATI:

RT – Proposta integrativa



## 4. PIANO INDAGINI E MONITORAGGIO PRESENTATO

La proposta di monitoraggio presentata, con scala temporale stagionale (*quadrimestrale*) e durata di almeno tre anni, viene basata sulla **necessità di perfezionamento del dettaglio informativo (*ambientale*) dei modelli concettuali precedentemente utilizzati.**

Per la sua attuazione sono state previste le seguenti distinte fasi operative:

1. *Censimento punti d'acqua (pozzi, sorgenti, ...);*
2. *Esecuzione di indagini di tipo geofisico ed idrogeologico per una più adeguata e definizione di dettaglio del modello geostratigrafico-tettonico-strutturale ed idrogeologico;*
3. *Realizzazione di pozzi ex-novo per una più adeguata e migliore definizione di dettaglio delle caratteristiche dell'acquifero e del modello idrogeologico;*
4. *Individuazione dei pozzi/piezometri da monitorare.*

Nel prosieguo si riportano i contenuti di base, dell'idea di massima presentata, da fornire ai futuri progettisti incaricati (Ingegnere senior e Geologo senior) per il successivo studio di fattibilità (*formalmente progetto di fattibilità tecnica ed economica*).

### 3.1 CENSIMENTO PUNTI D'ACQUA

Per meglio definire le caratteristiche idrogeologiche delle aree in esame, dovrà essere necessario eseguito un censimento punti d'acqua con relativa schedatura ed archiviazione in un database che implementerà il database progettato per l'archiviazione dei dati del PdC gestito e consultabile in ambiente GIS. In particolare, per ogni singolo punto d'acqua censito (*sia essi privati che pubblici*) dovranno essere rilevati le principali caratteristiche dell'opera, ovvero coordinate geografiche, identificazione dell'opera (*pozzi, sorgenti, bottini di presa, ...*), dati stratigrafici (*se reperibili*), definizione dell'acquifero in sfruttamento, livello statico della piezometrica, uso/attività, eventuali attrezzature installate, presenza di impianti supplitivi (ad es. filtri a carboni attivi), e quanto ritenuto necessario e meglio definito nella successiva fase di progettazione del piano di monitoraggio. Inoltre, una attenta analisi dovrà essere eseguita sulle eventuali analisi chimiche pregresse eseguite su ogni singolo punto d'acqua.

Dalle risultanze del PdC emerge che la l'acquifero maggiormente interessato dal tetracloroetilene è quello profondo attestato nei depositi carbonatici. Per le opere che intercettano tale acquifero non è stato possibile, nella fase di attuazione del PdC, definirne le loro caratteristiche pertanto sarà necessario progettare interventi di salpaggio degli impianti presenti (*laddove possibile basandosi sul precedente punto – censimento punti d'acqua*) e definirne le loro caratteristiche anche mediante video-ispezioni.

Nella fase progettuale una annosa problematica da affrontare è quella di definire l'eventuale interconnessione tra gli acquiferi di base di Solofra e di Montoro, che sono stati sempre considerati non interconnessi tra loro, e quindi divisi da spartiacque sotterranei non chiaramente identificati. Quanto detto si desume dagli studi effettuati dal Prof. Celico (*che sono la base degli studi eseguiti nel PdC*) dove si rappresenta la superficie freatica profonda ben distinte nelle due Valli di Solofra e Montoro. Tale problematica potrà essere affrontata solo dopo aver eseguito anche la fase delle indagini integrative prevedendo, anche su specifici pozzi un confronto del chimismo delle acque.

Per la schedatura di campo, oltre alle informazioni dette in precedenza, dovrà essere progettato su apposito modulo di registrazione che deve contenere almeno:

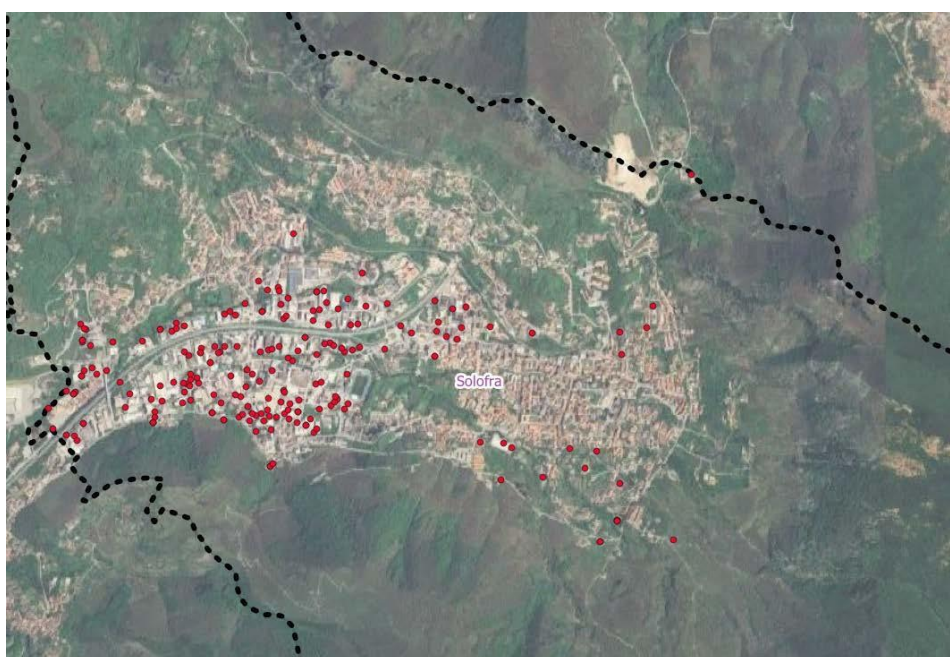
- a. *Georeferenziazione in coordinate geografiche dei punti d'acqua;*
- b. *Identificazione del corpo idrico sotterraneo di afferenza;*
- c. *Dimensionamento dell'opera e sua schematizzazione;*
- d. *Valutazione quantitativa e qualitativa della risorsa sotterranea;*
- e. *Eventuale controllo del chimismo delle acque nel tempo;*
- f. *Disponibilità dell'opera ad essere integrata nella rete di monitoraggio ambientale.*

### 3.1.1 Censimento pozzi comune di Solofra

Nel Comune di Solofra sono stati censiti n° 146 delle aziende presenti sul territorio a questi devono essere aggiunti quelli che sono rientrati nel PdC ed in particolare sono in numero di 21 pozzi dei quali, però, ne se ne conoscono le caratteristiche costruttive e né tanto meno gli aggotamenti che vengono eseguiti.

Inoltre, in tale area sono stati realizzati per la stesura del PdC n° 15 piezometri spinti mediamente sino alla profondità di 50 mt interessando per lo più l'acquifero superficiale.

Di seguito si riporta uno stralcio satellitare con la ubicazione di tutti i punti d'acqua sino ad ora censiti (in rosso).

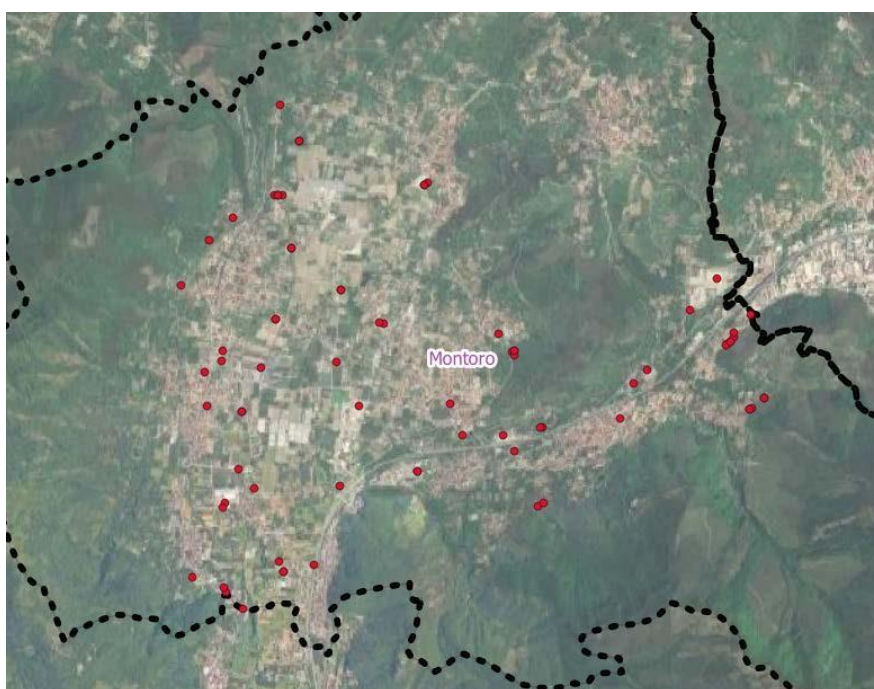


### 3.1.2 Censimento pozzi comune di Montoro

Nel Comune di Montoro sono stati censiti n° 35 delle aziende presenti sul territorio a questi devono essere aggiunti quelli che sono rientrati nel PdC ed in particolare sono in numero di 14 pozzi dei quali, però, ne se ne conoscono le caratteristiche costruttive e ne tanto meno gli aggettamenti che vengono eseguiti.

Inoltre, in tale area sono stati realizzati per la stesura del PdC n° 12 piezometri spinti mediamente sino alla profondità di 50 mt interessando per lo più l'acquifero superficiale.

Di seguito si riporta uno stralcio satellitare con la ubicazione di tutti i punti d'acqua sino ad ora censiti (in rosso).



### 3.2 PROPOSTA INDAGINI INTEGRATIVE SISMICHE E GEOLOGICHE

Al fine di migliorare la definizione del modello geologico-stratigrafico, tettonico-strutturale ed idrogeologico dell'area vasta, potranno essere previste alcune tipologie di indagini, sia di carattere geofisico che idrogeologico. Le prime, in dettaglio saranno sia indagini di sismica passiva di tipo HVSR che sismica attiva ovvero sismica a riflessione classica e col metodo *Common Depth Point* (CDP).

Le indagini HVSR saranno eseguite, sia nel comune di Solofra che Montoro, lungo sezioni trasversali e parallele alle singole valli, nonché in corrispondenza dei piezometri eseguiti per il PdC. In particolare per i piezometri di nuova realizzazione le prove sismiche passive avranno lo scopo di individuare la quota di rinvenimento del *bedrock carbonatico*.

La ubicazione delle prove HVSR lungo sezioni opportunamente scelte consentiranno di definire andamento morfologico del tetto della Formazione Carbonatica (*sede dell'acquifero*

ATI:

RT – Proposta integrativa

*principale*) e quindi meglio definire il Modello Geologico-strutturale del sottosuolo dell'area oggetto di studio.

Per quanto concerne invece *i profili di sismica a riflessione*, saranno eseguiti su specifiche sezioni ritenute significative solo dopo aver eseguito la prima fase di studio, sia nella valle di Solofra che in quella di Montoro. Le prove avranno lo scopo di meglio definire la morfologia del *bedrock carbonatico* e, laddove possibile, rilevare la presenza di *lineazioni tettoniche sepolte*.

La sismica a riflessione è una metodologia d'indagine geofisica attiva utilizzata nell'esplorazione del sottosuolo per riconoscere l'assetto stratigrafico e strutturale dei corpi geologici profondi. I tempi di ritorno dei segnali riflessi, opportunamente elaborati mediante software dedicati, permettono di produrre sezioni sismostratigrafiche in grado di fornire informazioni sull'assetto geologico e delle lineazioni strutturali.

Viste le condizioni logistiche di sito (*Aree fortemente urbanizzate*) oltre ai classici stendimenti di sismica a riflessione si propone di utilizzare anche tecnica di acquisizione in modalità *common-depth-point* (CDP) in ragione delle lunghezze limitate degli stendimenti.

La tecnica di acquisizione in modalità CDP consente di energizzare in differenti punti lungo stendimenti limitati, investigando sempre la verticale centrale allo stendimento, ottenendo così un unico segnale determinato dall'insieme di tutti quelli registrati.

Vista la particolarità dell'indagine di seguito si riporta una specifica della prova proposta.

La tecnica consente di incrementare il rapporto segnale/rumore rendendo il risultato finale più nitido in quanto filtrato degli effetti generati dal rumore random o coerente. La tecnica di Analisi Multicanale delle Onde Riflesse a singolo CDP o CSG è la semplificazione 1D della classica tecnica a riflessione 2D. Il vantaggio di tale tecnica deriva dalla semplificazione di acquisizione di un singolo CDP o CSG (*Common Shot Gather*) da analizzare mediante il tradizionale *processing flow* della tecnica classica a riflessione per ottenere una sismostratigrafia e un modello di velocità del sottosuolo su una verticale singola. Acquisire un CDP o un CSG, nel caso si operi su superfici sub-pianeggianti e nel sottosuolo si abbiano contatti litologici continui con pendenze non superiori ai 10-15° è del tutto equivalente. Diversamente, se la superficie riflettente è molto irregolare o fortemente inclinata, il solo metodo di acquisizione disponibile a garantire l'efficacia della tecnica è il CDP con stendimento di tipo split-spread a 24 o 48 geofoni, adottando un interdistanza-geofonica di 4 o 5 m, energizzando nel punto centrale con una massa battente su una traversina, in modo da generare onde SH ed ottenere in questo modo un profilo Vs; normalmente le energizzazioni da eseguire saranno maggiori di 6, in modo da sommarle con la tecnica dello stacking ed aumentare il rapporto segnale-rumore.

Alla fase di acquisizione di campagna seguiranno diversi steps di processing del dato sismico acquisito, seguendo il workflow classico della tecnica a riflessione, comprensivo di analisi di velocità, al fine di ottenere un profilo di Vs sino a profondità considerevoli, nell'ordine di 150-200 m o oltre.

Tale tecnica è particolarmente indicata in zone urbanizzate e non laddove la conoscenza in profondità delle Vs ed il dettaglio della sismo-stratigrafia sono di rilevante interesse.

In conclusione, i metodi geofisici proposti sia attivi che passivi, proprio per la loro capacità di investigare porzioni profonde del sottosuolo, sono ritenuti tecnicamente validi ai fini di una maggiore definizione del modello tettonico-strutturale ed idrogeologico dell'area d'interesse.

### 3.3 POZZI DI NUOVA REALIZZAZIONE

Per meglio definire le caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi carbonatici, sarà necessario progettare la realizzazione di almeno 4 pozzi profondi che intercettano l'acquifero carbonatico, spinti a profondità di 250 m dal p.c. o comunque fino ad intercettare l'acquifero carbonatico di base.

Su tali opere saranno eseguite specifiche prove di emungimento atte a definire le potenzialità e le caratteristiche dell'acquifero nonché il loro chimismo e la eventuale presenza di inquinanti. La esatta ubicazione sarà definita sulla scorta delle risultanze ottenute dalle precedenti fasi di lavoro.

In linea generale la progettazione dei nuovi pozzi dovrà perseguire le seguenti finalità:

- a) *La profondità di rinvenimento dell'acquifero carbonatico;*
- b) *Valutazione quantitativa e qualitativa della risorsa sotterranea utile;*
- c) *Corretto dimensionamento degli scavi e delle strutture;*
- d) *Scelte del condizionamento e modalità di esecuzione dello stesso;*
- e) *Impiego di specifici materiali atti a garantire la funzionalità dell'opera idraulica;*
- f) *Tecniche di realizzazione dell'opera finalizzate ad impedire lo scambio idraulico tra acquiferi superficiali e profondi;*
- g) *Controllo del chimismo delle acque nelle varie fasi di messa in esercizio e per tutta la durata delle prove di emungimento;*
- h) *Definizione delle caratteristiche dell'acquifero idrauliche e geochimiche.*

Si ribadisce che una problematica da affrontare nella definizione degli acquiferi di base (Solofra-Montoro) è la eventuale interconnessione tra essi. Tale problematica potrà essere affrontata anche attraverso lo studio e l'analisi dei dati provenienti da tali nuove opere.

### 3.4 INDIVIDUAZIONE DEI POZZI DA MONITORARE

La scelta dei pozzi da monitorare valutata in questa fase propedeutica alla successiva fase di progettazione, verrà basata sull'analisi dei pozzi censiti nei territori di Solofra e Montoro includendo anche quelli dalla Regione Campania (ex SIN Sarno). Allo stato si stima un totale di 250 punti d'acqua.

I singoli punti d'acqua che faranno parte della rete di monitoraggio triennale, saranno selezionati in base alle mappe di isoconcentrazioni del tetracloroetilene scaturite dalle nuove investigazioni ambientali (Precedenti fasi) afferenti alla proposta di monitoraggio. Analogamente, quanto detto in precedenza, vale anche per quanto riguarda la *progettazione dei nuovi pozzi da realizzare, la loro esatta ubicazione e la cadenza delle analisi chimiche da eseguire.*

*Le informazioni ottenute consentiranno di meglio definire il modello geostatigrafico-strutturale ed idrogeologico dell'area Vasta ricadente nei Comuni di Solofra e Montoro.*

## 5. METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO E SET ANALITICO

Il monitoraggio si realizzerà mediante la predisposizione di un numero sufficiente di stazioni di monitoraggio (*pozzi di monitoraggio – si stimano circa 100 punti d'acqua*) determinate con le precedenti fasi ed attività di campionamento opportunamente pianificate. Anche questi dati consentiranno di eseguire una migliore ricostruzione del modello idrogeochimico dinamico delle falde.

La fase di campionamento delle acque sotterranee, dovrà essere eseguito in conformità con quanto riportato nei Manuali e Linee guida APAT, e sarà articolato nelle seguenti fasi di attività:

- *misure freaticometriche;*
- *spurgo;*
- *misura dei parametri chimico – fisici e relativa stabilizzazione degli stessi;*
- *procedure di campionamento delle acque sotterranee.*

Preliminarmente ad ogni operazione di spurgo e campionamento (ove possibile) sarà eseguita la misura della profondità della superficie freatica mediante sonda freaticometrica (laddove possibile).

Prima di procedere alla fase di campionamento si provvederà all'eliminazione dell'acqua presente all'interno del pozzo e del dreno (generalmente non rappresentativa della qualità dell'acqua sotterranea del sito in esame). Lo spurgo, dei pozzi non attrezzati con pompa autonoma, avverrà con pompa a bassa portata in modo da minimizzare la variazione del livello freaticometrico nel corso delle operazioni. Raggiunta la stabilità dei parametri chimico-fisici e dopo aver ottenuto acqua non torbida si procederà alle operazioni di campionamento. L'acqua emunta durante la fase di spurgo sarà raccolta e smaltita come rifiuto liquido ai sensi della normativa vigente assegnandogli il codice CER. Saranno inoltre eseguite una serie di misure speditive di parametri chimico-fisici (ossigeno disciolto, temperatura, pH, potenziale redox e conducibilità elettrica) fino alla loro stabilizzazione mediante centraline

ATI:

RT – Proposta integrativa

multiparametriche. Infine, i campioni d'acqua prelevati saranno conservati in appositi contenitori, etichettati e consegnati al laboratorio chimico incaricato nei tempi e nei modi stabiliti dalle raccomandazioni.

Il set analitico sarà quello previsto dal *D.Lgs 152/2006* con le relative metodiche ed i relativi limiti di normativa. È tuttavia importante sottolineare che il Tetracloroetilene (PCE) è un solvente clorurato che una volta immesso in ambiente, non rimane inalterato ma subisce processi di trasformazione, soprattutto ad opera di agenti biologici che, da un lato possono ridurre la presenza, ma dall'altro possono originare sottoprodotti ancora più pericolosi di quelli originali. Il Tetracloroetilene, infatti, come tutti i solventi clorurati, nel percorso metabolico che caratterizza la sua biodegradazione dà luogo a *cis-1,2-Dicloroetilene (cis-1,2-DCE)* e quest'ultimo al *Cloruro di Vinile (VC)*, cancerogeno, più tossico e mobile dei suoi progenitori. Il processo di degradazione naturale dei solventi clorurati (attenuazione naturale) partendo da composti capostipite come il PCE include una varietà di trasformazioni fisiche, chimiche e biologiche che in condizioni favorevoli e senza l'intervento umano possono ridurre la massa, la tossicità, la mobilità, il volume e le concentrazioni dei contaminanti nel saturo e nell'insaturo. Partendo da questi presupposti è possibile comprendere l'importanza di una appropriata conoscenza di queste trasformazioni per potere sfruttare i processi naturali di attenuazione ai fini della bonifica dei siti contaminati.

Sarà dunque necessario monitorare tutti gli alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni.