



S.A.P.N.A. SpA

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

DISCARICHE DI PAENZANO 1 E PAENZANO 2 LOCALITA' SCHIAVA NEL COMUNE DI TUFINO (NA)

PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO	geol. A.M. Patelli ing. D. Ruggiero geom. P. Forte			Firma
GRUPPO DI LAVORO	Ufficio Tecnico S.A.P.N.A.			
TITOLO: TAVOLA 1	RELAZIONE TECNICA			
SCALA: 1:10000	Rev.	Data Emissione	Descrizione della revisione	
	00	Febbraio 2020		
	01	Giugno 2021		
	02			
	03			
04				
Codice Commessa	Tipo Progettazione	Tipo Elaborato	Numero Progressivo	Pagine Complessive



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Sommario

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
3. INFORMAZIONI GENERALI SULLE DISCARICHE	7
3.1 DISCARICA PAENZANO 1	7
3.2 DISCARICA PAENZANO 2	9
4. LINEAMENTI GEOLOGICI-STRUTTURALI ED IDROGEOLOGICI DELL'AREA.....	13
4.1 Caratteristiche geologiche e idrogeologiche locali	19
5. INQUADRAMENTO SISMICO.....	24
6. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO	29
7. EVENTI INCIDENTALI ED INDAGINI AMBIENTALI PREGRESSE	31
8. POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE	40
9. PIANO DELLE INDAGINI	42
9.1 CRITERIO UBICAZIONE INDAGINI.....	42
9.2 PIANO DELLE INDAGINI.....	42
10. MODALITA' OPERATIVE.....	52
10.1 ESECUZIONE SONDAGGI E PIEZOMETRI	52
10.1.1 Perforazioni-Carotaggi.....	52
10.1.2 Attività di prelievo suoli	54
10.1.3 Attività di prelievo acque sotterranee	57
10.1.4 Campionamento delle acque sotterranee.....	58
10.1.5 Modalità di gestione e conservazione del campione.....	59
10.1.6 Procedure di decontaminazione.....	61
10.1.7 Smaltimento rifiuti	62
11. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE.....	64
12. CONCLUSIONI	68
13. BIBLIOGRAFIA.....	69

TAVOLE ALLEGATE

Tavola 1: Inquadramento Generale

Tavola 2: Paenzano 1_Superamenti

Tavola 3: Paenzano 2_Superamenti



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Tavola 4: Quadro di unione Paenzano 1 e Paenzano 2_Indagini

Tavola 5: Paenzano 1_Indagini

Tavola 6: Paenzano 2_Indagini

Tavola 7: PUC Tufino C3.1 Zonizzazione del PRG vigente sovrapposto a rilievo attuale



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

1. PREMESSA

In ottemperanza a quanto disposto con la Delibera di Giunta Regionale della Campania n. 731 del 13/12/2016 in relazione alla programmazione dei finanziamenti di interventi afferenti al settore della bonifica a valere su risorse FSC 2014/2020, sono stati stanziati fondi per gli interventi di caratterizzazione delle Discariche Consortili Paenzano 1 e 2 nel Comune di Tufino (NA).

Entrambe le discariche sono identificate nel Piano Regionale di Bonifica della Regione Campania rispettivamente con i codici A3085A001 e 3085A002.

Come da comunicazione della Regione Campania Prot. 2020.0111901 del 20/02/20 (Prot. Sapna n.2441 del 20/02/2020), durante la riunione tecnica tenutasi in data 21 settembre 2017, la Città Metropolitana di Napoli si era resa disponibile a svolgere il ruolo di soggetto attuatore dell'intervento di caratterizzazione, con la funzione di stazione appaltante e beneficiario delle risorse programmate a valere sul Patto Sud di cui alla Delibera summenzionata, pertanto, con DD n.479 del 16/10/2017, la Città Metropolitana di Napoli fu formalmente individuata quale soggetto attuatore dell'intervento. Successivamente, la stessa ha comunicato con nota prot. U.0018178 del 10.02.2020, di recedere dal ruolo di soggetto attuatore dell'intervento per mutate condizioni al contorno.

Successivamente, in considerazione della rilevanza dell'intervento sotto il profilo ambientale e considerata la tempistica per l'utilizzo delle risorse FSC 2014/2020, è stato convocato un incontro tecnico per l'individuazione di un nuovo soggetto attuatore. Durante il previsto incontro tenutosi, presso gli uffici della Regione Campania-Direzione Generale per la difesa del Suolo e l'Ecosistema, in data 18/02/2020 la S.A.P.N.A. S.p.A., in qualità di gestore dei siti di discarica in argomento si è resa disponibile a svolgere il ruolo di soggetto attuatore della caratterizzazione.

In data 05/11/2020 con nota prot. Prot.10765, la S.A.P.N.A. invia, ai sensi dell'art. 245 del D.lgs 152/06, agli enti coinvolti quali Regione, Arpac, Città Metropolitana di Napoli e Comune di Tufino il progetto di fattibilità tecnico-economica dell'intervento di caratterizzazione, unitamente al Piano di Caratterizzazione rev. 00 febbraio 2020, delle due Discariche Consortili.

A seguire, gli enti coinvolti hanno tenuto, in modalità telematica, il giorno 04/12/2020, la Conferenza di Servizi decisoria, convocata precedentemente dalla Regione Campania con nota Prot. n.2020.0546146 del 18/11/2020, al fine di procedere alla valutazione ed eventuale approvazione del suddetto PdC.



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

In tale sede, dopo il confronto tecnico e discussione sui pareri formulati da Arpac e dalla Città Metropolitana di Napoli, la S.A.P.NA. S.p.A. si è impegnata a riscontrare, tutte le richieste di chiarimenti e integrazioni, trasmettendo il Piano aggiornato, entro 45 giorni dalla ricezione del verbale di CdS da parte della Regione Campania Prot. n.2020.0591344 del 11/12/2020.

In seguito, con nota Prot. n.0000710 del 16/01/2021, la scrivente ha richiesto una proroga dei termini di consegna del Piano completo delle relative prescrizioni nei termini di 90 giorni a partire dalla data di invio della relativa nota, accordata con Prot. Regione Campania n.2021.0051024 del 01/02/2021 (acquisito al Prot. S.A.P.NA. n.0000981 del 02/02/2021).

Pertanto il presente Piano di Caratterizzazione, riemesso a giugno 2021 in rev. 1, recepisce le integrazioni, le osservazioni e risponde alle richieste di chiarimento formulate da Arpac e dalla Città Metropolitana in sede di Conferenza di Servizi decisoria. Contestualmente sono state apportate alcune modifiche e approfondite determinate tematiche.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di interesse è ubicata nella porzione sud orientale del Comune di Tufino (NA), in prossimità dello svincolo di Tufino sull'Autostrada A16 Napoli-Canosa.

Il territorio comunale è posizionato longitudinalmente fra la Piana Nolana e le Valli di Baiano e di Lauro e costituisce una vera e propria frontiera fra l'entroterra della città metropolitana di Napoli e le prime propaggini montuose dell'Irpinia, con la dorsale che si snoda dal Monte Spraghera (475 m), al Monte Donico (634 m) al monte Pizzone (1105 m).

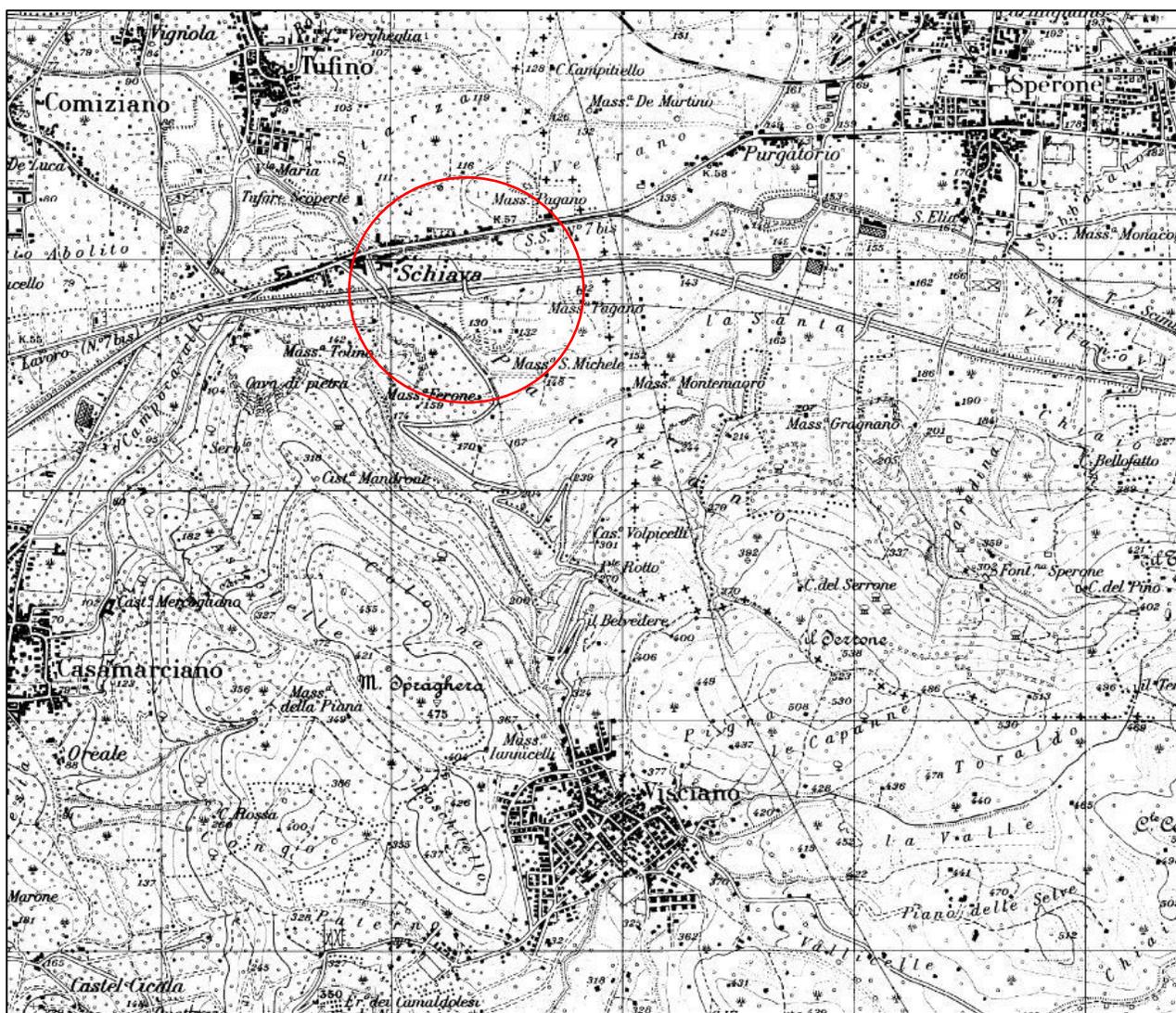


Figura 1 – Stralcio Carta topografica Tav. n. 24 NOLA Quadrante 185-IV con ubicazione dell'area in esame

Tufino, unitamente ai vicini Comuni di Carbonara di Nola, Casamarciano, Liveri, Palma Campania, San Paolo Bel Sito, appartiene alla Comunità Montana Partenio - Vallo di Lauro.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Dista circa 25 chilometri in linea d'aria da Napoli, capoluogo della omonima provincia.

I centri abitati più vicini sono Visciano a sud, Casamarciano ad ovest, Baiano e Avella a nord-est e Comiziano a nord-ovest.

Le discariche, che distano pochi chilometri in linea d'aria dal centro urbano di Tufino, sono ubicate, in località Schiava, immediatamente a ridosso dell'asse autostradale A16 direzione Avellino; entrambe in una zona pedecollinare, ai piedi del Monte Spraghera e del Colle del Serrone.

La discarica Paenzano 1 si sviluppa in una zona pressoché pianeggiante tra le quote 124 m slm a nord e la quota 138 m slm a sud con un dislivello di circa 14 m. La discarica Paenzano 2, posta a poche centinaia di metri dalla prima, è invece parzialmente addossata alle propaggini di Monte Spraghera articolandosi tra le quote di 133 m slm a nord e 170 m a sud e un dislivello di circa 40 m.



Fig.2 Inquadramento territoriale dell'area in studio



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

3. INFORMAZIONI GENERALI SULLE DISCARICHE

3.1 DISCARICA PAENZANO 1

In base alle informazioni acquisite dai tecnici della S.A.P.N.A. la discarica Paenzano 1 è stata realizzata dalla Prefettura di Napoli, nell'ambito dell'emergenza smaltimento dei rifiuti solidi urbani in Campania in seguito ad un progetto redatto nell'ottobre 1995 e affidata in gestione al Consorzio Bacino NA3.

Con Ordinanza della Prefettura di Napoli, Prot. n. P31343/DIS del 20/03/1997, è stato autorizzato, fino al 30/06/1997, l'esercizio della discarica medesima.

In seguito alle problematiche legate all'emergenza rifiuti, con ordinanza Commissariale n. 250 del 20.10.2000 è stato disposto di incaricare la FIBE S.p.A, allora Affidataria del servizio Smaltimento dei rifiuti per la Provincia di Napoli, di eseguire "ad Horas" i lavori urgenti del 1° stralcio funzionale del progetto "Chiusura e messa in sicurezza e ripristino ambientale della discarica di Schiava in Comune di Tufino" approvato con Ordinanza Prot.n. P/43232/DIS del 15.03.2000 dal Prefetto di Napoli – Delegato ex OPCM 07.10.94.

Con Ordinanza Commissariale n. 31 del 23 Gennaio 2001 è stata disposta l'approvazione, con prescrizioni, del progetto di prima fase per la messa in sicurezza della discarica.

Con Ordinanza Commissariale n. 151 del 28.03.2001 è stato approvato il progetto di sistemazione finale della discarica. Tali lavori sono stati effettuati e conclusi nell'anno 2001.

Successivamente con Decreto-Legge 30 dicembre 2009, n. 195, convertito in Legge n. 26 del 26 febbraio 2010 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2009, n. 195, recante disposizioni urgenti per la cessazione dello stato di emergenza in materia di rifiuti nella regione Campania, per l'avvio della fase post emergenziale nel territorio della regione Abruzzo ed altre disposizioni urgenti relative alla Presidenza del Consiglio dei Ministri ed alla protezione civile", è stato disposto il passaggio alle Province ovvero alle relative Società Provinciali, dei siti, discariche e siti di stoccaggio rifiuti confezionati in balle, ricadenti nel proprio territorio di competenza.

Con Decreto della Provincia di Napoli n. 144 del 17/03/2010, viene disposto, nel rispetto del quadro normativo vigente, il conferimento di tutti i compiti e le attività connesse alle funzioni inerenti al ciclo integrato dei rifiuti, così come disciplinato dal D.L. 195/2009, convertito, con modificazioni, nella legge 26/2010.

Con Verbale Preliminare di Presa in Carico del 02/08/2010 viene definito il subentro della S.A.P.N.A. SpA, a far data dal 01/08/2010, nella gestione dei siti di stoccaggio provvisorio e definitivo esistenti nella Provincia di Napoli, di competenza del Consorzio Unico di Bacino - Articolazione Napoli e, pertanto il subentro della S.A.P.N.A. nella gestione del sito.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

La discarica Paenzano 1 confina a nord con l'autostrada A16, a est con l'impianto Stir (oggi TMB trattamento meccanico biologico dei rifiuti) a sud ovest con la rampa dello svincolo di Tufino a servizio del TMB.

Originariamente l'area era occupata da una cava di tufo di forma prismatica con pareti verticali che raggiungevano la profondità di circa 45 m, con la sola esclusione dell'area sud-est costituita da un terrazzo della superficie in pianta di circa 1 Ha e per la quale la profondità risultava mediamente di circa 12 m.

Lo stato attuale dei luoghi evidenzia che la discarica si eleva dal piano campagna di circa 2-3 m avendo subito una notevole contrazione dal momento della chiusura. Essa si estende su una superficie di ca. 50.000 m². I confini dell'area appaiono ben delineati e sono costituiti da una rete metallica sorretta da paletti in ferro infissi in un cordolo in cemento. La discarica è completamente recintata e munita di cancello di ingresso e guardiania.

La captazione del biogas, affidata in gestione alla ELEA UTILITIES S.c.a.r.l. (come l'adiacente discarica di Paenzano 2), avviene tramite la presenza di pozzi verticali ubicati nel corpo della discarica collegati ad una centrale di aspirazione e convogliato attraverso tubazioni all'impianto di recupero energetico.

Per la raccolta del percolato è stata realizzata un'apposita vasca di raccolta a cielo aperto ubicata nel settore nord occidentale della discarica. Il percolato prodotto viene convogliato nella vasca tramite l'utilizzo di pompe sommerse posizionate nei vari pozzi predisposti. Il percolato viene allontanato mediante auto espurgo con cadenza variabile a seconda della produzione.

Le acque incidenti sul capannone uffici e l'antistante piazzale recapitano in una vasca di prima pioggia collocata al di sotto del piano del piazzale.

Per quanto riguarda l'impianto idrico, l'adduzione avviene tramite il collegamento alla condotta idrica comunale.

L'impianto di illuminazione è costituito da pali di illuminazione disposti sia perimetralmente che sul corpo della discarica ed è alimentato da apposite cabine elettriche.

La discarica è dotata di pesa.

Nei pressi della discarica è presente un fabbricato adibito a Uffici delle due discariche (Paenzano 1 e Paenzano 2), e sulla parte posteriore, in adiacenza alla detta palazzina, esiste un capannone in disuso, sorto per l'imballaggio di carta e cartoni, comprensivo di attrezzature e macchinari.

Per quanto riguarda la copertura superficiale, la discarica, oltre ad una prima risagomatura e ricopertura con uno spessore di circa 40 cm realizzata con terreno vegetale a bassa permeabilità, nei lavori del 1° Stralcio, risulta dotata, come da progetto di 2° Stralcio, di "pacchetto di ricopertura finale", caratterizzato dai seguenti elementi partendo dal basso verso l'alto:

- strato di argilla dello spessore di circa cm. 60;



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

- strato drenante dello spessore di circa cm. 30;
- terreno vegetale dello spessore di circa cm.100.

3.2 DISCARICA PAENZANO 2

La Discarica di Paenzano 2, è stata progettata, realizzata, autorizzata ed affidata in gestione al Consorzio Bacino NA3, dal Prefetto Delegato ex O.P.C.M del 7.10.1994, con i poteri straordinari derivanti dal perdurare della “Emergenza Rifiuti nella Regione Campania”.

La Discarica è stata aperta, con conseguente inizio dei conferimenti, il 6 Febbraio 1999. Le attività di abbancamento sono terminate il 17 Gennaio 2001 consentendo lo smaltimento di Rifiuti Solidi Urbani, prodotti da 86 comuni appartenenti ai Bacini NA2, NA3 e NA4, ed in piccola parte di Rifiuti Assimilabili autorizzati dal Prefetto Delegato ex O.P.C.M. per un totale complessivo di circa 1.300.000 Tonn.

È stata realizzata in tre fasi distinte:

- 1° Lotto: 6 Febbraio 1999
- 2° Lotto: 1 Luglio 1999
- Ampliamento: 27 Settembre 2000.

Durante la coltivazione del 1° lotto, veniva approntato il 2° lotto; dal 1° gennaio 2000 veniva iniziata la coltivazione in elevazione a mezza costa. I successivi lavori di ampliamento si resero necessari per consentire la realizzazione di un piazzale di scarico sufficientemente ampio anche a quota 200.00 m.

La progettazione della chiusura provvisoria e definitiva effettuata dal Consorzio di bacino NA3, ha tenuto conto dei fattori di naturale assestamento dei rifiuti abbancati partendo da considerazioni generali legate ai tempi di abbancamento dei rifiuti stessi, ovvero soli due anni e che il percolato ed il biogas sarebbero stati estratti in maniera costante.

Per tali motivi, onde evitare la rottura del pacchetto di copertura sommitale e di conseguenza provocare evidenti disconnessioni tra i vari strati, il Consorzio decise di operare secondo un'ipotesi progettuale che prevedeva la sistemazione finale e messa in sicurezza della Discarica Paenzano 2 divisa in due fasi distinte:

1^ Fase – Finalizzata alla regimentazione delle acque meteoriche, al potenziamento delle opere per la captazione del percolato, alla integrazione delle opere per l'emungimento e combustione del biogas; alla previsione di una copertura provvisoria con uno strato di terreno vegetale per uniformare le pendenze e risagomare la morfologia della discarica coltivata a gradoni a mezza costa. In questa fase di gestione definita 1 sono stati realizzati una copertura provvisoria, una serie di reti orizzontali per la captazione del biogas, piccoli



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

lavori di sistemazione, finalizzati a contrastare cedimenti locali nel rilevato della discarica ed a regimentare le acque eliminando le erosioni.

Il progetto di “Sistemazione finale e messa in sicurezza della discarica Paenzano 2 – interventi di prima fase” è stato autorizzato con Ordinanza n.597 del 19 Dicembre 2001 del Commissario di Governo per l'emergenza rifiuti, bonifiche, tutela delle acque nella Regione Campania.

2^a Fase – Finalizzata al completamento delle opere di “capping” sommitale in virtù del riutilizzo delle aree, alla risagomatura finale per la sistemazione idraulica definitiva, alla sistemazione a verde, allo sfruttamento energetico del biogas e al convogliamento del medesimo alla vicina Discarica Paenzano1.

Il progetto di “Sistemazione finale e messa in sicurezza della discarica Paenzano 2 – interventi di seconda fase” non risulta essere stato mai né approvato né realizzato, ad eccezione della rete di captazione biogas di seguita descritta.

La S.A.P.N.A, successivamente al subentro ha presentato, nell'anno 2011, un'istanza, secondo la procedura coordinata AIA-VIA, relativamente agli interventi di riqualificazione morfologica di cui al progetto definitivo ed allo studio di impatto ambientale redatti dal settore tecnico.

Successivamente ha ottemperato alla richiesta di integrazioni da parte del Settore Competente della Regione Campania.

Nell'ambito dell'iter procedurale di cui sopra, nel mese di Settembre 2013 il settore VIA della Regione Campania ha emesso il Decreto di compatibilità ambientale ed ha trasferito il progetto al settore AIA per gli adempimenti di competenza.

Analogamente alle altre istanze presentate dalla SAPNA, nonostante la presente sia stata inoltrata attraverso una procedura differente (procedura coordinata AIA-VIA) e la Regione abbia emesso nei tempi stabiliti dalla normativa vigente il decreto VIA, la Regione Campania, in data 12/09/2014, ha comunicato che “...*non è possibile autorizzare singole fasi di gestione di una discarica...*”, ossia che gli interventi di chiusura della discarica sono già autorizzati con il relativo provvedimento di autorizzazione del progetto di costruzione della discarica.

In ogni caso, la SAPNA, così come richiesto dall'Ente competente, ha redatto, in ordine all'art. 17 D.lgs. 36/03, il Piano di adeguamento, che prevede l'elaborazione di un progetto definitivo per la realizzazione degli interventi di chiusura definitiva e della documentazione AIA.

Tale piano di adeguamento è stato consegnato presso gli uffici competenti dello STAP regione Campania nel mese di dicembre 2015.



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Il Settore competente della Regione Campania, nel mese di giugno dell'anno 2016, ha inoltrato apposita comunicazione di avvio del procedimento, fissando contestualmente la prima seduta della Conferenza dei Servizi in data 21.07.2016. Alla stessa seduta è emersa la necessità di integrare il progetto presentato secondo le prescrizioni dei diversi enti. Tale revisione progettuale è stata consegnata nel mese di ottobre 2016 ed è stata oggetto di una seduta di Conferenza dei Servizi il giorno 10.01.2017, che ha espresso parere favorevole alla realizzazione dell'intervento, assegnando trenta giorni di tempo per la presentazione delle integrazioni richieste dagli enti competenti.

Nei termini stabiliti in conferenza, la SAPNA ha trasmesso la documentazione tecnica opportunamente revisionata e ha provveduto all'effettuazione di uno studio idrogeologico, trasmesso nel mese di febbraio 2017, in cui si individuava, in funzione del deflusso idrico sotterraneo, un'area valida per la realizzazione di un nuovo pozzo di monitoraggio.

La messa in opera del pozzo per il monitoraggio delle acque sotterranee era stata inizialmente inserita nel progetto di "Messa in sicurezza e chiusura definitiva" della discarica di Paenzano 2, ma visto il protrarsi nel tempo delle procedure autorizzative, anche dovute alle problematiche legate al reperimento dei fondi, la SAPNA ha realizzato il pozzo nell'anno 2018. Successivamente, ha inserito tale pozzo nella rete di monitoraggio, aggiornando contestualmente, solo per Paenzano 2, lo Studio idrogeologico, con andamento del deflusso idrico sotterraneo a scala locale (aprile 2019).

L'acquisizione del provvedimento finale autorizzativo da parte del settore competente della Regione Campania era subordinata alla presentazione delle garanzie finanziarie di cui all'art. 14 del D.lgs n. 36/2003, per la copertura delle attività di gestione post operativa della discarica (polizza che SAPNA ha consegnato nel mese di giugno 2019) e alla presentazione di un Piano Economico Finanziario, come previsto dalla normativa regionale vigente, contenente i costi per le attività di gestione post operativa trentennale (PEF che SAPNA ha consegnato nel mese di gennaio 2020).

La discarica Paenzano 2 è stata realizzata in una vecchia cava di tufo, a ridosso del pendio naturale del monte Serrone tra la S.P. per Visciano a monte e la Via Cupatelle a valle, al confine tra i comuni di Tufino e Casamarciano.

L'invaso si presenta nettamente suddiviso in due porzioni:

- a - la prima completamente interrata al di sotto del piano campagna preesistente
- b - la seconda in elevazione, a mezza costa, addossata alle pendici del monte Spraghera.

Sul luogo di insediamento era già presente una vecchia discarica: i lavori di scavo per la realizzazione dell'invaso hanno movimentato tali rifiuti ricollocandoli.



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Allo stato attuale la discarica presenta una copertura superficiale provvisoria in terreno, nelle more della realizzazione del capping finale.

Lo spessore di tale terreno di copertura può quindi variare da punto a punto in funzione delle ricariche effettuate localmente per ripristinare la continuità morfologica.

Il perimetro della discarica è delimitato parzialmente da una recinzione metallica; la discarica è munita di cancello di ingresso e guardiania.

La captazione del biogas è garantita da una batteria di pozzi la cui gestione è affidata ad una società esterna (ELEA UTILITIES S.c.a.r.l.), che gestisce anche la captazione del biogas della discarica di Paenzano 1.

La captazione avviene tramite la presenza di una serie di pozzi verticali ubicati nel corpo della discarica collegati ad una centrale di aspirazione e convogliato attraverso tubazioni all'impianto di recupero energetico di Paenzano 1.

Attualmente il percolato prodotto dalla discarica si accumula per affioramento all'interno di due canali, appositamente predisposti, presenti sul corpo della discarica, all'interno del perimetro delle aree impermeabilizzate e da qui, secondo necessità, viene smaltito tramite auto espurgo.

Nel settore nord occidentale dell'impianto è presente una vasca di raccolta del percolato a cielo aperto non utilizzata da circa 10 anni.

La SAPNA ha presentato nel 2016 alla UOD Regionale un progetto di capping della discarica, ad oggi non ancora autorizzato, che prevede tra l'altro la raccolta del percolato all'interno di serbatoi da ubicare nell'area servizi.

Sul percolato vengono effettuate periodicamente (ogni 6 mesi) le relative analisi.

La discarica è dotata di pesa.

Nell'area della discarica sono presenti piccoli fabbricati adibiti alla custodia e uffici.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

4. LINEAMENTI GEOLOGICI-STRUTTURALI ED IDROGEOLOGICI DELL'AREA

Strutturalmente l'area in studio si colloca nella catena del Partenio, lunga 30 chilometri, ubicata al centro della Campania, a nord-ovest della città di Avellino, tra il Monte Taburno, a Nord-Ovest, ed il complesso dei Monti Picentini a Sud-Est. Il sistema montuoso può considerarsi costituito da almeno tre dorsali di diverse dimensioni, allungate tutte da Est a Ovest e separate da profondi valloni, con corsi d'acqua a regime torrentizio. Le cime maggiori sono Montevergine (1480 metri), Monte Avella (1598 metri) e Monte Ciesco Alto (1357 metri). Il Bacino imbrifero maggiore è quello del Fiume Calore, che percorre l'area a Nord del Partenio. Il territorio è comunque, solcato da una rete di piccoli torrenti a sviluppo limitato. Il Rio Vergine confluisce presso Avellino nel Rio Finestrelle, affluente del Fiume Sabato. Il bacino del torrente Corvo è situato da sud a nord tra le province di Avellino e Benevento. Il bacino montano che alimenta i Regi Lagni ha sede nel territorio del Partenio ed è costituito dalle acque del torrente Clanio, interessando le province di Avellino, Napoli e Caserta. Sul versante nord, inoltre, si origina il Fiume Isclero, affluente di sinistra del Volturno. Altro torrente è il Torrente Caudino. La maggior parte dei piccoli corsi d'acqua, originati da sorgenti montane, presenta percorsi sotterranei, data la natura calcarea delle rocce.

Da un punto di vista geologico il complesso del Partenio è costituito da sedimenti carbonatici della successione mesozoica, ricoperti da sporadiche placche di sedimenti terziari e da un'estesa copertura di materiali piroclastici, anche se poco potente, tali prodotti originari del vicino complesso vulcanico del Somma – Vesuvio, hanno favorito la formazione della coltre di terreno vegetale.

La successione mesozoica è costituita da termini carbonatici di età giurassica e cretacea; questi terreni appartengono alla unità stratigrafico-strutturali della piattaforma carbonatica interna (Piattaforma Campano-Lucana).

L'insieme del Partenio, infatti, può considerarsi, come già accennato, costituito da almeno tre dorsali, di diverse dimensioni, allungate tutte da Est a Ovest, e separate da profondi valloni, con corsi d'acqua effimeri, che scorrono da oriente a occidente, perdendo rapidamente quota. Questa particolare morfologia facilita il rapido deflusso delle acque meteoriche lungo i ripidi valloncelli laterali e rende più difficile l'assorbimento localizzato di grandi masse d'acqua; anche l'estesa copertura di materiali piroclastici favorisce lo scorrimento superficiale delle acque e un assorbimento diffuso, rallentando il processo carsogenetico profondo.

Poiché, come già detto, la quasi totalità dei terreni che costituiscono questi rilievi sono carbonatici, e, per la maggior parte, calcari puri, sarebbe da aspettarsi un carsismo molto spinto, sia con profonde voragini verticali, sia con grandiose cavità a sviluppo orizzontale. In effetti, laddove i calcari affiorano, il carsismo superficiale è ben evidente (doline, campi solcati, ecc.) e sono note alcune cavità di dimensioni piccole e medie, ma sono però sconosciuti, almeno finora, sistemi ipogei di grosse dimensioni. La ragione della poca diffusione del

carsismo sotterraneo in questa zona è da attribuirsi sia a fattori morfologici-strutturali, sia alla presenza di una estesa copertura.

Dal punto di vista litologico il territorio in studio è ricoperto da una coltre di materiali vulcanici del Pleistocene superiore–Olocene, costituita da piroclastiti sciolte incoerenti e nella maggior parte rimaneggiate che si sono depositate, prevalentemente, a tetto di una formazione tufacea di colore grigio giallastro dalle caratteristiche fessurazioni colonnari. Sono presenti inoltre materiali alluvionali dei torrenti provenienti dal complesso di Montevergine e Monte Vallatrone a Est e dei Monti di Visciano e Monteforte a Sud Est.

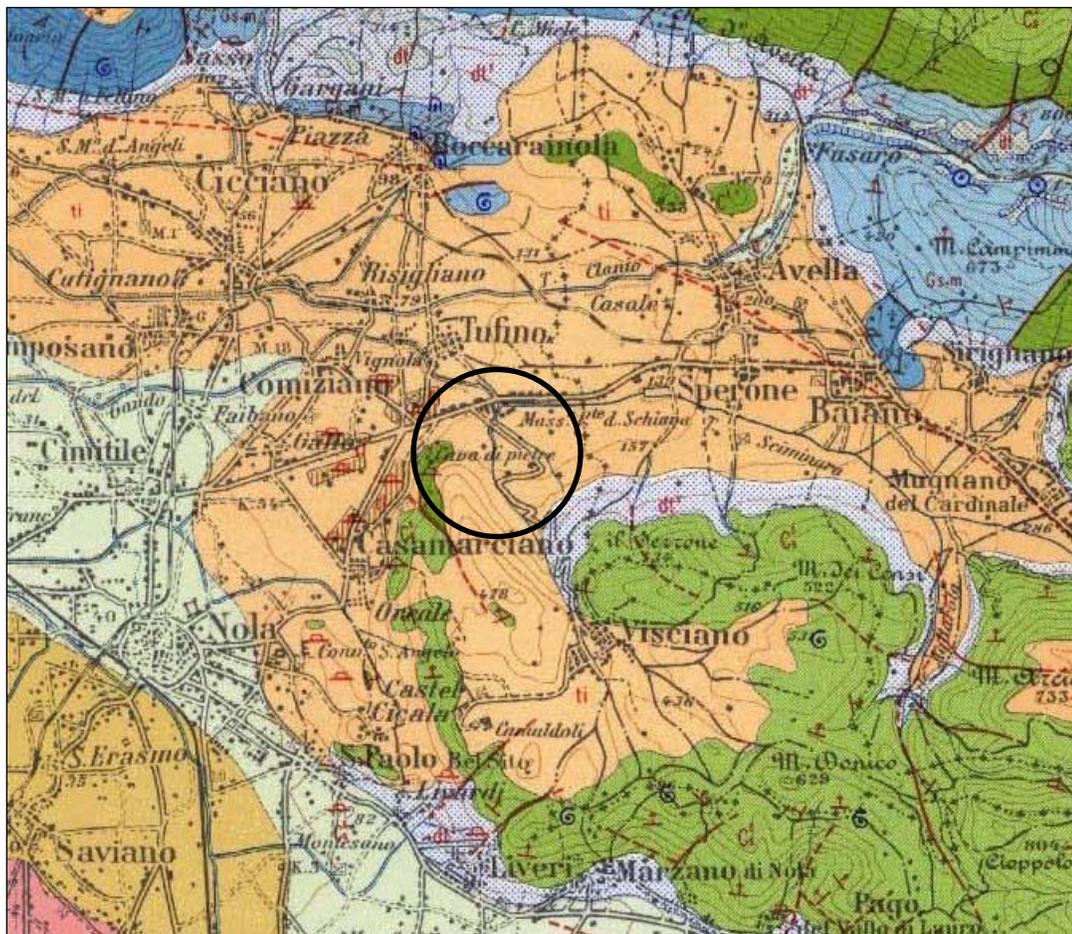


Fig. 3 – Stralcio planimetrico Carta geologica d'Italia F. 185 Salerno

ti: tufi incoerenti, suoli, materiale detritico piroclastico, rimaneggiato. Pleistocene-Olocene

C^{S-1}: Alternanze di calcari dolomitici e calcari detritici grigiastri o avana. Cretacico

Nella parte sud orientale del territorio di Tufino affiorano i rilievi calcarei del Cretacico superiore bordati a valle da una fascia di detriti di falda scarsamente cementati e con intercalazioni di materiale piroclastico rimaneggiato.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è parte integrante dell'unità idrogeologica dei Monti di Avella - Monte Vergine - Pizzo d'Alvano. Essa è delimitata a Nord dalle discontinuità strutturali (sistemi di faglie ad andamento appenninico ed antiappenninico) di Arpaia Canello, a Nord Ovest dai depositi terrigeni del bacino irpino, a Sud dalla Valle del Solofrana e ad Ovest dai depositi quaternari della conca campana.

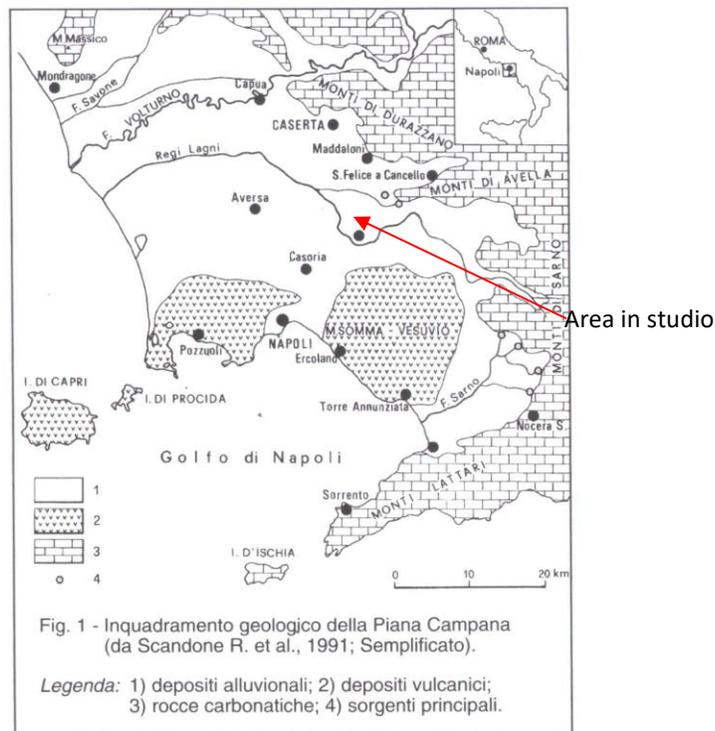


Fig. 4 – Inquadramento geologico della Campania (Scandone et al., 1991 modificato)

Nell'ambito della struttura idrogeologica la bibliografia specialistica consultata cita un limite a tenuta stagna a nord-est (cfr.Fig.6). A nord esiste continuità idraulica con la struttura adiacente, ma gli interscambi idrici sotterranei sono piuttosto complessi.

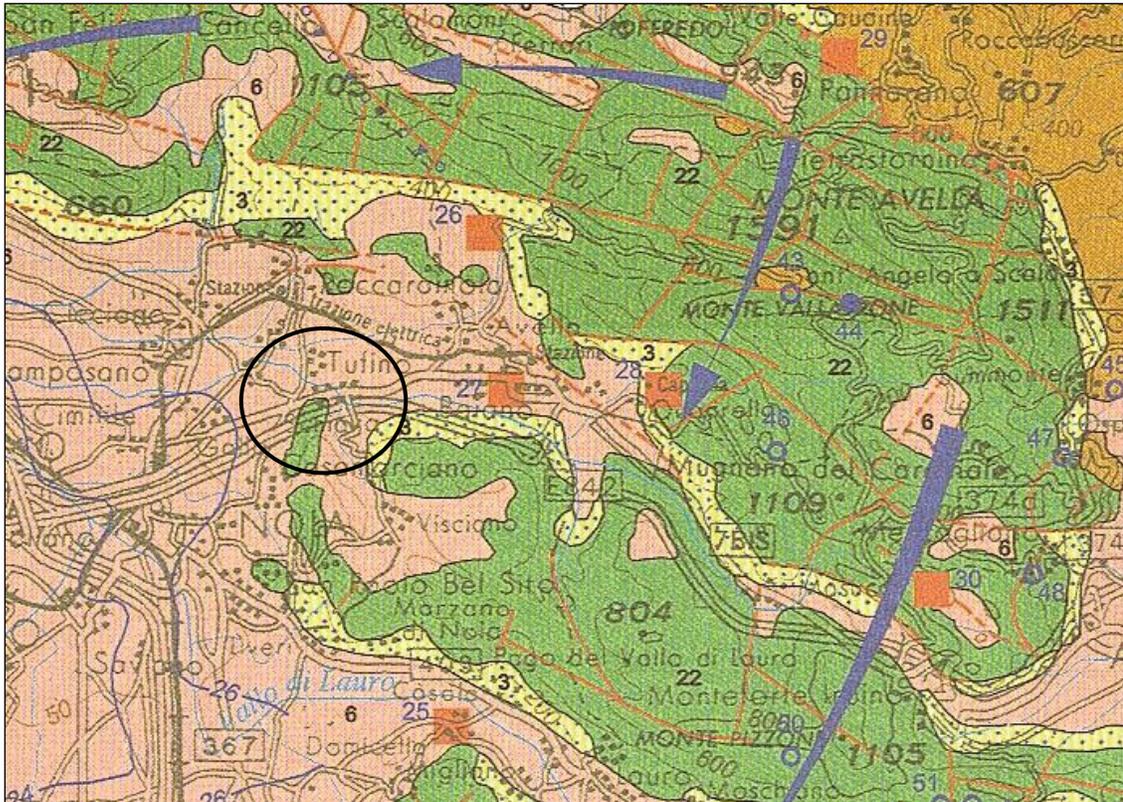


Fig. 5 – Stralcio carta idrogeologica Italia meridionale (Apat Unina modificato)

A Sud, invece, alla continuità idraulica si associa un consistente travaso di acque dai monti di Solofra, soprattutto attraverso la coltre quaternaria della Valle Solofrana. Ad Ovest, infine, esiste alimentazione verso le falde quaternarie; in prima approssimazione, i travasi possono essere considerati trascurabili rispetto alla potenzialità globale della struttura.

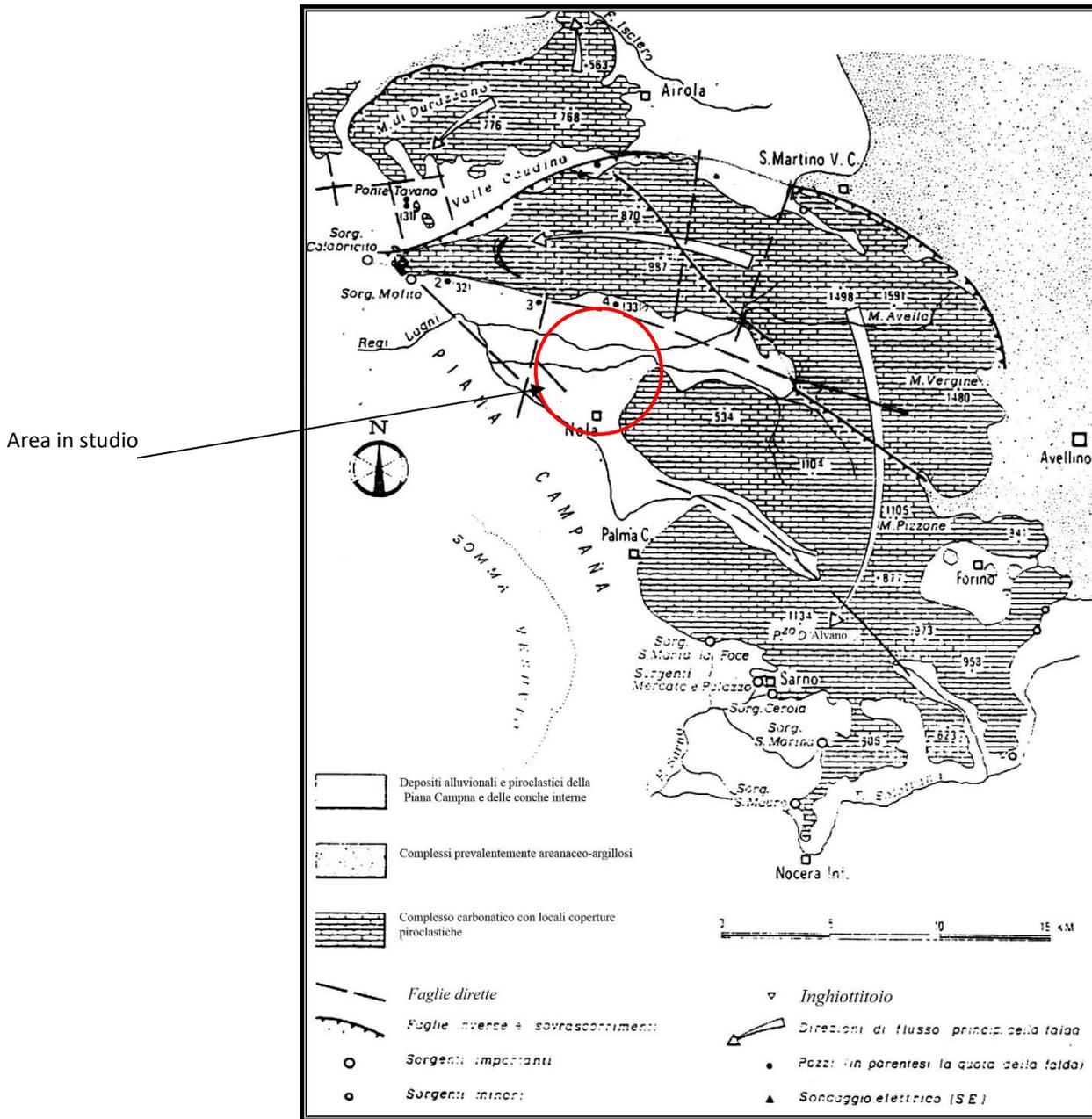
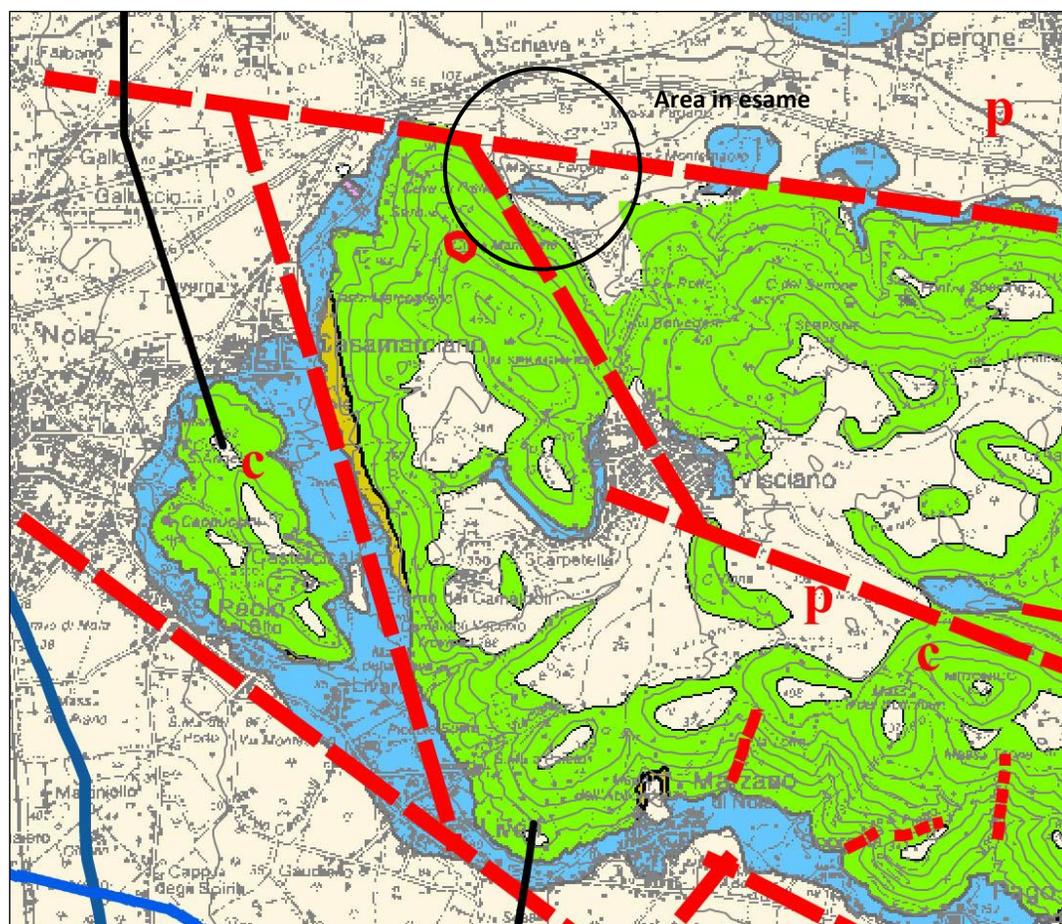


Fig. 6 – Schema idrogeologico del Gruppo Monti di Avella-Monte Vergine-Pizzo D'Alvano (da Celico&de Riso, 1978 modificato)

All'interno dell'unità idrogeologica, la faglia inversa Monteforte Irpino-Baiano e la sua naturale prosecuzione nella dorsale di Avella (fino ad Arpaia) sembrano delimitare un'area di alimentazione comune alle sorgenti Mofito e Calabricito, oltre che al gruppo di Sarno. Ne consegue che la parte occidentale della dorsale di Avella, che alimenta le sorgenti di Canello, trae una certa aliquota di acqua anche da Monte Vergine.

L'alta mineralizzazione che caratterizza queste scaturigini è legata probabilmente all'approfondimento dei circuiti, per la complessa situazione strutturale esistente in corrispondenza della collina di Cancellio oltre che per la presenza della faglia inversa precedentemente citata e dell'accavallamento tettonico di Monte Sant'Angelo.

La figura 7 illustra, invece nel dettaglio, la possibile, complessa situazione strutturale, dell'area in studio, legata alla tettonica locale.



- | | | |
|-----------|--|--|
| c | | Complesso calcareo. Calcarei fratturati e carsificati. Cretaceo.
Permeabilità assai elevata per fatturazione e carsismo. |
| cd | | Complesso calcareo-dolomitico. Calcarei dolomitici e dolomie. Giurassico
Permeabilità elevata soprattutto per fatturazione. |
| | | Faglie principali (tratteggiate se presunte o sepolte) |
| | | Doline |

Fig. 7 – Stralcio Carta tematica strutturale ex ADB Nord Occidentale della Campania



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Sintetizzando, dal punto di vista strutturale, la zona in studio ricade in una vasta area di sprofondamento che localmente, profonda alcune centinaia di metri, si manifesta con faglie a gradinata aventi direttrici nord ovest-sud est, osservabili nei vicini Monti di Avella; una di tali faglie passa immediatamente a Nord di Tufino, sulla direttrice che congiunge Mugnano del Cardinale a Roccarainola. Ulteriori faglie, presunte, sono segnalate dalla cartografia tematica ufficiale proprio in corrispondenza dell'area in esame, così come evidenziato nella figura 7, dalla quale si evince la presenza di due faglie che si intersecano in prossimità dell'area delle discariche; quella sub verticale in corrispondenza del fosso proveniente da Visciano è di chiara impostazione tettonica.

In particolare l'area delle due discariche è ubicata in quella porzione di Piana Campana, che si incunea nella stretta valle tra i Monti di Avella e quelli del Vallo di Lauro, colmata dai materiali piroclastici eruttati dai vulcani campani e dai materiali alluvionali dei torrenti provenienti dal complesso di Montevergine e Monte Vallatone a Est e da quelli dei Monti di Visciano e Monteforte a Sud Est.

Per quanto riguarda l'assetto geologico nella zona oggetto della presente indagine, i sedimenti risultano costituiti da suoli, materiali detritici e piroclastici dilavati e ridepositati, per uno spessore che varia da pochi metri a diverse decine di metri. Gli stessi poggiano sul bedrock calcareo Cretacico. Il sito d'indagine si rinviene alle falde di M. Spraghera e del Colle Serrone al limitare della valle che raccorda i Monti di Avella con la piana del Nolano e dei Regi Lagni alla confluenza del Fosso Schiava e del Fosso Visciano nel Canale Gaudio torrenti che hanno contribuito fortemente alla colmata dell'area con materiali alluvionali di origine piroclastica e terrosa ad innalzarne la quota che allo stato risulta di circa 135 m s.l.m.

Nel complesso l'area si presenta dislocata su ampi terrazzi pressoché pianeggianti, collegati da ripe di altezza variabile fino a qualche metro, inserita in un'area più vasta terminante a valle con il nastro dell'autostrada A16 e a monte con ampie balze, anch'esse terrazzate, che si estendono fino alla vicina collina del Serrone.

Dal punto di vista idrogeologico nell'area in studio la falda idrica di base è attestata nei calcari ad una profondità oscillante tra 28 e 30 m s.l.m. ed è alimentata, come accennato in precedenza, da un bacino molto ampio delimitato dai circostanti rilievi montuosi carbonatici.

4.1 Caratteristiche geologiche e idrogeologiche locali

Dal punto di vista geologico, l'area che ospita le due discariche ricade in una zona piuttosto complessa, sia dal punto di vista strutturale che litologico e di conseguenza idrogeologico. Difatti, i rapporti stratigrafici risultano influenzati sia dalle caratteristiche morfologiche predeposizionali, sia dai successivi eventi tettonici ed erosionali.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

L'area di interesse è caratterizzata dalla presenza di litotipi piroclastici, sia in sede che rimaneggiati o alterati, I depositi piroclastici presentano spesso interdigitazioni di livelli alluvionali e pedemontani recenti, in cui il materiale clastico a disposizione è stato fornito dagli stessi depositi vulcanici.

I terreni affioranti e presenti in profondità sono riferibili alle unità litologiche di seguito elencate, dall'alto verso il basso stratigrafico:

- **Unità detritico - colluviale**, formata in prevalenza da piroclastiti rimaneggiate in ambiente fluvio-palustre, con episodi torbosi e paleosuoli; la granulometria è in genere medio-fine, ma con frequenti seppur discontinui livelli grossolani, misti a frammenti calcarei di varia pezzatura. La deposizione è successiva a quella dell'Ignimbrite Campana.
- **Ignimbrite Campana**, o Tufo Grigio Campano, è l'unità prevalente della zona. Si tratta di un deposito tufaceo litoide e compatto con scorie pomicee di colorazione giallastra, in prevalente facies zeolitica. La messa in posto dell'I.C. è da ricollegare al primo periodo flegreo (tra circa 30.000 e 40.000 anni fa). Presenta spessori variabili tra 40 e 70 metri ed il suo tetto è stato interessato da importanti fenomeni erosivi post-deposizionali, per cui in certi punti può risultare assente.
- **Bancone di sabbia vulcanica**, più compatto nella parte alta; presenta spessori notevolmente variabili tra 25 e 100 metri. È stato rinvenuto in quasi tutti i pozzi eseguiti presso i siti che ospitano le discariche di Tufino. L'origine di questi depositi è presumibilmente da riferire ad eventi eruttivi più antichi di 35.000 anni fa.
- **Calcari, dolomie e calcari dolomitici mesozoici**, affiorano nei rilievi che circondano la zona, dal punto di vista geologico sono distinti in:
 - calcari del Cretacico, più compatti nella parte alta e di colore grigio -avana; verso il basso si alternano a calcari dolomitici e calcari detritici con fitte intercalazioni di marne;
 - dolomie e calcari dolomitici del Giurassico, colore grigio - avana.

L'area in esame è stata oggetto nel 2002 di un approfondito studio da parte della Sogin finalizzato al monitoraggio e controllo della qualità dell'ambiente nel territorio dei Comuni di Casamarciano, Comiziano, Tufino e Visciano. Nello studio sono riportate, per le discariche Paenzano 1 e 2, alcune sezioni geologiche illustrative della situazione stratigrafica a scale locale. Si riportano di seguito la planimetria con l'ubicazione delle sezioni e i relativi profili geologici. Si tratta di sezioni geologiche di massima realizzate lungo direzioni ritenute significative. Le ricostruzioni, in considerazione della modestia dei dati disponibili, risultano qualitative.

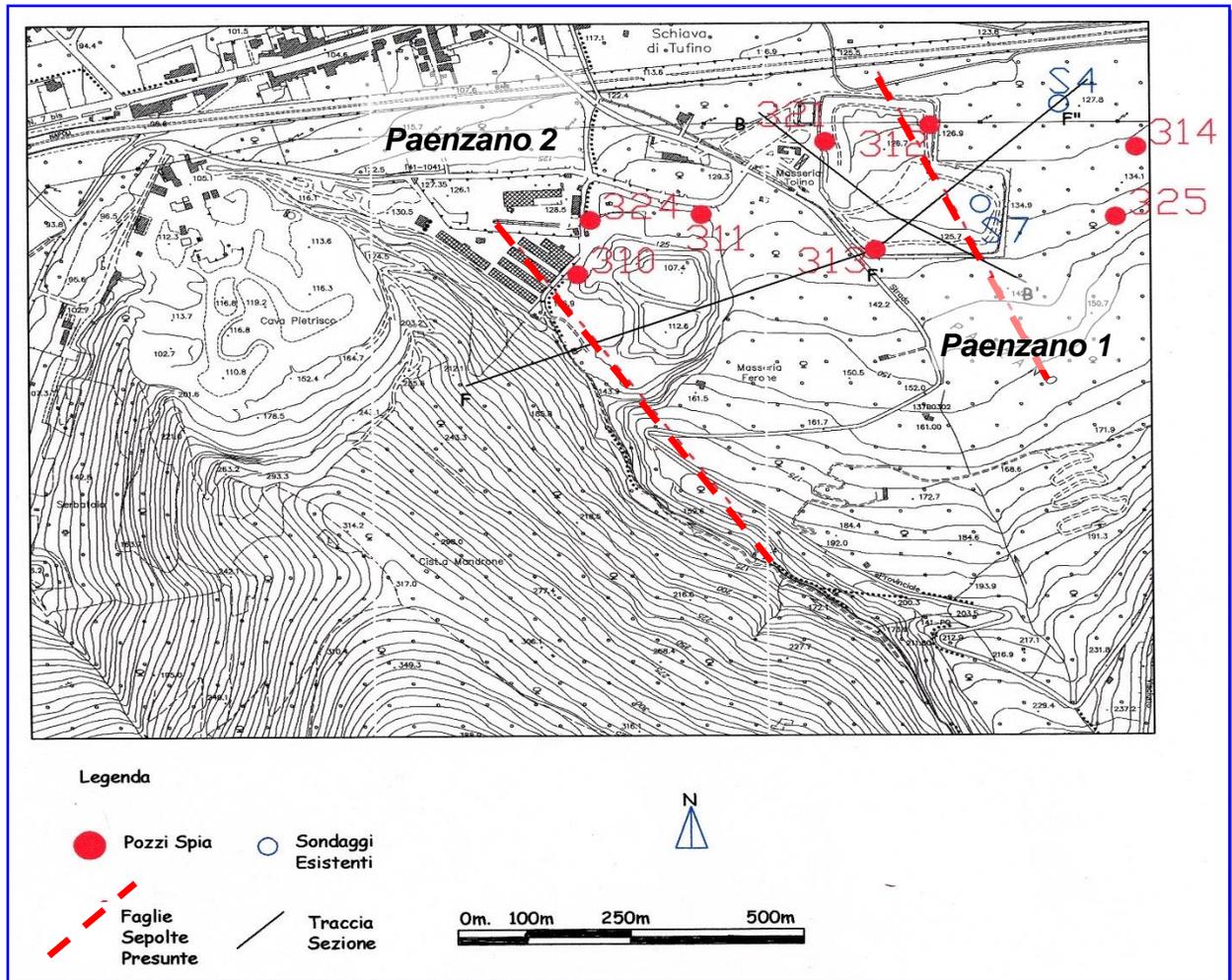


Fig. 8 – Stralcio sezioni (Sogin)



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

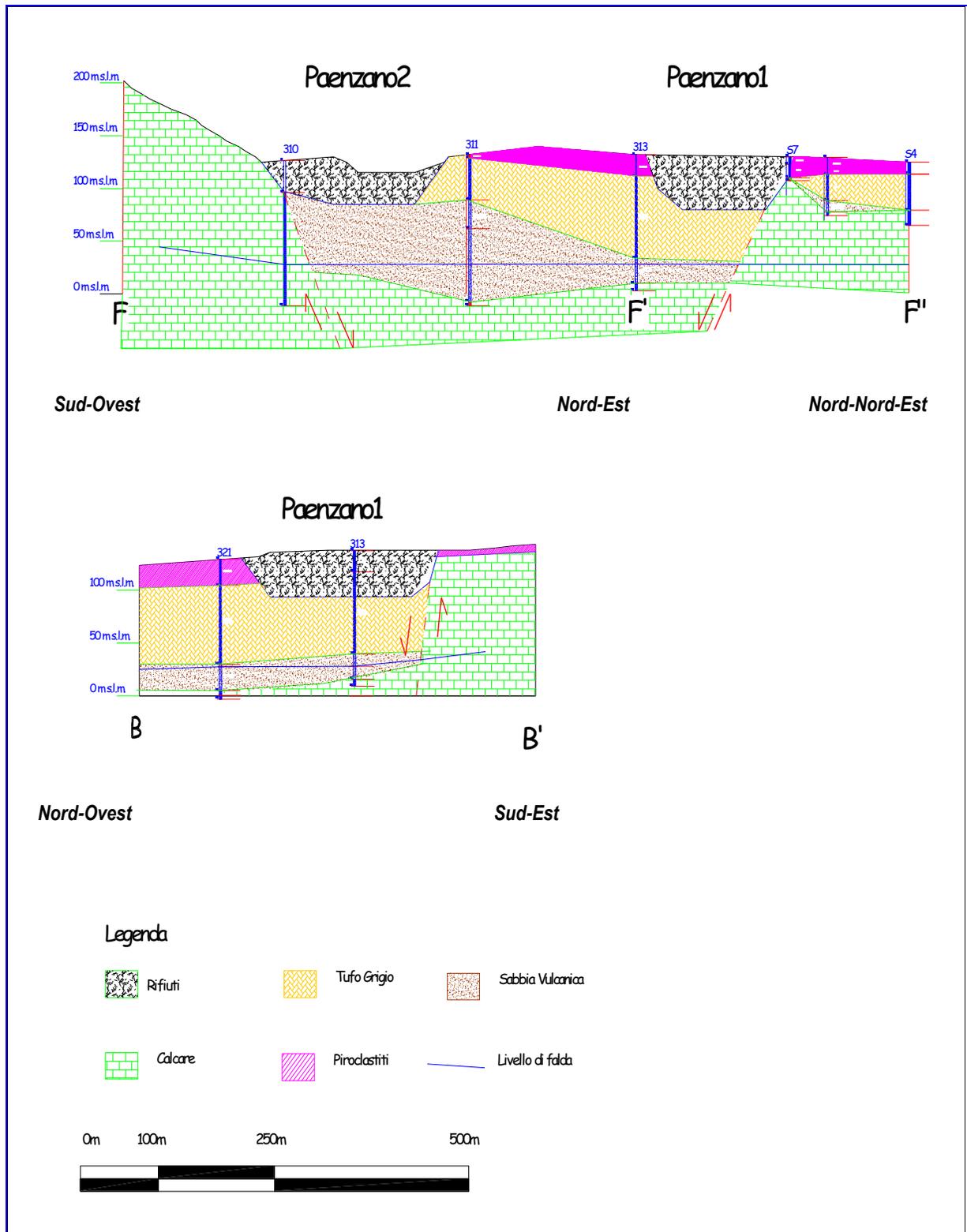


Fig. 9 – Sezioni geologiche qualitative (Sogin)

Nel gennaio 2017 la S.A.P.N.A. ha commissionato uno studio idrogeologico finalizzato al posizionamento di un nuovo pozzo di controllo della qualità delle acque sotterranee all'interno della discarica Paenzano 2. Nell'ambito di questo studio sono state effettuate le misure del livello di falda in tutti i pozzi spia presenti all'interno delle due discariche ed è stata prodotta una carta idrogeologica a scala locale (cfr. fig. 10) da cui è possibile evincere, per vie generali, e con le limitazioni imposte dai pochi punti di misura a disposizione, il deflusso idrico sotterraneo a gennaio 2017, oltre alla profondità della falda idrica, compresa tra 28 e 30 m s.l.m.

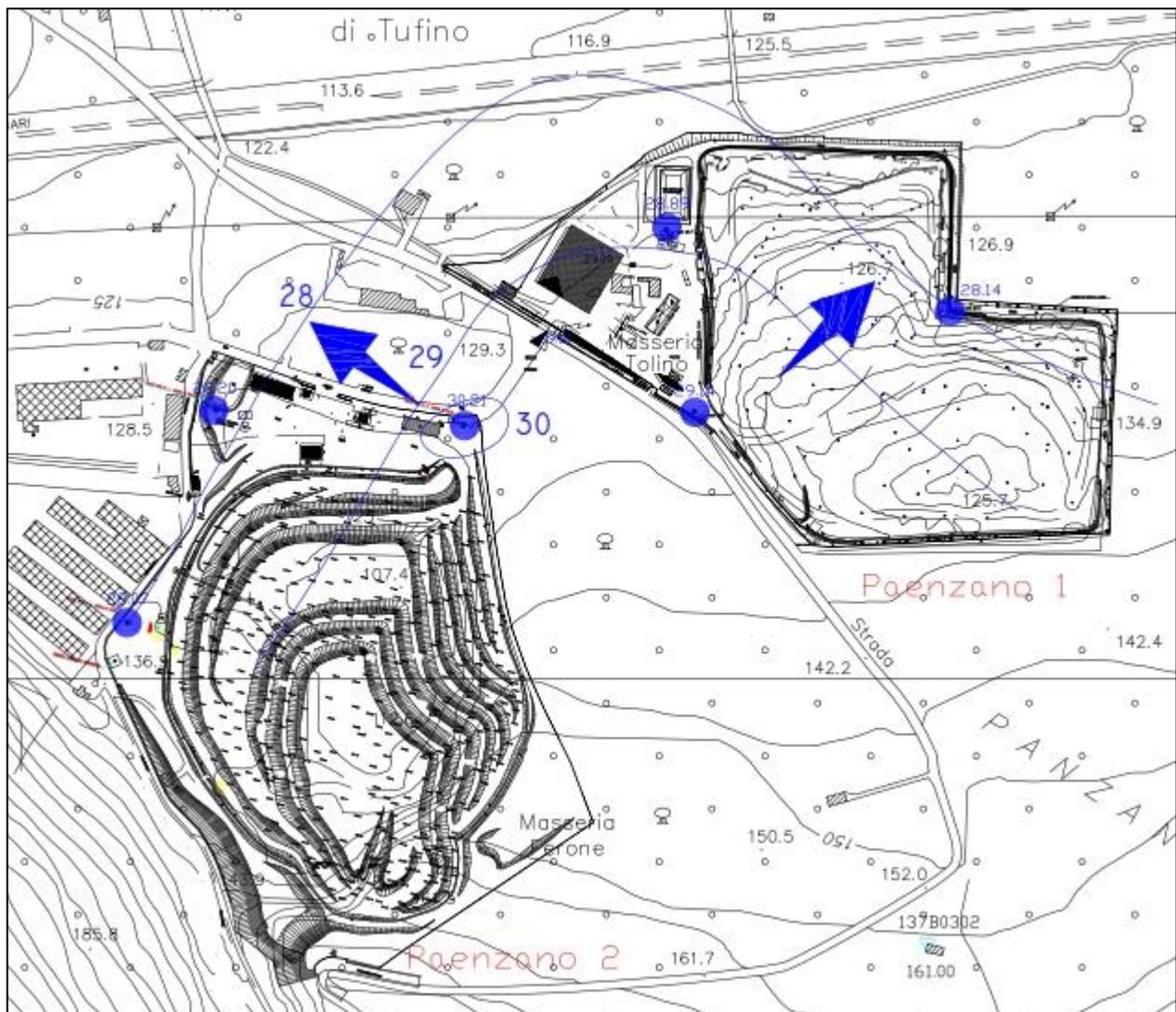


Fig. 10 – Carta idrogeologica a scala locale a gennaio 2017



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

5. INQUADRAMENTO SISMICO

Il territorio comunale di Tufino, a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in II categoria - S=9 - ag=0.25g .

La penisola italiana è una delle zone sismicamente più attive del Mediterraneo. Essa è stata, inoltre, sede di alcune tra le più antiche civiltà e ciò ha permesso la registrazione di notizie attendibili anche di eventi sismici molto antichi. Tuttavia, solo a partire dal XIX secolo gli studiosi di sismologia hanno cominciato ad estrarre da queste cronache le informazioni riguardanti i terremoti nel tentativo di “scrivere” una storia sismica italiana.

Dalla raccolta e classificazione sistematica di eventi sismici sono nati i primi cataloghi dei terremoti. La prima versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI99, è stata realizzata utilizzando tutti gli studi macrosismici e strumentali resi disponibili dal 1999 in poi. L'ultima versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, CPTI15, aggiornata al 2015, comprende tutti i terremoti a partire dall'anno 1000 al 2014.

Dai dati del Database Macrosismico Italiano 2015 (reperibile sul web all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>) è possibile ricostruire la storia sismica di Tufino (Tabella a – Figura a).

Nella tabella sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. In particolare, sono elencate l'intensità al sito (Is), la data in cui si è verificato l'evento, l'area epicentrale, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io) e la magnitudo momento (Mw).

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
F	1910 06 07 02 04	Irpinia Basilicata	376	8	5.76
4	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375		5.77
4	1996 04 03 13 04 3	Irpinia	557	6	4.90
3	2005 05 21 19 55 1	Area Nolana	271	5	4.07

Tabella a - Storia sismica di Tufino



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

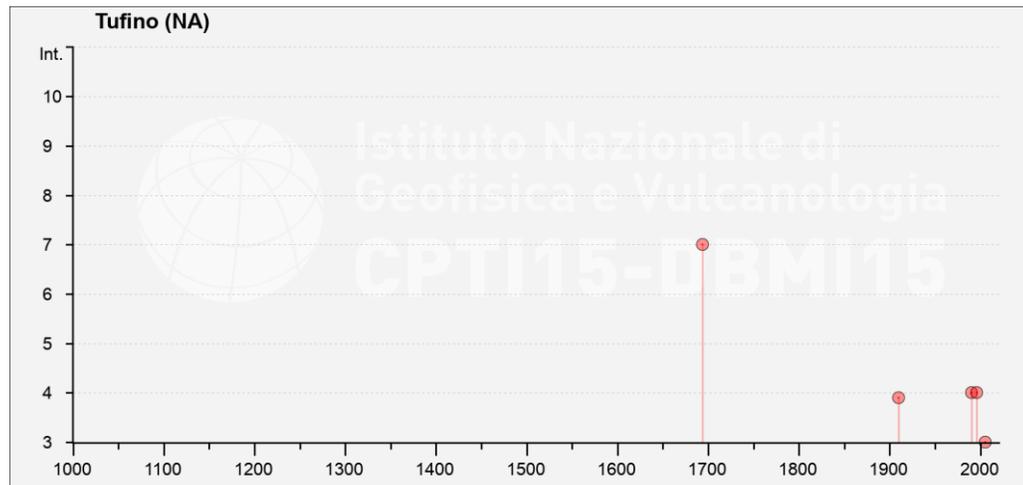


Figura a - Storia sismica di Tufino

Per quanto riguarda i terremoti recenti più significativi che hanno colpito Tufino si evidenzia il terremoto dell'Irpinia del 1980, i cui effetti prodotti dal sisma si estesero per quasi tutto il territorio campano, in Basilicata ed in Puglia.

La pericolosità sismica di un'area è intesa come la probabilità che un dato valore di scuotimento del terreno, espresso con parametri fisici (picco di accelerazione orizzontale, picco di velocità, picco di spostamento, accelerazione spettrale) possa essere superato in un certo lasso di tempo a seguito di un terremoto. La pericolosità sismica, insieme alla vulnerabilità e al valore esposto in un'area, rappresenta la grandezza fondamentale per la definizione del rischio sismico inteso come la probabilità che un dato valore di danno possa essere superato in un certo intervallo di tempo a seguito di un evento sismico (Elementi di calcolo della pericolosità D. Slejko).

Il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità di base del territorio italiano era rappresentato, fino al 2002 dalla zonazione sismogenetica ZS4 (Meletti et al., 2000 Scandone e Stucchi 2000). Successivamente, i nuovi sviluppi e ricerche nell'ambito della sismogenesi (INGV- AA.VV. 2004) hanno evidenziato alcune incongruenze e la scarsa compatibilità con alcuni cataloghi di terremoti e, pertanto, è stato proposto un nuovo modello di zonazione sismogenetica denominato ZS9. Tale zonazione ha apportato alcune modifiche al modello iniziale con il raggruppamento e l'introduzione di nuove zone sismogenetiche (fig.b e fig. cFigura).



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

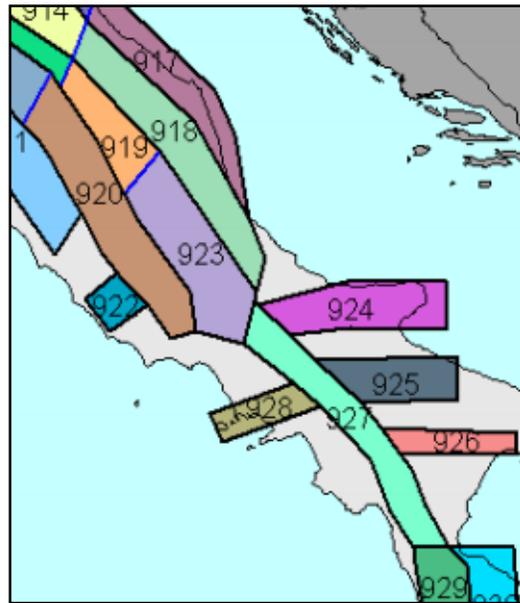


Figura b - L'area oggetto di studio ricade all'interno della zona-sorgente 928.

Dalla fig. b si evince come l'area ricada in pieno all'interno della Zona 928 e ricade in vicinanza della 927 alle quali sono associati eventi con valori di intensità epicentrale MCS compresi tra $8 < I_s < 10$.

Dalla banca dati DISS (Database of Individual Seismogenic Sources dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia: INGV) è possibile ricavare le sorgenti sismogenetiche dell'area.

Per sorgente sismogenetica individuale si intende una struttura geologica che sia in grado di generare, ripetitivamente ed esclusivamente, il terremoto massimo ad essa associato. Un'altra proprietà è quella di possedere una consistenza interna in termini di lunghezza, larghezza, entità della dislocazione per evento e magnitudo.

Una sorgente sismica areale rappresenta un insieme di strutture geologiche aventi tra loro caratteristiche geometriche e cinematiche comuni, quali profondità, direzione, immersione, verso e pendenza ed è potenzialmente in grado di generare terremoti di magnitudo maggiore di 5.5.

Infine, le sorgenti macrosismiche sono state ottenute, nella suddetta banca dati, sulla base dei campi macrosismici dei terremoti storici di magnitudo uguale o superiore a 5.5 attraverso il programma Boxer (Gasperini et al., 1999) che consente di determinare la posizione (coincidente con l'epicentro macrosismico del terremoto), le dimensioni e, nel caso in cui i dati siano sufficienti, la direzione della sorgente sismogenetica.

Per quanto concerne l'area oggetto del presente studio, non insistono sul territorio comunale sorgenti sismogenetiche. Le sorgenti sismogenetiche più prossime sono quelle di Mirabella Eclano-Monteverde (ITCS084), ed Irpinia Val d'Agri (ITCS034).

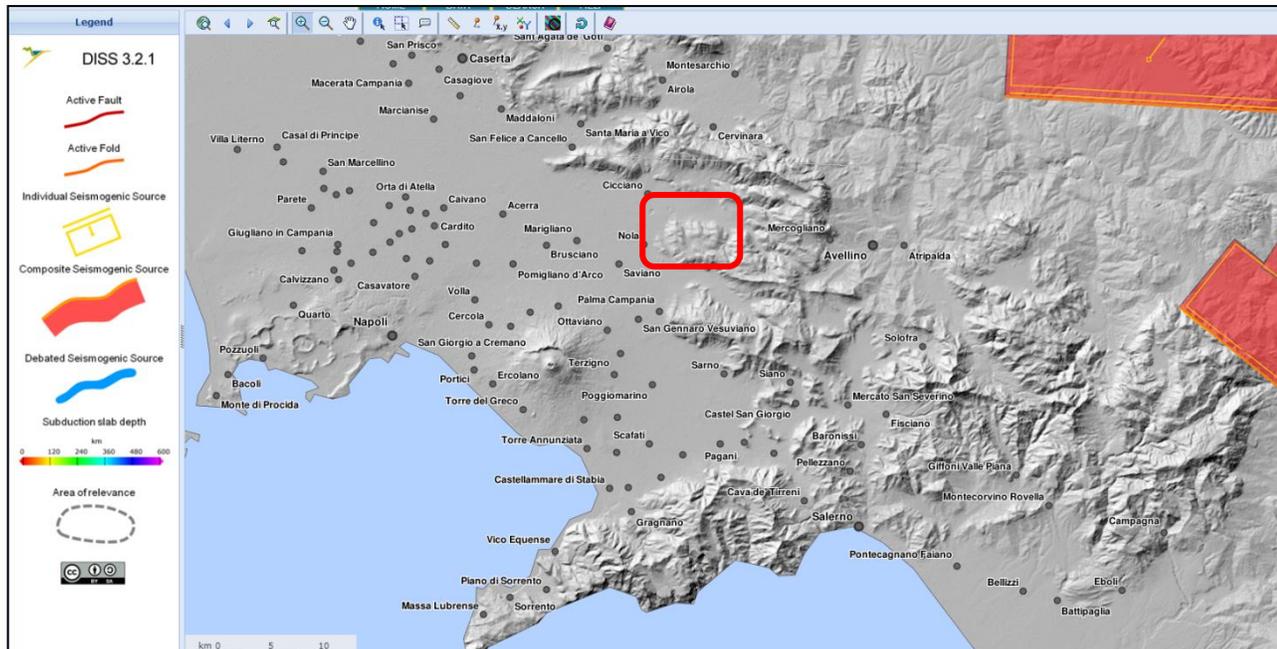


Figura c - Database of Individual Seismogenic Sources dell'INGV <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>. Nel rettangolo in rosso rientra l'areale del territorio comunale

Invece, per quanto concerne il database Ithaca, disponibile on-line tramite il portale del Servizio Geologico d'Italia Geomapviewer (<http://sgi.isprambiente.it/GMV2/index.html>) esso evidenzia in prossimità dell'area di interesse una serie di faglie potenzialmente attive e capaci che riguardano sia il sistema di faglie del Golfo di Napoli che il sistema di faglie della Valle del Sabato - Accellica - Polveracchio.

Il quadro legislativo relativo alla tematica sismica in Italia presenta, negli ultimi anni, molte innovazioni e modifiche. La più recente normativa sismica italiana, entrata in vigore l'8/5/2003 con la pubblicazione sulla G.U. dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 ("Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e norme tecniche per le costruzioni in zona sismica"), suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche, abbandonando la precedente terminologia di categorie sismiche. Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4, in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico.

Pertanto, in ottemperanza all'O.P.C.M. n°3274 la Regione Campania, come già accennato, ha aggiornato l'elenco delle zone sismiche.

Infine, con l'Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 si approva la "Mappa di pericolosità sismica del territorio Nazionale" espressa in termini di accelerazione massima al suolo (ag max) con probabilità di eccedenza del



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni) riferita ai suoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/sec); il valore di a_g (accelerazione orizzontale di riferimento).

Il territorio comunale di Tufino rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.175 e 0.200 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

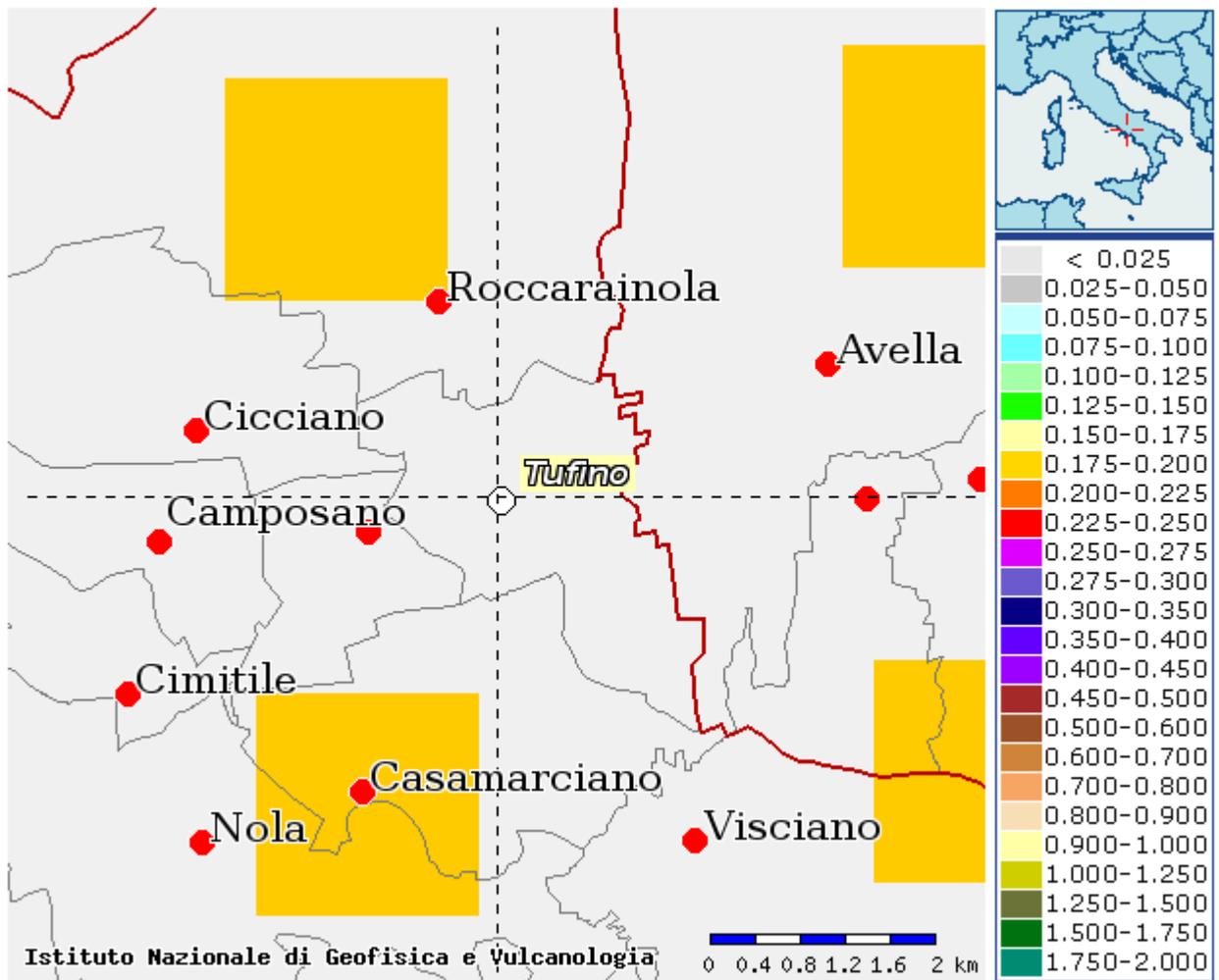


Figura d - Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

6. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

Nel presente paragrafo sono riportati i dati meteorologici di caratterizzazione dell'area di studio. Le informazioni qui riportate sono state tratte dal sito agrometeorologia della Regione Campania.

Sono stati consultati e sintetizzati i dati relativi alle stazioni agrometeo piu vicine a Tufino (Marigliano e Acerra) in funzione della completezza dei dati. Sono stati considerati i dati a partire dal 2013 anno in cui la SAPNA ha attivato il monitoraggio delle acque sotterranee.

Regime Termico

Nella tabella che segue sono riportati i dati relativi alle temperature minime, medie e massime degli anni compresi tra il 2013 ed il 2021. Si riportano inoltre anche le medie annuali.

Mese	Temp max 24h °C	Temp min 24h °C	Temp media 24h °C	Mese	Temp max 24h °C	Temp min 24h °C	Temp media 24h °C	Mese	Temp max 24h °C	Temp min 24h °C	Temp media 24h °C
gen-13	14,4	4	8,8	gen-17	10,9	1,9	6,5	gen-19	11,2	1,79	6,91
feb-13	13,53	1,5	7,24	feb-17	16,28	5,44	10,9	feb-19	14,78	3,93	9,91
mar-13	17,02	6,64	11,6	mar-17	19,39	5,62	12,6	mar-19	14,78	6,24	12,48
apr-13	22	8,04	14,9	apr-17	21,05	7,46	14,5	apr-19	20,56	7,55	14,36
mag-13	25,22	11,4	18,12	mag-17	26,4	11,97	19,55	giu-19	31,25	16,46	23,91
giu-13	28,56	13,3	21	giu-17	31,36	16,89	24,44	ott-19	34,7	17,39	21,22
lug-13	33,7	16,3	24,5	lug-17	33,16	17,74	25,87	nov-19	18,96	11,22	15,33
ago-13	35,4	17,9	26,1	ago-17	34,67	18,35	26,64	dic-19	15,94	5,4	10,54
set-13	29,3	14,44	21,2	set-17	26,26	14,43	20,27	gen-20	14,77	1,27	7,97
ott-13	26	12,2	18	ott-17	23,96	10,01	16,84	feb-20	16	4,71	10,7
nov-13	18,8	7,9	13,06	nov-17	17,71	6,69	12,05	mar-20	17,26	5,07	11,43
dic-13	19,8	2,1	8,4	dic-17	13,47	3,64	8,65	apr-20	21,04	7,74	14,64
nov-15	12,5	18,35	6,63	gen-18	15,76	5,18	10,38	mag-20	25,87	12,57	19,58
dic-15	8,21	15,6	5,99	feb-18	12,05	3,58	8,08	giu-20	27,7	14,4	21,54
gen-16	9,24	13,5	4,5	mar-18	16,2	6,61	11,51	lug-20	32,66	18,21	25,8
feb-16	16,02	6,5	11,4	apr-18	24,02	10,16	17,26	ago-20	33	18,79	25,95
mar-16	15,68	6,17	11	mag-18	25,02	13,73	19,4	set-20	29,76	16	22,82
apr-16	22,09	8,2	15,24	giu-18	29	16	22,88	ott-20	21,9	9,85	15,68
mag-16	22,58	10,53	16,74	lug-18	32,64	18,87	25,85	nov-20	19,1	7,28	13,1
giu-16	27,7	14,8	21,38	ago-18	32,3	18,73	24,81	dic-20	14,94	4,93	9,87
lug-16	31,2	17,12	24,15	set-18	28,72	16,24	22,32	gen-21	12,86	4,26	8,81
ago-16	30,31	13,92	23,76	ott-18	24,4	13,91	19,08	feb-21	16	4,053	9,81
set-16	26,6	14,38	20,32	nov-18	18,94	8,37	13,7	mar-21	16,58	4,19	10,56
ott-16	23,54	12,42	18,03	dic-18	14,69	4,62	9,81	apr-21	19,09	6,26	13,06
dic-16	15,2	2,45	8,82								



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Media annuale			
Anno	Temp max 24h °C	Temp min 24h °C	Temp media 24h °C
2013	23,64	10,15	16,07
2015*	10,35	16,97	6,31
2016	21,83	10,9	15,94
2017	22,88	10,11	16,56
2018	22,81	11,33	17,09
2019	20,27	8,74	14,33
2020	22,83	10,06	16,59
2021	16,13	4,69	10,56

* misure parziali

Regime Pluviometrico

I dati di pioggia dal 2013 ad oggi, come media mensile, sono stati sintetizzati nella tabella sottostante.

Precipitazioni medie mensili (mm di pioggia)													
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot Annui (mm)
2013	145,80	107,20	111,80	7,80	74,60	27,20	13,40	75,60	56,60	115,20	134,20	42,00	911,40
2014	182,20	215,80	174,00	169,80	60,60	42,40	-	-	-	-	-	-	844,80
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,20	1,60	36,80
2016	71,60	90,60	47,80	54,00	109,60	38,60	22,60	1,00	88,40	136,20	-	2,20	662,60
2017	68,40	56,20	43,00	40,40	3,00	8,80	11,40	0,00	86,20	8,60	150,00	129,80	605,80
2018	74,60	185,20	151,20	14,60	80,40	32,40	15,00	60,80	83,60	146,80	139,60	32,40	1016,60
2019	64,20	15,20	46,40	35,00	-	21,40	17,00	1,40	56,20	70,00	201,40	149,00	677,20
2020	11,20	26,40	53,40	40,60	36,00	66,20	28,40	15,40	120,20	79,60	85,20	213,60	776,20
2021	168,80	120,20	62,60	47,20	-	-	-	-	-	-	-	-	398,80

7. EVENTI INCIDENTALI ED INDAGINI AMBIENTALI PREGRESSE

Relativamente allo stato delle acque sotterranee non si hanno informazioni circa l'origine e la provenienza della contaminazione né si è a conoscenza di eventi pregressi alla gestione di SAPNA che possano aver comportato l'alterazione dello stato qualitativo della falda idrica sotterranea.

In ottemperanza a quanto previsto dal D. Lgs 36/2003 su entrambe le discariche si esegue, nei pozzi spia presenti, il monitoraggio delle acque sotterranee con cadenza semestrale. Nella discarica Paenzano 1 sono presenti n. 3 pozzi spia mentre nella discarica Paenzano 2 n. 4 pozzi spia ubicati come illustrato in figura 11.

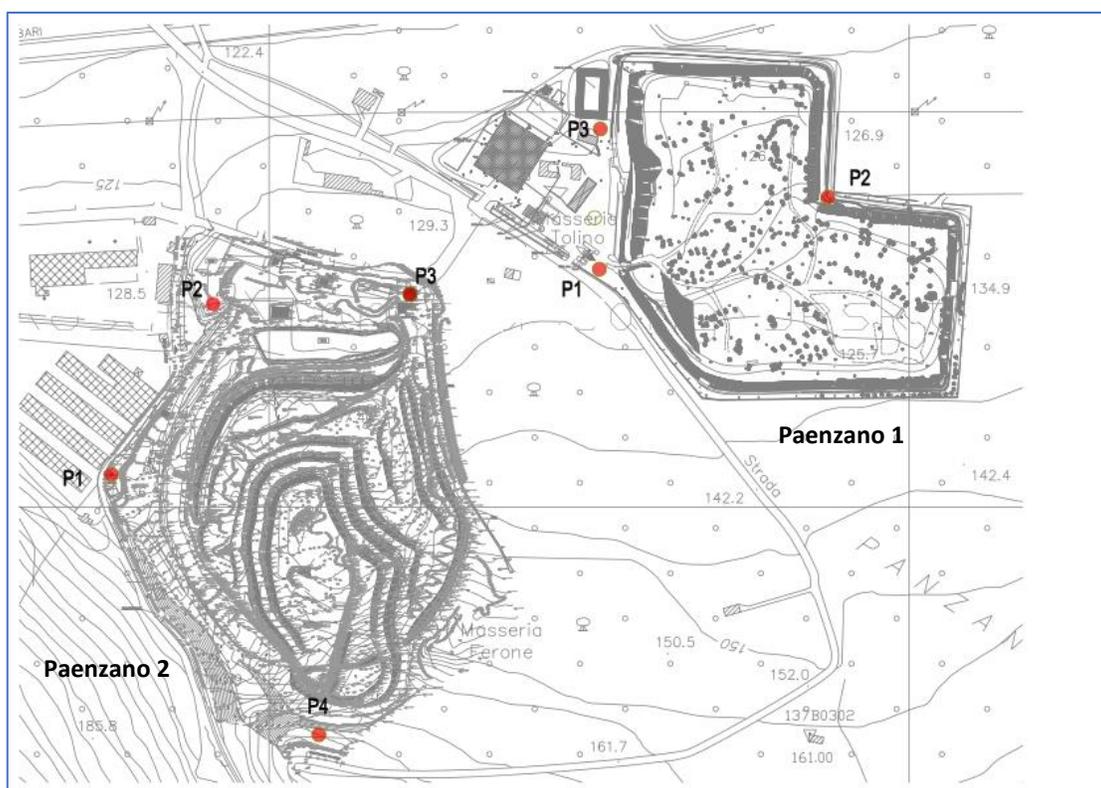


Fig. 11 – Ubicazione pozzi spia

Le misure realizzate dalla SAPNA partono dal 2013 ed evidenziano, nel tempo, diversi superamenti dei limiti normativi per le acque sotterranee rispetto ai limiti imposti dal D.lgs 152/06. I superamenti riguardano contaminanti inorganici quali ferro, manganese e fluoro e contaminanti organici quali tetracloroetilene, 1,2dicloropropano, cloruro di vinile, solventi organici clorurati. Di seguito alcune tabelle e grafici che sintetizzano i soli superamenti nei pozzi di monitoraggio in ciascuna discarica. I dati che seguono sono stati forniti dall'Ufficio tecnico della SAPNA.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Discarica Paenzano 1- Tabelle superamenti limiti acque sotterranee

Superamenti Pozzo P1 (µg/L)																
Parametri	20/12/2013	24/03/2014	16/09/2014	11/05/2015	16/06/2015	11/12/2015	20/04/2016	24/10/2016	28/04/2017	25/10/2017	12/10/2018	17/04/2019	25/10/2019	24/04/2020	13/10/2020	Limiti Acque Sotterranee D.Lgs. 152/2006 All.5, Parte IV, Tab. 2 (µg/L)
Ferro	-	-	376	640	-	641	544	879	336	333	622	-	893	-	2.290	200
Manganese	2.260	248	257	340	192	6.100	2.540	1.772	533	61	249	565	4.710	713	3.270	50
Fluoruri	-	1,57	-	-	1,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5
1,2-Dicloropropano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	-	1,09	0,15
Cloruro di vinile	-	-	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Tetracloroetilene	-	-	-	-	-	1,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1
Endrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,04	0,1

Superamenti Pozzo P2 (µg/L)									
Parametri	20/12/2013	24/03/2014	16/09/2014	11/05/2015	16/06/2015	11/12/2015	20/04/2016	24/10/2016	Limiti Acque Sotterranee D.Lgs. 152/2006 All.5, Parte IV, Tab. 2 (µg/L)
Ferro	-	-	1.440	3.680	-	261	43	-	200
Manganese	95,7	79,6	134	193	78,3	76,3	52	-	50
Fluoruri	-	1,61	-	-	-	-	-	-	1,5
1,2-Dicloropropano	-	-	-	5,9	-	-	-	0,21	0,15
Cloruro di vinile	-	-	-	17,9	-	-	-	-	0,5
Σ Solventi Organici Alogenati	-	-	-	23,8	-	-	-	-	10

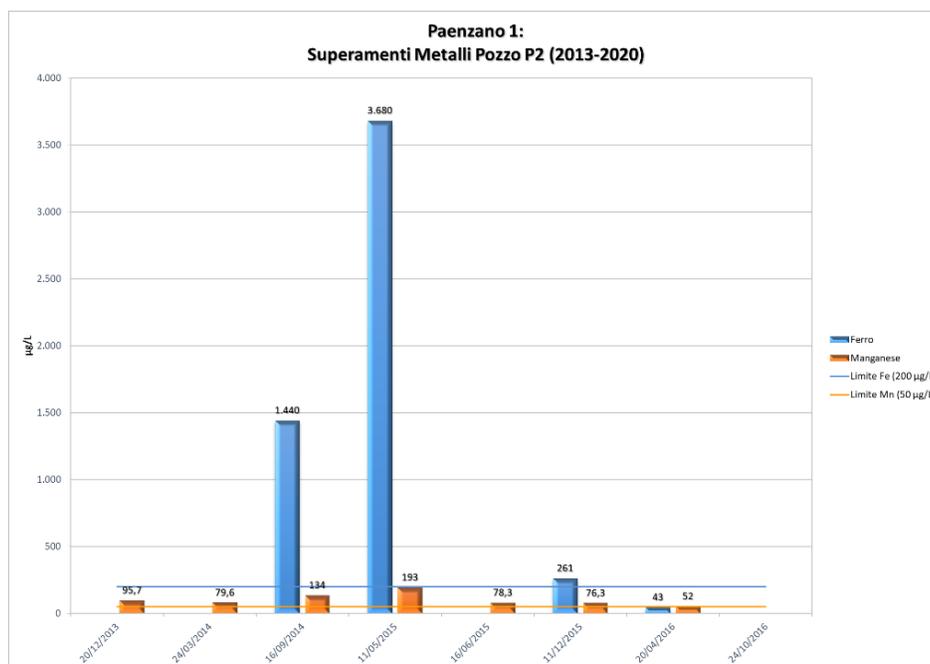
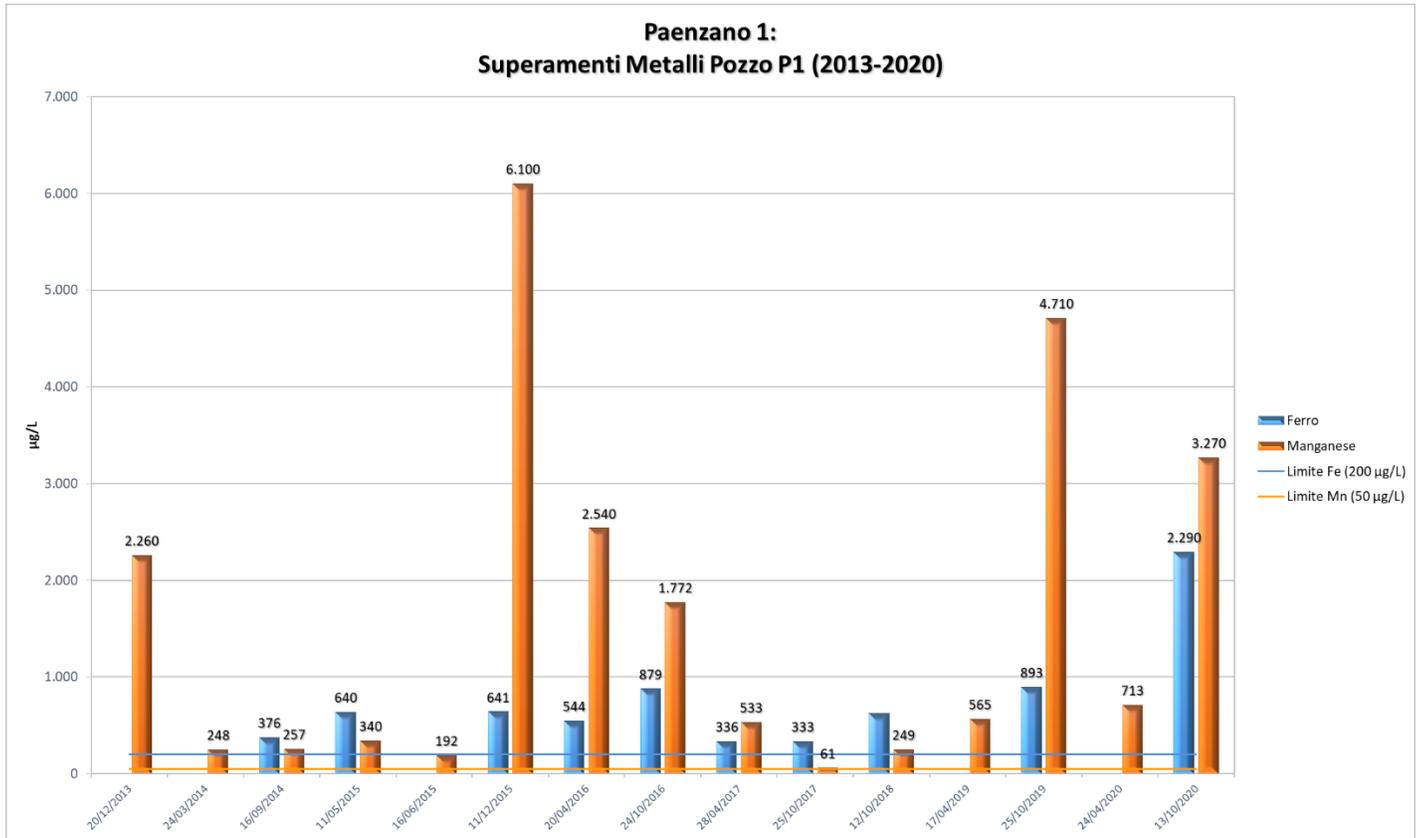
Superamenti Pozzo P3 (µg/L)																
Parametri	20/12/2013	24/03/2014	16/09/2014	11/05/2015	16/06/2015	20/04/2016	24/10/2016	28/04/2017	25/10/2017	20/04/2018	12/10/2018	17/04/2019	25/10/2019	24/04/2020	13/10/2020	Limiti Acque Sotterranee D.Lgs. 152/2006 All.5, Parte IV, Tab. 2 (µg/L)
Ferro	-	250	2.170	480	3.230	383	1.853	1.596	2.623	1.902	6.060	4.830	6.450	5.430	2.740	200
Manganese	135	242	94	87	218	226	381	444	345	579	798	1.220	1.980	2.520	1.290	50
Fluoruri	-	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5
1,2-Dicloropropano	-	-	-	-	-	-	4,8	2,3	-	3,8	6,8	6,64	5,12	6,63	3,88	0,15
1,4-Diclorobenzene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58	0,53	0,781	0,649	0,906	-	0,5
Cloruro di vinile	-	1,4	-	-	-	-	11	-	-	3,2	2,6	1,23	1,25	1,4	0,923	0,5
Σ Solventi Organici Clorurati	-	-	-	-	-	-	17	-	-	-	11	-	-	-	-	10



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

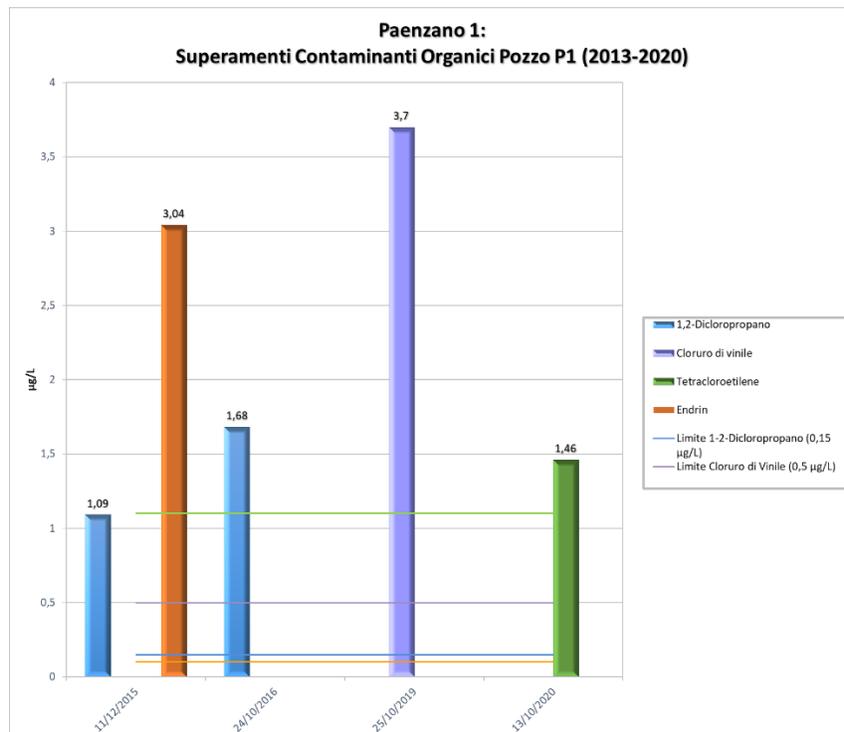
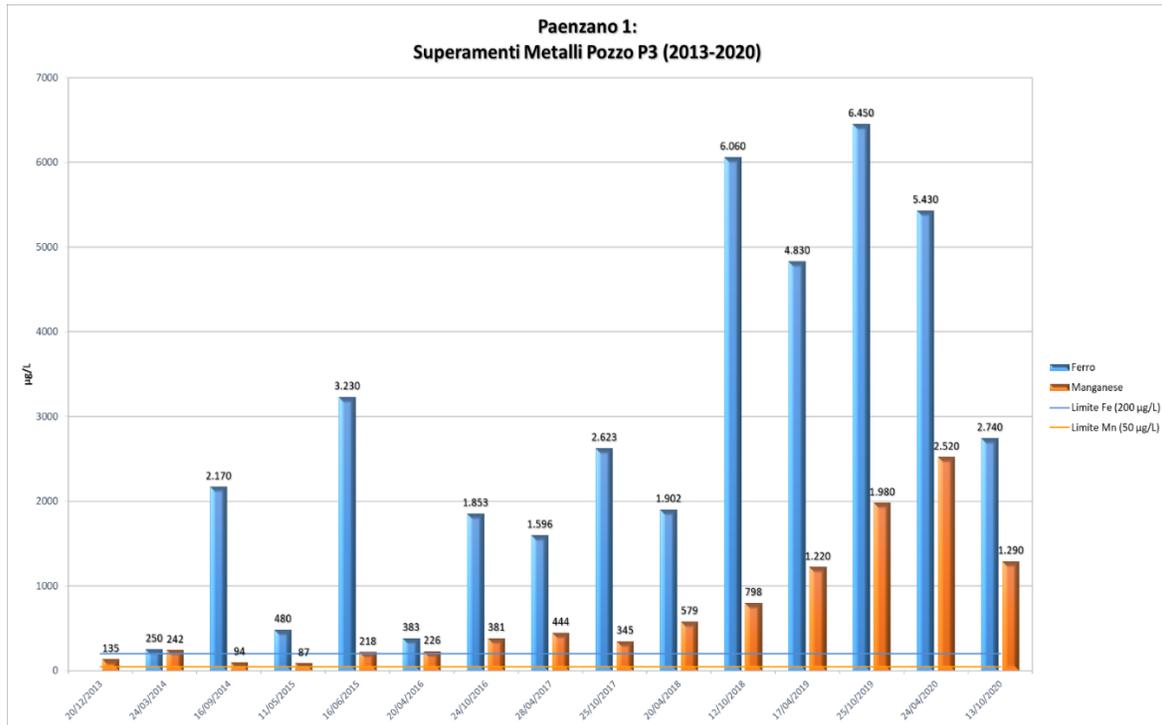
Discarica Paenzano 1- Grafici superamenti limiti acque sotterranee





S.A.P.N.A.

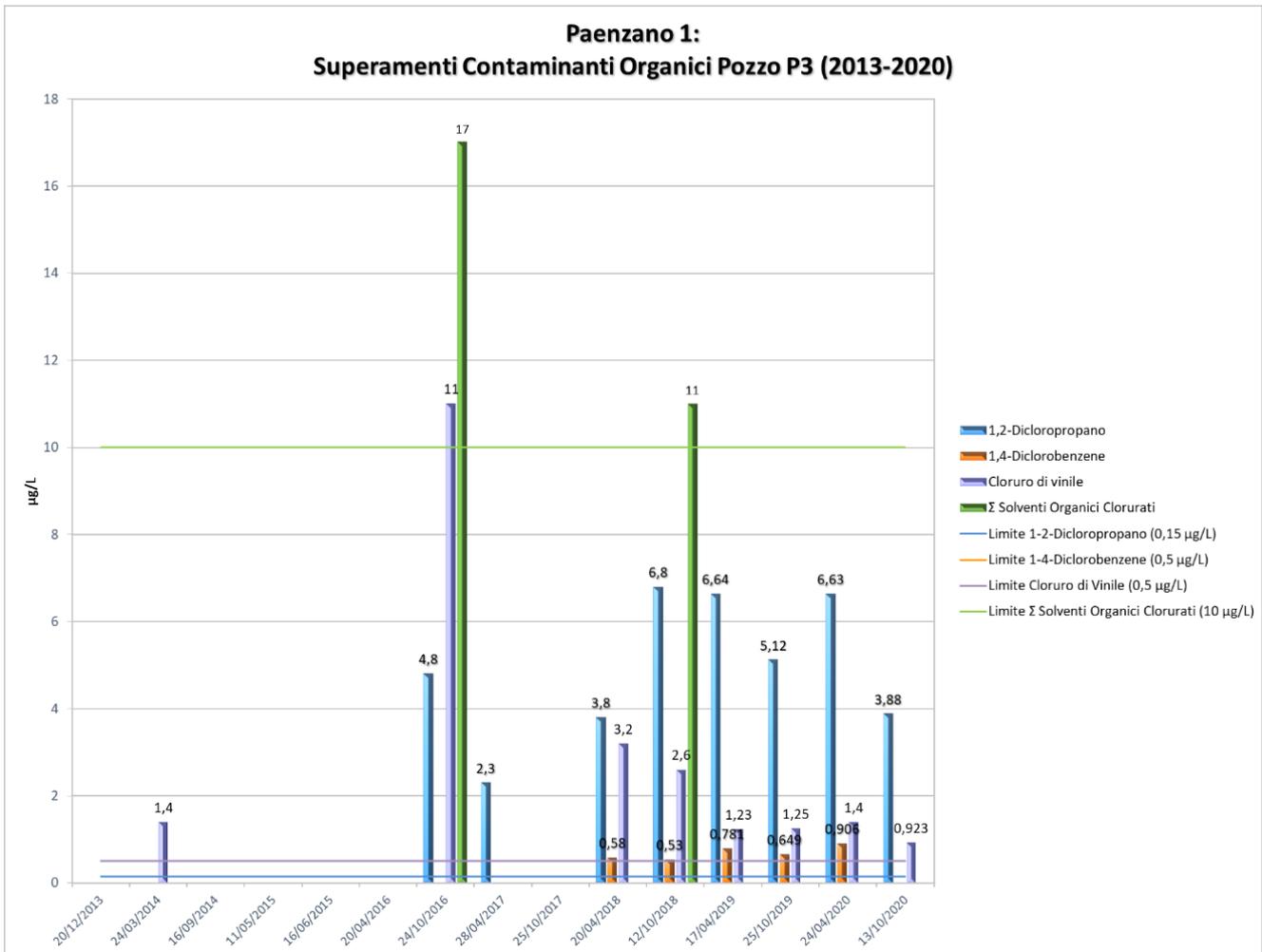
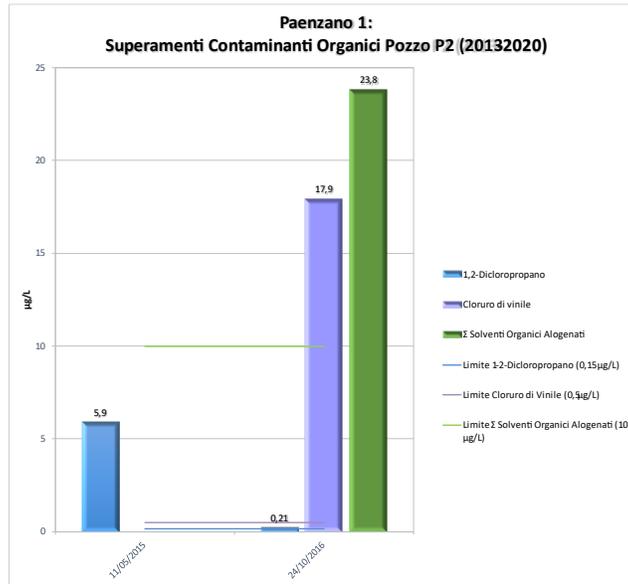
Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico





S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico





S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Come si evince dalle tabelle e dai grafici i superamenti dei limiti di legge riguardano alcuni metalli e contaminanti organici. Per quanto riguarda i metalli gli sfioramenti riguardano il Ferro e il Manganese in tutti e tre i pozzi di monitoraggio anche se con modalità diverse. Nel pozzo spia P1 (monte idrogeologico) i suddetti analiti sembrano avere un andamento altalenante con dei picchi riguardo al manganese. Il pozzo spia 2 (valle idrogeologico) presenta, al contrario, dei picchi per il parametro Ferro. Il pozzo in questione non è stato monitorato dall'aprile 2020 ad aprile 2021 a causa di un guasto all'impianto di emungimento. Il pozzo in questione è stato ripristinato a maggio 2021.

Nel pozzo P3 (valle idrogeologico) si osserva, per entrambi gli analiti, dal 2013 ad oggi una tendenza all'aumento del tenore dei superamenti.

Lo sfioramento del parametro fluoruri si è verificato occasionalmente in tutti e tre i pozzi spia nel marzo 2014 e solo nel P1 nel giugno 2015.

I contaminanti organici si presentano in tutti e tre i pozzi di monitoraggio con elementi e frequenze differenti. Nel Pozzo P1 (monte idrogeologico) i superamenti registrati relativi ai parametri 1.2-dicloropropano, Cloruro di vinile, Tetracloroetilene, Endrin dal 2015 risultano veramente sporadici, anche se con dei picchi.

Il Pozzo spia P2 (valle idrogeologico) monitorato dal 2013 al 2019 mostra dei superamenti solo nel nell'anno 2015 relativamente ai parametri 1.2-dicloropropano, Cloruro di vinile e Σ Solventi Organici Clorurati ed un unico superamento nel 2016 relativo al 1.2-dicloropropano. Il pozzo in questione non è stato monitorato dall'aprile 2020 ad aprile 2021 a causa di un guasto all'impianto di emungimento. Il pozzo in questione è stato ripristinato a maggio 2021.

Il pozzo spia P3 (valle idrogeologico) mostra per i parametri 1.2-dicloropropano, 1.4 diclorobenzene, Cloruro di vinile e Σ Solventi Organici Clorurati invece, una tendenza presenza costante nel tenore dei 1.2-dicloropropano, 1.4 diclorobenzene, una leggera decrescita nel tenore del cloruro di vinile e l'assenza dal 10/2018 dei Σ Solventi Organici Clorurati comparsi solo con due picchi entrambi nel mese di ottobre 2016 e 2018.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Discarica Paenzano 2- Tabelle superamenti limiti acque sotterranee

Superamenti Pozzo P1 (µg/L)		
Parametri	13/12/2018	Limiti Acque Sotterranee D.Lgs. 152/2006 All.5, Parte IV, Tab. 2 (µg/L)
Manganese	64	50

Superamenti Pozzo P2 (µg/L)				
Parametri	15/10/2015	12/07/2019	07/02/2020	Limiti Acque Sotterranee D.Lgs. 152/2006 All.5, Parte IV, Tab. 2 (µg/L)
Ferro	10.300	-	15.500	200
Manganese	1.040	227	521	50

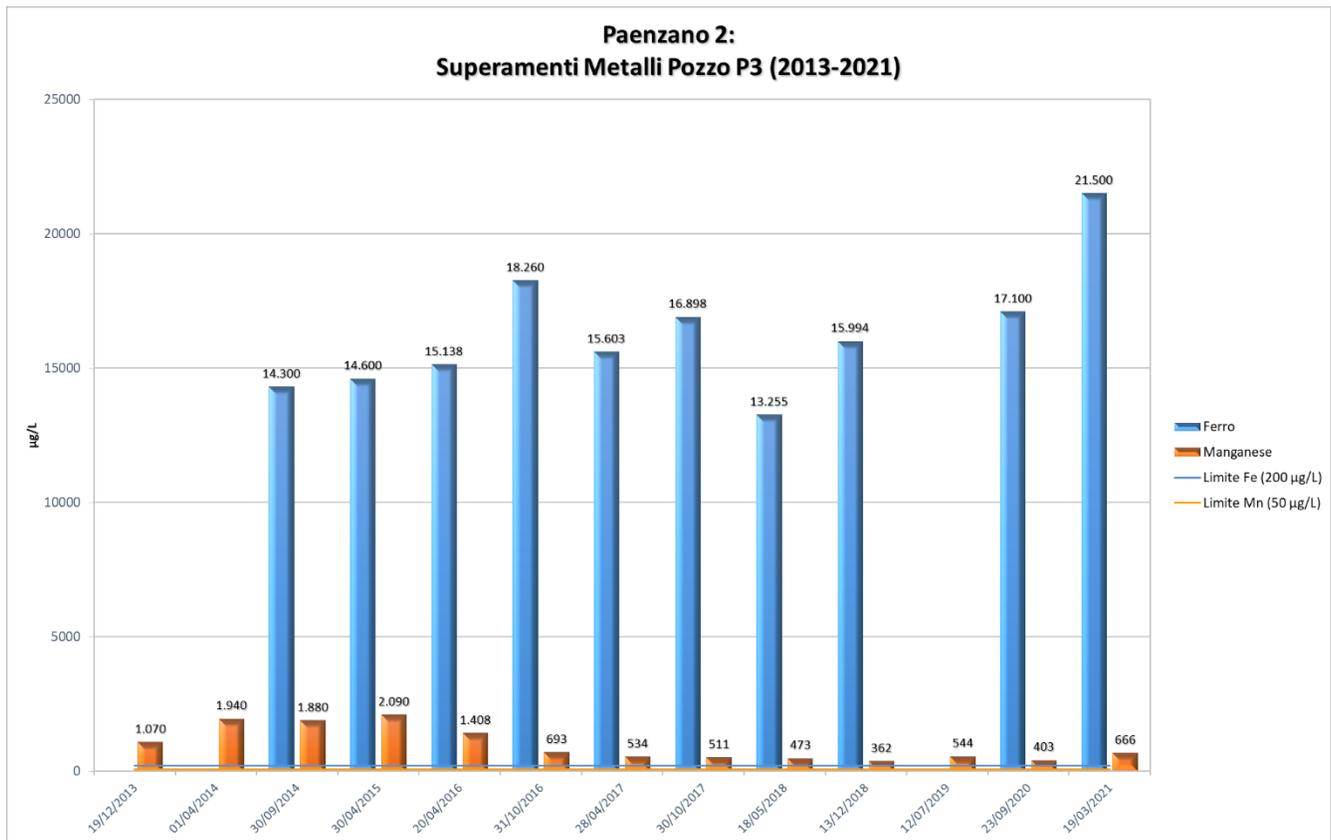
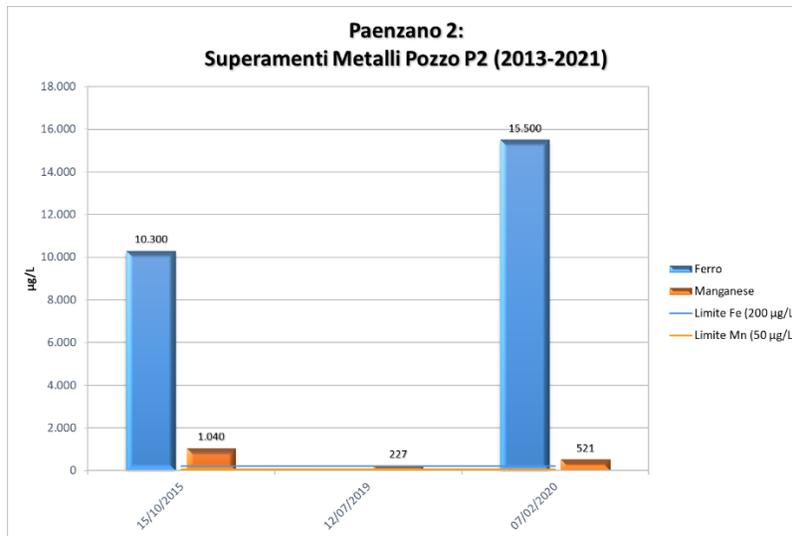
Superamenti Pozzo P3 (µg/L)														
Parametri	19/12/2013	01/04/2014	30/09/2014	30/04/2015	20/04/2016	31/10/2016	28/04/2017	30/10/2017	18/05/2018	13/12/2018	12/07/2019	23/09/2020	19/03/2021	Limiti Acque Sotterranee D.Lgs.152/2006 All.5, Parte IV, Tab. 2 (µg/L)
Ferro	-	-	14.300	14.600	15.138	18.260	15.603	16.898	13.255	15.994	-	17.100	21.500	200
Manganese	1.070	1.940	1.880	2.090	1.408	693	534	511	473	362	544	403	666	50



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Discarica Paenzano 2- Grafici superamenti limiti acque sotterranee





S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Come si evince dalle tabelle e dai grafici i superamenti dei limiti di legge riguardano il Ferro e il Manganese nei pozzi spia P2 e P3

Il pozzo spia di monte P4 non presenta alcun superamento, analogamente al pozzo spia P1 ad esclusione di un unico superamento del Manganese di poco superiore ai limiti di legge nel dicembre 2018.

Nel pozzo spia P2 (valle idrogeologico) il livello del manganese ha sfiorato 3 volte il limite di legge a ottobre 2015, a luglio 2019 e a febbraio 2020. Il ferro ha sfiorato 2 volte, in picco, a ottobre 2015 e a febbraio 2020.

Discorso diverso per il Pozzo spia P3 posto a valle idrogeologico dove sia ferro che manganese sfiorano costantemente. Mentre il tenore in manganese dopo un picco nell'aprile 2015 sembra avere un andamento costante con valori che oscillano tra un minimo di 362 ed un massimo di 2090 $\mu\text{g/L}$, il ferro ha costantemente, da settembre 2014 e ad esclusione del 2019, un tenore di picco, arrivando a 21.500 $\mu\text{g/L}$ nell'ultima misura di marzo 2021.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

8. POTENZIALI FONTI DI CONTAMINAZIONE

Per quanto riguarda le potenziali fonti di contaminazione si riporta uno stralcio dello studio "Rapporto di consulenza sulle discariche Paenzano 1 e 2" commissionato dalla SAPNA al Professore Luciano Ferrara Docente di Chimica dell'ambiente e Coordinatore del Master di II livello in Rischio Ambientale, Analisi e Monitoraggio per la Bonifica di Siti Contaminati dell'Università di Napoli Federico II. Il lavoro è stato redatto nel 2017 pertanto le valutazioni conclusive dello studio, rispetto alle criticità osservate nelle due discariche, rispecchiano quel limite temporale.

Si tratta di uno studio che riporta una prima ipotesi sulle origini delle contaminazioni riscontrate nelle due discariche. Nello studio è più volte implicitamente suggerito la necessità di realizzare un modello idrogeologico dell'area tale da fugare qualsiasi dubbio sulle modalità della circolazione idrica sotterranea e che consenta di fornire elementi utili per la comprensione dell'origine dei superamenti rilevati.

Allo scopo viene suggerito, inoltre, di *"Individuare altri pozzi/piezometri presenti nel territorio delle due discariche, anche a distanza di qualche chilometro ed acquisire tutta la documentazione esistente relativa alle loro caratteristiche strutturali e al chimismo delle acque campionate attraverso tali pozzi; creare nuovi piezometri nelle aree adiacenti alle due discariche per analizzare le relative acque campionate."*

Si riporta di seguito uno stralcio della relazione relativo alle conclusioni:

"Complessivamente abbiamo due tipologie diverse di contaminanti per i quali sono stati registrati dei superamenti o in Paenzano 1 o Paenzano 2 o in entrambi gli impianti:

a) contaminanti inorganici: fluoro, ferro e manganese

b) contaminanti organici: tetracloroetilene, 1,2dicloropropano, cloruro di vinile, solventi organici clorurati.

La prima categoria contiene elementi che sono talora presenti nel territorio campano a concentrazioni superiori alla media nazionale per la particolare natura vulcanica del suolo. Nel nostro caso i valori fuori norma del fluoro, peraltro registrati sia a monte che a valle nello stesso giorno e solo per un giorno (tranne un occasionale superamento di un altro giorno solo a monte), segnalano precisamente l'esistenza di questo fenomeno. Va precisato peraltro che la natura occasionale del superamento non è affatto contraddittoria con quanto detto sopra perché spesso la presenza di questi ioni nelle acque si modifica anche in funzione del maggiore o minore emungimento che viene esercitato nell'area in questione e dunque al richiamo di altre eventuali componenti idriche a diversa mineralogia.

Per quanto riguarda invece ferro e manganese, la loro presenza a valori superiori alla norma sembra troppo selettiva perché possa essere attribuita a valori del fondo naturale. Ciò detto, restano due ipotesi possibili secondo le quali i superamenti in oggetto possono essere interpretati: 1) che la fonte di contaminazione sia interna all'area delle due discariche; 2) che la fonte di contaminazione sia invece esterna all'area delle due discariche. Ma come sviluppato nel paragrafo relativo all'esame dei dati di ferro e manganese, l'ipotesi più probabile è che si debba escludere come origine la presenza dei corpi delle due discariche. Tuttavia questo aspetto può essere oggetto di ulteriori indagini.



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Per quanto riguarda infine i superamenti relativi ai contaminanti organici, nella misura in cui tali eventi sono del tutto occasionali e di lieve entità e non si sono ripetuti nell'anno 2016, si ritiene che essi possano essere considerati come l'espressione di contaminazioni provenienti da altre fonti remote e non essere presi in considerazione ulteriormente in questa relazione. Una possibile fonte remota di contaminazione è quella già segnalata nel capitolo 7 di questa relazione e rappresentata specificamente in fig. 20: un sito illegale di stoccaggio di rifiuti pericolosi che, a conoscenza del sottoscritto, non è stato mai bonificato”.

Si specifica che il sito sopra richiamato definito nello studio del Professore "discarica abusiva di Roccarainola". è ubicato a nord dell'area oggetto del presente PdC.

Relativamente ai contaminanti organici dal 2017 ad oggi come evidenziato nel paragrafo 5 soprattutto nel pozzo spia P3 nella discarica Paenzano 1 i superamenti dei contaminanti organici, soprattutto 1,2-dicloropropano, cloruro di vinile e 1,4-diclorobenzene sono costantemente presenti.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

9. PIANO DELLE INDAGINI

9.1 CRITERIO UBICAZIONE INDAGINI

Il piano delle indagini, quindi il numero e l'ubicazione delle stesse, è stato studiato in maniera da ricoprire sufficientemente l'area e tale da completare il quadro conoscitivo anche dal punto di vista idrogeologico. Il piano di investigazione tiene conto anche dei risultati delle attività di indagine geofisica (sismica ed elettrica) prescritta dall'Arpac nel Verbale di tavolo tecnico del 24.11.2020 Prot. Regione Campania 2020.0591344 del 11/12/2020 acquisito al prot. Sapna n. 12054 del 15.12.2020. I risultati delle indagini sono state inviate agli Enti il 23.04.2021 con nota prot 3745.

Pertanto si è proceduto, nel complesso, ad un'ubicazione sistematica delle indagini lungo il perimetro delle discariche e ad un'ubicazione ragionata in corrispondenza di alcuni punti ritenuti critici, quali i sistemi di raccolta del percolato presenti sulle discariche.

9.2 PIANO DELLE INDAGINI

Ai fini della caratterizzazione delle matrici ambientali suolo e acque sotterranee si è valutato di realizzare una serie di perforazioni di sondaggio, spinte a profondità diverse in funzione del fondo della discarica e comunque sempre 5.00 m al di sotto dello stesso.

Da ciascuna perforazione saranno prelevati campioni di terreno:

- nel primo metro
- a metà tra il primo metro e fondo foro e comunque, all'incirca, ogni 15 m circa di profondità
- a fondo foro

A questi saranno aggiunti ulteriori campioni, uno in corrispondenza di ogni strato eventualmente interessato da evidenze di contaminazione o in corrispondenza di cambi litologici lungo la verticale di sondaggio.

Alcune perforazioni saranno spinte sino ad intercettare la falda acquifera e condizionate con un piezometro a tubo aperto per il campionamento delle acque sotterranee. La quota della falda è intorno ai 30 m slm pertanto si tratta, in entrambe le discariche di perforazioni oltre i 100 di profondità. Pertanto tutte le perforazioni dei piezometri saranno spinte almeno 20 metri nella zona satura per consentire le attività di prelievo delle acque sotterranee.

Le perforazioni dei piezometri saranno realizzate a carotaggio continuo con prelievo dei campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio fino alla quota stabilita precedentemente, ovvero fino a 5 m al sotto del fondo della discarica. Da tale profondità in poi la perforazione sarà realizzata a distruzione di nucleo.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

In ciascuna discarica saranno, inoltre realizzati due campioni di suolo superficiale Top soil nei primi 10 cm di suolo da prelevarsi nelle aree a verde presenti nei due siti.

Il Responsabile del sito descriverà tutte le attività che saranno realizzate in campo in un apposito “giornale dei lavori.”

Preliminarmente all’inizio delle operazioni in campo, ciascun punto interessato dalle perforazioni sarà testato al fine di poter escludere la presenza di sottoservizi; a tal fine saranno realizzati, in corrispondenza dei punti di indagine, dei prescavi a mezzo di escavatore. Ad ogni modo l’ubicazione delle indagini è stata realizzata a seguito di sopralluoghi mirati alla verifica delle reti interrate.

L’ubicazione delle indagini è riportata nelle figure sottostanti e nelle tavole allegate in appendice.

Tutti in punti di indagine sono già stati georeferenziati secondo il sistema UTM WGS84 e quotati altimetricamente.

Si riporta, di seguito, il dettaglio dei punti di indagine che saranno eseguiti sulle due discariche:

Discarica Paenzano 1

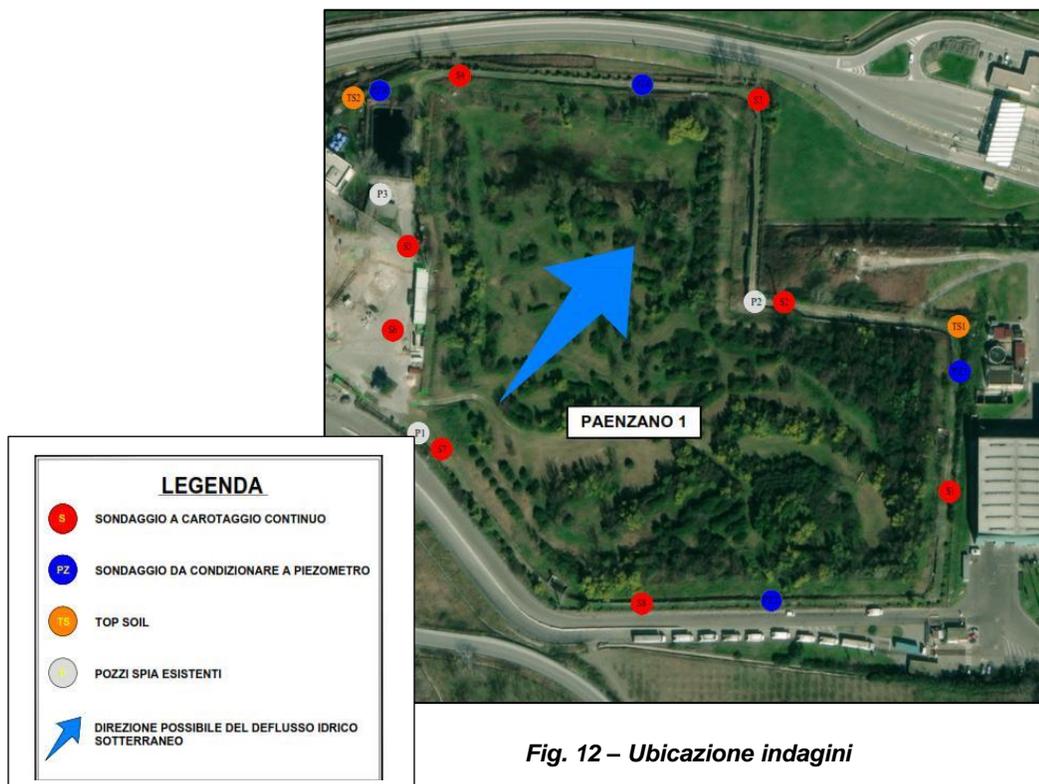


Fig. 12 – Ubicazione indagini



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

COORDINATE NEL SISTEMA DI RIFERIMENTO UTM-WGS 1984			
PAENZANO 1			
PUNTO INDAGINE	NORD	EST	QUOTA m slm
S1	4.532.636,26	464.529,88	135,10
S2	4.532.732,67	464.445,68	129,03
S3	4.532.835,78	464.432,67	125,33
S4	4.532.847,91	464.280,78	124,11
S5	4.532.761,14	464.254,39	128,18
S6	4.532.718,39	464.246,76	129,01
S7	4.532.658,01	464.271,51	131,52
S8	4.532.579,26	464.373,41	135,96
PZ1	4.532.697,39	464.535,01	132,23
PZ2	4.532.580,80	464.439,27	136,93
PZ3	4.532.840,29	464.240,03	125,29
PZ4	4.532.843,36	464.373,63	124,06
TS1	4.532.720,42	464.534,39	131,31
TS2	4.532.836,72	464.226,59	125,79
P1	4.532.655,98	464.259,69	130,35
P2	4.532.732,93	464.430,79	128,88
P3	4.532.787,56	464.240,43	126,11

Utilizzando la cartografia di progetto della discarica è stato possibile, rispetto alle indagini da realizzare per il presente PdC, risalire alle quote del fondo invaso, consentendo, quindi, di calcolare le profondità dei sondaggi da realizzare con il criterio di approfondire le stesse fino a 5 m sotto il fondo invaso.

Punto di indagine	Quota terreno in m slm	Quota FI (fondo invaso) m slm	Profondità sondaggio in m
S1	135,10	120,00	20
S2	129,03	79,00	55
S3	125,33	79,00	51
S4	124,11	79,00	50
S5	128,18	79,00	54
S6	129,01	79,00	55
S7	131,52	79,00	58



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

S8	135,96	79,00	62
PZ1	132,23	120,00	17
PZ2	136,93	79,00	63
PZ3	125,29	79,00	51
PZ4	124,06	79,00	50

Paenzano 1-prelievo campioni da sottoporre ad analisi chimiche	
Sondaggio	Prelievo campioni in m dal p.c.
S1	0-1
	9-10
	19-20
S2	0-1
	15-16
	30-31
	45-46
S3	54-55
	0-1
	15-16
	30-31
S4	45-46
	50-51
	0-1
	15-16
S5	30-31
	45-46
	53-54
	0-1
S6	15-16
	30-31
	45-46
	54-55
S7	0-1
	15-16
	30-31
	45-46
S8	57-58
	0-1
	15-16
	30-31
PZ1	45-46
	61-62
	0-1
	0-1



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

	8-9
	16-17
PZ2	0-1
	15-16
	30-31
	45-46
	62-63
PZ3	0-1
	15-16
	30-31
	45-46
	50-51
PZ4	0-1
	15-16
	30-31
	45-46
	49-50

Per un totale di n. 56 campioni

Discarica Paenzano 2

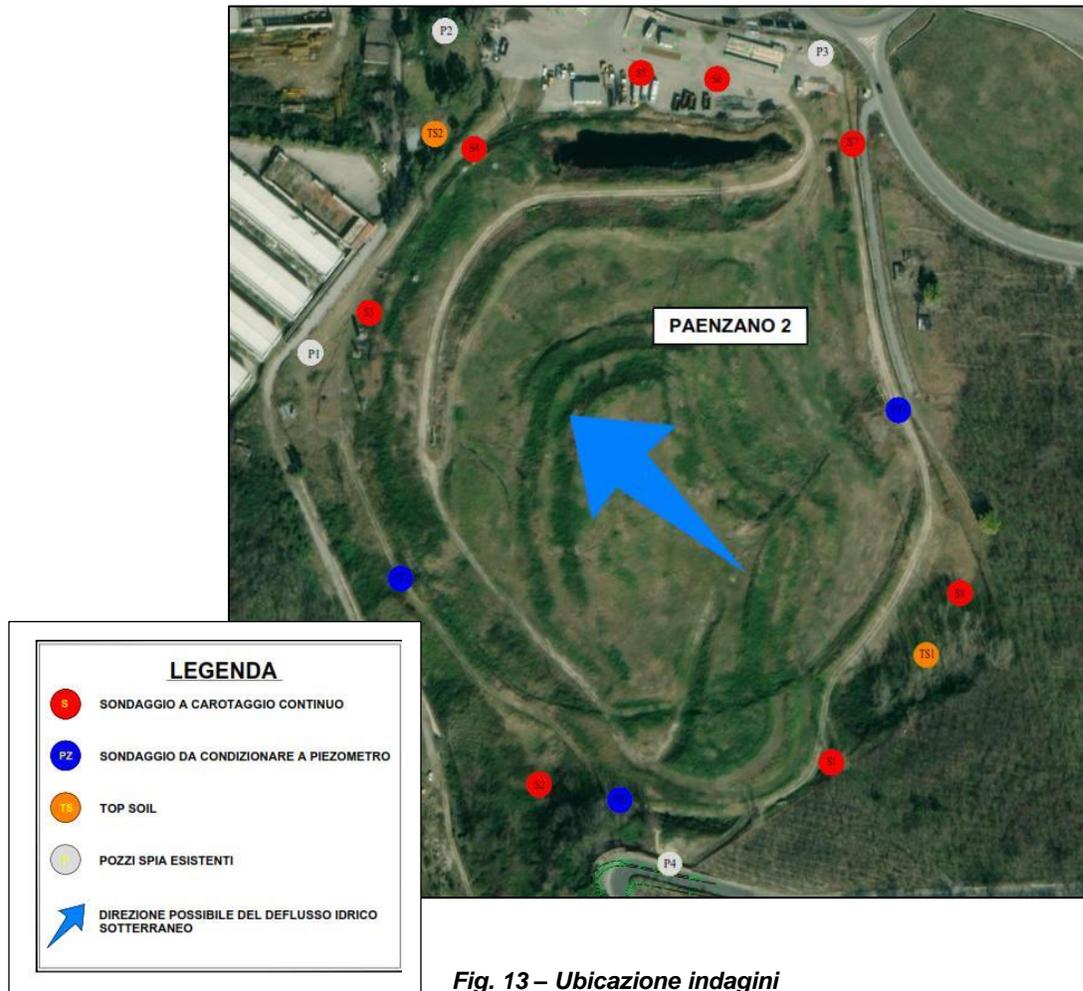


Fig. 13 – Ubicazione indagini

COORDINATE NEL SISTEMA DI RIFERIMENTO UTM-WGS 1984			
PAENZANO 2			
PUNTO INDAGINE	NORD	EST	QUOTA m slm
S1	4.532.344,11	464.109,70	159,12
S2	4.532.334,47	463.980,93	153,90
S3	4.532.542,33	463.906,14	133,10
S4	4.532.614,42	463.952,30	131,91
S5	4.532.647,92	464.025,80	131,46



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

S6	4.532.645,22	464.059,34	131,45
S7	4.532.616,77	464.119,09	131,60
S8	4.532.418,82	464.166,42	147,95
PZ1	4.532.327,65	464.016,50	162,60
PZ2	4.532.425,21	463.919,91	144,31
PZ3	4.532.499,42	464.139,19	138,54
TS1	4.532.391,44	464.151,53	151,23
TS2	4.532.621,08	463.934,90	128,54
P1	4.532.524,78	463.880,22	133,95
P2	4.532.666,46	464.939,42	131,23
P3	4.532.656,60	464.105,02	130,84
P4	4.532.299,65	464.038,47	169,31

Punto di indagine	Quota terreno m slm	Quota FI (fondo invaso) m slm	Profondità sondaggio in m
S1	159,12	105,00	59
S2	153,90	105,00	54
S3	133,10	105,00	33
S4	131,91	105,00	32
S5	131,46	105,00	32
S6	131,45	105,00	32
S7	131,60	105,00	32
S8	147,95	105,00	48
PZ1	162,60	105,00	63
PZ2	144,31	105,00	44
PZ3	138,54	105,00	39

Paenzano 2-prelievo campioni da sottoporre ad analisi chimiche	
Sondaggio	Prelievo campioni in m dal p.c.
S1	0-1
	15-16
	30-31
	45-46
	58-59
S2	0-1
	15-16



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

	30-31
	45-46
	53-54
S3	0-1
	15-16
	32-33
S4	0-1
	15-16
	31-32
S5	0-1
	15-16
	31-32
S6	0-1
	15-16
	31-32
S7	0-1
	15-16
	31-32
S8	0-1
	15-16
	30-31
	44-48
PZ1	0-1
	15-16
	30-31
	45-46
	62-63
PZ2	0-1
	15-16
	30-31
	43-44
PZ3	0-1
	15-16
	31-32
	38-39

Per un totale di n.42 campioni

Per ciascuna discarica saranno realizzate durante la perforazione a carotaggio continuo, nei tratti ritenuti più significativi dal punto di vista geologico (es. in litotipi diversi) prove di permeabilità Lefranc. L'ubicazione delle prove proposta di seguito è stata definita in modo da coprire tutti i lati delle discariche e il numero in funzione delle profondità del relativo sondaggio.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Paenzano 1-prove di permeabilità Lefranc	
Sondaggio	Prove n.
S1	1
S6	2
S8	2
PZ4	2

Paenzano 2-prove di permeabilità Lefranc	
Sondaggio	Prove n.
S1	2
S3	1
S5	1
PZ3	1

Eventuali ulteriori prove di permeabilità saranno realizzate in caso di cambio litologico o di altre situazioni ad oggi imprevedibili.

Per il pannello analitico si rimanda a quanto di seguito descritto.

Nella matrice suolo e sottosuolo saranno ricercati i seguenti analiti: Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Fluoruri, Idrocarburi C<12, Idrocarburi C>12, BTEXS, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni. A questi si aggiungono come da integrazioni richiesta dal verbale di CdS Prot.Regione Campania n.2020.0591344 del 11/12/2020: Alifatici alogenati cancerogeni, Cloruro di vinile monomero, MTBE, Fenoli, Clorofenoli, Clorobenzoni, Solfati ed Amianto

Nei campioni di Top soil saranno determinati: Diossine Furani, PCB e Amianto

In relazione alla destinazione d'uso del sito, i risultati analitici ottenuti, saranno confrontati con i valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione riportati in Colonna B, Tabella 1, Allegato 5 alla Parte IV, Titolo V del D. Lgs. 152/06. Difatti, alla data di stesura e consegna della seguente relazione, il Comune di Tufino non si è ancora espresso circa la destinazione d'uso dell'area oggetto di caratterizzazione oltre ad indicare eventuali vincoli territoriali come prescritto in seguito alla Conferenza dei Servizi tenutasi in data 04/12/2020 (verbale Prot. Regione Campania n.2020.0591344 del 11/12/2020) e come ribadito ulteriormente nella nota di Concessione di proroga dei termini di consegna del Piano oggetto della seguente relazione (Prot. Regione Campania n.2021.0051024 del 01/02/2021).

Pertanto si è fatto riferimento alla Tavola del Piano Urbanistico Regionale C3.1 "Zonizzazione del PRG vigente sovrapposto al rilievo attuale" che identifica l'area delle due discariche come Insediamenti produttivo. La



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

cartografia allegata al presente PDC è stata scaricata dal sito del Comune di Tufino all'indirizzo <http://www.comune.tufino.na.it/joomla30/docs/puc/Definitivo/C3.1.pdf>.

I campioni di suolo saranno analizzati, pertanto, ai sensi della Colonna B Tab. 1 dell'Allegato 5 Titolo V Parte IV del D. Lgs 152/2006.

Nella matrice acque sotterranee saranno ricercati i seguenti analiti: Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Cromo VI, Ferro, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Fluoruri, Idrocarburi totali, BTEXS, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni, nitriti, nitrati, solfati e COD.

Le acque sotterranee saranno analizzate ai sensi della Tab. 2 dell'allegato 5 al titolo V della parte quarta del D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152.

Saranno ricercati in campo i seguenti parametri: ossigeno disciolto, temperatura, potenziale redox, conducibilità e ph.

Inoltre, dovranno essere realizzate le seguenti indagini e determinazioni supplementari. I campioni devono essere rappresentativi della costituzione lito-stratigrafica dei due siti in esame.

- Analisi granulometrica completa (per via secca e aerometria)
- pH del suolo insaturo
- Foc (frazione carbonio organico nel suolo insaturo e saturo)
- Densità relativa
- Kd (coefficiente di ripartizione suolo/acqua), nel caso di superamenti delle CSC dei metalli nei terreni (per il campione con le concentrazioni maggiori)
- Speciazione idrocarburi (MADEP), nel caso di superamento delle CSC degli idrocarburi nei terreni e/o nelle acque sotterranee (per il campione con le concentrazioni maggiori)
- Speciazione idrocarburi (MADEP), nel caso di superamento degli idrocarburi nelle acque sotterranee.

In considerazione dell'ampiezza dei due siti si ritiene utile determinare, per ciascuna discarica, almeno n. 4 analisi granulometriche, Foc e ph per il suolo superficiale e 4 per quello profondo.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

10. MODALITA' OPERATIVE

10.1 ESECUZIONE SONDAGGI E PIEZOMETRI

10.1.1 Perforazioni-Carotaggi

Il carotaggio sarà effettuato con metodo di perforazione a secco senza l'utilizzo di fluido di perforazione (nemmeno per l'installazione dell'eventuale camicia di protezione del foro), usando un carotiere di diametro idoneo (vedi tab. n. A.1.1) a prelevare campioni indisturbati ed evitando fenomeni di surriscaldamento. In particolare si propone il metodo di perforazione a rotazione a carotaggio continuo a bassa velocità di rotazione.

Le perforazioni profonde che prevedono l'installazione dei piezometri saranno invece realizzate a carotaggio continuo fino alla profondità corrispondente al fondo invaso, da tale profondità in poi a distruzione di nucleo.

Carotiere semplice	Rivestimento	Tubo piezometrico
101 mm	152 mm	3"
127 mm	178 mm	4"
132 mm	>200 mm	6"

TAB. A.1.1 DIAMETRI DI PERFORAZIONE

I fori di carotaggio dopo il prelievo dei campioni di terreno, saranno sigillati con riempimento dall'alto o iniezione di miscele bentonitiche dal fondo.

L'esecuzione delle perforazioni deve essere eseguita garantendo la georeferenziazione secondo il sistema UTM WGS 84 e la quotazione di ogni punto indagato, con la precisione di un metro per le coordinate x e y e di un decimetro per la quota, la quale dovrà essere espressa come quota sul livello medio del mare.

Durante tutte le perforazioni saranno raccolte le informazioni necessarie a redigere i rapporti di campagna in cui saranno registrate, secondo standard predefiniti tutte le informazioni necessarie.

INDAGINI SULLE ACQUE – Installazione Piezometri

I pozzi di monitoraggio verranno installati per il campionamento e la misura dei livelli freaticometrici delle acque sotterranee e la loro caratterizzazione dal punto di vista chimico – fisico.

Le caratteristiche tecniche di un pozzo di monitoraggio ed i materiali impiegati saranno scelti con l'obiettivo di fornire campioni rappresentativi della qualità delle acque sotterranee e della particolare tipologia di contaminanti ricercati.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Nello specifico, i fori per l'installazione dei pozzi di monitoraggio devono essere realizzati con le modalità di perforazione descritte nel par. Perforazioni e Carotaggi. Al termine della perforazione deve essere posto in opera il tubo piezometrico definitivo costituito da barre in PVC (da 3"- 6" di diametro) cieche e finestrate, di spessore minimo 2 mm e di misura variabile. L'ubicazione del tratto finestrato del tubo piezometrico verrà definita tenendo conto delle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo, della tipologia di falda interessata e del campo di escursione piezometrica stagionale. La parte fessurata deve estendersi tra il fondo foro e almeno un metro al di sopra del massimo livello statico della falda, mentre nella restante parte deve essere installata una tubazione cieca. Le microfessure della parte finestrata dovranno avere un'apertura tale da garantire un collegamento idraulico con l'acquifero (circa 0,4 mm o comunque in relazione alla granulometria dell'insaturo); la giunzione tra i vari spezzoni di tubo deve essere a manicotto filettato in modo da escludere l'uso di collanti o di nastri isolanti contenenti solventi; il tubo deve essere dotato di tappo di fondo e tappo di chiusura in sommità.

Nella corona cilindrica compresa tra il tubo e la parete del foro deve essere realizzato un dreno in ghiaietto siliceo arrotondato (diametro 1-3 mm e comunque almeno 30 volte superiore al diametro del terreno circostante), lavato e calibrato. Il dreno dovrà essere posto nel tratto compreso tra fondo foro e 50 cm sopra il termine del tratto finestrato; lo spazio anulare sovrastante dovrà essere sigillato con miscela di cemento-bentonite. Il manto drenante dovrà essere posato in modo tale da garantire la formazione di uno strato uniforme su tutta la lunghezza del tratto fessurato, evitando la formazione di ponti che pongano la tubazione a diretto contatto con il suolo. Le teste di tutti i tubi piezometrici devono essere dotate di un tappo con chiusura a tenuta idraulica per evitare l'ingresso di contaminanti dal piano campagna e devono essere protette da un pozzetto con coperchio metallico carrabile munito di lucchetto.

Sviluppo del pozzo piezometrico

La fase successiva alla costruzione prevede il reintegro della conducibilità idraulica naturale all'interno delle formazioni attraversate, rimuovendo le particelle fini in grado di intasare il dreno ed intorbidire i campioni di acqua prelevati.

Si possono adottare due differenti metodologie, la scelta sarà definita in campo:

air lift – il metodo consiste nell'azione di emungimento di acqua dai pozzi mediante azioni di flusso e riflusso (con relativa turbolenza nelle immediate vicinanze dei filtri) provocate, rispettivamente, dall'introduzione nel pozzo di grandi quantitativi d'aria compressa e da chiusure brusche del getto d'aria. Tale azione sarà protratta fino ad ottenimento di acque chiare, prive di sedimenti in sospensione;

pompa sommersa – per l'azione di emungimento vengono utilizzati un campionatore in acciaio inox, PVC o PE e una pompa a portata regolabile. In un primo tempo si utilizza il campionatore per estrarre i sedimenti



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

depositati a fondo foro ed evitare l' eventuale intasamento della pompa; di norma si estraggono almeno 20 l di acqua verificando la quantità di sedimenti presenti e l'eventuale presenza di inquinanti surnatanti. Quando si ottiene una riduzione significativa dei sedimenti, si inserisce la pompa a metà circa del tratto finestrato e la si attiva a bassa portata (<5l/min). Con la progressiva riduzione del carico solido nell'acqua emunta si incrementa la portata fino a raggiungere valori compresi tra 10 e 20 l/min, in funzione della prevalenza. La fase di sviluppo viene protratta fino alla rimozione di un numero sufficiente di volumi d'acqua (da 30 a 50 volte) contenuti all'interno del foro (tubo piezometrico + intercapedine con ghiaietto). I tubi utilizzati per il sollevamento dell'acqua durante la fase di sviluppo del pozzo sono in genere di materiale plastico.

L'acqua emunta viene raccolta e smaltita come rifiuto liquido ai sensi della normativa vigente.

10.1.2 Attività di prelievo suoli Campionamento terreno (modalità)

Nel corso degli interventi di perforazione e prelievo dei campioni, tutto il materiale estratto dovrà essere esaminato e la descrizione della stratigrafia, e delle eventuali presenze di livelli contaminati, deve essere effettuata a cura di un geologo.

I risultati dovranno essere presentati su appositi moduli con la descrizione granulometrica del terreno, con le percentuali delle singole classi e la relativa curva granulometrica.

Raggiunta la massima profondità di perforazione sarà necessario assicurarsi, mediante l'utilizzo di uno scandaglio, di avere realmente raggiunto la profondità voluta.

Le carote, estruse per battitura del carotiere senza utilizzo di fluidi, saranno disposte in apposite cassette catalogatrici in PVC, sulle quali saranno identificati il cantiere, il sondaggio, la profondità degli strati intercettati e il nome di chi effettua il prelievo.

La carota estrusa e depositata nel recipiente sarà fotografata prima che il materiale raccolto venga riposto per la conservazione o utilizzato per la formazione del campione, la carota sarà fotografata dal basso verso l'alto, con una scala di riferimento e un numero di catalogazione con data e n. sondaggio. Si procederà, poi, alla decorticazione della superficie della carota ed al prelievo di campioni dal cuore della stessa.

Da ciascun sondaggio i campioni saranno formati i campioni previsti nei paragrafi precedenti.

Saranno, inoltre, prelevati ulteriori campioni in presenza di evidenze visive e/o organolettiche di contaminazione ed al riscontro di un cambio litologico lungo la verticale di sondaggio.

Il sondaggio sarà ulteriormente approfondito qualora a fondo foro si rilevasse contaminazione.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

I campioni saranno puntuali, ossia compresi tra due valori di profondità il più possibile ravvicinati compatibilmente con il quantitativo minimo di materiale necessario per gli scopi analitici.

“Ogni campione è suddiviso in due aliquote, una per l’analisi da condurre ad opera dei soggetti privati, una per l’archivio a disposizione dell’Ente di controllo. L’eventuale terza aliquota, quando richiesta sarà confezionata in contraddittorio solo alla presenza dell’Ente di controllo, sigillando il campione che verrà firmato dagli addetti incaricati, verbalizzando il relativo prelievo” (All. 2 parte IV Titolo V D.lgs. 152/06 e s.m.i.)

A seconda della tipologia di contaminanti da determinare, le modalità di campionamento variano come specificato di seguito.

Campionamento composti non volatili

La formazione del campione avverrà su telo impermeabile (es. polietilene), in condizioni adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

Il materiale utilizzato nella formazione del campione sarà omogeneizzato (mediante l’utilizzo di paletta per campionamento in acciaio inox) per ottenere un campione rappresentativo dell’intero strato individuato. A tal fine il materiale disposto sul telo può essere prelevato sulla base delle tecniche di quartatura ed omogeneizzato in busta in PET o in alternativa in un contenitore di acciaio inossidabile.

I campioni di terreno prelevati saranno conservati in contenitori nuovi di vetro da 1 l dotati di tappo ermetico a vite, da riempire completamente e sigillare immediatamente, che andranno etichettati e conservati come specificato successivamente.

Dopo ogni operazione di formazione del campione gli strumenti utilizzati a tale scopo saranno decontaminati.

Campionamento composti volatili

Per limitare la volatilizzazione, nella formazione del campione da predisporre per l’analisi dei composti volatili saranno ridotti i tempi di esposizione all’aria dei materiali. A tal fine le operazioni di formazione del campione saranno condotte immediatamente dopo la deposizione del materiale nella cassetta catalogatrice. Si procederà poi alla decorticazione della superficie della porzione prescelta di carota mediante l’utilizzo di una spatola in acciaio inox e all’asportazione del campione dal cuore della carota con l’ausilio di un microcarotiere.

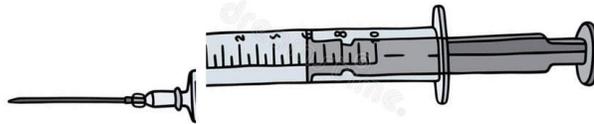
Il campionamento delle aliquote di terreno destinate all’ARPAC verrà eseguito secondo la procedura definita dall’ARPAC ed approvata dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio per i siti di interesse nazionale di seguito specificata



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

per il prelievo dei campioni destinati alla determinazione di inquinanti volatili si procederà, immediatamente dopo la deposizione del materiale nella cassetta catalogatrice, alla decorticazione della superficie della porzione prescelta, asportando il campione dal cuore della carota con l'ausilio di un microcarotiere in acciaio inox o con una siringa monouso da 5/10 ml a cui è stata precedentemente tagliata la parte superiore (vedi figura).



Tali campioni saranno confezionati secondo le seguenti due procedure, in relazione al sito di destinazione d'uso (colonna A o colonna B):

Prima procedura (per siti con destinazione ad uso verde pubblico, privato e residenziale Colonna A).

Per ciascuna aliquota di campione si preparano in laboratorio 4 vials EPA in vetro chiaro (il numero di vials varia in funzione del numero e della tipologia di analiti da ricercare) da 40 mL in ognuna delle quali vengono aggiunti 10 mL di Metanolo (puro per analisi in Purge & Trap). Ciascuna vial viene pesata, unitamente al tappo a vite di chiusura con setto in Silicone/PTFE; tale peso costituirà il peso tara. Ogni vial verrà deposta in un'apposita busta recante in etichetta il peso tara. In sito tali vial saranno riempite con il campione di terreno prelevato dal cuore della carota (per un quantitativo di circa 3 g di terreno) così come sopradescritto.

Seconda Procedura (per siti ad uso commerciale ed industriale Colonna B).

Per ciascuna aliquota di campione si preparano in laboratorio sei vials di vetro (il numero di vials varia in funzione del numero e della tipologia di analiti da ricercare) da 20 mL in ognuna delle quali vengono aggiunti 10 mL di modificante di matrice (acido fosforico al 0,2% in soluzione satura di NaCl). Ciascuna vial viene pesata, unitamente al tappo ed alla ghiera corrispondenti; tale peso costituirà il peso tara, dopodiché ogni vial sarà chiusa temporaneamente con un tappo ed una ghiera provvisoria. Ogni vial con i corrispondenti tappo e ghiera prepesati verrà deposta in un'apposita busta recante in etichetta il peso tara. In sito tali vials saranno riempite con il campione di terreno prelevato dal cuore della carota (per un quantitativo di 2 -3 g di terreno) così come sopradescritto. Le vials a questo punto saranno chiuse immediatamente con i rispettivi tappo e ghiera definitivi prepesati.

Per i composti volatili sarà prelevata una sola aliquota.

L'eventuale seconda aliquota, quando richiesta sarà confezionata in contraddittorio solo alla presenza dell'Ente di controllo sigillando il campione che verrà firmato dagli addetti incaricati, verbalizzando il relativo prelievo.

I contenitori, opportunamente etichettati, andranno conservati secondo le modalità descritte successivamente.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

10.1.3 Attività di prelievo acque sotterranee Campionamento acque sotterranee (modalità)

Il campionamento delle acque sotterranee si articolerà nelle seguenti fasi di attività:

- misure freaticometriche
- spurgo
- misura dei parametri chimico – fisici
- procedure di campionamento

Ciascun campione di acqua sotterranea sarà prelevato in un'unica aliquota.

L'eventuale seconda aliquota, quando richiesta sarà confezionata in contraddittorio solo alla presenza dell'Ente di controllo sigillando il campione che verrà firmato dagli addetti incaricati, verbalizzando il relativo prelievo.

Misure freaticometriche

Preliminarmente ad ogni operazione di spurgo e campionamento verrà eseguita la misura della profondità della superficie freatica rispetto alla testa-pozzo, mediante sonda freaticometrica. In questa fase verrà realizzata la misura anche della profondità del pozzo di monitoraggio, allo scopo di verificare lo stato di conservazione dello stesso.

Tutte le misure saranno effettuate prendendo come riferimento la testa della tubazione in PVC. La misura della profondità della superficie freatica permetterà di calcolare lo spessore della colonna d'acqua all'interno di ciascun pozzo, conoscendo la profondità dello stesso e conseguentemente il volume di acqua da emungere prima di procedere alle operazioni di campionamento.

In presenza di prodotto idrocarburico in fase separata si procederà alla misurazione dello spessore apparente.

Spurgo dei pozzi di monitoraggio

Prima di procedere alla fase di campionamento occorrerà eliminare l'acqua presente all'interno del pozzo e del dreno, che non è generalmente rappresentativa della qualità dell'acqua sotterranea del sito in esame.

Lo spurgo consisterà in uno sviluppo ridotto realizzato con pompa a bassa portata in modo da minimizzare la variazione del livello freaticometrico nel corso delle operazioni.

Il volume di acqua emunta durante la fase di spurgo dovrà essere pari a 3–5 volte il volume di acqua contenuto nel pozzo e nel filtro in fase statica.



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Dopo aver estratto il numero di volumi d'acqua richiesto, raggiunto la stabilità dei parametri chimico-fisici ed aver ottenuto acqua non torbida si procederà all'operazione di campionamento che comunque dovrà avvenire entro le 24 h dal ripristino del livello piezometrico naturale.

L'acqua emunta durante la fase di spurgo dovrà essere raccolta e smaltita come rifiuto liquido ai sensi della normativa vigente.

Misura dei parametri chimico-fisici

Successivamente alle operazioni di spurgo verranno misurati in campo i seguenti parametri chimico-fisici: DO (ossigeno disciolto), temperatura, pH, potenziale redox e conducibilità.

Tali parametri devono essere misurati in sito, prima e dopo il campionamento, poiché alcune concentrazioni possono subire dei cambiamenti dovuti ad alterazioni nel campione, cioè precipitazione, scioglimento, ecc.

I risultati delle misure saranno riportati nell'apposito rapporto di monitoraggio.

10.1.4 Campionamento delle acque sotterranee

Procedure di campionamento

Campionamento statico

Nel caso si sospetti la presenza di una fase surnatante, si dovrà procedere alla misurazione dello spessore di tale fase mediante sonda ad interfaccia. In questo caso il campionamento sarà statico allo scopo di prelevare sostanze non miscibili con l'acqua e con densità diversa, e verrà eseguito con campionatori manuali (bailers) monouso e corde di manovra pulite. È necessario evitare fenomeni di turbolenza e di areazione sia durante la discesa del campionatore sia durante il travaso del campione d'acqua nel contenitore specifico. A seconda della presenza di liquidi di densità maggiore o minore dell'acqua saranno utilizzati rispettivamente campionatori di profondità o di superficie.

Il prelievo sarà realizzato solo dopo opportuno spurgo e ristabilizzazione del livello piezometrico statico.

Campionamento dinamico

Il campionamento dinamico deve essere effettuato con pompa pneumatica sommersa secondo il metodo a basso flusso (non superiore a 1 l/min) al fine di ridurre i fenomeni di modificazione chimico-fisica delle acque sotterranee, quali trascinarsi dei colloidali presenti nell'acquifero o reazioni di ossidoriduzione.

La pompa a basso flusso sarà collegata con una cella di misura stagna, dotata di porte porta-sensori e di una centralina portatile multiparametrica per la misurazione dei parametri chimico-fisici.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

A monte della cella di misura sarà installata un contenitore di vetro di grossa dimensione (15-20 l), al fine di miscelare ed omogeneizzare l'acqua da campionare; la cisterna è munita di un rubinetto dal quale saranno prelevati i campioni d'acqua.

I campioni di acqua prelevati devono essere conservati in appositi contenitori che andranno etichettati e conservati secondo le modalità descritte successivamente.

Sarà necessario decontaminare dopo ogni operazione di formazione del campione le attrezzature e gli strumenti utilizzati a tale scopo.

CONTENITORI CAMPIONI

Per quanto riguarda il numero e le caratteristiche dei contenitori dei campioni di terreno e dei campioni delle acque sotterranee, gli stessi saranno presentati successivamente una volta individuato l'operatore economico che procederà a realizzare le attività del presente piano e che redigerà apposito "Piano delle attività" da condividere con Arpac.

10.1.5 Modalità di gestione e conservazione del campione

MODALITA' DI REGISTRAZIONE E SCHEDATURA

- ✓ Tutti i campioni prelevati saranno contrassegnati con etichette adesive riportanti:
- ✓ identificativo del progetto di riferimento;
- ✓ la data e l'ora del campionamento;
- ✓ l' identificativo del sondaggio e della profondità di campionamento per i campioni di terreno, o l'identificativo del pozzo di monitoraggio per i campioni di acque sotterranee;
- ✓ l' eventuale indicazione dell'aliquota;

L' elenco dei campioni inviati al laboratorio, le informazioni ad essi relativi riportati su ciascuna etichetta e l'elenco delle analisi chimiche previste sarà riportato su un'apposita scheda (catena di custodia) che accompagnerà i campioni durante la spedizione.

Al momento del campionamento la scheda sarà redatta in tre copie di cui una consegnata all'ARPAC quando presente, una mantenuta dal tecnico campionario e un'altra che sarà consegnata al laboratorio di analisi, insieme con i campioni, e che al termine del processo verrà firmata dal tecnico campionario, dal responsabile della spedizione e dal responsabile del laboratorio.

Di seguito si riportano alcune indicazioni sulle modalità di compilazione della Catena di Custodia e sulle informazioni che deve contenere.

Catena di Custodia



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

La catena di custodia verrà compilata non appena il campione sarà prelevato, senza attendere la fine della giornata o della sessione di campionamento;

Nella parte generale della Catena di custodia sarà indicato:

- ✓ Codice Progetto e Project Manager
- ✓ Laboratorio che eseguirà le analisi
- ✓ Sede Ditta di invio
- ✓ Responsabili prelievo, spedizione e ricevimento;
- ✓ Corriere utilizzato

Nella parte specifica della Catena di custodia sarà indicato per ogni campione:

- ✓ Codice campione
- ✓ Data e ora di campionamento
- ✓ Matrice del campione
- ✓ Tipologia/pacchetto di analisi
- ✓ Note varie (ad es. conservanti, tipo e numero di recipienti, segnalazione della priorità di analisi, ecc).

Se saranno necessari più fogli della catena di custodia devono essere indicati il n. di fogli per ogni spedizione. Se qualche foglio non verrà completato, deve essere tracciato un segno sulle righe non utilizzate per annullarle.

Prima di consegnare i campioni all'incaricato del laboratorio, sarà verificata l'integrità dei contenitori controllando la veridicità dei dati riportati sulla Catena di Custodia; si assicurerà, inoltre, l'esatta corrispondenza tra tipo di analisi da effettuare per ogni punto di prelievo e numero e tipologia dei contenitori ad esso riferiti.

I campioni, infine, dovranno essere stoccati in ambienti refrigerati, alle temperature specificate nel paragrafo successivo in funzione del tipo di analiti da ricercare, fino alla preparazione per le analisi.

CONSERVAZIONE, STOCCAGGIO, TRASPORTO CAMPIONI

Tutti i campioni, a seguito del prelievo durante il trasporto e una volta giunti in laboratorio, saranno conservati al buio e alla temperatura di $4\pm 2^{\circ}$ C.

Essi saranno consegnati al laboratorio entro 24 h dal prelievo, congiuntamente alla documentazione di accompagnamento.

I campioni di suolo destinati alla determinazione dei composti volatili saranno trasportati e conservati alla temperatura di $-20\pm 2^{\circ}$ C.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

Le stesse temperature devono saranno garantite per la conservazione dei campioni destinati alle controanalisi fino alla validazione dei risultati analitici.

Il trasporto dei contenitori avverrà mediante l'impiego di idonei imballaggi refrigerati (frigo box rigidi o scatole pennellate in polistirolo), resistenti e protetti dagli urti, al fine di evitare la rottura dei contenitori di vetro ed il loro surriscaldamento.

10.1.6 Procedure di decontaminazione

PROCEDURE DI DECONTAMINAZIONE

Tutte le operazioni di perforazione, prelievo, conservazione, stoccaggio, trasporto dei campioni devono essere effettuate in condizioni rigorosamente controllate in modo da evitare fenomeni di contaminazione o perdita di rappresentatività del campione alterando le caratteristiche chimico-fisiche delle matrici ambientali investigate. In particolare devono essere presi i seguenti accorgimenti :

- ✓ utilizzo nelle diverse operazioni di strumenti e attrezzature costruiti in materiale quali acciaio INOX e PVC, tali che il loro impiego non modifichi le caratteristiche delle matrici ambientali, del materiale di riporto e la concentrazione delle sostanze contaminanti;
- ✓ rimozione di qualsiasi grasso o lubrificante dalle zone filettate degli utensili;
- ✓ utilizzo di rivestimenti, utensili, corone e scarpe non verniciate;
- ✓ eliminazione di gocciolamenti di lubrificanti dalle parti idrauliche dei macchinari, degli impianti e di tutte le attrezzature utilizzate durante tutte le fasi di campionamento. Nel caso di perdite si verificherà che queste non abbiano prodotto contaminazione del terreno prelevato; in ogni caso tutte le informazioni devono essere riportate sul verbale di giornata;
- ✓ uso di guanti monouso e stracci, chiavi, ecc. puliti per prevenire il diretto con il materiale estratto;
- ✓ pulizia dell' impianto di perforazione e di tutti gli utensili utilizzati, mediante idropulitrice a getto di vapore, prima dell'inizio delle indagini, tra un sondaggio e l'altro e prima di lasciare il sito;
- ✓ pulizia di ogni strumento di misura in foro;
- ✓ controllo e pulizia di tutti i materiali inseriti in foro (ghiaietto, bentonite, cemento, tubi in PVC, ecc.);
- ✓ uso di ghiaietto siliceo lavato e calibrato;
- ✓ chiusura della testa foro ad ogni interruzione del lavoro;
- ✓ uso di contenitori nuovi;
- ✓ pulizia di tutti i contenitori ed attrezzi per manipolazione dei campioni sia in sito con idropulitrice che in laboratorio;



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

- ✓ necessità di procedere al prelievo dei campioni di acque sotterranee solo dopo aver effettuato lo spurgo del pozzo (il volume di acqua emunta durante la fase di spurgo deve essere pari a 3 o 5 volte il volume di acqua contenuto nel pozzo e nel filtro in fase statica);
- ✓ prelievo del campione di acqua con tubo di adduzione da sostituirsi di volta in volta;
- ✓ decontaminazione dopo ogni campionamento della pompa e di tutta l'attrezzatura mediante lavaggio con idropulitrice o immersione in acqua pulita e/o acqua distillata;
- ✓ nel caso si verifichi la presenza di più pozzi si deve programmare i campionamenti partendo dal pozzo più pulito e proseguendo fino al più contaminato;
- ✓ necessità di garantire che dopo le operazioni di decontaminazione l'acqua e l'umidità evaporino naturalmente o si procederà all'asciugatura con carta da filtro esente da contaminazione;
- ✓ in caso di pioggia durante le operazioni di estrazione bisogna garantire una adeguata protezione delle attrezzature e delle aree su cui sono disposti i campioni per evitare il contatto del campione con le acque meteoriche;
- ✓ i campioni prelevati devono essere posti in cassette catalogatrici nuove, isolati con materiale impermeabile (fogli in plastica) dal contatto con la superficie del suolo e da eventuale presenza di fanghi ed acque di lavorazione, evitando così la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale campionata (cross contamination);
- ✓ per le procedure di decontaminazione delle attrezzature deve essere predisposta un'area delimitata e impermeabilizzata con teli, posta ad una distanza sufficiente ad evitare la diffusione dell'inquinamento alle matrici campionate.

10.1.7 Smaltimento rifiuti

Smaltimento rifiuti

I rifiuti solidi (prodotti dalle operazioni di perforazione nel corso delle indagini) saranno stoccati in cassoni scarrabili in sito e/o in big bags e smaltiti ai sensi della normativa vigente.

I rifiuti liquidi saranno stoccati in cisterne in PVC.

Le acque di lavaggio delle attrezzature di cantiere e le acque di sviluppo e spurgo dei pozzi saranno anch'esse smaltite alla stregua di rifiuti, ai sensi della normativa vigente.

Ai fini dello smaltimento dei rifiuti si provvederà al campionamento di un'aliquota significativa del rifiuto sia liquido che solido da sottoporre ad analisi chimica per la caratterizzazione ed assegnazione di idoneo codice EER ai sensi della normativa vigente. Solo successivamente il rifiuto potrà essere trasportato in idoneo centro di conferimento con presentazione di formulario di smaltimento compilato in ogni sua parte.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

CONTROLLO QUALITA'

Per le attività da eseguire è prevista l'esecuzione di un programma di controllo qualità al fine di verificare la precisione e l'accuratezza delle operazioni di campionamento ed analisi.

A tal fine si prevede di prelevare e di analizzare un quantitativo, pari al 5-10% dei campioni complessivamente prelevati, di:

- *blind duplicate*: due campioni identici (sia per il numero sia per la tipologia di contenitori) saranno contrassegnati con due identificativi differenti ed inviati al laboratorio, allo scopo di verificare la precisione dei risultati delle analisi e verificare eventuali incongruenze.
- *field blank*: un campione sarà costituito da acqua distillata, con la quale sarà sciacquata l'attrezzatura di campionamento (guanti monouso, bottiglie, boiler); tale campione è utilizzato per verificare l'accuratezza delle attività di prelievo dei campioni.

I dati relativi ai controlli di qualità saranno utilizzati per la verifica dell'affidabilità dei risultati e come indicatori di potenziali sorgenti di cross-contamination. Tutti i risultati delle attività di controllo saranno riportati nei certificati analitici.

È necessario, inoltre, che per la verifica dell'affidabilità dei risultati analitici, il laboratorio incaricato dovrà attuare le procedure di controllo (bianchi, duplicati, ecc.) per la calibrazione della strumentazione utilizzata e l'identificazione di potenziali interferenze.

GENERALITA'

-Il laboratorio di analisi dovrà redigere un apposito giornale dei lavori di laboratorio.

- Le attività di campionamento e analisi derivanti dal presente Piano di Caratterizzazione dovranno essere validate dall'Ente di controllo (Arpac) tramite contraddittorio eseguito almeno sul 10% dei campioni prelevati.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

11. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE

Il Modello Concettuale Preliminare del sito è indispensabile per impostare un Piano delle attività che orienti la selezione dei punti di campionamento nei luoghi a maggior probabilità di inquinamento e un protocollo di analisi che concentri l'attenzione sulle sostanze con un maggior rischio sanitario.

Il Modello Concettuale confronta le caratteristiche specifiche del sito (descrizione dell'opera, degli eventuali edifici, degli impianti produttivi e delle infrastrutture, sia presenti che smantellati, atti amministrativi e giudiziari riguardanti il sito, descrizione dettagliata delle attività svolte sull'area e degli impianti fissi) con il grado e l'estensione presunta della contaminazione del suolo, del sottosuolo, delle acque superficiali e/o sotterranee del sito.

La contaminazione presunta è ricavata dalle analisi pregresse, se disponibili, o è basata su ipotesi di diffusione delle sostanze contaminanti entro il sottosuolo, ipotesi che tengono conto delle caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze, delle caratteristiche di biodegradabilità, della struttura litostratigrafia e idrogeologica del sottosuolo.

L'obiettivo del Modello Concettuale Preliminare è quello di raccogliere tutti gli elementi che servono a definire:

- l'estensione dell'area da bonificare;
- i volumi di suolo contaminato;
- le caratteristiche rilevanti dell'ambiente naturale e costruito;
- il grado di inquinamento delle diverse matrici ambientali;
- le vie di esposizione e le caratteristiche dei ricettori su cui possono manifestarsi gli effetti dell'inquinamento.

Oltre al modello concettuale preliminare dovrà essere elaborato il Piano delle Indagini, in cui sono espone dettagliatamente tutte le attività che saranno svolte in campo ed in laboratorio al fine di caratterizzare il sito.

Solo a valle dei risultati analitici derivanti dalle attività eseguite nel Piano di Indagine, confrontate con tutti i risultati pregressi e alla storia del sito, si potrà definire il Modello Concettuale Definitivo, che costituirà la base per l'eventuale applicazione dell'Analisi di Rischio Sito Specifica, che dovrà verificare gli scenari di esposizione in esso definiti.

Nell'affrontare la problematica relativa alla caratterizzazione del sito oggetto del presente elaborato, si è cercato di definire i rapporti tra le potenziali sorgenti dell'inquinamento, le possibili vie di trasporto e migrazione ed i probabili bersagli esposti all'inquinamento, al fine di comprendere meglio i fenomeni che avvengono nel sito e nell'intorno da questo influenzato.

L'individuazione di tutti i possibili percorsi di migrazione permette, infatti, di definire quali sono le sostanze da ricercare, le matrici ambientali da analizzare per valutare la migrazione dei contaminanti e l'esposizione



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

dei bersagli ed è, quindi, un supporto indispensabile per l'identificazione dei punti di prelievo, della profondità d'investigazione da raggiungere e delle analisi chimico-fisiche da svolgere in laboratorio.

Sulla base di quanto esposto nei paragrafi precedenti si riporta, di seguito, lo schema degli scenari individuati per il Modello Concettuale Preliminare delle due discariche Paenzano 1 e 2 relativo definizione di tutti obiettivi del Modello concettuale preliminare, cioè l'individuazione delle possibili:

- sorgenti primarie;
- sorgenti secondarie,
- meccanismi di trasporto;
- percorsi di esposizione;
- bersagli della contaminazione.

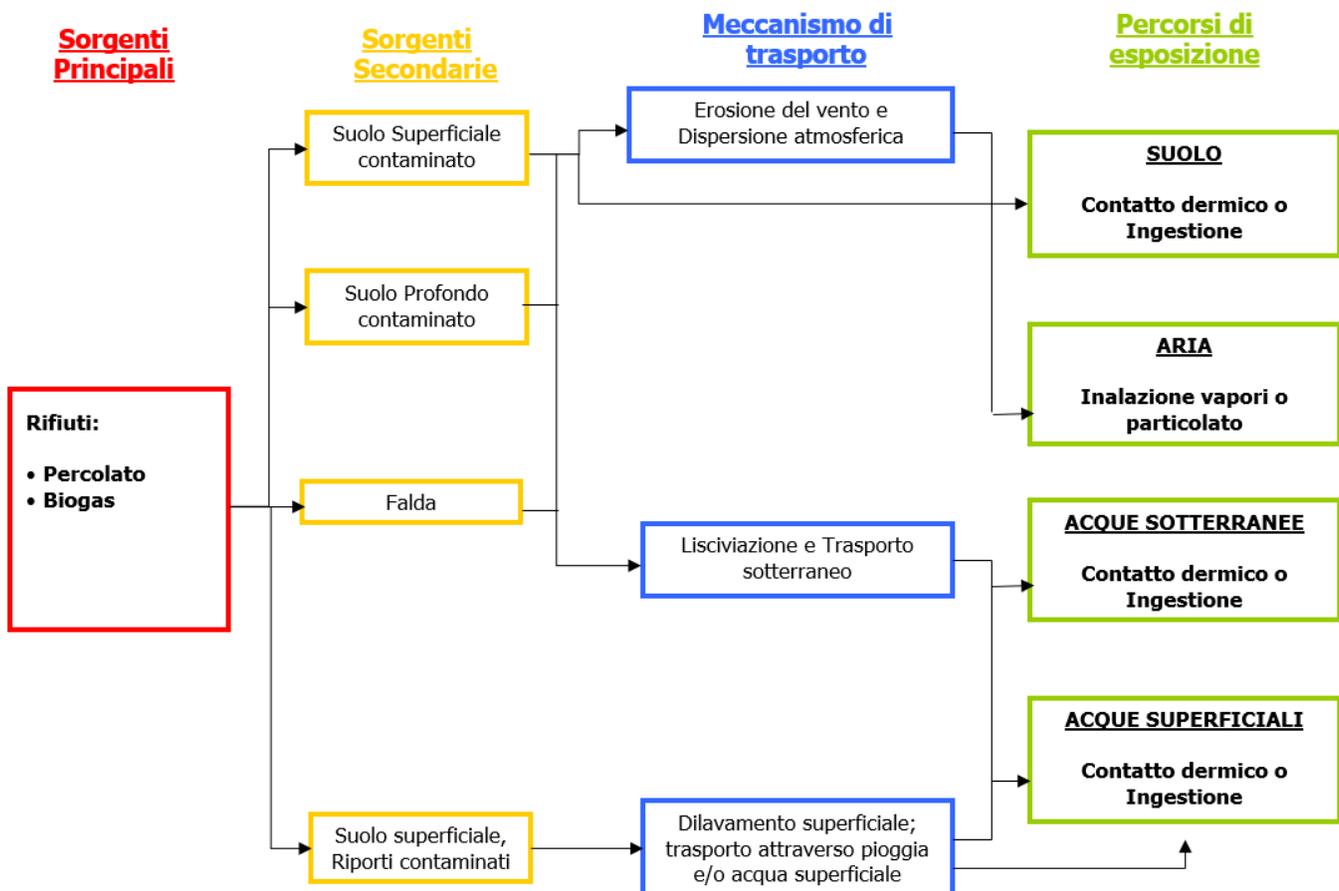


Fig.14 Modello Concettuale Preliminare

Sorgenti



S.A.P.NA.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

La sorgente primaria di contaminazione è individuata nel corpo dei rifiuti e nei prodotti che ancora continua a generare, cioè percolato e biogas. Le sorgenti secondarie, invece, fanno riferimento al comparto ambientale che può essere soggetto alla contaminazione della sorgente primaria stessa, ovvero suolo superficiale e profondo, la falda idrica sotterranea.

Meccanismi di trasporto

I meccanismi di trasporto sono correlati alle sorgenti secondarie a cui fanno riferimento. Bisogna considerare che gli inquinanti immessi nei suoli, sia superficiali che profondi, vanno incontro ad una serie di fenomeni di migrazione, trasformazione e ripartizione tra le loro varie componenti: spazi interstiziali, particelle solide ed acqua. I fenomeni di trasporto e trasformazione sono, quindi, influenzati dalle caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze rilasciate e dalle peculiarità granulometriche e tessiturali del suolo entro cui esse si muovono. Quindi, per l'eventuale suolo superficiale contaminato bisogna considerare l'erosione dello stesso da parte del vento e, quindi, la relativa dispersione atmosferica degli inquinanti presenti sulla superficie del suolo.

Sia per il suolo superficiale che profondo bisogna considerare la lisciviazione degli eventuali contaminanti ad opera delle acque meteoriche che possono permettere la migrazione degli inquinanti sia a livello superficiale che, attraverso infiltrazione e percolazione, verso gli strati più profondi.

Il suolo superficiale può subire anche il fenomeno del dilavamento superficiale ad opera delle acque meteoriche, che possono erodere il terreno sia chimicamente che meccanicamente, quindi, tale fenomeno può disperdere i contaminanti anche su lunghe distanze.

Anche per la falda bisogna considerare che i contaminanti possono essere lisciviati e migrare anche a grandi distanze, qualora le caratteristiche della falda lo permettano.

Vie di esposizione

Le vie di esposizione sono quelle mediante le quali il potenziale bersaglio entra in contatto con le sostanze inquinanti. Si ha una esposizione diretta se la via di esposizione coincide con la sorgente di contaminazione; si ha, invece, un'esposizione indiretta nel caso in cui il contatto del recettore con la sostanza inquinante avviene a seguito della migrazione dello stesso e, quindi, ad una certa distanza dalla sorgente.

Nel caso specifico si ritengono attivi:

- il contatto dermico o l'ingestione (per suolo, acque sotterranee e superficiali)
- l'inalazione di vapori o particolato (per l'aria).

Bersagli della contaminazione

I bersagli della contaminazione considerati sono esclusivamente umani e possono essere considerati on-site e off-site.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

In base alla destinazione d'uso del suolo, i bersagli vengono così ripartiti:

- uso residenziale (adulti e bambini);
- uso ricreativo (adulti e bambini);
- uso industriale/commerciale (esclusivamente adulti).

Nel caso in oggetto, si definiscono bersagli on-site i lavoratori (esclusivamente adulti, per siti ad uso industriale) che, attualmente, possono essere impiegati nei lavori di manutenzione ordinaria, mentre i bersagli off-site sono le persone che vivono all'esterno del sito (adulti e eventuali bambini, per siti ad uso residenziale), che potrebbero entrare in contatto soprattutto con l'eventuale contaminazione delle acque di falda.



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

12. CONCLUSIONI

I risultati relativi al monitoraggio delle acque sotterranee delle discariche Paenzano 1 e Paenzano 2 hanno evidenziato superamenti delle CSC tali da richiedere la necessità dell'attuazione di un Piano di Caratterizzazione per verificare lo stato di contaminazione.

Sulla base delle informazioni riportate nella presente relazione quali descrizione, inquadramento geologico ed idrogeologico del sito, stato ed uso dei luoghi, studi pregressi e criticità riscontrate, è stato elaborato il Modello Concettuale Preliminare del sito, in cui sono state individuate:

- le sorgenti di contaminazione
- le possibili vie di migrazione degli inquinanti
- i meccanismi di trasporto e i percorsi di esposizione
- <i>potenziali bersagli

Tutte le considerazioni espresse consentiranno di pianificare, una volta approvato il presente PdC il relativo Piano delle attività in cui saranno espone dettagliatamente tutte le operazioni che saranno svolte in campo ed in laboratorio al fine di caratterizzare il sito.

I risultati derivanti dall'attuazione del PdC confrontati anche con i risultati pregressi e con la storia del sito, permetteranno la definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee dei due siti di discarica Paenzano 1 e Paenzano 2.

A tal fine saranno realizzate, in base ai dati ottenuti dalle indagini di caratterizzazione, una serie carte tematiche necessarie al fine di completare il modello concettuale definitivo dell'area: carta geologica, carta idrogeologica e carta geochimica.

Ciò consentirà di definire il Modello Concettuale Definitivo, che costituirà la base per l'eventuale applicazione dell'Analisi di Rischio Sito Specifica, che dovrà verificare gli scenari di esposizione in esso definiti.

Il presente studio si propone, pertanto, di esaminare in modo organico e dettagliato tutti gli elementi necessari alla determinazione sia areale che stratigrafica dell'eventuale contaminazione presente e di definire i successivi futuri interventi sui due siti oggetto di indagine.

Napoli, 25.06.2021

Il gruppo di lavoro

Ufficio Tecnico Sapna-Dott. geol. Anna Maria Patelli



S.A.P.N.A.

Sistema Ambiente Provincia di Napoli S.p.A. a socio unico

13. BIBLIOGRAFIA

- Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, Foglio n° 185 Salerno
- Carta idrogeologica dell'Italia Meridionale APAT – Università degli Studi di Napoli Federico II
- D.D. Regione Campania n. 320 del 15.07.20 “Approvazione valori di fondo naturali corpi idrici sotterranei”,
- Gli acquiferi dell'area Sarnese: vulnerabilità all'inquinamento di una realtà idrogeologica complessa. Quaderni di geologia Applicata (Celico, Piscopo, Daniele 1995)
- Idrodinamica sotterranea e vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della Comunità Montana del Partenio (Campania) – Comunità Montana del Partenio (Celico, Aquino)
- Idrogeologia ed idrogeochimica della Piana Campana. Mem. Soc. Geol. It., 45 Corniello A., de Riso R., Ducci D. (1990).
- I depositi ghiaiosi della valle dei torrenti Clanio e Acqualonga (Campania Centro-Orientale): significato stratigrafico e ricostruzione paleoambientale. Il Quaternario - Italian Journal of Quaternary Sciences 11(2), pp. 1-14. De Vito M., Sulpizio R., Zanchetta G. (1998).
- La Carta del rischio di inquinamento delle risorse idriche sotterranee: un esempio in Piana Campana. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale - Quaderni di Geologia Applicata, 1, Pitagora, Bologna. Corniello A., Ducci D. (1997).
- Note illustrative della Carta geologica d'Italia Foglio n° 185 Salerno
- Piano di caratterizzazione rev. 0 delle discariche Paenzano 1 e 2 Tufino (NA) emesso da Sapna
- Piano Urbanistico Comunale di Tufino
- Trasmissione Verbale di Conferenza dei Servizi Regione Campania Prot. 2020.0591344 del 11.12.2020
- Espressione di parere di competenza
- “Rapporto di consulenza sulle discariche Paenzano 1 e 2” commissionato dalla SAPNA al Professore Luciano Ferrara Docente di Chimica dell'ambiente.
- Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro meridionale, Memorie e Note dell'Istituto di geologia Applicata (Celico 1978)
- Sull'evoluzione Idrogeologica dell'area del Sebeto (Campania). Celico F., Celico P., Esposito L. et Alii
- Volcanic ejecta as soil forming factor on carbonate relieves of the Partenio Mountain (Campanian Apennines) Bollettino della Società Geologica Italiana, 1999, vol. 118 fasc.3 Ermice-A., Pugliano-M.L., Murolo-M., Buondonno-A., Flaminio-G., Buondonno-C.