



CITTA' DI BRINDISI

REGIONE PUGLIA

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CONTESSA"

della potenza di 100,00 MW in immissione e 109,46 MW in DC
PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:



3Più Energia S.r.l.
Via Aldo Moro 28
25043 Breno (BS)
P.IVA 04230070981

PROGETTAZIONE:



TEKNE srl
Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA
Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915
www.gruppotekne.it e-mail: contatti@gruppotekne.it



PROGETTISTA:

Ing. Renato Pertuso
(Direttore Tecnico)



LEGALE RAPPRESENTANTE:
dott. Renato Mansi



CONSULENTI:



Direttore Tecnico
ing. Orazio Tricarico



dott. Michele Bux



PD

PROGETTO DEFINITIVO

PROPOSTA PROGETTO CARATTERIZZAZIONE AREE SIN

Tavola: **RE 26**

Filename:

TKA690-PD-RE26-PropostaCaratterizzazioneSIN-R0.pdf

Data 1°emissione:

Luglio 2021

Redatto:

O.T. - M.B.

Verificato:

G.PERTOSO

Approvato:

R.PERTUSO

Scala:

Protocollo Tekne:

n° revisione

1
2
3
4

TKA690

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. RIFERIMENTI NORMATIVI | 4 |
| 2.1. .BONIFICHE SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE DI FALDA | 4 |
| 2.2. RIFIUTI | 6 |
| 3. CARATTERIZZAZIONE DEI SITI CONTAMINATI | 7 |
| 3.1. . CRITERI GENERALI | 7 |
| 3.2. RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE SVOLTE NEL SITO | 7 |
| 3.3. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE | 8 |
| 3.4. PIANO DELLE INDAGINI | 8 |
| 4.4 RACCOLTA E SISTEMAZIONE DEI DATI ESISTENTI | 8 |
| 4.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E ANALISI STORICA DEGLI UTILIZZI DEL SITO | 8 |
| 4.2. GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL SITO | 12 |
| 4.2.1. <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</i> | <i>12</i> |
| 4.2.2. <i>IDROGEOLOGIA</i> | <i>14</i> |
| 4.2.3. <i>IDROGRAFIA</i> | <i>17</i> |
| 4.3. INQUADRAMENTO CLIMATICO E AMBIENTALE | 18 |
| 4.3.1. <i>REGIME PLUVIOMETRICO</i> | <i>18</i> |
| 4.3.2. <i>REGIME TERMICO</i> | <i>21</i> |
| 4.3.3. <i>REGIME ANEMOLOGICO</i> | <i>21</i> |
| 4.4. PIANI DI CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE PROSSIME A QUELLE DI INTERESSE | 22 |
| 4.4.1. <i>RISULTATI DELLE INVESTIGAZIONI REALIZZATE IN 22 LOTTI S.I.S.R.I.</i> | <i>22</i> |
| 4.4.2. <i>AREE ADIACENTI L'ASSE ATTREZZATO E LA CENTRALE ENEL CERANO – PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE PUBBLICHE DELLA ZONA AGRICOLA DEL SIN</i> | <i>24</i> |
| 4.4.3. <i>SOVRAPPOSIZIONE DEL LAYOUT DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO E L'UBICAZIONE PUNTI DI INDAGINE DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DEI LOTTI MERIDIONALI IN AREA SISRI DEL SIN DI BRINDISI</i> | <i>28</i> |
| 5. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE | 41 |
| 5.1. INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI DI CONTAMINAZIONE PRIMARIE E SECONDARIE | 41 |
| 5.2. INDIVIDUAZIONE DEI MECCANISMI DI TRASPORTO E PERCORSI POTENZIALI DI ESPOSIZIONE | 43 |
| 5.3. INDIVIDUAZIONE DEI POTENZIALI RECETTORI | 43 |
| 6. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI INDAGINE | 44 |



| | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.1. | RICERCA DI SOTTOSERVIZI E MASSE FERROSE NEL SOTTOSUOLO | 44 |
| 6.2. | UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE | 45 |
| 6.3. | CAMPIONAMENTO MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO | 56 |
| 6.4. | CAMPIONAMENTO MATRICE ACQUE SOTTERRANEE | 58 |
| 6.5. | ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO | 60 |



1. PREMESSA

Il presente documento costituisce il Piano della Caratterizzazione redatto, ai sensi del D. Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006 (Parte IV, Capo V, Titolo V), nell'ambito degli studi propedeutici alla realizzazione di un impianto fotovoltaico in località Contessa, a sud est della città di Brindisi. Nello specifico, lo studio riguarda la caratterizzazione delle matrici ambientali (suolo, sottosuolo e acque di falda) interessate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico e dal relativo cavidotto interrato per le porzioni ricadenti all'interno del Sito di Interesse Nazionale di Brindisi (SIN aree a terra e a mare, Legge 426/98) (Figura 1).

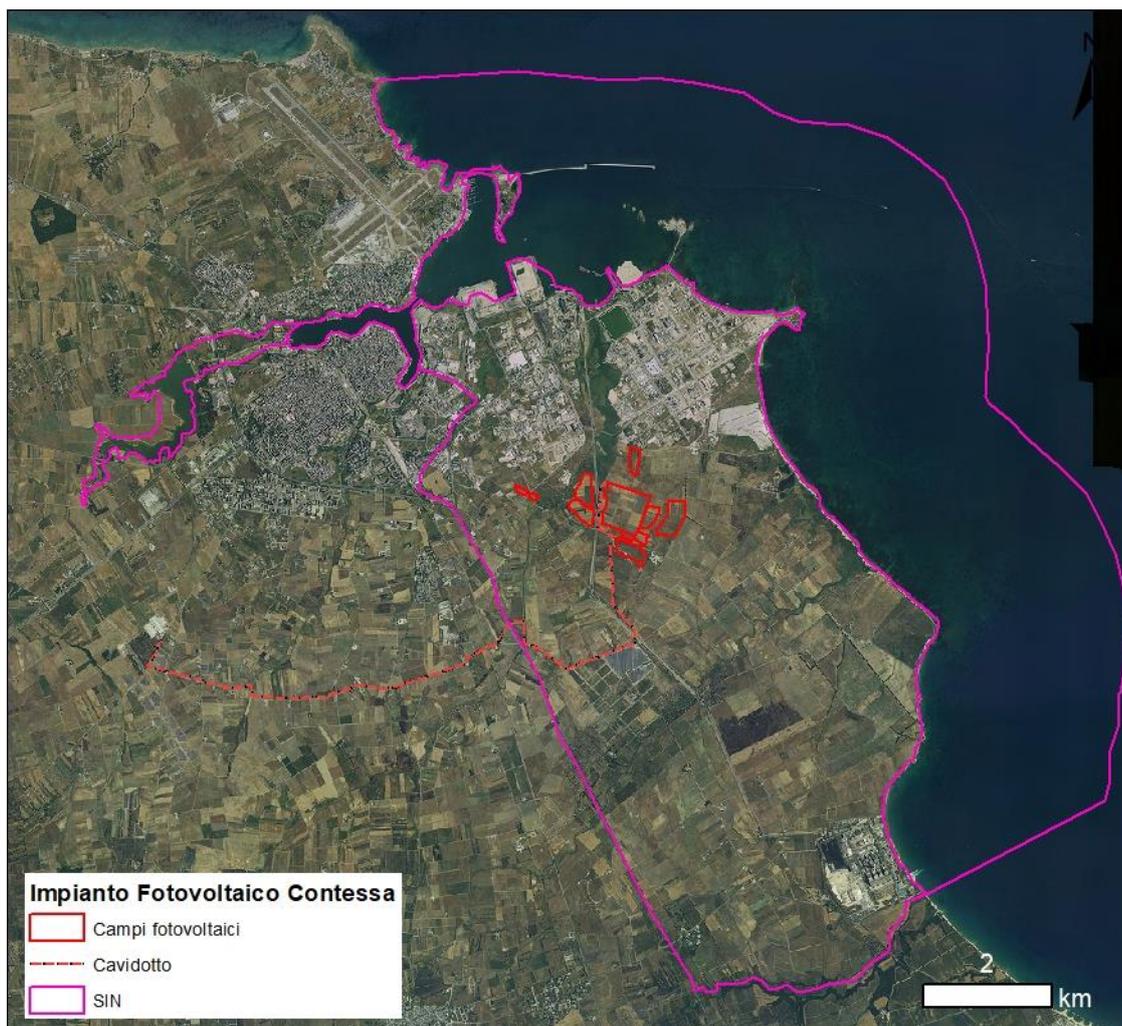


Figura 1: Inquadramento area intervento rispetto al perimetro del SIN Brindisi

In riferimento alla normativa suddetta il presente Piano della Caratterizzazione:

- ✓ descrive dettagliatamente il sito e tutte le attività che si sono svolte o che ancora si svolgono nell'area;
- ✓ individua le correlazioni tra le attività svolte ed il tipo, la localizzazione e l'estensione della possibile contaminazione;
- ✓ descrive le caratteristiche delle componenti ambientali sia all'interno del sito che nell'area da questo influenzata;
- ✓ presenta un piano delle indagini da attuare per definire tipo, grado ed estensione della potenziale contaminazione delle aree.



2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1. *Bonifiche suolo, sottosuolo e acque di falda*

- ✓ Legge n. 426 del 9 dicembre 1998 "Nuovi interventi in campo ambientale"
- ✓ Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 10 gennaio 2000- Perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Taranto (G.U. n. 45 del 24/02/2000).
- ✓ Decreto Ministeriale n.471 del 25 ottobre 1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati";
- ✓ Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, "Norme in materia ambientale" e successive modifiche ed integrazioni.

La Legge 426 del 9/12/98 "Nuovi interventi in campo ambientale" ha individuato, per la prima volta, all'interno di aree industriali e ad alto rischio ambientale, quei siti che, in virtù dello stato di contaminazione, risultavano di "*interesse nazionale*". Tra questi rientra anche il sito di Brindisi.

I Siti di Interesse Nazionale (SIN), secondo quanto esplicitato dal Decreto Ministeriale 471/99, sono individuati tra la globalità dei siti contaminati in relazione alle "*caratteristiche del sito inquinato, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti nel sito medesimo, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante al sito inquinato in termini di rischio sanitario ed ecologico nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali*".

In particolare, l'area industriale di Brindisi è stata inclusa nell'elenco dei SIN, secondo quanto stabilito dall'art.15, comma1, lettera c del suddetto Decreto, a ragione sia della densità della popolazione insediata nella zona, sia dell'estensione dell'area interessata.

Il D.M. 10 Gennaio 2000, in attuazione di quanto indicato in particolare dall'Art.1 della Legge 426/98, ha decretato un perimetro provvisorio (concordato presso il Ministero dell'Ambiente con i rappresentanti dei Comuni) per i SIN, tra cui quello di Brindisi. La delimitazione dell'area del SIN è stata condotta in una fase, preliminare alle caratterizzazioni, nella quale non si disponeva di informazioni dettagliate circa l'entità e l'estensione dell'inquinamento; pertanto è stata basata sull'individuazione di quelle zone sicuramente utilizzate, attualmente o in passato, per attività potenzialmente inquinanti quali "*aree occupate dagli insediamenti industriali, zone di discarica, aree della fascia costiera in cui sono stati realizzati riempimenti o rilevati, le aree marine i cui fondali siano stati oggetto di sversamento abusivo di rifiuti o nella quale abbiano recapitato o recapitano scarichi industriali*". In aggiunta a tali aree il Ministero ha ritenuto opportuno includere nell'area del SIN anche altre zone quali, ad esempio le aree agricole, "*che, in quanto confinanti o interconnesse, possono essere state esposte a fattori inquinanti*".

La perimetrazione adottata, non ha comunque un carattere definitivo, in quanto si ribadisce la possibilità di inserire nel SIN anche aree inizialmente escluse, laddove, in fase di caratterizzazione, le matrici ambientali indagate risultassero contaminate.

Le aree interne al perimetro sono pertanto da sottoporre ad interventi di caratterizzazione e, in caso di inquinamento, ad attività di messa in sicurezza, bonifica, ripristino ambientale e monitoraggio.

Il sito di Brindisi, data la criticità ambientale in cui versa, è stato ulteriormente citato tra i Siti di Interesse Nazionale prioritari di cui all'Allegato A del D.M. n.468 del 2001 "*Programma*



nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati" e completamente descritto nell'Allegato B dello stesso Decreto.

Con il D.Lgs. 152/06 sono state definite le procedure, i criteri e le modalità di svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti dell'inquinamento dai siti inquinati e comunque per la riduzione delle concentrazioni delle sostanze inquinanti riscontrate nelle matrici ambientali (suolo, sottosuolo e acque sotterranee).

In particolare, il decreto definisce *"sito potenzialmente contaminato"* quel *"sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinati rilevati nelle matrici ambientali risultano superiori ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC)..."* nonché *"sito contaminato"* quel *"sito nel quale i valori della concentrazione soglia di rischio (CRS) risultano superati"*, ossia quel sito che presenta livelli di contaminazione o alterazioni chimiche, fisiche o biologiche delle matrici ambientali tali da determinare un pericolo per la salute pubblica o per l'ambiente naturale. A tal fine il D.Lgs. 152/06 disciplina:

- i limiti di accettabilità della contaminazione dei suoli, delle acque superficiali e delle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti;
- le procedure per il prelievo e l'analisi dei campioni;
- i criteri generali per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale dei siti inquinati;
- i criteri per le operazioni di bonifica dei suoli e delle falde acquifere che facciano ricorso a batteri, a ceppi batterici mutanti, a stimolanti di batteri naturalmente presenti nel suolo.

La normativa stabilisce tra l'altro che, qualora gli esiti della procedura di analisi di rischio, dimostrino che la concentrazione dei contaminanti presenti nel sito è inferiore alla concentrazione soglia di rischio, è possibile dichiarare concluso positivamente il procedimento di analisi del sito, previa Conferenza dei Servizi. Questa, può prescrivere lo svolgimento di un'attività di monitoraggio sul sito al fine di valutare l'eventuale stabilizzazione della situazione riscontrata in relazione agli esiti dell'analisi di rischio e all'attuale destinazione d'uso del sito. Nel caso in cui le stesse attività di monitoraggio rilevino il superamento di una o più delle concentrazioni soglia di rischio, il soggetto responsabile dovrà avviare la procedura di bonifica.

Qualora, invece, gli esiti della procedura dell'analisi di rischio dimostrino che la concentrazione dei contaminanti presenti nel sito è superiore ai valori di concentrazione soglia di rischio, il soggetto responsabile è tenuto a sottoporre alla Regione il progetto operativo degli interventi di bonifica o di messa in sicurezza, operativa o permanente e, ove necessario, le ulteriori misure di riparazione e di ripristino ambientale, al fine di minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente nel sito.

In data 18 dicembre 2007 è stato sottoscritto, tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), Commissario di Governo per l'Emergenza Ambientale, Regione Puglia, Provincia di Brindisi, Comune di Brindisi e Autorità Portuale di Brindisi, un Accordo di Programma *"Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese nel Sito di Interesse Nazionale di Brindisi"* che prevede all'Art. 5 *"Messa in sicurezza e bonifica delle aree private"*, il seguente comma 2:

Al fine di accertare gli interventi di caratterizzazione, di messa in sicurezza e bonifica dei suoli e delle acque di falda in aree private inquinate, i soggetti obbligati – qualora non l'avessero già fatto – debbono:

- *definire il Piano di Caratterizzazione sulla base di un Protocollo Operativo – predisposto da APAT e ISS entro 60 giorni dalla sottomissione del presente accordo e ratificato alla prima Conferenza dei Servizi che consenta ai soggetti titolari delle aree di*



predisporre le pertinenti attività secondo criteri condivisi, anche in assenza di specifiche autorizzazioni;

- *inviare il Piano di Caratterizzazione al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;*
- *procedere alla caratterizzazione dei suoli e delle acque di falda decorsi 10 giorni dall'invio del Piano al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;*
- *completare la caratterizzazione entro 100 giorni dall'invio del Piano al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;*
- *comunicare all'ARPA Puglia, con un preavviso di giorni 10, il calendario delle attività di caratterizzazione e i laboratori – accreditati SINAL – scelti per le indagini;*
- *trasmettere all'ARPA Puglia i risultati della caratterizzazione entro 10 giorni dal completamento delle analisi;*
- *presentare i risultati della caratterizzazione al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per l'approvazione entro 10 giorni dalla validazione dell'ARPA Puglia*

Il comma 3 prevede inoltre che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare certifica – mediante Decreto Direttoriale – la restituzione agli usi legittimi delle aree, nel caso ricorrano congiuntamente le seguenti condizioni:

- *i suoli presentino livelli di inquinamento inferiori a quelli stabiliti dalla norma, in funzione dell'uso che si intende dare all'area;*
- *la falda presenti livelli di inquinamento inferiori ai limiti della Tabella 2, Allegato 5 Parte IV del D.Lgs. 152/06*
- *sono fatti salvi eventuali valori di fondo naturale definiti da ARPA Puglia.*

2.2. Rifiuti

- Decreto Ministeriale 05 febbraio 1998 - "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli art. 31 e 33 del D.L. 05 febbraio 1997, n.22"
- Decreto Legislativo n.36 del 13 gennaio 2003, - "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti"
- Decreto Legislativo n.152 del 03 aprile 2006, - "Norme in materia ambientale" e successive modifiche ed integrazioni
- Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive.
- Decreto Ministeriale del 27/09/2010 "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005".
- Decreto Legislativo n. 205 del 3 dicembre 2010, "Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive."
- Legge n.28 del 24/03/2012 – "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, recante misure straordinarie e urgenti in materia ambientale".
- Decreto Ministeriale n.161 del 10 agosto 2012 – "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo".

Tutti i rifiuti provenienti dalle attività di perforazione, campionamento ed analisi eseguite e delle ulteriori prove di campo, nonché tutti i materiali rivenienti dalle attività di scavo (qualora



il materiale risultasse contaminato), dovranno essere gestiti nel rispetto della vigente normativa in materia di trasporto e smaltimento.

Si dovrà pertanto procedere ad indicare la classificazione dei rifiuti che saranno prodotti e gestiti nelle varie fasi di intervento (fino al successivo smaltimento).

Il produttore di rifiuti sarà tenuto ad effettuare la caratterizzazione di base di ciascuna categoria di rifiuti (omologa del rifiuto) realizzata con la raccolta di tutte le informazioni necessarie per uno smaltimento finale in condizioni di sicurezza.

3. CARATTERIZZAZIONE DEI SITI CONTAMINATI

3.1. . Criteri generali

La caratterizzazione ambientale di un sito è identificabile con l'insieme delle attività che permettono di ricostruire i fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali, in modo da ottenere le informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito.

I punti cardine per la predisposizione di un Piano della Caratterizzazione sono individuati nell'Allegato 2 alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/06 "Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati".

Per la caratterizzazione dei siti contaminati si intende quindi l'intero processo costituito dalle seguenti fasi:

- a) *Ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito;*
- b) *Elaborazione del Modello Concettuale Preliminare del sito e predisposizione di un piano di indagini ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;*
- c) *Esecuzione del piano di indagini e delle eventuali indagini integrative necessarie alla luce dei primi risultati raccolti;*
- d) *Elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti e rappresentazione dello stato di contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;*
- e) *Elaborazione del Modello Concettuale Definitivo;*
- f) *Identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili - sui quali impostare gli eventuali interventi di messa in sicurezza e/o di bonifica, che si rendessero successivamente necessari a seguito dell'analisi di rischio calcolati mediante analisi di rischio eseguita secondo i criteri di cui in Allegato 1.*

Il presente documento è esecuzione delle fasi a) e b) della procedura su esposta, attuata in relazione al numero ed alle modalità di ubicazione dei punti di campionamento, alla modalità di prelievo e conservazione dei campioni ed alla scelta del set di analiti da ricercare nei campioni di acqua di falda e terreno, in riferimento a quanto previsto dal Protocollo Operativo predisposto da APAT ed ISS, di cui all'Art. 5 comma 2 lettera a dell'Accordo di Programma suddetto.

3.2. Ricostruzione storica delle attività produttive svolte nel sito

La finalità di tale fase è l'identificazione dei parametri idrogeologici che regolano il flusso della falda locale e l'individuazione di potenziali fonti di contaminazione delle matrici ambientali coinvolte nell'attività a farsi.



3.3. **Modello Concettuale Preliminare**

Il Modello Concettuale Preliminare è realizzato sulla base delle informazioni storiche disponibili, nonché di eventuali indagini condotte nelle varie matrici ambientali nel corso della normale gestione del sito.

Con il Modello Concettuale Preliminare vengono individuati:

1. potenziali fonti della contaminazione;
2. estensione della contaminazione;
3. caratteristiche e qualità preliminari delle matrici ambientali;
4. potenziali percorsi di migrazione dalle sorgenti ai bersagli individuati;

Tale modello deve essere elaborato prima di condurre l'attività di campo in modo da guidare la definizione del Piano delle Indagini.

3.4. **Piano delle Indagini**

Il Piano delle Indagini deve contenere una dettagliata descrizione delle attività che saranno svolte in campo ed in laboratorio per la caratterizzazione ambientale del sito.

Tale elaborato dovrà includere le specifiche tecniche per l'esecuzione delle attività che, una volta approvate dalle Autorità Competenti prima dell'inizio dei lavori, costituiranno il protocollo applicabile per la caratterizzazione del sito.

Nello specifico, le indagini avranno l'obiettivo di:

- verificare l'esistenza di inquinamento di suolo, sottosuolo e acque sotterranee;
- definire il grado e l'estensione dell'inquinamento;
- individuare le possibili vie di dispersione migrazione degli inquinanti dalle fonti verso i potenziali recettori;
- ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area al fine di sviluppare il modello concettuale definitivo del sito;
- ottenere i parametri necessari a condurre nel dettaglio l'analisi del rischio;
- individuare i possibili recettori;

A tal fine occorrerà definire:

- ubicazione e tipologia delle indagini da svolgere;
- piano di campionamento di suolo, sottosuolo e acque sotterranee;
- piano delle analisi chimiche e fisiche e le metodiche analitiche;
- profondità da raggiungere con le perforazioni;
- metodologie di interpretazione e restituzione dei risultati.

4. 4 RACCOLTA E SISTEMAZIONE DEI DATI ESISTENTI

4.1. **Inquadramento territoriale e analisi storica degli utilizzi del sito**

L'area dell'impianto fotovoltaico proposto è inserita all'interno del SIN Brindisi, definito tale con la Legge 426/1998 e successivamente perimetrato con Decreto del Ministero



dell'Ambiente del 10 gennaio 2000, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 43 del 22 febbraio 2000, in attuazione dell'articolo 1, comma 4, della predetta Legge.

Il SIN Brindisi si estende approssimativamente per un'area pari a 11.000 ha comprendendo oltre alle aree agricole ed industriali, anche 5.500 ha di aree marine (Figura 1).

L'area individuata come SIN è situata nella piana compresa fra il nucleo urbano di Brindisi e la Centrale termoelettrica Enel "Federico II". I limiti dell'area sui fronti orientale e occidentale sono costituiti rispettivamente dal Mare Adriatico e dalla SS 613, che corre sub-parallela alla costa. Nell'area sono individuabili alcune macroaree, distinguibili per uso del suolo e ubicazione. Nella parte più settentrionale del SIN è presente l'area di sviluppo industriale della città, situata a Sud-Est del centro abitato. Essa è composta da tre grandi poli.

Nella parte più orientale, nel tratto compreso tra Capo Bianco e Capo di Torre Cavallo, vi è lo Stabilimento Petrolchimico, originariamente di proprietà della Montecatini Edison, ma che, avendo subito nel tempo diverse riconfigurazioni negli assetti gestionali e societari, ad oggi risulta occupato dalle seguenti Società: Polimeri Europa S.p.A., Basell Brindisi S.p.A., ChemGas S.r.l., Enipower S.p.A., Syndial S.p.A., Dow Poliuretani Italia S.r.l. e E.V.C.

Più ad ovest, separato dal Petrolchimico tramite il canale Fiume Grande, vi è l'agglomerato industriale gestito dal Consorzio S.I.S.R.I. All'interno dell'area vi è un'alta densità di insediamenti produttivi di vario tipo che lasciano spazio ad un numero limitato di aree libere; si tratta prevalentemente di lotti non ancora edificati o in via di edificazione, e di lotti destinati ad attività agricole.

A Nord dell'area industriale vi è il Polo Elettrico, costituito fundamentalmente dalle aree di pertinenza dell'ex Stabilimento Eurogen.

Nella parte meridionale dell'area perimetrata, in prossimità della costa, si trova la Centrale Enel "Federico II", realizzata negli anni 80, alimentata principalmente a carbone, e destinata alla produzione di energia elettrica.

La Centrale è collegata alla zona industriale e alla banchina di Costa Morena da un asse attrezzato, realizzato nei primi anni 90 per il trasporto meccanizzato delle forniture di carbone dal porto di Brindisi alla Centrale, ad oggi non funzionante secondo le modalità per le quali è stato progettato, ma all'interno del quale le suddette forniture transitano tramite autocarri.

Nella zona centrale del sito insiste un'ampia area a carattere agricolo, caratterizzata principalmente da colture intensive, ma anche dalla presenza di vigneti e d'uliveti sparsi e di modeste dimensioni.

È da segnalare, nel settore costiero compreso tra il limite meridionale dell'area industriale e la Centrale termoelettrica, la presenza di un'area denominata "Stagni e Saline di Punta della Contessa", inclusa tra le Zone Speciali di Conservazione (ZSC) per la conservazione della biodiversità.

Il Decreto 10/01/2000 include nell'area del SIN, oltre al corpo principale fin qui descritto, anche la porzione di territorio occupata dall'invaso del Cillarese.

Infine, la perimetrazione ministeriale include anche l'area marina prospiciente la porzione di territorio fin qui descritta. Tale area, costituita dalla fascia costiera delimitata a Nord da Punta del Serrone e a Sud dalla Località Cerano, include il Porto di Brindisi e si spinge al largo della costa per una distanza di circa 3 km, occupando un'area complessivamente pari a 5.500 ha.

In tale contesto geografico, l'area oggetto di investigazione è posizionata nella zona centro orientale del territorio comunale di Brindisi e ricade nel settore settentrionale del SIN.

Nello specifico, il presente Piano della Caratterizzazione prevede la caratterizzazione di una porzione di territorio interessata dalle opere di fondazione dei pannelli fotovoltaici, dal rinterro dei cavi per il trasporto dell'energia elettrica dal punto di produzione (pannelli fotovoltaici) al



punto di consegna (ampliamento della stazione elettrica Terna "Brindisi Pignicelle" passando per la stazione di smistamento da realizzarsi accanto al suddetto ampliamento).

In Figura 2 è riportata la suddivisione in macroaree territoriali del SIN Brindisi in cui è possibile distinguere il polo industriale e chimico a nord, la Centrale termoelettrica Enel di Cerano a sud e le aree agricole interposte tra le due. L'area di imposta dell'impianto fotovoltaico proposto si colloca nella parte settentrionale del SIN per la quasi totalità nella macroarea agricola e solo parzialmente (sottocampo 1) nella macroarea polo industriale.

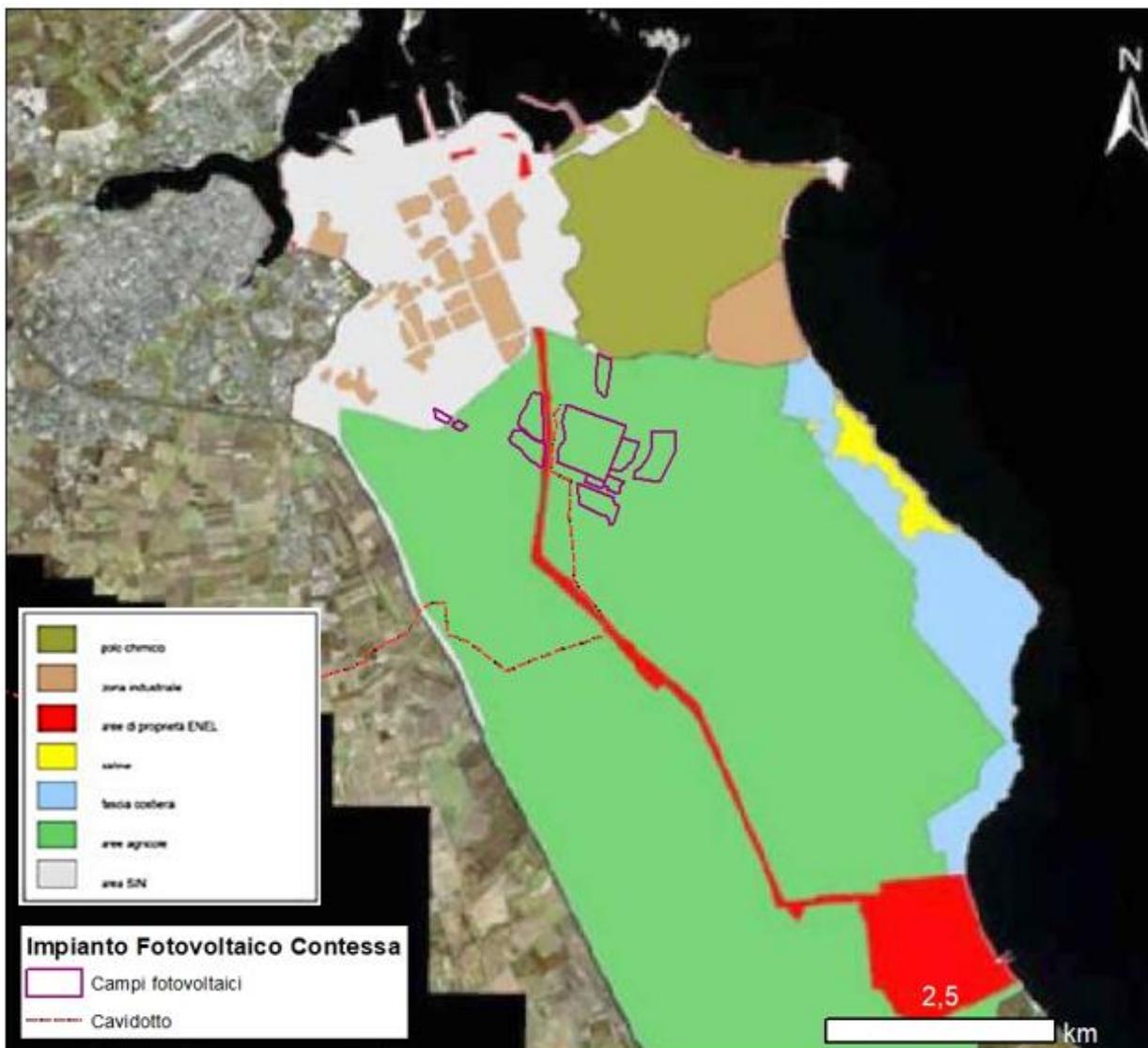


Figura 2: SIN Brindisi – macroaree territoriali con individuazione dell'area di imposta dell'impianto proposto

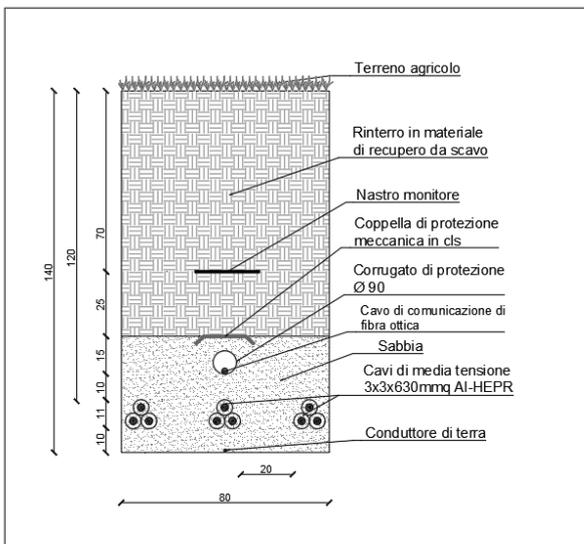
Così come mostrato in Figura 1, tutti i campi fotovoltaici in progetto e il cavidotto, per una lunghezza pari a circa 5.300 metri, rientrano nelle aree SIN terra.

Per la quasi totalità il tracciato del cavidotto interesserà la viabilità pubblica esistente.

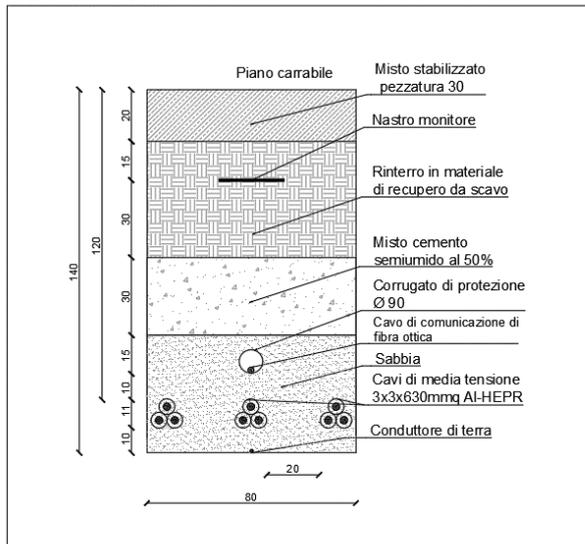
Il cavidotto che convoglierà l'energia elettrica prodotta dall'impianto sino alla stazione elevatrice MT/AT avrà tensione a 30 kV e la sezione tipo di scavo sarà quella rappresentata nella Figura 3.



SEZIONE SU TERRENO AGRICOLO



SEZIONE SU VIABILITA' ESISTENTE NON ASFALTATA



SEZIONE SU VIABILITA' ESISTENTE ASFALTATA

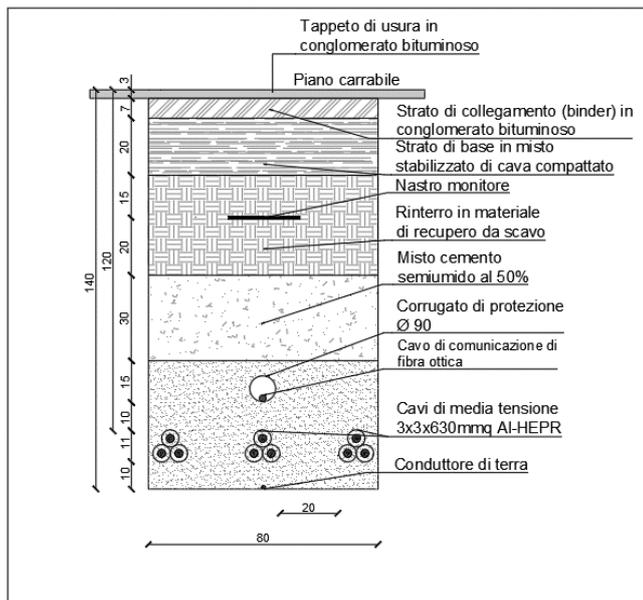


Figura 3: Tipico di posa cavidotto MT

Nella scelta del percorso del cavidotto per il collegamento del parco fotovoltaico con la cabina di trasformazione, è stata posta particolare attenzione al fine di individuare il tracciato che minimizzasse le interferenze ed i punti d'intersezione con il reticolo idrografico individuato in sito e sulla Carta Idrogeomorfologica. Nel dettaglio, alcuni tratti del cavidotto interrato ricadono in prossimità, costeggiano e attraversano il reticolo idrografico che,

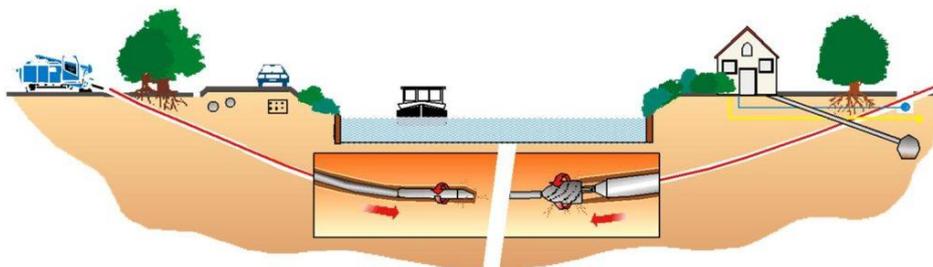


nell'area in oggetto, risulta idraulicamente regimato a mezzo di canali sotto stradali e fossi di guardia paralleli alle sedi stradali.

Di fatto, la costruzione del cavidotto non comporterà alcuna modifica delle livellette e delle opere idrauliche presenti sia per la scelta del percorso (prevalentemente all'interno della viabilità esistente) sia per le modeste dimensioni di scavo (circa 150 cm di profondità e circa 80 cm di larghezza) a realizzarsi con escavatore a benna stretta.

A fine lavori, si provvederà al ripristino della situazione ante operam delle carreggiate stradali e della morfologia dei terreni attraversati, per cui gli interventi previsti per il cavidotto non determineranno alcuna modifica territoriale né modifiche dello stato fisico dei luoghi.

Inoltre, laddove il cavidotto attraversa il reticolo idrografico, l'interferenza sarà risolta con l'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata (TOC), al di sotto del fondo alveo, in maniera da non interferire in alcun modo con i deflussi superficiali e con gli eventuali scorrimenti in subalvea, ed in maniera tale che il punto di ingresso della perforazione sia ad una distanza di almeno 150 m dall'asse del reticolo laddove non studiato e fuori dall'area inondabile per i reticoli studiati.



In definitiva, la realizzazione del cavidotto interrato, sia se realizzato su strade esistenti sia se posto in opera in terreni agricoli, consentirà di proteggere il collegamento elettrico da potenziali effetti delle azioni di trascinamento della corrente idraulica e di perseguire gli obiettivi di contenimento, non incremento e di mitigazione del rischio idrologico/idraulico, dato che la sua realizzazione non comporterà alcuna riduzione della sezione utile per il deflusso idrico.

Le aree adiacenti il cavidotto presentano le caratteristiche di un paesaggio agrario con terreni adibiti ad attività agricole e fabbricati abitativi e rurali legati a tale attività. L'attività agricola predominante all'interno dell'area esaminata è la coltivazione di erbacee annuali (cereali e coltivazioni orticole) e poliannuali (con particolare rilevanza per i carciofeti e in minor misura coltivazioni foraggere), anche se non mancano appezzamenti coltivati con colture arboree (olivo e vite).

4.2. **Geologia e idrogeologia del sito**

4.2.1. **Inquadramento geologico**

L'area del S.I.N. Brindisi, ricade nei Fogli geologici, in scala 1:100.000, 203 "Brindisi" e 204 "Lecce", in particolare ubicata nel settore orientale del Foglio "Lecce", prevalentemente in prossimità dell'area costiera adriatica facente parte della piana che si estende nel territorio tra Brindisi e Taranto, nota proprio come "Piana di Brindisi".

La Piana di Brindisi corrisponde ad una vasta depressione strutturale delle rocce carbonatiche mesozoiche dell'Avampaese che, dall'entroterra intorno a Francavilla Fontana,



si apre verso il mare Adriatico; tale depressione a "gradinata" è stata colmata dai depositi del "Ciclo della Fossa Bradanica" e dai "Depositoli Marini" terrazzati (Ciaranfi et al., 1992), con spessori variabili da pochi metri a circa 13-14 metri, in cui ha sede una falda acquifera. In accordo con le indicazioni riportate nelle "Note alla carta geologica delle Murge e del Salento" descritta da Ciaranfi et alii (1992), i rapporti stratigrafici che caratterizzano l'area di interesse (Figura 4) possono essere schematizzati, dalla formazione più recente alla più antica come segue:

DEPOSITI CONTINENTALI

1. Depositoli alluvionali ed eluvio-colluviali (Olocene).

DEPOSITI MARINI

DEPOSITI DEL CICLO SEDIMENTARIO DELLA FOSSA BRADANICA:

2. Depositoli Marini terrazzati (Pleistocene medio-sup.);
3. Argille subappennine (Pleistocene inf.);
4. Calcarenite di Gravina (Pliocene sup. – Pleistocene inf.).

DEPOSITI MESOZOICI DELLA PIATTAFORMA CARBONATICA APULA:

5. Calcarea di Altamura (Cretaceo – "Turoniano Sup.-?- Maastrichtiano").

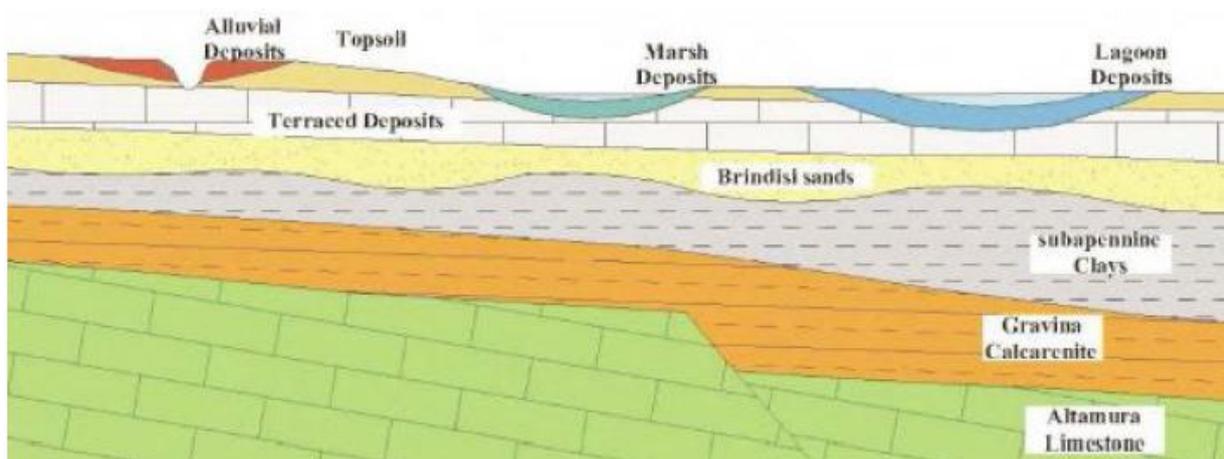


Figura 4: Schema rapporti stratigrafici "tipo" dell'area SIN Brindisi

Per quanto attiene ai Depositoli continentali questi sono di tipo alluvionale e costituiti da depositoli terrosi e ciottolosi di esiguo spessore derivanti dalla disgregazione e dal dilavamento dei calcari cretacei e dei "Tufi" delle Murge.

Si tratta di intercalazioni di sabbie prevalentemente calcaree, sabbie argillose, argille sabbiose e limi, con tinta variabile attorno a toni grigi e la cui potenza non dovrebbe superare i pochi metri; si rinvengono sia sui calcari che sui depositoli pleistocenici.

Sul fondo valle dei solchi erosivi ("lame") e dei canali, sono depositoli di tipo palustre costituiti da limi sabbiosi e argille limose di colore variabile dal grigio scuro al nerastro con lenti ed orizzonti dello spessore massimo di circa un metro di resti vegetali nerastri.

Nelle aree più depresse vicino alla costa formano spiagge attuali con depositoli sabbiosi calcarei stretti e allungati, di colore grigio-giallastro, direttamente a contatto con la fascia intertidale.

Gli stessi sedimenti caratterizzano le dune costiere presenti lungo il litorale brindisino, dove danno vita a cordoni di forma allungata ed ampiezza variabile, ricchi di Gasteropodi continentali, con scarsa vegetazione (perlopiù arbusti tipici della "macchia mediterranea") che possono considerarsi mobili.



4.2.2. Idrogeologia

I caratteri geologico-strutturali e litostratigrafici sopra descritti consentono alla zona di ospitare due ben distinti domini idrogeologici tra loro separati da un orizzonte impermeabile. Di estrema importanza, infatti, è il ruolo idrogeologico che esplica nell'area la formazione argillosa del Pleistocene inferiore che, praticamente impermeabile, costituisce l'elemento di separazione tra i "Depositi Marini Terrazzati" calcarenitico – sabbiosi in cui ha sede una falda idrica, localmente indicata come falda "superficiale", e l'ammasso carbonatico sede di una falda definita "profonda" (Figura 5).

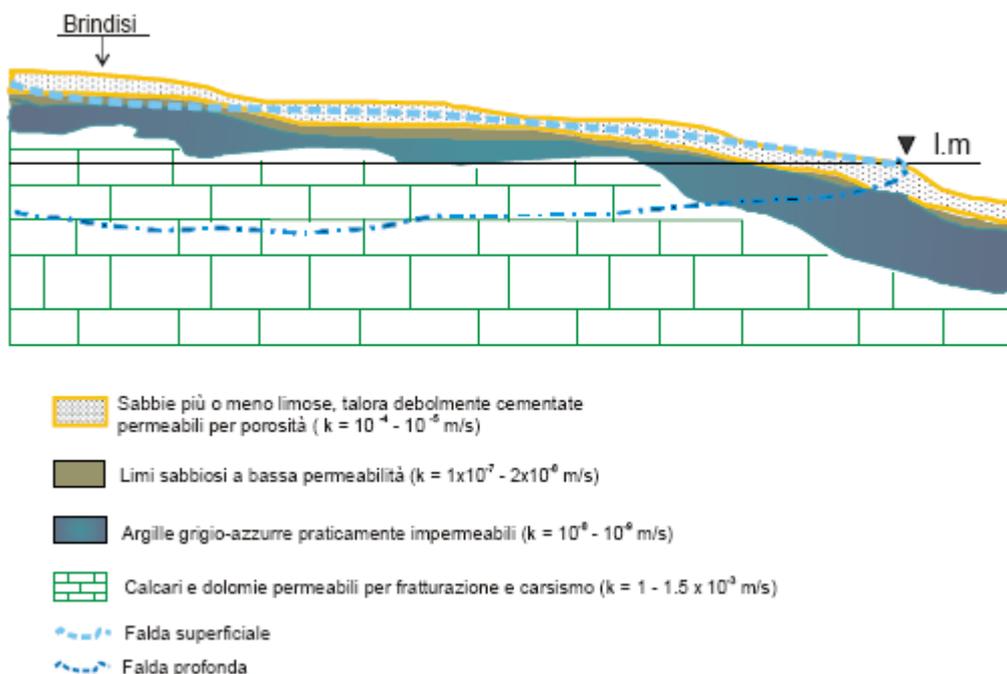


Figura 5: Schema idrogeologico della falda superficiale e profonda

Questa coltre a bassissima permeabilità digrada dolcemente verso il mare passando da 150 metri s.l.m. nelle zone più interne a -20 metri s.l.m. in prossimità di Brindisi e si estende, senza soluzione di continuità al di sotto dei terreni permeabili impedendo così alle acque della falda superficiale di raggiungere l'ambiente carbonatico.

Inoltre, lo strato argilloso, funge da barriera al libero deflusso della falda profonda che è costretta a defluire, verso il mare, in pressione trovando la sua emergenza a notevole distanza dalla costa, come viene testimoniato dalla presenza di numerose polle sottomarine al largo della città di Brindisi (Spizzico., et al., 2006).

Falda idrica profonda

Nell'area oggetto di studio, come detto in precedenza, sono individuabili due corpi idrici sotterranei sovrapposti ed idraulicamente separati: il primo superficiale, contenuto nei Depositi Marini Terrazzati pleistocenici permeabili per porosità e sostenuto dalle argille plio-pleistoceniche; il secondo, più profondo, che si attesta nei Calcari e Dolomie permeabili per fatturazione e carsismo.

La seconda falda, sottostante l'acquifero superficiale e nota come "profonda", è ospitata all'interno dei calcari mesozoici costituiti da una potente successione di calcari e dolomie fessurate e carsificate, nonché dalle "calcareniti e sabbie", poste in continuità sulle rocce cretache (Zorzi e Reina, 1957; Radina, 1968; Grassi e Tadolini, 1985; Cherubini et al., 1987).



La falda "profonda" è sostenuta per galleggiamento alla base, secondo il principio di Ghyben-Herzberg, dall'acqua marina di invasione continentale (Cotecchia, 1977).

A differenza della falda "superficiale", che come detto presenta carattere locale, la falda ospitata nei calcari mesozoici si estende al di sotto di tutta la Piattaforma Apula.

L'acquifero che si descrive, trovandosi al di sotto dello strato di Argille subappennine, è in pressione, quindi di tipo artesiano.

Come evidenziato da Ricchetti e Polemio (1996), le acque dell'acquifero ospitato nei calcari e dolomie traggono la loro alimentazione sia dalle precipitazioni incidenti a monte della zona in esame, dove la formazione carbonatica è affiorante, che da deflussi sotterranei provenienti dalla contigua Murgia, nonché dalle perdite dell'acquifero superficiale. I carichi piezometrici anche a svariati chilometri dalla costa sono molto modesti.

I calcari possiedono un grado di permeabilità variabile sia in senso orizzontale che verticale in funzione dello stato di fratturazione e carsificazione, permeabilità che risulta medio-alta con coefficiente K che si aggira intorno ad un valore medio $1-1,5 \times 10^{-3}$ m/sec. Sulla base delle caratteristiche litologiche e strutturali delle rocce calcareo-dolomitiche si può affermare che l'idrostruttura è formata da livelli propriamente acquiferi e livelli idrologicamente classificabili come "acquitardi".

Falda idrica superficiale

La falda superficiale viene alimentata direttamente dagli eventi pluviali, ha ciclo stagionale e soprattutto valenza economica locale; in funzione della morfologia che la ospita e del tetto dello strato argilloso è soggetta a variazioni sensibili dei carichi idraulici pur mantenendo modeste le portate e ben definite le direttrici di deflusso preferenziale (Spizzico M., et al. 2005a).

Molto limitata e praticamente nulla è l'apporto diretto della falda a mare che risente pochissimo degli effetti dell'intrusione marina e che, in condizioni di massima ricarica, drena le sue acque nelle incisioni, fossati e canali presenti sul territorio. I depositi sabbiosi in cui si attesta la falda superficiale affiorano per quasi tutta l'area del SIN di Brindisi, occupando una vasta area di circa 700 kmq che si estende dall'entroterra, nei pressi dei comuni di Mesagne, Latiano e Oria, fino a Sud, nei pressi del Comune di San Donaci.

I terreni sabbiosi permeabili poggiano su un letto argilloso impermeabile che rappresenta l'orizzonte di separazione tra la falda superficiale e quella profonda che, come detto, si attesta nei calcari mesozoici (Mancarella D. & Simeone V., 2008).

Sulla base di informazioni tratte soprattutto dalla letteratura, da dati stratigrafici e da alcune prove di portata e di assorbimento ottenute da alcuni lavori eseguiti da privati nell'area del SIN, sono state ricostruite le caratteristiche principali dell'acquifero superficiale (Figura 6).

Depositi sabbiosi
(medio-bassa permeabilità)

Depositi limosi
(bassa permeabilità)

Depositi argillosi
(impermeabili)

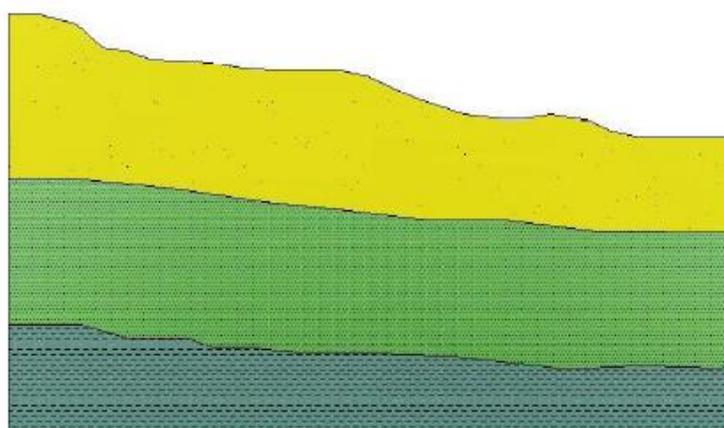


Figura 6: Schema della sezione idrogeologica "tipo" della falda superficiale

Innanzitutto, da un punto di vista idrogeologico, la falda freatica è costituita da tre litotipi con differenti valori di permeabilità.

Le argille grigio – azzurre, note in letteratura come Argille subappennine, presentano un coefficiente di permeabilità (K) che si aggira intorno a 10^{-8} – 10^{-9} m/sec, risultando praticamente impermeabili; talvolta questi depositi argillosi possono presentare una permeabilità secondaria legata alla presenza di fratture che possono incrementarne la permeabilità.

Al di sopra delle argille impermeabili, si rinviene un livello limoso – sabbioso il cui spessore varia mediamente in tutta l'area del SIN di Brindisi tra 8 e 14 m (dati stratigrafici ottenuti da lavori eseguiti da enti privati), e che rappresentano il livello di passaggio ai sovrastanti Depositi Marini Terrazzati. Tali orizzonti limosi presentano valori di permeabilità media, ricavati da dati di letteratura, compresi tra $1 \cdot 10^{-7}$ e $2 \cdot 10^{-6}$ m/s, quindi a bassa permeabilità. Questi valori sono riferiti ai livelli più alti dell'orizzonte limoso, costituito in maggior percentuale da materiale limoso-sabbioso.

Sopra i limi sabbiosi si rinvengono i Depositi Marini terrazzati in cui ha sede l'acquifero vero e proprio (Sciannamblo, et al., 2004). Si tratta di depositi costituiti da materiale con differente grado di permeabilità, dovuto anche alla presenza di numerosi livelli a "panchina", caratterizzati da materiali calcarei lapidei, che generalmente, secondo numerosi autori, si attestano al disopra dell'orizzonte limoso.

Generalmente, la variabilità litologica della falda freatica è testimoniata dai diversi valori di permeabilità compresi tra 10^{-4} e 10^{-6} m/s, in funzione della percentuale di limo e di argilla presente (Sciannamblo, et al., 2004). In base a questi valori del coefficiente di permeabilità, pertanto, possiamo definire i Depositi Marini Terrazzati in cui si attesta l'acquifero, come terreni a medio – basso grado di permeabilità. Per la bassa permeabilità dei terreni costituenti l'acquifero superficiale, la mobilità della falda è molto limitata, inoltre, la bassa permeabilità dinamica (18% - 28%) determina durante gli eventi piovosi, intensi ma di breve durata, ampie zone di allagamento (Lopez N., et al. 2006). Si tratta di una falda di discreta estensione areale (si rinviene praticamente su gran parte della Piana di Brindisi) ma di spessore piuttosto modesto, generalmente non superiore a 15- 20 metri.

La falda superficiale viene alimentata dalle acque pluviali che incidono direttamente sulle aree di affioramento dei depositi quaternari. Le quote del livello piezometrico sono quindi soggette a significative escursioni stagionali, che rappresentano la risposta della falda ai meccanismi ciclici di accumulo (che avvengono durante la stagione piovosa) e di rilascio (durante la stagione secca) dei volumi idrici immagazzinati.

L'andamento generale della superficie piezometrica della falda risulta invece influenzato principalmente dalle variazioni di permeabilità dell'acquifero sabbioso calcarenitico, dalle condizioni di assetto topografico del terreno e dalla morfologia del tetto della formazione impermeabile di base.

L'andamento generale delle pendenze della superficie piezometrica individua un deflusso generalizzato delle acque di falda verso NE e NNE, ossia dall'entroterra in direzione della costa adriatica (Figura 7). Le massime quote piezometriche si rinvengono nelle zone dell'entroterra, mentre in prossimità della costa il tetto della falda freatica risulta attestato su quote prossime al livello marino. Tuttavia, la scarica diretta a mare della falda superficiale è assai limitata, poiché, in condizioni di massima ricarica, il drenaggio della stessa viene espletato principalmente dalle incisioni e dai canali presenti sul territorio.





Figura 7: Distribuzione dei carichi piezometrici della falda superficiale

4.2.3. Idrografia

Le rocce calcaree mesozoiche unite alle calcareniti cenozoiche affioranti nel territorio posto a E-NE di Brindisi risultano permeabili le prime per fessurazione e carsismo, le seconde per porosità ed al più fenomeni di fessurazione. La grande diffusione delle rocce permeabili determina un elevato tasso di infiltrazione delle acque meteoriche, per cui viene a mancare una vera e propria idrografia superficiale. I terreni stratigraficamente superiori, sedimentatisi dal pleistocene in poi, che costituiscono l'unità dei Depositi Marini Terrazzati e che affiorano estesamente nel territorio di Brindisi sono, per contro, caratterizzati da permeabilità medio-bassa.

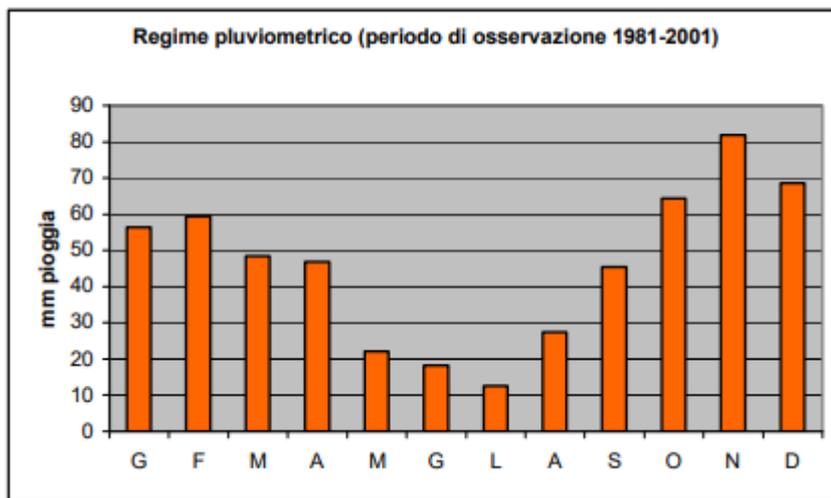
Per questa ragione non si è mai sviluppata una rete idrografica se non a ridosso della linea di costa in coincidenza delle unità sabbioso-limose-calcarenitiche pleistoceniche, dove, oltretutto, le acque di scorrimento superficiale potevano essere sostenute dalle argille calabrianе sottostanti. In questa situazione si sviluppano modesti corsi d'acqua ad andamento subparallelo e carattere stagionale che convogliano le acque di pioggia verso il



Il regime pluviometrico desunto è di tipo marittimo ben definito: un unico massimo autunnale-invernale ed un minimo estivo molto marcato. Localmente esso è influenzato dall'esposizione ai venti e dalla distanza dal mare.

Di seguito sono riportati i valori medi delle precipitazioni mensili (periodo di osservazione 1981-2001):

| Mesi | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D | Anno |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| mm pioggia | 56 | 59 | 48 | 47 | 22 | 18 | 13 | 27 | 45 | 64 | 82 | 69 | 550 |



Pur evidenziando afflussi meteorici limitati, dal confronto con le precipitazioni medie mensili per il trentennio 1921-1950 si constata che il livello complessivo delle precipitazioni non ha subito sostanziali mutamenti, ma la distribuzione stagionale ha evidenziato una maggior frequenza di eventi piovosi intensi e periodi siccitosi.

| Mesi | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D | Anno |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| mm pioggia | 57 | 58 | 50 | 36 | 22 | 21 | 10 | 13 | 31 | 58 | 81 | 94 | 531 |

Per quanto concerne le precipitazioni di massima intensità registrate dal pluviografo della stazione di osservazione di Brindisi, vengono riportati i valori massimi delle altezze di pioggia (H_{max}) per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, per il periodo 1948-2012.



**STAZIONE PLUVIOMETRICA DI BRINDISI
DATI PLUVIOMETRICI (mm)**

| ANNO | DURATA DELLA PIOGGIA (ore) | | | | |
|------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| 1948 | 17,6 | 19,4 | 19,8 | 39,2 | 40,2 |
| 1950 | 21,4 | 28,8 | 28,8 | 29,2 | 30,0 |
| 1951 | 23,8 | 26,0 | 30,0 | 37,2 | 40,8 |
| 1952 | 27,2 | 49,8 | 84,0 | 96,8 | 99,0 |
| 1953 | 60,0 | 88,8 | 94,8 | 95,8 | 100,2 |
| 1954 | 24,0 | 32,4 | 48,6 | 70,6 | 72,6 |
| 1955 | 42,8 | 42,8 | 45,8 | 46,4 | 47,2 |
| 1956 | 19,0 | 19,4 | 29,8 | 43,0 | 43,4 |
| 1957 | 54,0 | 54,6 | 54,6 | 56,4 | 68,6 |
| 1958 | 28,2 | 37,2 | 60,0 | 85,2 | 115,0 |
| 1959 | 28,0 | 31,4 | 33,4 | 37,6 | 56,4 |
| 1960 | 21,2 | 42,4 | 58,0 | 70,8 | 100,4 |
| 1961 | 29,0 | 51,8 | 65,6 | 68,2 | 68,2 |
| 1963 | 30,2 | 39,2 | 57,2 | 76,4 | 76,4 |
| 1964 | 25,2 | 29,0 | 39,0 | 50,0 | 82,0 |
| 1965 | 28,2 | 30,6 | 32,6 | 50,2 | 68,8 |
| 1967 | 38,0 | 48,4 | 66,4 | 73,6 | 73,6 |
| 1968 | 34,2 | 36,4 | 45,4 | 47,6 | 59,0 |
| 1969 | 35,6 | 56,4 | 73,4 | 97,0 | 107,4 |
| 1970 | 24,2 | 30,4 | 35,6 | 54,0 | 79,4 |
| 1971 | 25,4 | 29,8 | 29,8 | 46,0 | 78,6 |
| 1972 | 61,0 | 65,2 | 67,8 | 68,4 | 76,6 |
| 1973 | 20,4 | 27,8 | 33,2 | 37,6 | 52,4 |
| 1974 | 53,4 | 63,2 | 70,2 | 82,6 | 97,4 |
| 1975 | 38,4 | 45,0 | 45,0 | 45,0 | 45,0 |
| 1976 | 14,0 | 31,8 | 48,2 | 65,6 | 83,0 |
| 1977 | 38,2 | 46,8 | 47,8 | 47,8 | 47,8 |
| 1978 | 15,2 | 22,0 | 32,0 | 33,4 | 52,2 |
| 1979 | 25,2 | 29,2 | 30,8 | 37,2 | 57,4 |
| 1980 | 27,8 | 30,0 | 41,6 | 46,4 | 50,6 |
| 1981 | 30,0 | 45,6 | 46,2 | 46,2 | 56,2 |
| 1982 | 38,0 | 39,2 | 39,2 | 39,2 | 46,4 |
| 1983 | 33,6 | 38,4 | 38,4 | 45,2 | 57,2 |
| 1984 | 22,6 | 25,8 | 29,0 | 29,0 | 29,0 |
| 1985 | 18,8 | 20,6 | 25,2 | 30,8 | 33,4 |
| 1986 | 56,0 | 93,6 | 115,8 | 119,2 | 124,2 |
| 1988 | 27,8 | 32,0 | 42,8 | 63,2 | 63,2 |
| 1989 | 34,4 | 35,8 | 42,0 | 49,6 | 52,8 |
| 1990 | 19,0 | 22,8 | 29,8 | 42,4 | 64,8 |
| 1991 | 46,0 | 70,0 | 120,2 | 127,2 | 137,4 |
| 1992 | 20,0 | 37,0 | 50,4 | 55,8 | 56,0 |
| 1994 | 39,4 | 42,6 | 42,6 | 44,6 | 50,8 |
| 1997 | 46,0 | 52,6 | 56,4 | 67,0 | 75,6 |
| 1998 | 40,8 | 43,0 | 51,0 | 68,2 | 125,0 |
| 1999 | 38,2 | 38,2 | 56,8 | 56,8 | 61,8 |
| 2000 | 33,4 | 56,8 | 62,6 | 64,6 | 64,6 |
| 2001 | 18,2 | 19,8 | 24,2 | 24,6 | 27,4 |
| 2002 | 38,2 | 49,0 | 55,0 | 77,8 | 83,8 |
| 2003 | 22,8 | 48,0 | 65,2 | 97,4 | 102,6 |
| 2004 | 64,0 | 75,6 | 83,2 | 85,0 | 85,6 |
| 2005 | 55,2 | 115,6 | 136,4 | 139,2 | 142,6 |
| 2006 | 17,6 | 18,0 | 22,0 | 29,4 | 40,2 |
| 2007 | 16,8 | 19,6 | 25,4 | 31,6 | 37,0 |
| 2008 | 23,8 | 36,8 | 48,2 | 56,2 | 81,0 |
| 2009 | 18,6 | 20,8 | 31,4 | 38,6 | 41,4 |
| 2010 | 31,4 | 50,4 | 69,2 | 76,0 | 76,2 |
| 2011 | 30,0 | 44,8 | 56,2 | 64,4 | 69,0 |
| 2012 | 40,0 | 42,0 | 60,4 | 68,0 | 78,4 |



4.3.2. Regime termico

Le temperature sono state ricavate attraverso i dati registrati dalla stazione di osservazione di Brindisi - Servizio Meteorologico. Il seguente diagramma (Figura 9) mostra le temperature medie annue con un massimo coincidente con il mese di agosto (25,1 °C) ed un minimo nel mese di gennaio (9,7 °C). La temperatura media annua si attesta poco al di sotto di 17 °C.

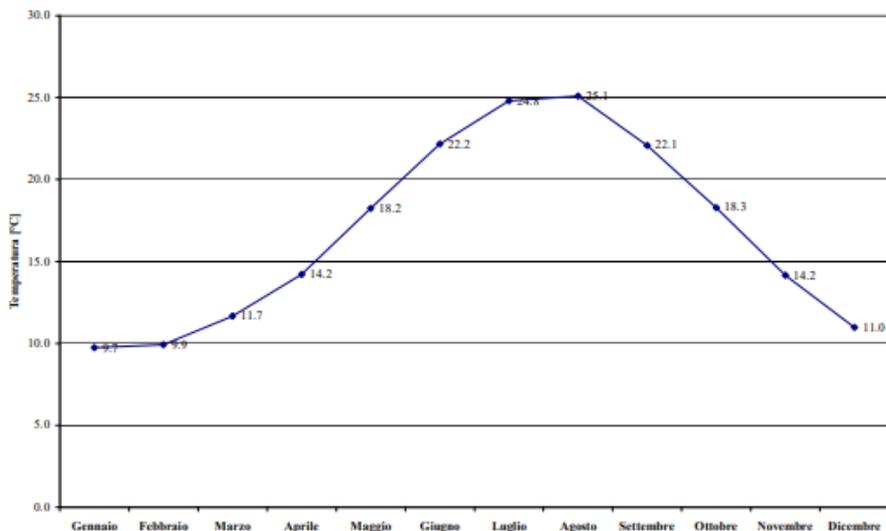


Figura 9: Temperature medie annue stazione di osservazione di Brindisi

4.3.3. Regime anemologico

Dall'analisi della Figura 10 risulta chiara la dominanza di venti provenienti dal quadrante N-W. In particolare, le maggiori frequenze ed intensità sono da attribuire ai venti di maestrale (da NW) e tramontana (N). I venti provenienti dal suddetto quadrante rappresentano, in termini di frequenza, il 43 % del totale. Il territorio di Brindisi risulta "ventoso" in quanto predominano venti con intensità compresa tra 8-23 nodi, vale a dire da moderati a forti. Il regime anemologico locale presenta i massimi di frequenza di venti sostenuti nei mesi invernali mentre i venti deboli prevalgono nei mesi estivi.

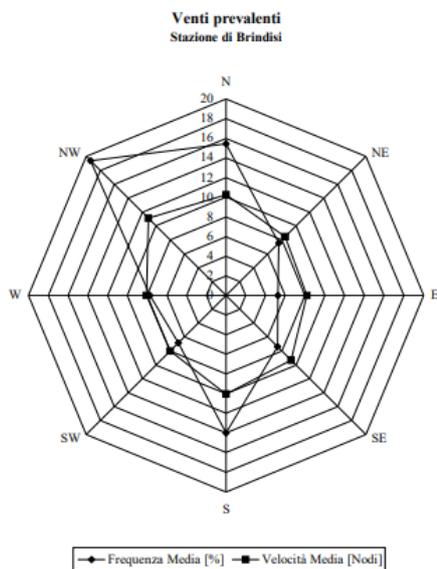


Figura 10: Frequenza e velocità media dei venti - Stazione di osservazione di Brindisi**4.4. Piani di caratterizzazione delle aree prossime a quelle di interesse****4.4.1. Risultati delle investigazioni realizzate in 22 lotti S.I.S.R.I.**

Il Consorzio A.S.I. di Brindisi (già S.I.S.R.I.) ha realizzato un piano di investigazione in lotti ricadenti all'interno dell'Area A.S.I. I 22 lotti, con una estensione complessiva di 270.000 m², sono situati all'interno della Zona Industriale di Brindisi, ad Ovest del Polo Elettrico e del Polo Chimico.

La destinazione urbanistica per le particelle catastali ricadenti nell'area, desunta dagli strumenti urbanistici del Comune di Brindisi e del Consorzio A.S.I., è relativa a "insediamenti di tipo produttivo industriale". Le aree in passato non sono state interessate da attività industriali; i terreni sono stati utilizzati per scopi agricoli e non sono mai stati segnalati incidenti che possano aver provocato la dispersione nelle matrici ambientali di sostanze pericolose.

I 22 lotti si presentano come appezzamenti incolti o aree agricole (coltivate perlopiù ad ortaggi) subordinatamente interessate da attività di commercio di materiali per l'edilizia.

Le attività di caratterizzazione dei 22 lotti sono state realizzate sulla base del Piano della Caratterizzazione redatto dall'Università degli Studi di Lecce (giugno 2003), per conto dell'Ufficio del Commissario Delegato per l'emergenza ambientale nella Regione Puglia.

La distribuzione planimetrica dei punti di campionamento è stata di tipo casuale; sono stati realizzati 65 sondaggi (che hanno raggiunto la profondità media di 10 m) dai quali sono stati ricavati complessivamente 222 campioni di terreno (196 terreno, 26 top-soil), sottoposti ad analisi. Per la caratterizzazione delle acque sotterranee sono stati installati, per completamento del foro di sondaggio, 27 piezometri con prelievo di un campione di acqua di falda per pozzo.

Allo scopo di ricostruire l'andamento della superficie piezometrica nonché il deflusso delle acque della falda superficiale è stata misurata la profondità della falda in due campagne successive (dicembre/2003 e gennaio/2004). I livelli piezometrici misurati indicano la presenza di una superficie freatica che si attesta ad una quota sul livello del mare che varia da 0,18÷0,21 metri (nella zona di estremo Nord dell'area) a 8,14÷8,15 metri (nella zona Sud-Sud Ovest del sito).

La tabella sottostante rappresenta in modo sintetico i risultati delle analisi dei campioni di terreno: con particolare riferimento alle sostanze che hanno ecceduto i limiti, si riportano il numero di superamenti rispetto ai campioni effettuati, il valore più significativo di concentrazione e la rispettiva la quota di rinvenimento.



| ID lotto | Proprietà | Estensione [m ²] | Superamenti dei limiti relativi ai terreni | | | | |
|----------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|----|----|-------------------|----------------|
| | | | Parametro | N° | Su | Conc. max (mg/kg) | Prof. (m p.c.) |
| 1 | Il Mondo S.r.l. | 6.004 | Arsenico | 1 | 5 | 53,50 | 0,0-0,1 |
| 2 | Piazzali Consortili Porto | 30.404 | Arsenico | 4 | 24 | 169,59 | 0,0-0,1 |
| 3 | Interporto Area Ionico-Salentina | 75.000 | Arsenico | 10 | 57 | 134,21 | 3,4-4,4 |
| | | | DDD-DDT-DDE | 1 | 57 | 1,24 | 0,0-0,1 |
| 4 | Proprietà SISRI | 7.440 | | | 7 | | |
| 5 | Sime Srl | 7.790 | | | 7 | | |
| 6 | Immobil Srl | 7.350 | Arsenico | 2 | 7 | 77,12 | 0,4-1,0 |
| 7 | Proprietà SISRI | 8.053 | | | 7 | | |
| 8 | Colaianni Srl | 10.489 | | | 7 | | |
| 9 | Simaplast (Alfa Edile Srl) | 15.000 | Arsenico | 1 | 13 | 54,22 | 0,4-1,0 |
| 10 | Proprietà SISRI | 8.922 | Arsenico | 2 | 7 | 61,23 | 0,4-1,0 |
| 11 | Roma Costruzioni Srl | 2.335 | Arsenico | 4 | 4 | 98,06 | 3,4-4,0 |
| 12 | Convertino Srl | 3.085 | DDD-DDT-DDE | 1 | 4 | 0,38 | 0,0-0,1 |
| 13 | Edil Levante Sas | 5.556 | Arsenico | 1 | 4 | 51,76 | 0,4-1,0 |
| 14 | Erre Effe Srl | 5.135 | | | 4 | | |
| 15 | Siberplast Srl | 10.000 | Arsenico | 4 | 7 | 117,42 | 0,4-1,0 |
| 16 | Proprietà SISRI | 8.307 | Arsenico | 6 | 7 | 99,03 | 7,4-8,0 |
| | | | p-Xilene | 1 | 7 | 81,00 | 0,0-0,1 |
| 17 | C.D.B. Srl | 2.277 | DDD-DDT-DDE | 1 | 4 | 0,16 | 0,4-1,0 |
| 18 | G.T. Attuatori Srl | 2.500 | | | 4 | | |
| 19 | Proprietà SISRI | 10.211 | | | 7 | | |
| 20 | Balestra Costruzioni Srl | 2.000 | Arsenico | 1 | 4 | 80,28 | 0,0-0,1 |
| 21 | Colaianni Srl | 15.278 | Arsenico | 2 | 14 | 71,83 | 0,0-0,1 |
| | | | DDD-DDT-DDE | 3 | 14 | 0,98 | 0,4-1,0 |
| 22 | Centro Gestionale SISRI | 26.723 | | | 18 | | |

Nei suoli si riscontra una contaminazione da arsenico, in campioni superficiali e profondi, e da fitofarmaci (DDD, DDT, DDE) e para-xilene in alcuni campioni superficiali.

In particolare, concentrazioni di Arsenico superiori al limite di legge sono riscontrate in 38 su 222 campioni analizzati e riguarda 12 dei 22 lotti in esame; una certa uniformità nella distribuzione della contaminazione (sia areale che lungo le singole colonne stratigrafiche) fa supporre che la presenza del contaminante sia ascrivibile a cause naturali.

In riferimento ai superamenti delle CSC rilevati a carico dell'As, si evidenzia che la Conferenza di Servizi decisoria del 10/12/2008 ha preso atto degli studi effettuati da Arpa Puglia per la determinazione delle concentrazioni rappresentative del fondo nel SIN di Brindisi e ha assunto come valori di riferimento di concentrazione dell'arsenico 32 mg/kg per il suolo superficiale (0-1 m dal p.c.) e 52,7 mg/kg per il sottosuolo insaturo.

Per quanto concerne la leggera contaminazione da fitofarmaci e da para-xilene, essa risulta molto localizzata e verosimilmente imputabile all'utilizzo presente o passato delle aree ove essa è riscontrata, probabilmente per usi agricoli.

Per le acque in tutti i campioni sottoposti ad analisi la concentrazione dei seguenti composti è risultata inferiore ai limiti imposti dalla normativa:

- idrocarburi aromatici (BTEXS),
- idrocarburi policiclici aromatici,
- composti organoalogenati,
- fitofarmaci,
- PCB,
- idrocarburi alifatici.



Per quanto riguarda i metalli pesanti riscontrati nelle acque sotterranee, in tutti i campioni sottoposti ad analisi la concentrazione è risultata inferiore ai limiti imposti con un'unica eccezione per l'Arsenico, che ha evidenziato un superamento con concentrazione pari 12,56 µg/l (limite 10 µg/l) in corrispondenza del Lotto 1.

4.4.2. Aree adiacenti l'asse attrezzato e la Centrale Enel Cerano – piano di caratterizzazione delle aree pubbliche della zona agricola del SIN

L'area di interesse è stata oggetto di attività di caratterizzazione ambientale; nello specifico, nel 2003 è stato redatto, a cura dall'Università di Lecce e dall'ARPA Puglia, il "Piano della Caratterizzazione Ambientale per le aree pubbliche della Zona Agricola del Sito di Interesse Nazionale di Brindisi" approvato con prescrizioni in sede di Conferenza dei Servizi Decisoria il 17/12/03, tenutasi presso il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio.

Detto piano nel perimetro di tale settore individuava, sulla base dell'analisi delle attività attuali e pregresse svolte nel sito, delle attività svolte nell'area circostante e dei modelli di migrazione degli eventuali contaminanti attraverso le vie atmosferiche superficiali e di falda, tre aree omogenee per i livelli di contaminazione presunta (Figura 11).

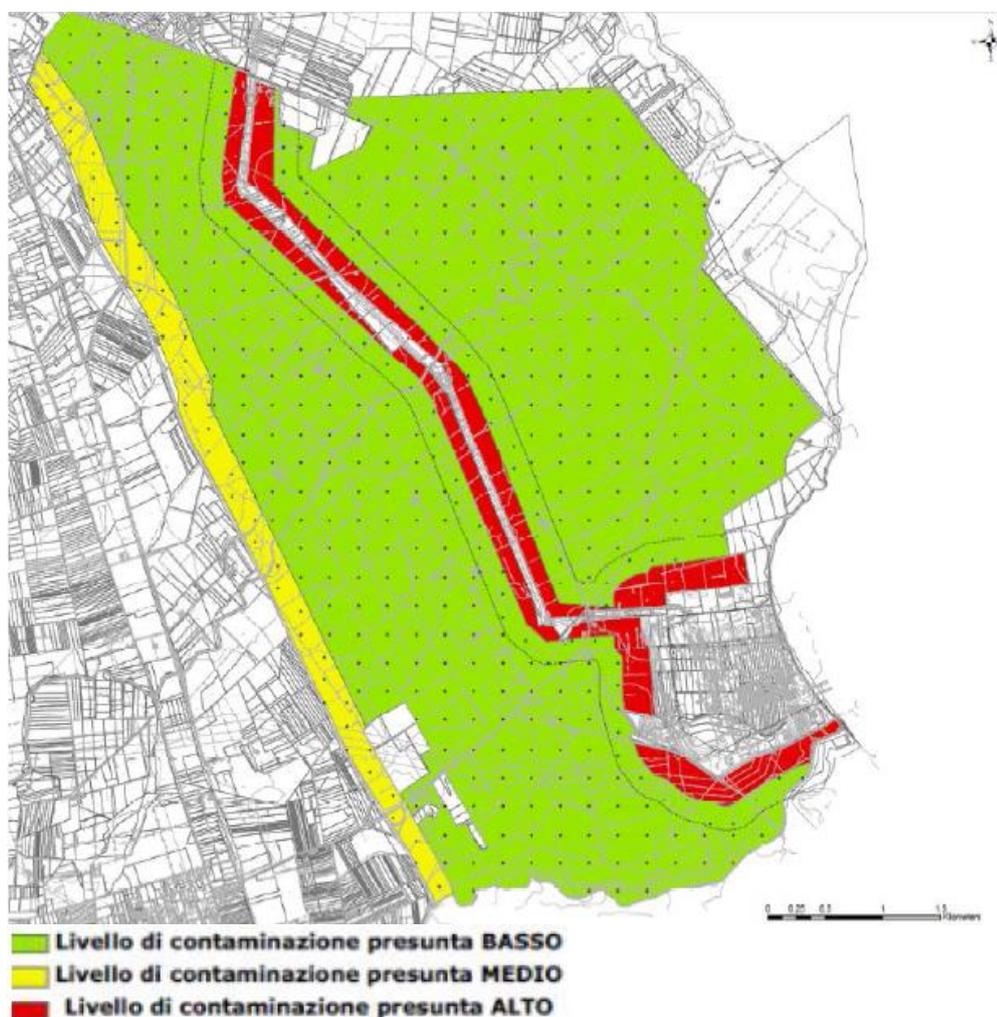


Figura 11: Livello della contaminazione presunta aree agricole SIN Brindisi

Tali aree omogenee, contraddistinte, su base comparativa, come aree ad "alto, medio e basso rischio di contaminazione" corrispondono rispettivamente ad una fascia di 500 m



circostante la centrale ENEL di Cerano e l'asse attrezzato, a servizio della stessa per la movimentazione delle sostanze combustibili, una fascia di 500 m circostante lateralmente la SS 613, e ad una fascia interna su cui insistono attività agricole o ad essa assimilabili.

Ad oggi è stata già attuata la caratterizzazione, relativamente all'area indicata ad "alto livello di contaminazione" presunta (prima fase) i cui risultati sono riportati nel documento *"Rapporto delle attività di caratterizzazione ambientale delle aree pubbliche della zona agricola del Sito di Interesse Nazionale di Brindisi – Aree ad alto rischio di contaminazione potenziale"*.

I risultati della caratterizzazione di tale area sono stati presentati al Commissario Delegato per l'Emergenza Ambientale in Puglia e approvati, con prescrizioni, in sede di Conferenza dei Servizi nel Marzo 2007 presso il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio.

Le indagini, realizzate tra ottobre 2005 e gennaio 2006, hanno interessato una fascia di terreno larga circa 100 m, estesa su entrambi i lati dell'asse attrezzato a servizio della centrale termoelettrica ENEL di Cerano (centrale Brindisi Sud), ed i terreni limitrofi alla stessa Centrale per una estensione di circa 300 m sulla quale sono stati ubicati punti di indagine secondo una maglia di lato 100 x100 m.

Le attività di investigazione, previste dal Piano di Caratterizzazione Ambientale, successivamente integrate dalle prescrizioni richieste dal MATTM, in sede di Conferenza di Servizi Decisoria del 17/12/03, sono state condotte con lo scopo di indagare lo stato qualitativo delle matrici ambientali suolo/sottosuolo e acque sotterranee, con riferimento ai limiti prescritti nell'Allegato 1 del D.M. 471/99.

La caratterizzazione della matrice suolo e sottosuolo, avvenuta attraverso la realizzazione di n. 243 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 3,00 - 5,00 m, ha mostrato, sull'intera area indagata, una contaminazione diffusa da Metalli (prevalentemente Stagno, Berillio e Arsenico, in quantità minori Vanadio e Cobalto e sporadicamente Rame, Cadmio, Mercurio e Nichel) e da Pesticidi Clorurati (predominante nel top soil e nell'intervallo compreso tra 0 e 1 metro, sporadicamente nei restanti intervalli investigati) la cui presenza nei suoli appare chiaramente riconducibile alle attività agricole ivi praticate e, dunque, non a quelle industriali.

L'attività di caratterizzazione della matrice ambientale acque sotterranee, avvenuta attraverso l'analisi chimico/fisica di n.18 campioni di acqua prelevati dai 18 piezometri realizzati nell'ambito di questa campagna d'indagine ed attraverso l'analisi chimica di n.11 campioni di acqua prelevati da pozzi esistenti, ha mostrato sull'intera area indagata una contaminazione da Manganese (in corrispondenza sia dei piezometri realizzati lungo la fascia di terreni circostante l'asse attrezzato che in quelli eseguiti nell'area ubicata intorno alla centrale ENEL), da Nichel (per i piezometri posti nell'area attigua all'asse attrezzato, ubicata nelle vicinanze della centrale) e da Selenio (nei piezometri ubicati nella zona nord circostante l'asse attrezzato).

La contaminazione da Manganese e Selenio si rinvia anche in corrispondenza dei pozzi esistenti nonché superamenti per gli Idrocarburi totali per alcuni dei piezometri monitorati.

Anche ammettendo che il Manganese ed il Selenio siano presenti nelle acque di falda per motivi legati alla natura litologico-geologica delle formazioni interessate dalla circolazione idrica (in particolare il manganese è stato ritrovato in maniera diffusa anche nelle altre aree del SIN analizzate) o che siano stati immessi nell'ambiente in ragione delle sole pratiche agricole, la presenza di Idrocarburi è invece indubbiamente indice di una contaminazione originata dalla presenza del polo industriale.

A seguito dei risultati emersi in fase di caratterizzazione nonché a seguito di quanto prescritto dal MATTM in sede di Conferenza dei Servizi, Sviluppo Italia – Aree produttive, ha redatto nel dicembre del 2007 il documento *"Specifiche tecniche del Piano di caratterizzazione delle*



aree pubbliche della Zona Agricola del Sito nazionale di Brindisi (Il lotto) relativo alle aree definite a medio e basso rischio di contaminazione potenziale".

Il piano di caratterizzazione ha previsto, così come prescritto in sede di Conferenza dei Servizi del 17/12/03, che i punti di indagine fossero ubicati secondo una maglia di lato 200 x 200 metri nelle aree a livello medio di contaminazione presunto e nelle immediate adiacenze (fascia di 200 metri) dalle aree a livello alto di contaminazione presunto e una maglia di lato di lato 250 x 250 metri nelle aree a livello basso di contaminazione presunto (Figura 9).

Al fine di procedere con la caratterizzazione della matrice suolo/sottosuolo e acque sotterranee, attuata attraverso il prelievo di campioni di terreno a differenti profondità e campioni di acqua sotterranea prelevata dai piezometri di nuova realizzazione e da pozzi esistenti, il piano prevedeva la ricerca dei seguenti analiti (alcuni dei quali prescritti in sede di Conferenza dei servizi del 17/12/03):

Matrice suolo

| PARAMETRI CHIMICO-FISICI | IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Frazione < a 2 mm | BENZO (a) ANTRACENE |
| Carbonio organico totale (TOC) | BENZO (a) PIRENE |
| pH | BENZO (b) FLUORANTENE |
| Ricerca solidi totali e solidi volati | BENZO (k) FLUORANTENE |
| Potenziale di ossidoriduzione | BENZO (j) FLUORANTENE |
| METALLI PESANTI: | FLUORANTENE |
| ANTIMONIO | BENZO (g,h,i) PERI LENE |
| ARSENICO | CRISENE |
| BERILLIO | DIBENZO (a, e) Pirene |
| CADMIO | DIBENZO (a, h) Antracene |
| COBALTO | INDENO (1,2,3-cd) PIRENE |
| CROMO ESAVALENTE | PIRENE |
| CROMO TOTALE | Sommatoria IPA |
| MERCURIO | FITOFARMACI |
| NICHEL | ALACLOR |
| PIOMBO | ALDRIN |
| RAME | ATRAZINA |
| SELENIO | α- ESACLOROESANO |
| STAGNO | β-ESACLOROESANO |
| TALLIO | γ-ESACLOROESANO (LINDANO) |
| VANADIO | CIS-CLORDANO |
| ZINCO | TRANS-CLORDANO |
| IDROCARBURI | DIELDRIN |
| IDROCARBURI C< 12 | EDRIN |
| IDROCARBURI C> 12 | 4,4'- DDD |
| | 4,4'- DDE |
| | 4,4'- DDT |

Top soil



| PCDD | PCB |
|--------------------------------|--------------|
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | PCB |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD | aroclor 1016 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD | aroclor 1221 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD | aroclor 1232 |
| 1,2,3,7,8-PeCDD | aroclor 1242 |
| 2,3,7,8-TCDD | aroclor 1248 |
| OCDD | aroclor 1254 |
| PCDD e PCDF (conversione T.E.) | aroclor 1260 |
| PCDF | |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF | |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF | |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF | |
| 1,2,3,7,8-PeCDF | |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF | |
| 2,3,4,7,8-PeCDF | |
| 2,3,7,8-TCDF | |
| OCDF | |

Matrice acque di falda

| PARAMETRI CHIMICO-FISICI | COMPOSTI IDROCARBURICI |
|--------------------------|-----------------------------------|
| pH | I DROCARBURI TOTALI |
| METALLI PESANTI: | ESPRESSI COME N-ESANO |
| ALLUMINIO | FITOFARMACI |
| ANTIMONIO | ALACLOR |
| ARGENTO | ALDRIN |
| ARSENICO | ATRAZINA |
| BERILLIO | α -ESACLOROESANO |
| CADMIO | β -ESACLOROESANO |
| COBALTO | γ -ESACLOROESANO (LINDANO) |
| CROMO TOTALE | CLORDANO |
| CROMO (VI) | DDD, DDT, DDE |
| FERRO | DIELDRIN |
| MERCURIO | EDRIN |
| NICHEL | SOMMATORIA FITOFARMACI |
| PIOMBO | |
| RAME | |
| SELENIO | |
| MANGANESE | |
| TALLIO | |
| ZINCO | |



4.4.3. Sovrapposizione del layout dell'impianto fotovoltaico e l'ubicazione punti di indagine del Piano di caratterizzazione dei lotti meridionali in area SISRI del SIN di Brindisi

I "lotti meridionali" fanno parte dell'Area di Sviluppo Industriale (ASI) e amministrati dal Consorzio SISRI di Brindisi.

Le aree oggetto della caratterizzazione (Figura 12) rientrano in due macro aree dell'ASI; una porzione è dislocata nel settore sud occidentale mentre la seconda nel settore sud orientale dell'area ASI, fisicamente separati dall'area umida lungo il Fiume Grande, entro il quale è ubicato l'asse energetico polifunzionale comprendente il nastro trasportatore del carbone dal porto carbonifero alla Centrale Termoelettrica Brindisi Sud.



Figura 12: Ubicazione punti di indagine del Piano di caratterizzazione dei lotti meridionali in area SISRI del SIN di Brindisi; in alto il settore sud occidentale e in basso il settore sud orientale



Dalla sovrapposizione dell'area di imposta dell'impianto fotovoltaico proposto con i punti di indagine del piano di caratterizzazione SISRI emerge che la gran parte dell'area interessata dalla costruzione dell'impianto è stata monitorata nel 2003 (Figura 13).

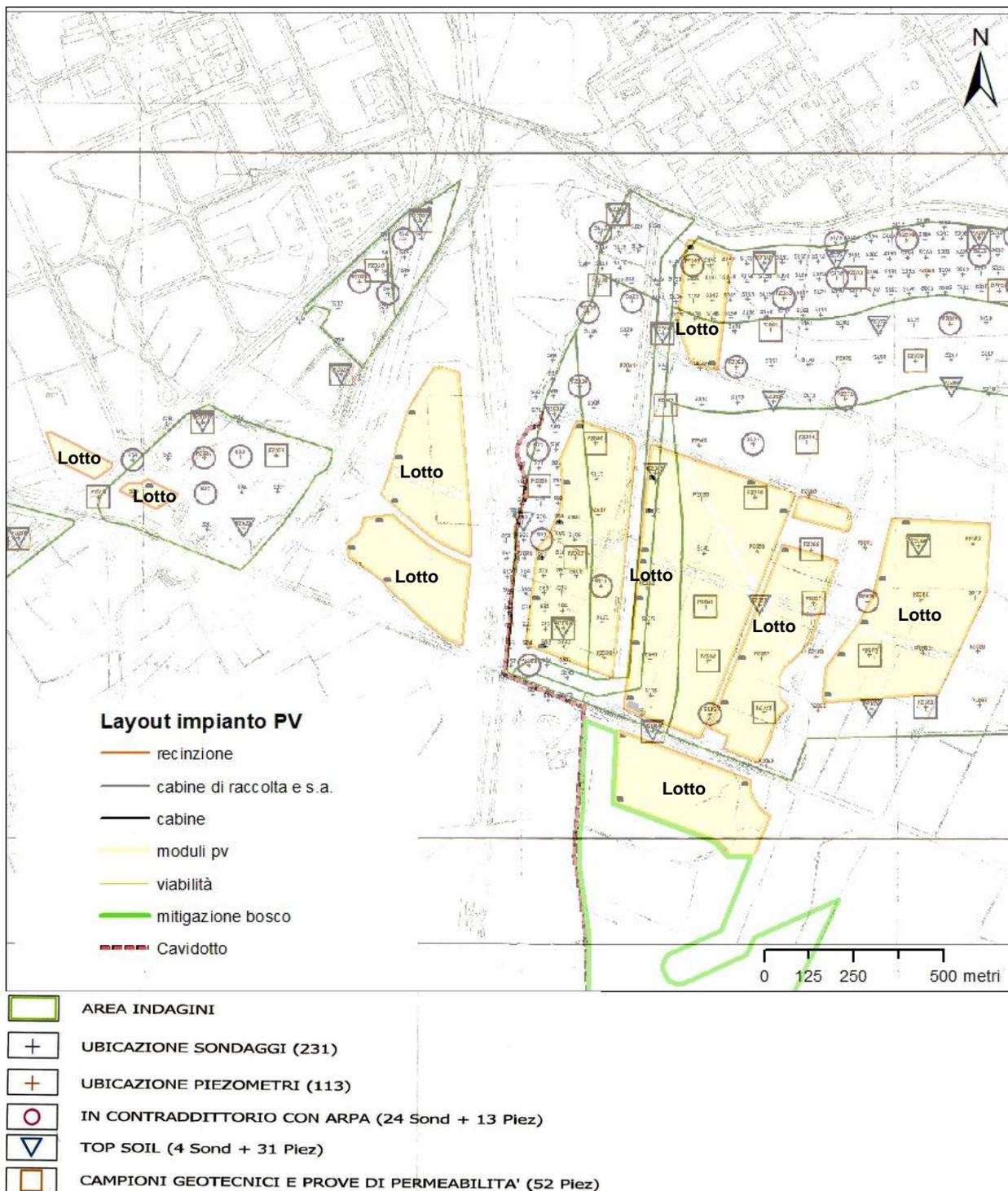


Figura 13: Sovrapposizione layout impianto PV (con l'esclusione del cavidotto) e punti di indagine piano di caratterizzazione SISRI (2003)

Sole le aree di imposta dei lotti n° 1, 3, 4 e 8 risultano prive di punti di indagine e pertanto non si dispongono di dati di riferimento (Figura 14).



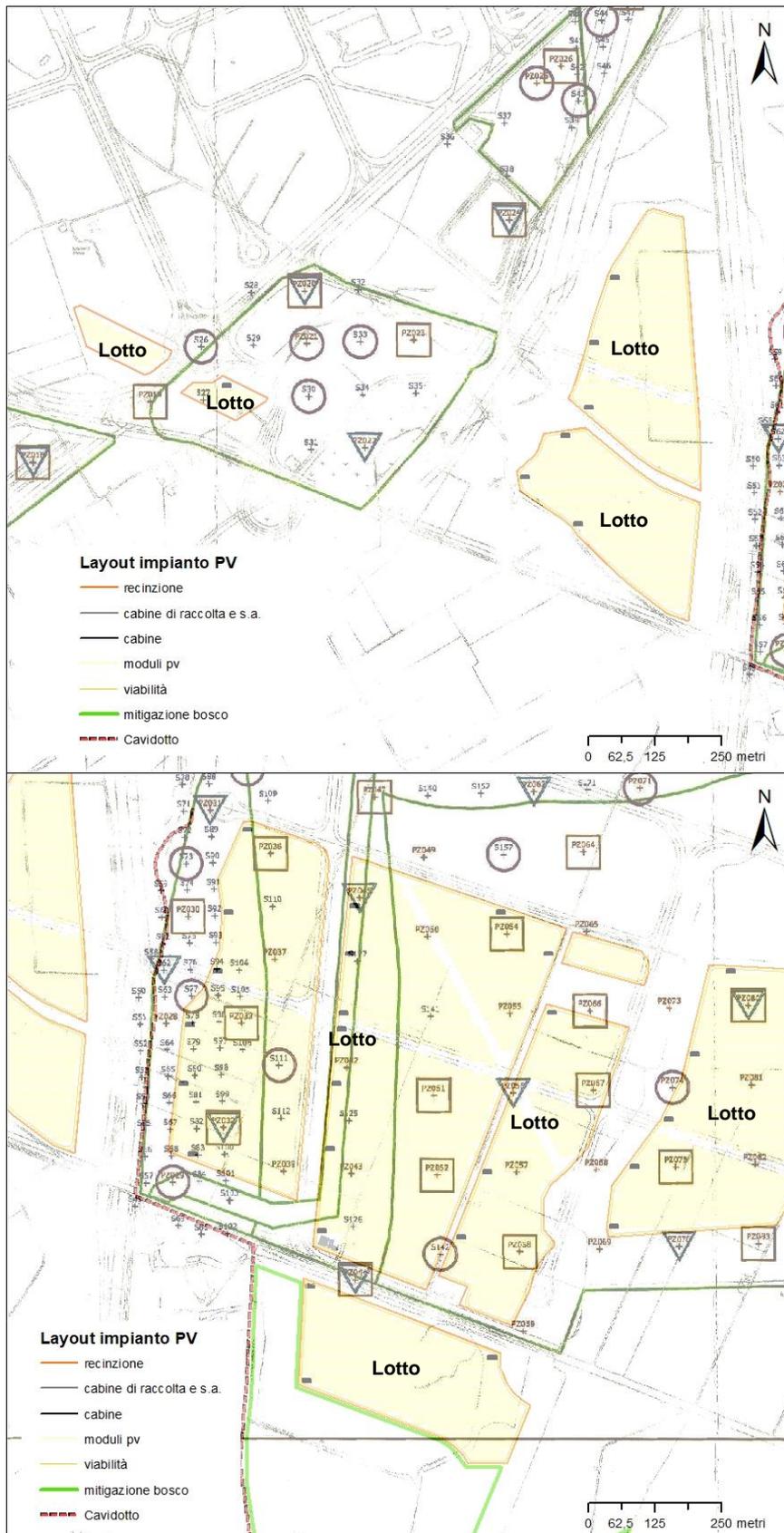
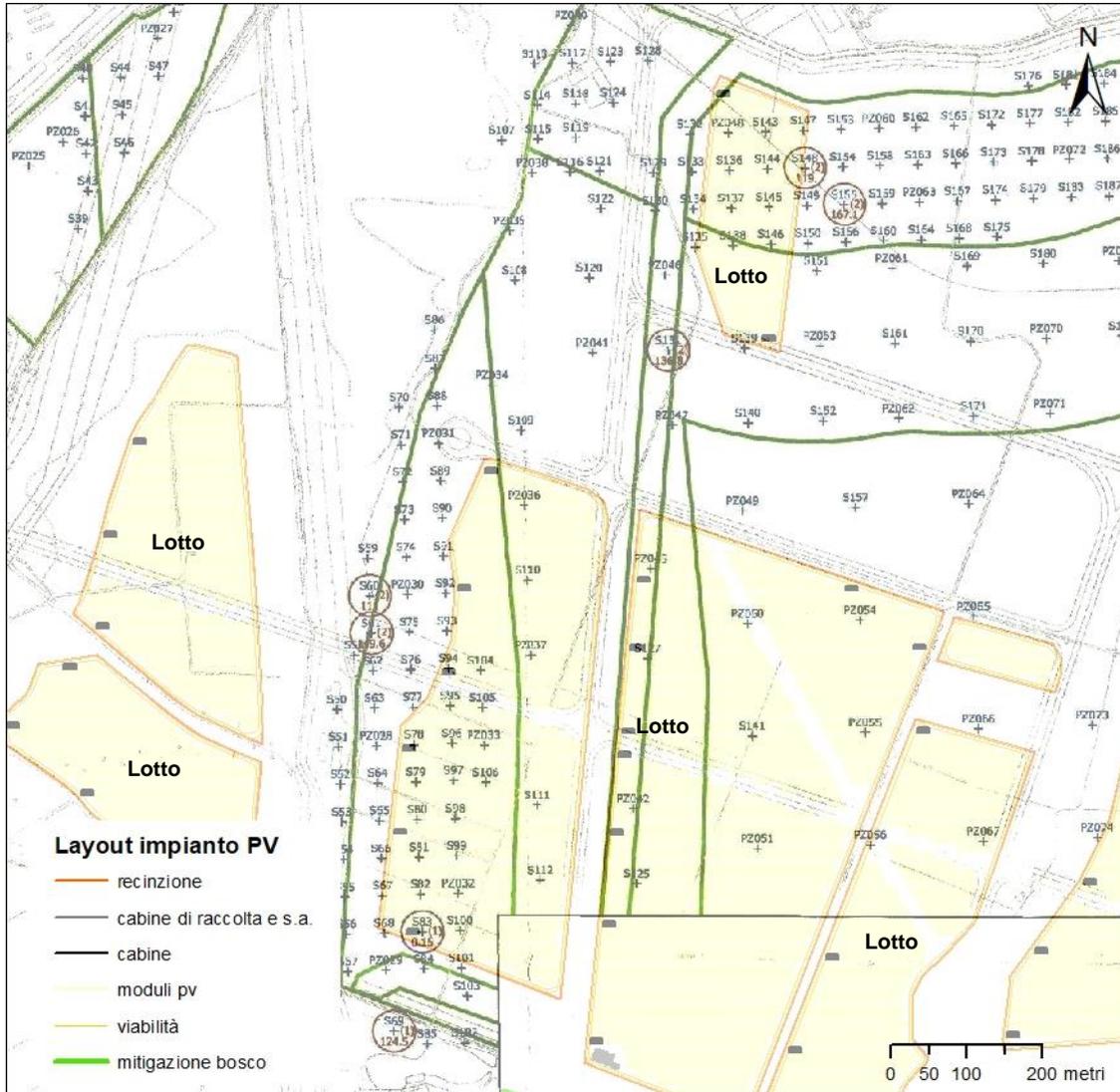


Figura 14: Lotti n° 1, 3, 4 e 8 in relazione all'ubicazione dei punti di indagine della caratterizzazione SISRI (2003)



Per quanto attiene alla distribuzione dei contaminanti sulla **matrice terreno**, la caratterizzazione SISRI (2003) ha rilevato superamenti del valore limite (D.Lgs 152/06, All. 5, tab. 1, col. B) per i **Fitofarmaci DDD, DDT, DDE e per i Metalli Arsenico, Cadmio e Tallio** in solo due punti di indagine che ricadono nelle aree di imposta dell'impianto fotovoltaico, intercettando il lotto 5 e marginalmente il lotto 6 (Figura 15).



SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE
 D.Lgs. 152/06 - Parte IV - Titolo V - All.5 - Tab.1 - col.B
 Sito ad uso commerciale ed industriale
 * Valore limite per SIN Brindisi



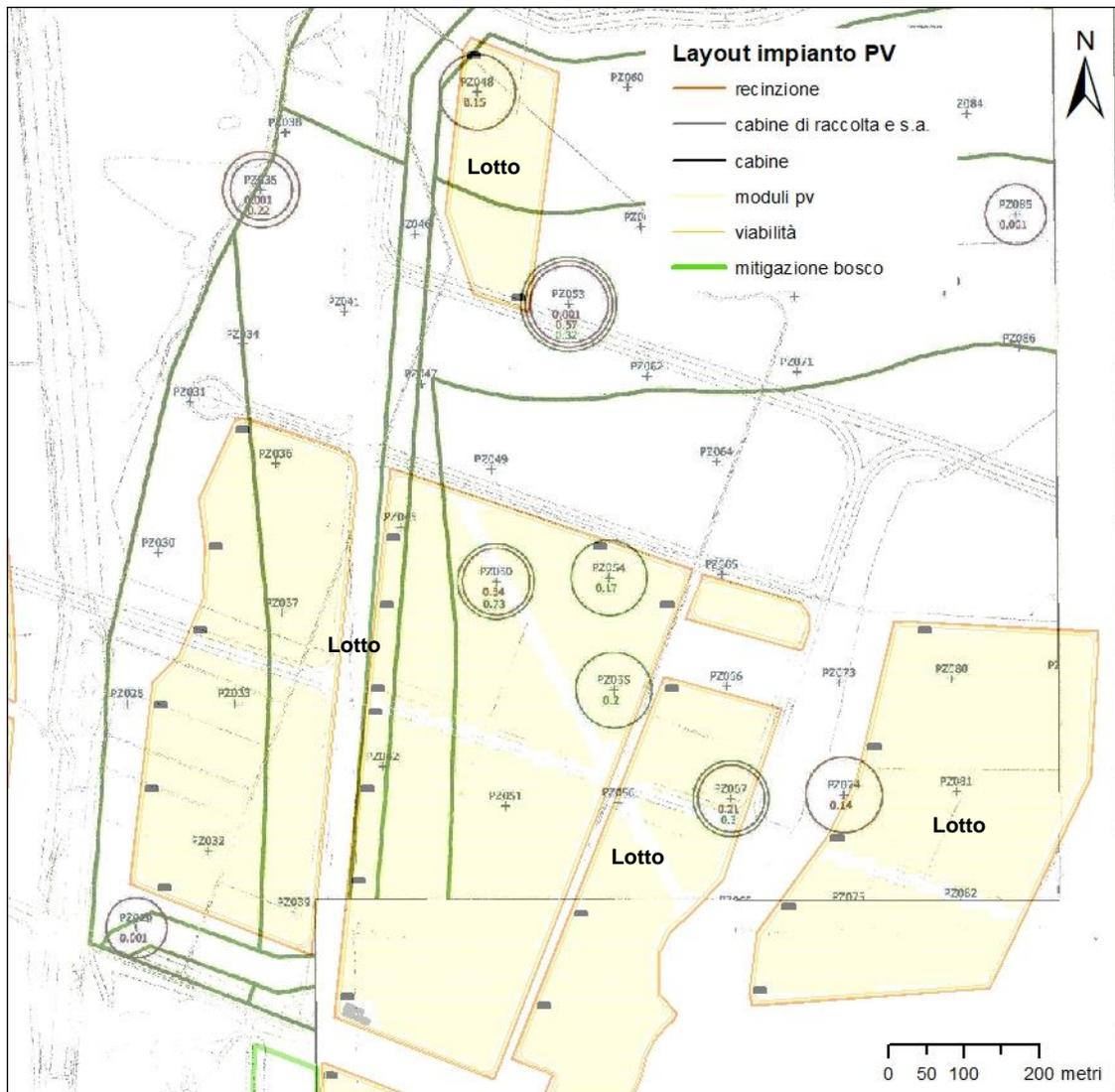
- DDD, DDT, DDE (FITOFARMACI): 0,1 mg/kg s.s.
- ARSENICO (METALLI): 100* mg/kg s.s.
- CADMIO (METALLI): 15 mg/kg s.s.
- TALLIO (METALLI): 10 mg/kg s.s.

PROFONDITA' CAMPIONE
 (1): 0,6 - 1,0 m
 (2): 2,8 - 3,4 m
 (3): 8,0 - 8,6 m

Figura 15: Distribuzione contaminanti terreni - Metalli e Fitofarmaci



Per quanto attiene alla distribuzione dei contaminanti sulla **matrice acque sotterranee**, la caratterizzazione SISRI (2003) ha rilevato superamenti del valore limite (D.Lgs 152/06, All. 5, tab. 2) per numerosi analiti evidenziando un quadro più complesso. In relazione agli **Idrocarburi Alifatici Alogenati cancerogeni** sono stati rilevati superamenti dei limiti di legge per **1-2 Dibromoetano, Didromoclorometano, Bromodiclorometano** in 6 punti di indagine che ricadono nelle aree di imposta dell'impianto fotovoltaico, intercettando i lotti 5, 6, 7 e 9 (Figura 16).



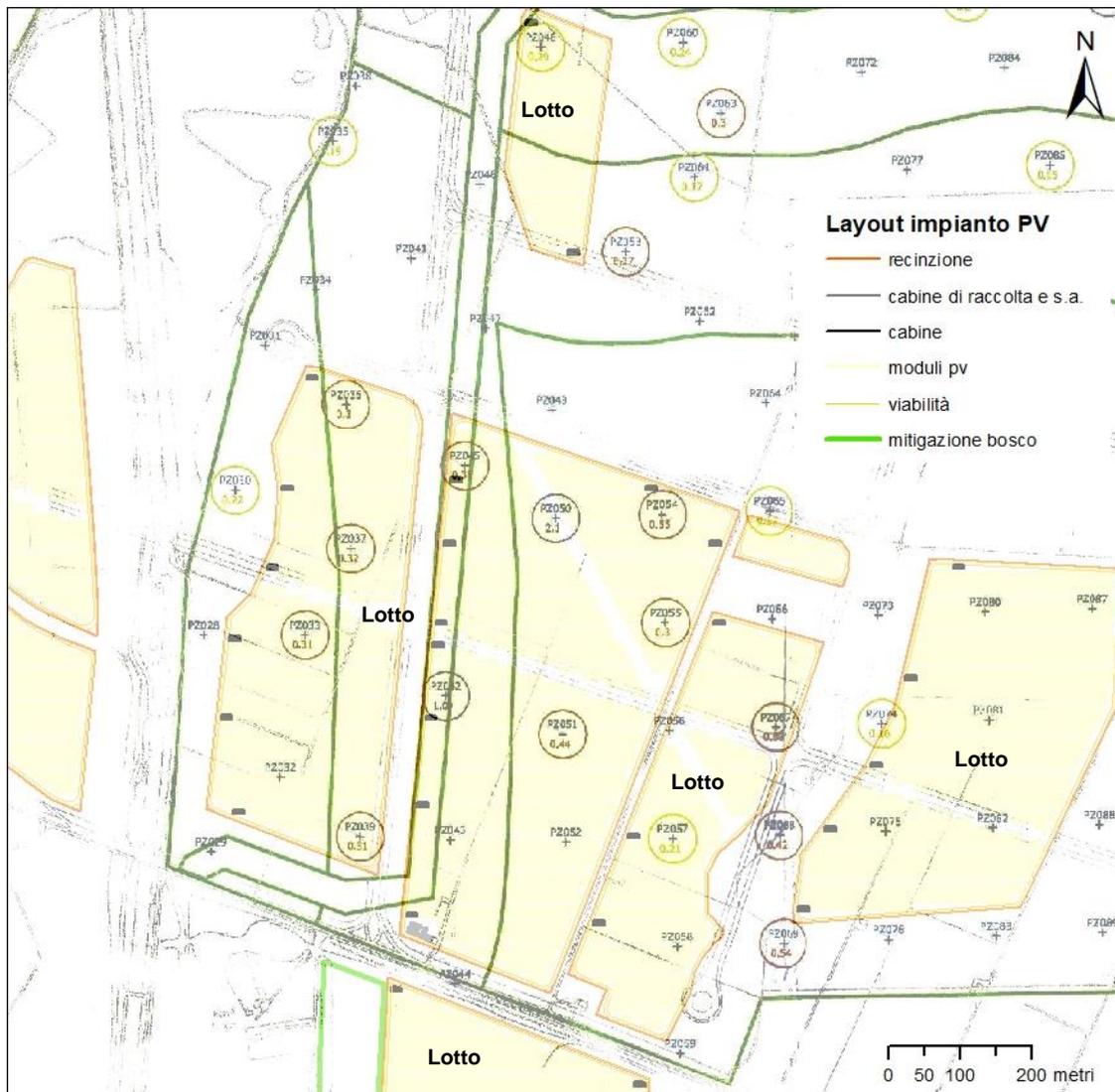
SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE
D.Lgs. 152/06 - Parte IV - Titolo V - All.5 - Tab.2 - Acque sotterranee



Figura 16: Distribuzione contaminanti acque sotterranee - Idrocarburi alifatici alogenati cancerogeni



In relazione agli **Idrocarburi Alifatici Clorurati cancerogeni** sono stati rilevati superamenti dei limiti di legge per **Triclorometano** in 14 punti di indagine che ricadono nelle aree di imposta dell'impianto fotovoltaico, intercettando i lotti 5, 6, 7 e 9 (Figura 17).



SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE
D.Lgs. 152/06 - Parte IV - Titolo V - All.5 - Tab.2 - Acque sotterranee

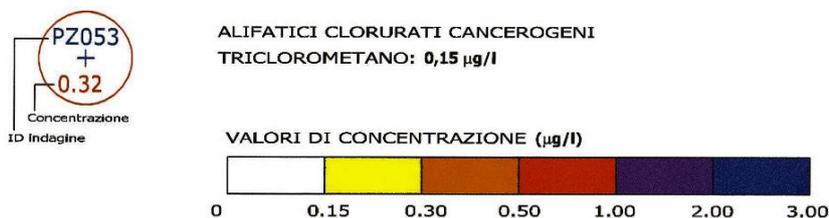
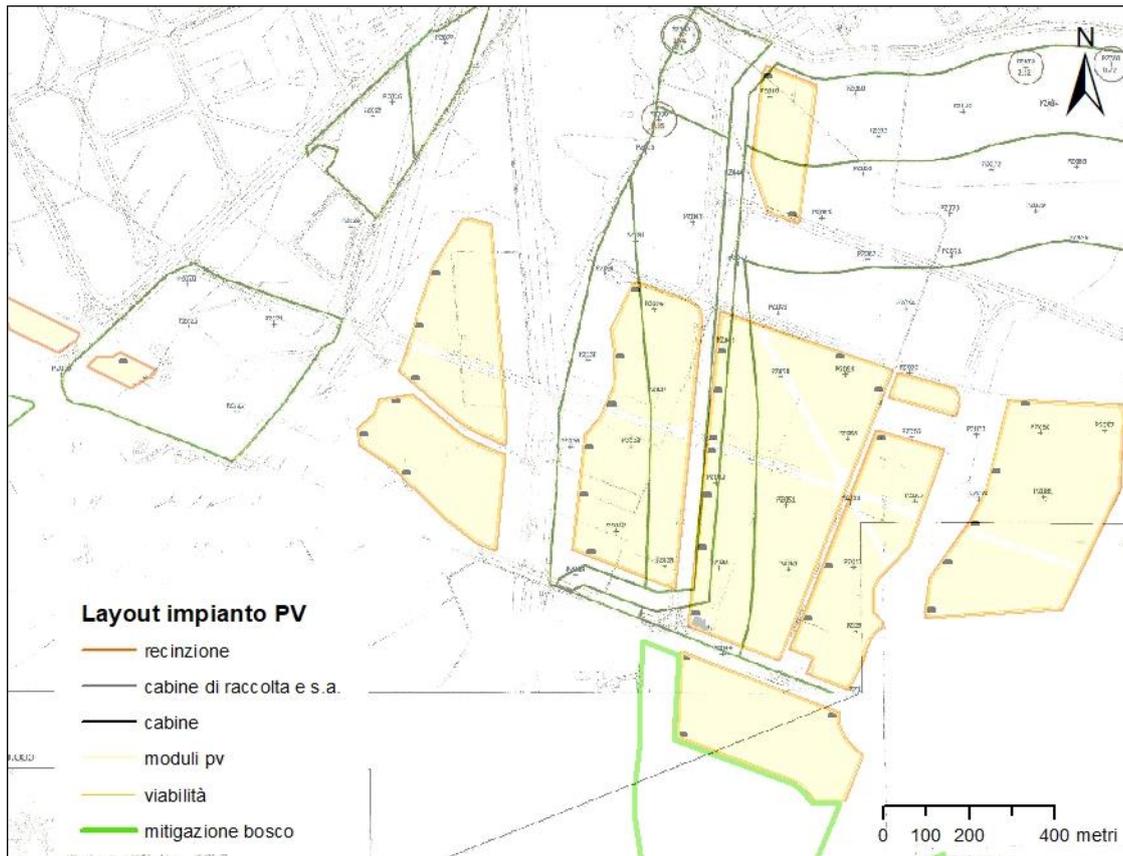


Figura 17: Distribuzione contaminanti acque sotterranee - Idrocarburi alifatici clorurati cancerogeni

Per gli Idrocarburi **Alifatici Clorurati cancerogeni Cloruro di vinile, 1,1-Dicloroetilene, Tetracloroetilene e Sommatoria Organoalogenati** non sono stati rilevati valori oltre i limiti di legge in nessun punto di indagine ricadente nell'area di imposta dell'impianto fotovoltaico (Figura 18).





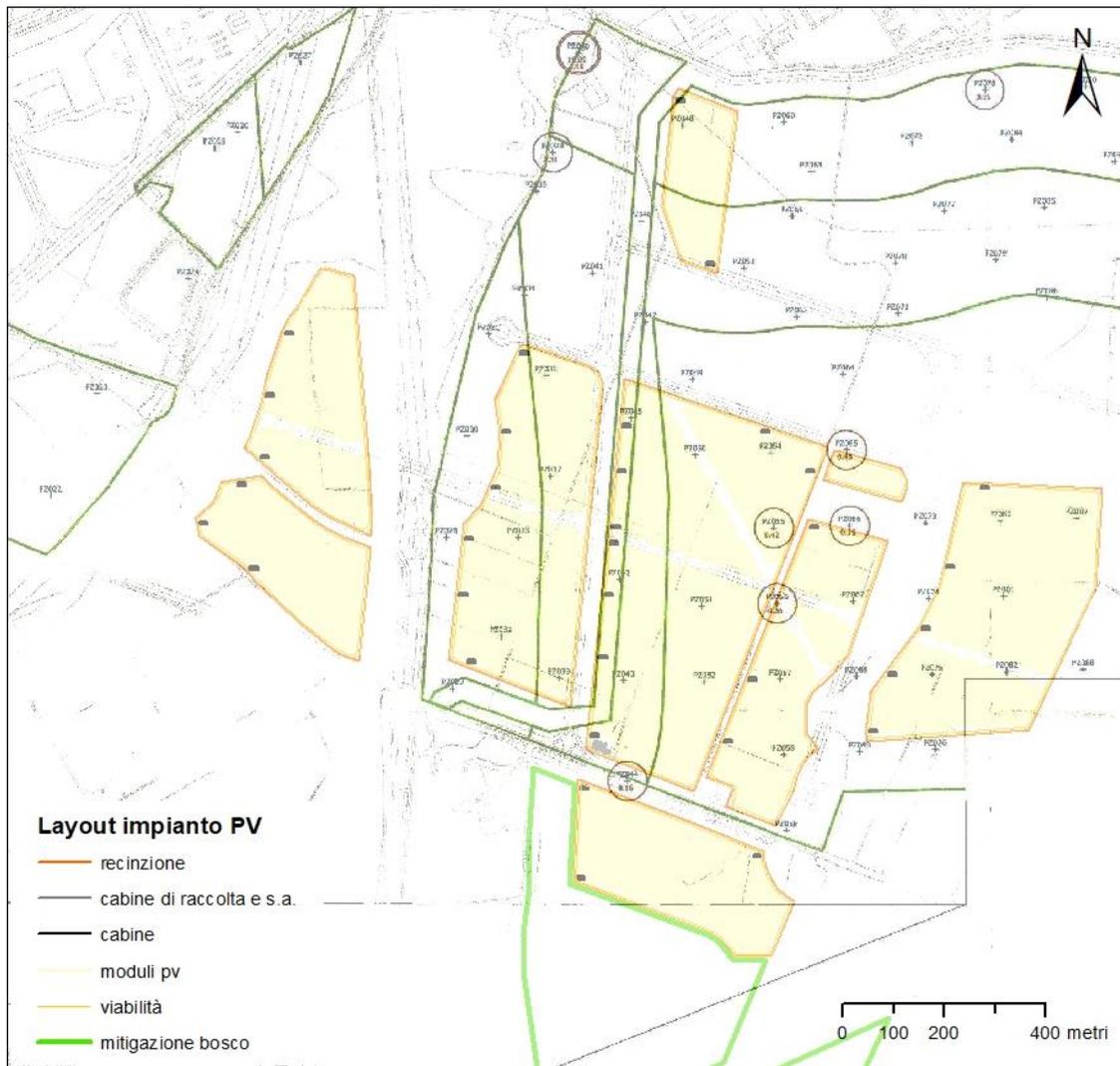
SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE
 D.Lgs. 152/06 - Parte IV - Titolo V - All.5 - Tab.2 - Acque sotterranee



Figura 18: Distribuzione contaminanti acque sotterranee - Idrocarburi alifatici clorurati cancerogeni (2)

In relazione agli **Idrocarburi Alifatici Clorurati non cancerogeni** sono stati rilevati superamenti dei limiti di legge per **1,2-Dicloropropano e 1,1,2-Tricloropropano** in 5 punti di indagine che ricadono nelle aree di imposta dell'impianto fotovoltaico, intercettando i lotti 5 e 9 (Figura 19).





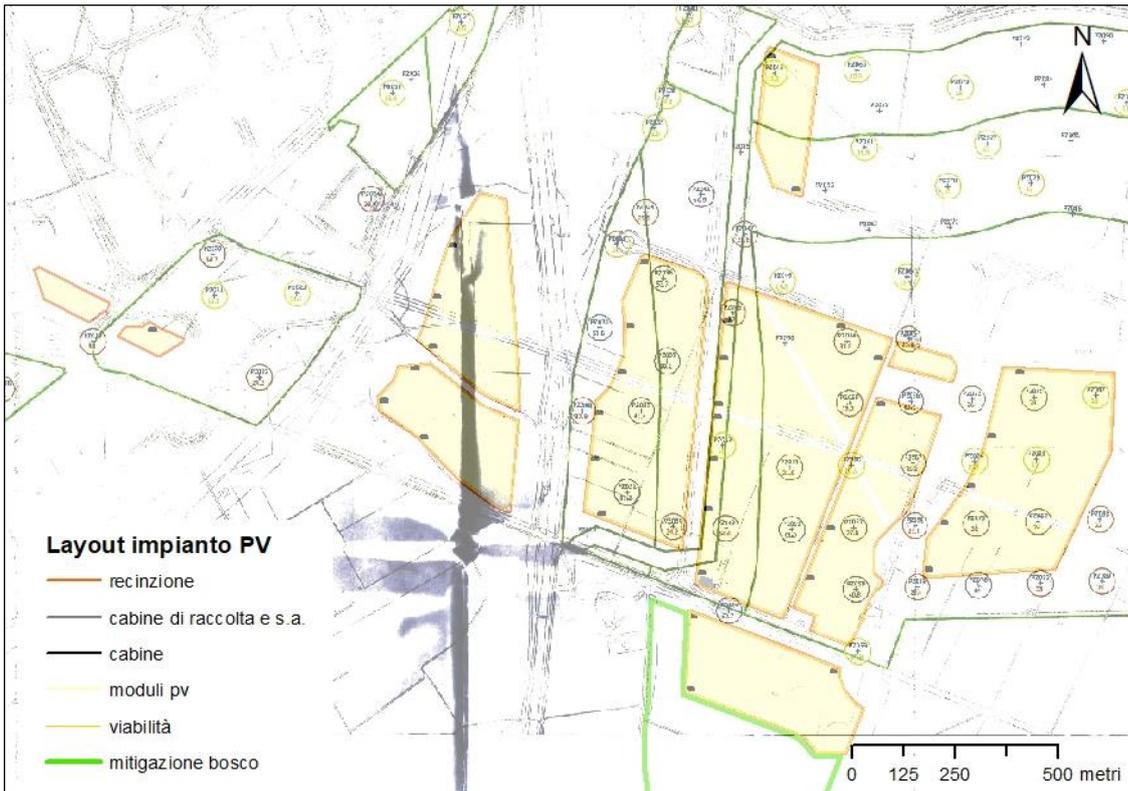
SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE
D.Lgs. 152/06 - Parte IV - Titolo V - All.5 - Tab.2 - Acque sotterranee



Figura 19: Distribuzione contaminanti acque sotterranee - Idrocarburi alifatici clorurati non cancerogeni

In relazione ai **Metalli** sono stati rilevati superamenti dei limiti di legge per il **Selenio** nella quasi totalità dei punti di indagine (Figura 20), per **Cromo totale, Mercurio, Nichel e Bromo** in 18 punti di indagine che ricadono nelle aree di imposta dell'impianto fotovoltaico, intercettando i lotti 5, 6, 7 e 9 (Figura 21).





SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE
D.Lgs. 152/06 - Parte IV - Titolo V - All.5 - Tab.2 - Acque sotterranee

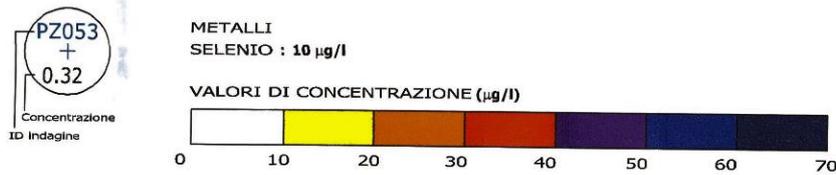
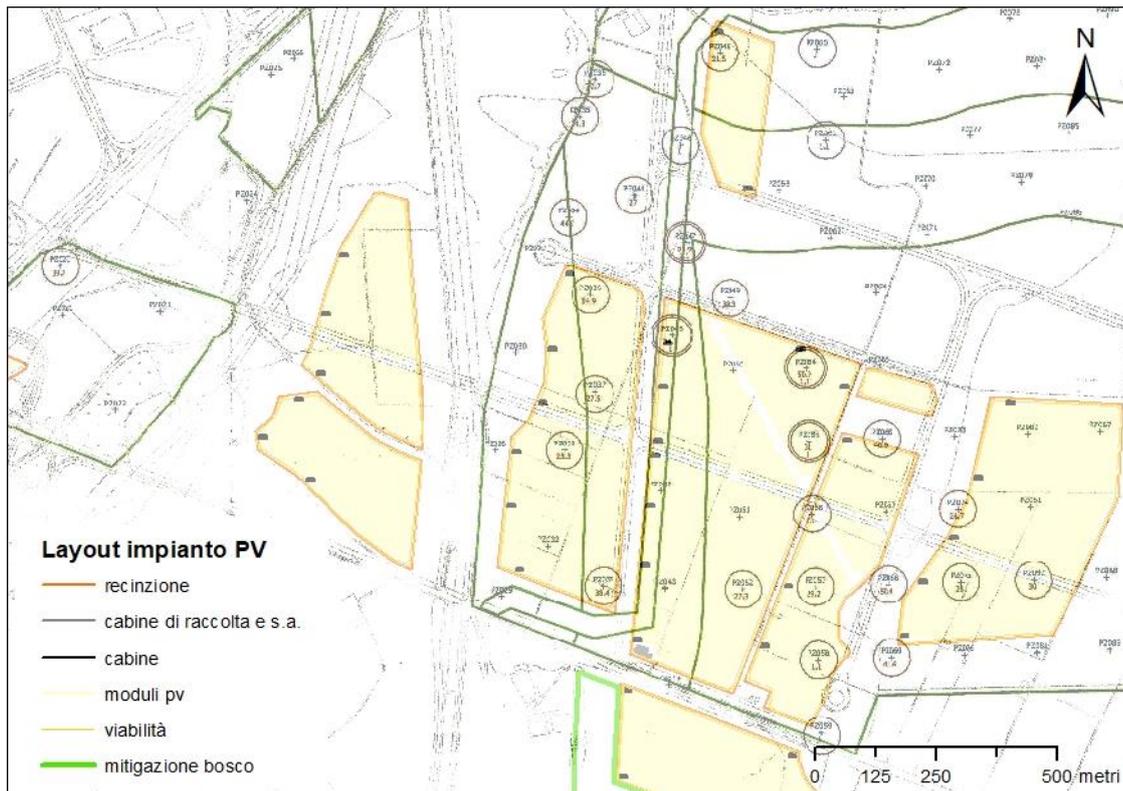


Figura 20: Distribuzione contaminanti acque sotterranee - Metalli Selenio





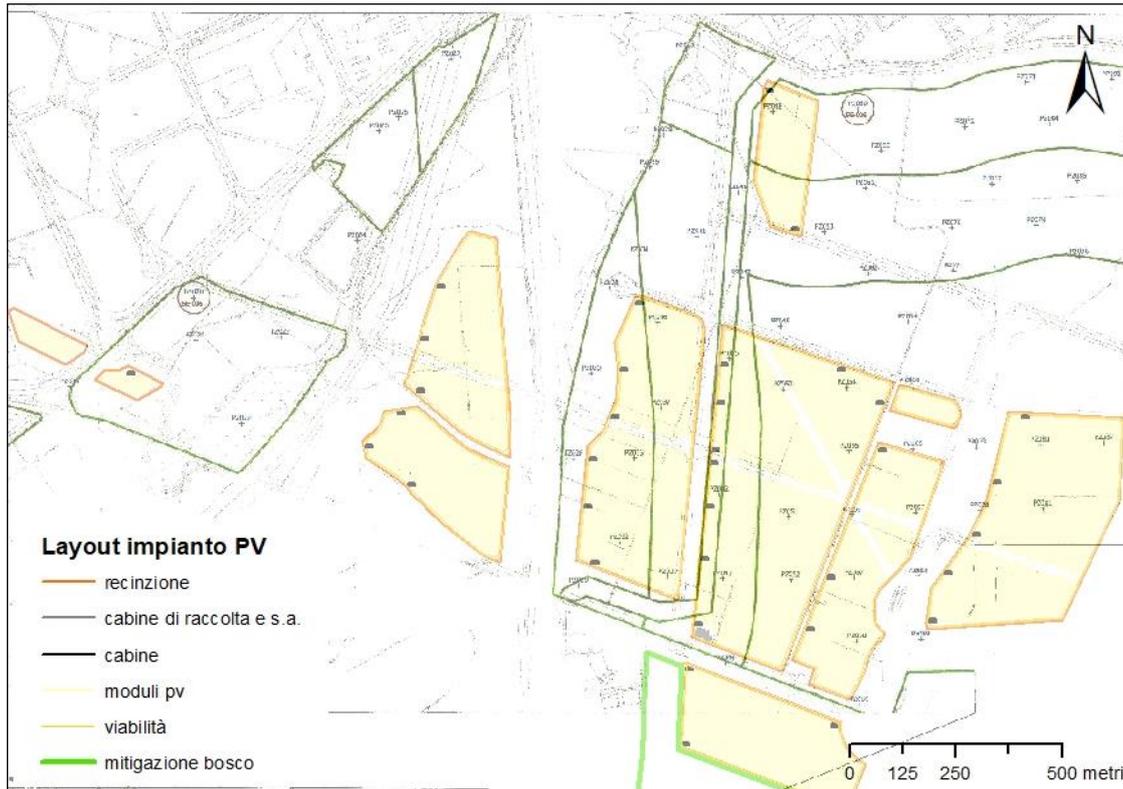
SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE
 D.Lgs. 152/06 - Parte IV - Titolo V - All.5 - Tab.2 - Acque sotterranee



Figura 21: Distribuzione contaminanti acque sotterranee - Metalli Cromo totale, Mercurio, Nichel e Bromo

Per le **Diossine Policloro-Dibenzodiossine/Dibenzofurani** non sono stati rilevati valori oltre i limiti di legge in nessun punto di indagine ricadente nell'area di imposta dell'impianto fotovoltaico (Figura 22).





SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE
 D.Lgs. 152/06 - Parte IV - Titolo V - All.5 - Tab.2 - Acque sotterranee

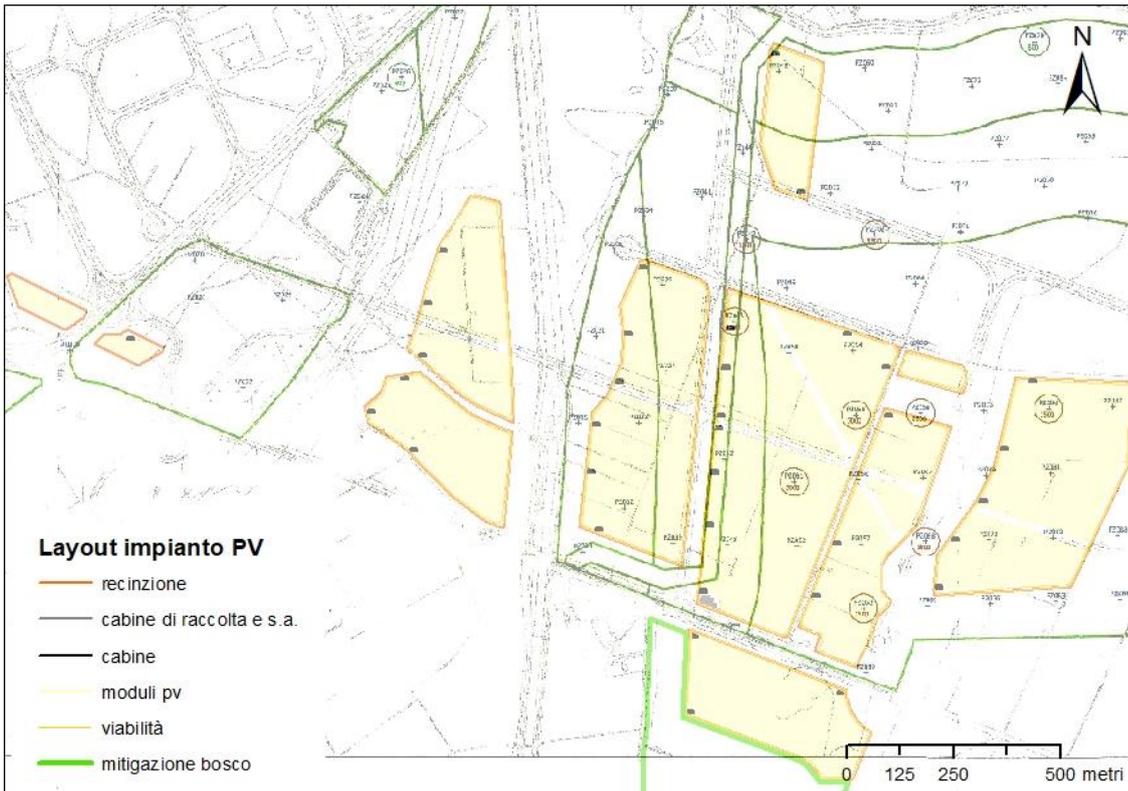


(EX) POLICLORO-DIBENZODIOSSINE/DIBENZOFURANI
 Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.): **4,00E-06 µg/l**

Figura 22: Distribuzione contaminanti acque sotterranee - Diossine

In relazione agli **Anioni** sono stati rilevati superamenti dei limiti di legge per **Floruri e Nitriti** in 7 dei punti di indagine che ricadono nelle aree di imposta dell'impianto fotovoltaico, intercettando i lotti 5, 7 e 9 (Figura 23) e per **Solfati** in 24 punti di indagine che ricadono nelle aree di imposta dell'impianto fotovoltaico, intercettando i lotti 5, 6, 7 e 9 (Figura 24).



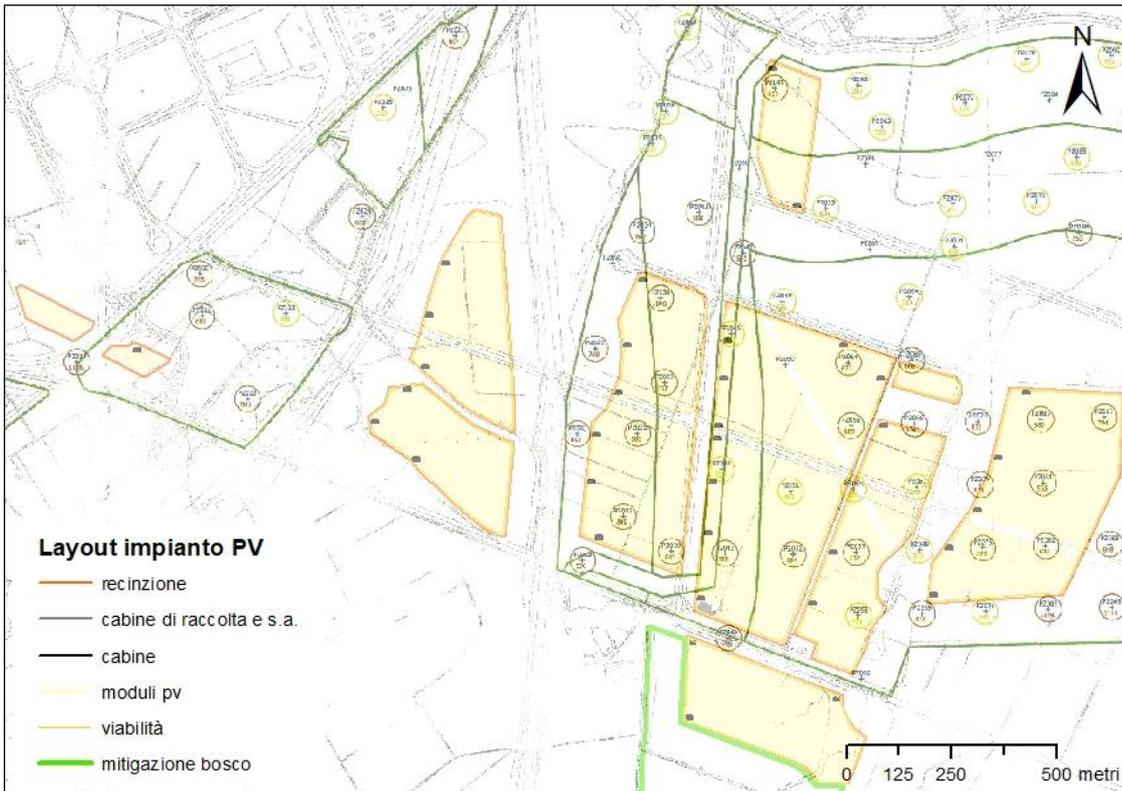


SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE
D.Lgs. 152/06 - Parte IV - Titolo V - All.5 - Tab.2 - Acque sotterranee



Figura 23: Distribuzione contaminanti acque sotterranee - Anioni Fluoruri e Nitriti





SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE
D.Lgs. 152/06 - Parte IV - Titolo V - All.5 - Tab.2 - Acque sotterranee

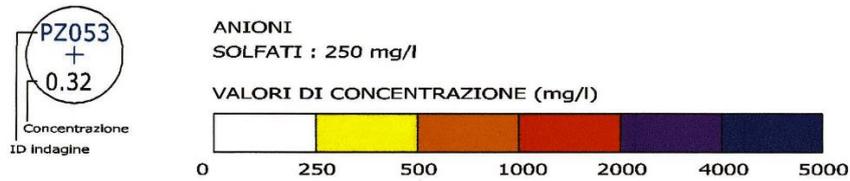


Figura 24: Distribuzione contaminanti acque sotterranee - Anioni Solfati



5. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE

La normativa vigente (Decreto Ministeriale del 25 Ottobre 1999 n. 471- D.Lgs 152/06) prevede che: *"Per ogni sito sulla base delle attività pregresse, della caratterizzazione specifica e di ogni altra fonte di informazione l'autorità competente seleziona, tra le sostanze indicate nell'All.1. D.M. 471/99 e nell'All. 5 del D.Lgs. 152/06, quelle sostanze indicatrici che permettano di definire in maniera esaustiva l'estensione, il tipo di inquinamento ed il rischio posto per la salute pubblica e per l'ambiente"*.

Secondo quanto previsto dalla normativa vigente, il modello concettuale deve permettere di definire nel dettaglio le caratteristiche delle strutture presenti sul sito e definire in che misura queste possono avere eventualmente generato inquinamento nel suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee.

Il modello concettuale preliminare si basa sulle informazioni raccolte e focalizza le possibili fonti della contaminazione, le probabili sostanze inquinanti presenti nelle diverse componenti ambientali, le possibili vie di migrazione e gli eventuali bersagli della potenziale contaminazione.

La valutazione del rischio viene eseguita costruendo proprio il cosiddetto "modello concettuale" del sito in esame, comprendente l'identificazione delle sorgenti e dei contaminanti, l'identificazione delle vie di migrazione degli inquinanti e delle modalità di esposizione dell'uomo, la determinazione della concentrazione di ciascun contaminante nel punto di esposizione dell'uomo.

L'analisi del rischio per la salute umana, conseguente alla contaminazione di un sito, è funzione di due fattori quantificabili: tossicità ed esposizione. Per generare un rischio, un contaminante deve essere tossico ed essere presente nell'ambiente umano ad un livello significativo.

Secondo questo criterio, perché un'area contaminata generi un rischio effettivo è necessario che coesistano:

- Un contaminante;
- Una via di trasporto (ad es. aria, acqua, catena alimentare);
- Un recettore (ad es. uomo, animali, vegetazione, risorse ambientali).

Nell'ambito di una valutazione dei potenziali fattori di esposizione, il modello concettuale utilizzato per l'analisi di rischio può risultare utile in quanto rappresenta la descrizione delle relazioni tra i contaminanti presenti e la popolazione ad essi esposta attraverso differenti percorsi di migrazione, caratteristici dello specifico contesto del sito in esame.

È necessario, quindi, definire i seguenti elementi:

- Quali sono le sorgenti potenziali;
- Quali sono i contaminanti;
- Quali sono i potenziali recettori (cioè i gruppi o le categorie della popolazione esposta);
- Quali sono le vie di esposizione ambientale;
- In quale punto dell'ambiente avviene l'esposizione dei recettori.

5.1. Individuazione delle sorgenti di contaminazione primarie e secondarie

Dal punto di vista della contaminazione, le sorgenti si possono suddividere in:



- primarie: accumuli di materiali e rifiuti, serbatoi di stoccaggio di sostanze pericolose ed ogni possibile causa di alterazione delle caratteristiche naturali del sito
- secondarie: matrici ambientali a diretto contatto con le fonti inquinanti individuate che costituiscono le effettive sorgenti da cui i contaminanti migrano verso i potenziali ricettori.

Le aree interessate dall'impianto e adiacenti il cavidotto, da realizzarsi in asse con la viabilità esistente, presentano le caratteristiche di un paesaggio da sempre adibito allo svolgimento di attività agricole: si tratta principalmente di attività legate alla coltivazione di erbacee annuali e poliannuali e rari appezzamenti coltivati con colture arboree (olivo e vite). A valle della individuazione dell'area SIN sono state imposte restrizioni all'uso agricolo di determinate aree, più prossime all'area industriale e al polo chimico di Brindisi, determinando un progressivo abbandono dei terreni e all'espandersi di incolti.

Ad ogni bon conto, i dati disponibili portano a definire come fonti primarie, responsabili di importanti potenziali modificazioni della composizione e qualità principalmente dei suoli, l'attività agricola, in ragione dell'uso spesso massivo di sostanze come fertilizzanti, antiparassitari, erbicidi e fitofarmaci.

Le potenziali fonti di contaminazione primaria sono le principali arterie per il traffico su gomma dei mezzi pesanti e non, su cui si attuerà l'intervento in oggetto: numerosi studi di letteratura, svolti in diversi paesi, hanno evidenziato come gli inquinanti presenti sulle superfici stradali provengano principalmente dal traffico veicolare (derivati di combustione dei carburanti, usura di pneumatici, parti meccaniche e impianto frenante dei veicoli, corrosione della carrozzeria dei veicoli, etc.) e dalla corrosione delle superfici impermeabili.

La Tabella di seguito riportata illustra i principali agenti inquinanti che si depositano su strade e pertinenze stradali e le loro fonti di emissione.

| Agenti inquinanti | Principali fonti di emissione |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Particolato | Consumo della pavimentazione, deposizione atmosferica, manutenzione stradale |
| Azoto e fosforo | Deposizione atmosferica, fertilizzanti utilizzati sul bordo della strada |
| Piombo | Gas di scarico, consumo freni, oli lubrificanti, grassi, consumo cuscinetti |
| Zinco | Usura dei pneumatici, olio motore, grassi, corrosione dei guard-rail |
| Ferro | Usura della parti meccaniche dei veicoli, corrosione delle carrozzerie, strutture in ferro sulle strade (pannelli, guard-rail, segnaletica) |
| Rame | Usura freni, carrozzeria veicoli, usura della parti meccaniche, insetticidi e anticrittogamici |
| Cadmio | Usura pneumatici |
| Cromo | Carrozzeria veicoli, consumo freni e frizione |
| Nichel | Combustione a diesel, oli lubrificanti, carrozzerie, asfalto ,consumo freni |
| Manganese | Usura parti meccaniche |
| Sodio, calcio, cloro | Prodotti antigelo |
| Zolfo | Benzine, prodotti antigelo |
| Petrolio | Perdite dai motori,asfalti e bitume |
| Bromo | Gas di scarico dei motori |
| Gomma | Consumo pneumatici |
| Amianto | Consumo freni e frizione |

Per quel che concerne le sorgenti di contaminazione secondaria, in generale, le più grosse potenziali fonti di contaminazione per l'intera area SIN risultano indubbiamente collegate alle attività del polo chimico e della centrale elettrica di Brindisi nord, oltre a quelle imputabili al trasporto del carbone, attraverso l'asse attrezzato verso la centrale termoelettrica ENEL Cerano, nonché alle stesse attività svolte nelle aree di competenza di quest'ultima.



5.2. Individuazione dei meccanismi di trasporto e percorsi potenziali di esposizione

Parte integrante del modello concettuale preliminare è l'analisi dei dati idrogeologici, anemometrici e correntometrici utili per l'individuazione di possibili correlazioni tra le sostanze inquinanti utilizzate negli insediamenti industriali presenti sulla terraferma e le possibili direzioni di migrazione degli stessi.

Per quanto concerne i poli petrolchimico ed elettrico si sottolinea che, considerata la direzione principale dei venti regnanti/dominanti (venti da NNO), le emissioni dei contaminanti in atmosfera sembrano investire in parte l'area di interesse soprattutto nella porzione più orientale dell'area dell'impianto: l'analisi del livello di contaminazione delle aree limitrofe il nastro porterebbero a concludere che l'attività di movimentazione del carbone, che può comportare, nonostante le cautele sicuramente previste, lo sversamento accidentale di polveri e frammenti di materiale nel territorio limitrofo a quello su cui tali attività insistono, costituisce la fonte principale di contaminazione dei suoli.

Si rileva comunque come le condizioni geologiche e idrogeologiche forniscono garanzie sufficienti affinché la contaminazione delle acque di falda che interessa il polo industriale possa in alcun modo interagire con l'area di interesse. Il sito infatti è posto idrogeologicamente a monte rispetto ai succitati poli, considerata la direzione del deflusso sotterraneo che si sviluppa principalmente da SW in direzione N-NE verso il mare.

Le principali fonti di contaminazione potenziale per le matrici ambientali coinvolte risultano quindi rappresentate dall'attività agricola intensiva e dalle emissioni associate al traffico veicolare.

5.3. Individuazione dei potenziali recettori

Allo scopo di identificare i potenziali recettori, è necessario prendere in considerazione i gruppi o le fasce di popolazione esposta a ciascuna delle vie di esposizione individuate, e gli utilizzatori finali delle risorse naturali. Per ogni via di esposizione, è necessario considerare sia i *recettori esposti on-site*, cioè direttamente sul sito (costituiti principalmente dagli operatori coinvolti nelle attività) e *recettori esposti off-site*, cioè a distanza dal sito in esame.

La localizzazione del sito oggetto del Piano di Caratterizzazione appare alquanto distante da insediamenti civili sensibili o residenziali e pertanto non consiste un immediato e reale pericolo per la popolazione o per l'ambiente off-site, compresi i privati che operano con attività agricole e che traggono risorse idriche dal sottosuolo in prossimità dell'area o che siano a diretto contatto con vie di esposizione aeree. I bersagli di una potenziale contaminazione sono individuabili nei soli lavoratori che operano alla realizzazione delle opere infrastrutturali.



6. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI INDAGINE

Per quel che concerne la caratterizzazione delle matrici ambientali acqua e suolo, nella presente caratterizzazione verranno adottati tutti i criteri, vincoli e indicazioni stabiliti dal Protocollo Operativo (PO) predisposto da APAT-ISS di cui all'Art. 5 comma 2, lettera a dell'Accordo di Programma sottoscritto in data 18 dicembre 2007 per il SIN Brindisi, e sulla scorta del quale saranno eseguite le indagini, i campionamenti e le relative analisi di laboratorio.

L'attività di campionamento così attuata assicurerà che i campioni prelevati consentano un'adeguata caratterizzazione dello stato di contaminazione del sito e, in particolare, nelle aree dove si svolgeranno le successive operazioni di movimento terra.

Lo svolgimento delle operazioni di campionamento delle matrici ambientali, il prelievo, la formazione, il trasporto e la conservazione dei campioni per l'esecuzione delle analisi di laboratorio verranno documentati nel dettaglio, con verbali quotidiani elaborati dal Responsabile della Caratterizzazione.

I campioni prelevati saranno oggetto di analisi da eseguirsi presso laboratori autorizzati e certificati da un organismo di controllo che agisca secondo lo standard UNI EN 45000.

Il succitato PO prevede, inoltre, che l'ARPA Puglia debba effettuare, sul 10% dei campioni prelevati, le controanalisi in rappresentanza del soggetto pubblico.

Per quanto non espressamente specificato, si applicheranno le disposizioni definite dal PO.

6.1. *Ricerca di sottoservizi e masse ferrose nel sottosuolo*

Al fine di garantire condizioni di sicurezza per personale, ambiente, strutture esistenti, il piano d'indagine dovrà prevedere, preliminarmente alla fase di realizzazione dei sondaggi/piezometri, un'attività di ricerca di sottoservizi (fognature, cavi, elettrodotti, oleodotti e gasdotti, ecc.) e delle strutture (fondazioni, strutture sepolte, masse ferrose ecc.) potenzialmente interferenti con l'opera da realizzare.

L'attività consisterà in due fasi:

1. reperimento presso tutti i soggetti pubblici competenti di informazioni, dati, cartografie e progetti relativi a sottoservizi presenti nell'area di interesse;
2. indagine magnetometrica puntuale in corrispondenza dei sondaggi geognostici ai fini dell'individuazione di eventuali anomalie attribuibili ad ordigni bellici inesplosi.

In concomitanza con le attività di raccolta ed analisi dei dati pregressi dovrà essere avviato il rilievo georadar, che sarà eseguito nei punti di indagine stabiliti in campo. La tecnica del georadar permetterà di investigare il sottosuolo e i manufatti in esso presenti mediante l'analisi delle caratteristiche di propagazione delle onde elettromagnetiche.

La presenza di sottoservizi nelle zone di indagine dovrà essere evidenziata mediante idonea segnaletica.

Nella fase iniziale del rilievo, il sistema georadar sarà tarato mediante rilievo di manufatti esistenti, le cui caratteristiche (profondità, geometria, materiale costruttivo, ecc.) siano ben note. In caso vengano riscontrate anomalie, il rilievo verrà ripetuto nelle aree circostanti fino a individuare un sito privo di anomalie in cui possa essere eseguito in sicurezza il sondaggio o la prova.



6.2. Ubicazione dei punti di indagine

Con riferimento a quanto prescritto dall'Allegato 2 del D.Lgs. 152/06, nonché secondo quanto riportato dal "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati" redatto da APAT, è possibile perseguire due possibili strategie per la localizzazione dei punti di campionamento:

1. Ubicazione ragionata: "prevede una scelta basata sull'esame dei dati storici a disposizione e su tutte le informazioni sintetizzate nel modello concettuale preliminare e deve essere mirata a verificare le ipotesi formulate nel suddetto modello in termini di presenza estensione e potenziale diffusione della contaminazione; questa scelta è da preferirsi per i siti complessi, laddove le informazioni storiche ed impiantistiche a disposizione consentano di prevedere la localizzazione delle aree più vulnerabili e delle più probabili fonti di contaminazione".

2. Ubicazione sistematica: "la scelta della localizzazione dei punti è effettuata sulla base di un criterio di tipo casuale o statistico, ad esempio campionamento sulla base di una griglia predefinita o casuale; questa scelta è da preferirsi ogni volta che le dimensioni dell'area o la scarsità di informazioni storiche e impiantistiche sul sito non permettano di ottenere una caratterizzazione preliminare soddisfacente e di prevedere la localizzazione delle più probabili fonti di contaminazione".

Il Protocollo Operativo impone per il Sito di Interesse Nazionale di Brindisi una maglia regolare nell'esecuzione dei sondaggi pari a 50 x 50 m (almeno un punto di campionamento ogni 2.500 mq). D'altronde, a seguito di quanto esposto nel modello concettuale preliminare, considerata la localizzazione dell'area di interesse rispetto alle possibili fonti potenziali di contaminazione, valutati i possibili percorsi di migrazione degli inquinanti attraverso le vie atmosferiche superficiali e di falda, l'area di interesse è stata suddivisa in due distinte fasce omogenee per i livelli di contaminazione presunta: "alto rischio di contaminazione presunta" e "basso rischio di contaminazione presunta" similmente a quanto adottato per le aree pubbliche della zona agricola del SIN, su cui insistono attività agricole assimilabili alle aree interessate dal progetto in studio.

Per le fasce di contaminazione sono state adottate due differenti maglie di campionamento; nello specifico i punti di indagine sono stati ubicati secondo una maglia di lato 150 x 150 metri per la fascia a "basso rischio di contaminazione presunta", mentre per quella ad "alto rischio di contaminazione presunta", è stata impiegata una maglia più fitta di lato pari a 50 metri (Figura 25 - Figura 26-A,B,C,D,E,F; Tavola 1).

Per ciò che attiene i campionamenti di acque sotterranee, la normativa nazionale (D.Lgs. 152/06) non fornisce indicazioni precise in merito alla quantità di piezometri da installare. L'ubicazione dei piezometri dovrà essere comunque realizzata sulla base della caratterizzazione idrogeologica dell'area, del modello concettuale del sito e delle caratteristiche dell'acquifero che si intende campionare, fermo restando che almeno un piezometro dovrà essere installato immediatamente a monte idrogeologico del sito, in modo da costituire il valore di riferimento delle acque sotterranee "in ingresso" nell'area oggetto di indagine, ed almeno uno immediatamente a valle del sito, in modo da verificare le caratteristiche delle acque di falda "in uscita" dal sito.

L'andamento generale della superficie piezometrica della falda risulta influenzato principalmente dalle variazioni di permeabilità dell'acquifero sabbioso-calcareo, dalle condizioni di assetto topografico del terreno, dalla morfologia del tetto della formazione impermeabile di base oltre che dai processi di ricarica della stessa falda. Nel complesso, la superficie piezometrica della falda superficiale nel tratto di interesse, si presenta inclinata verso N-NE; le massime quote piezometriche si rinvergono nelle zone dell'entroterra mentre in prossimità della costa il tetto della falda freatica risulta attestato su quote prossime al livello marino. A fronte di quanto detto, al fine di intercettare le linee preferenziali di deflusso

Elaborato: **Proposta progetto Caratterizzazione aree SIN**

Rev. 0 – Luglio 2021

Pagina 45 di 61



idrico sotterraneo, e quindi valutare lo stato qualitativo della falda, i piezometri verranno posizionati come indicato in Figura 26.

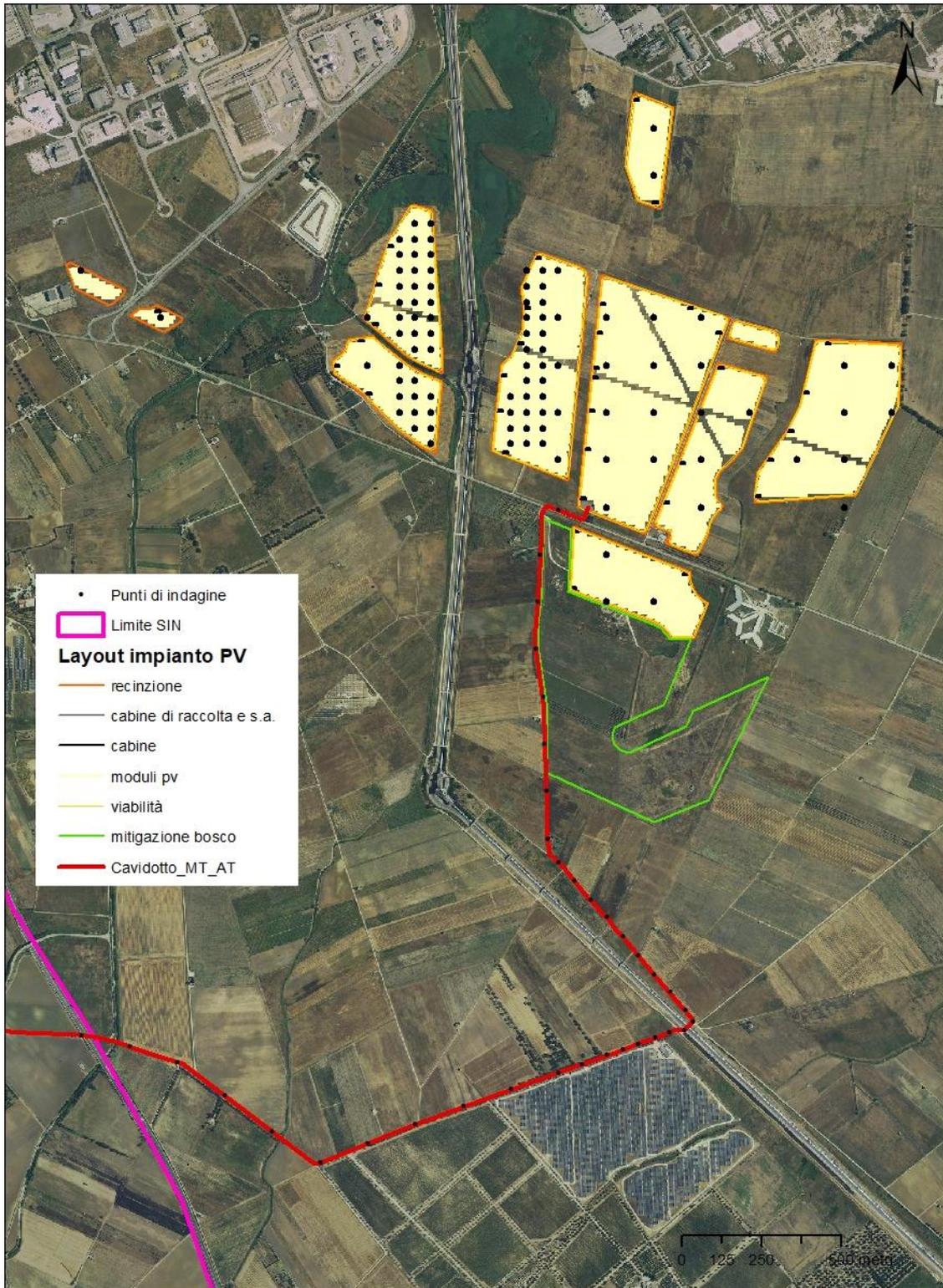


Figura 25: Ubicazione punti di indagine



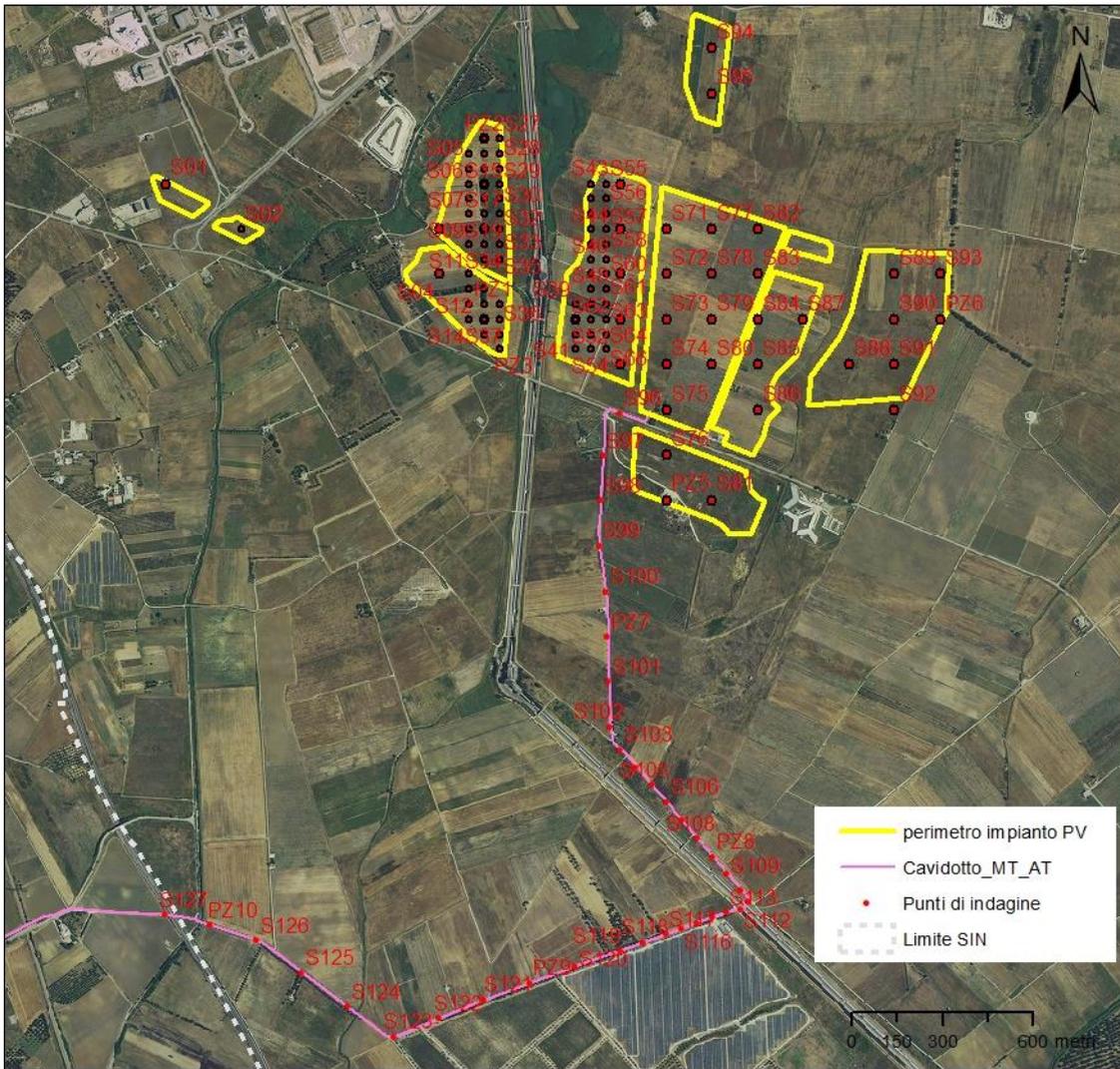


Figura 26-A: Dettaglio ubicazione punti di indagine



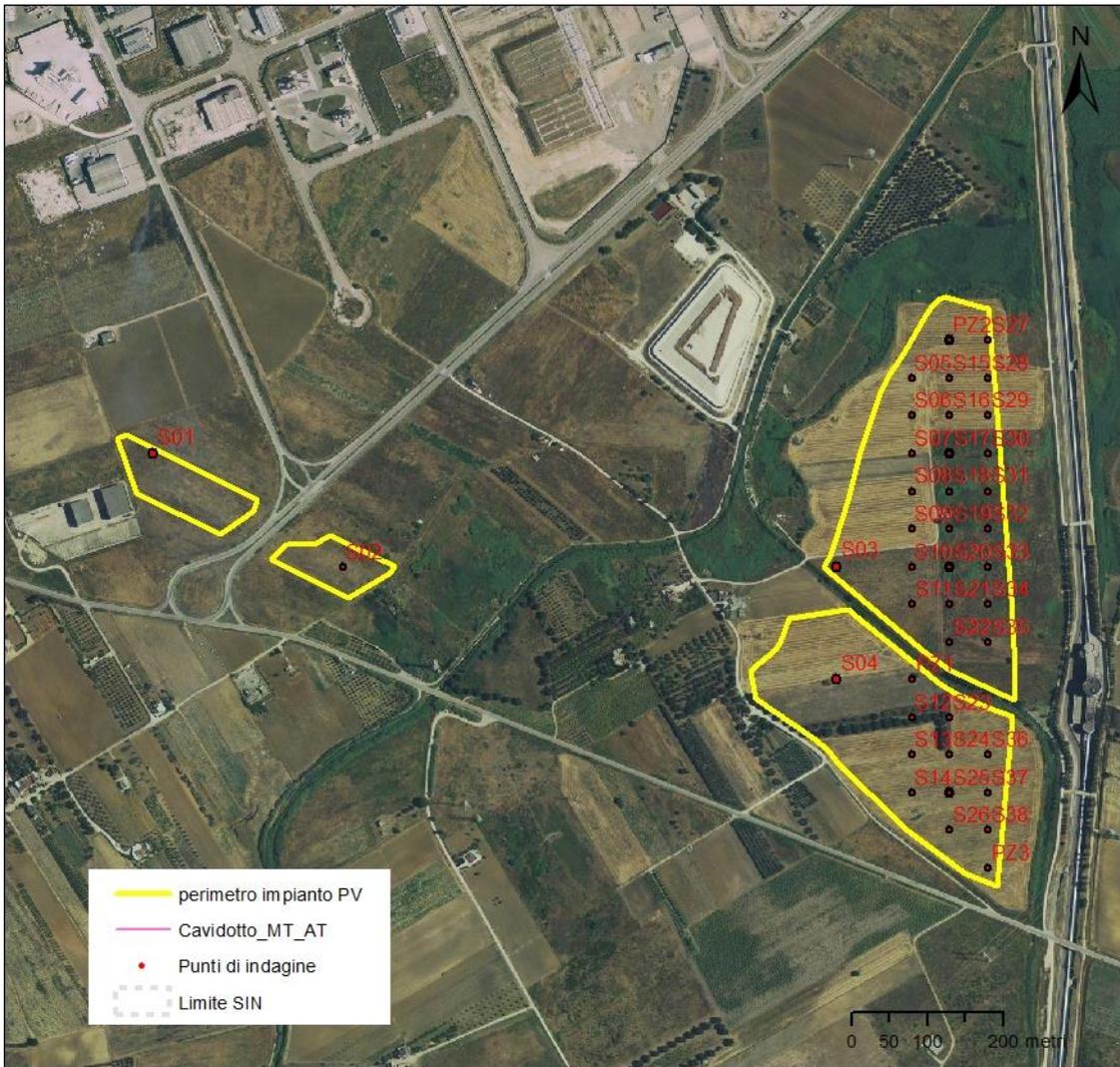


Figura 26-B: Dettaglio ubicazione punti di indagine



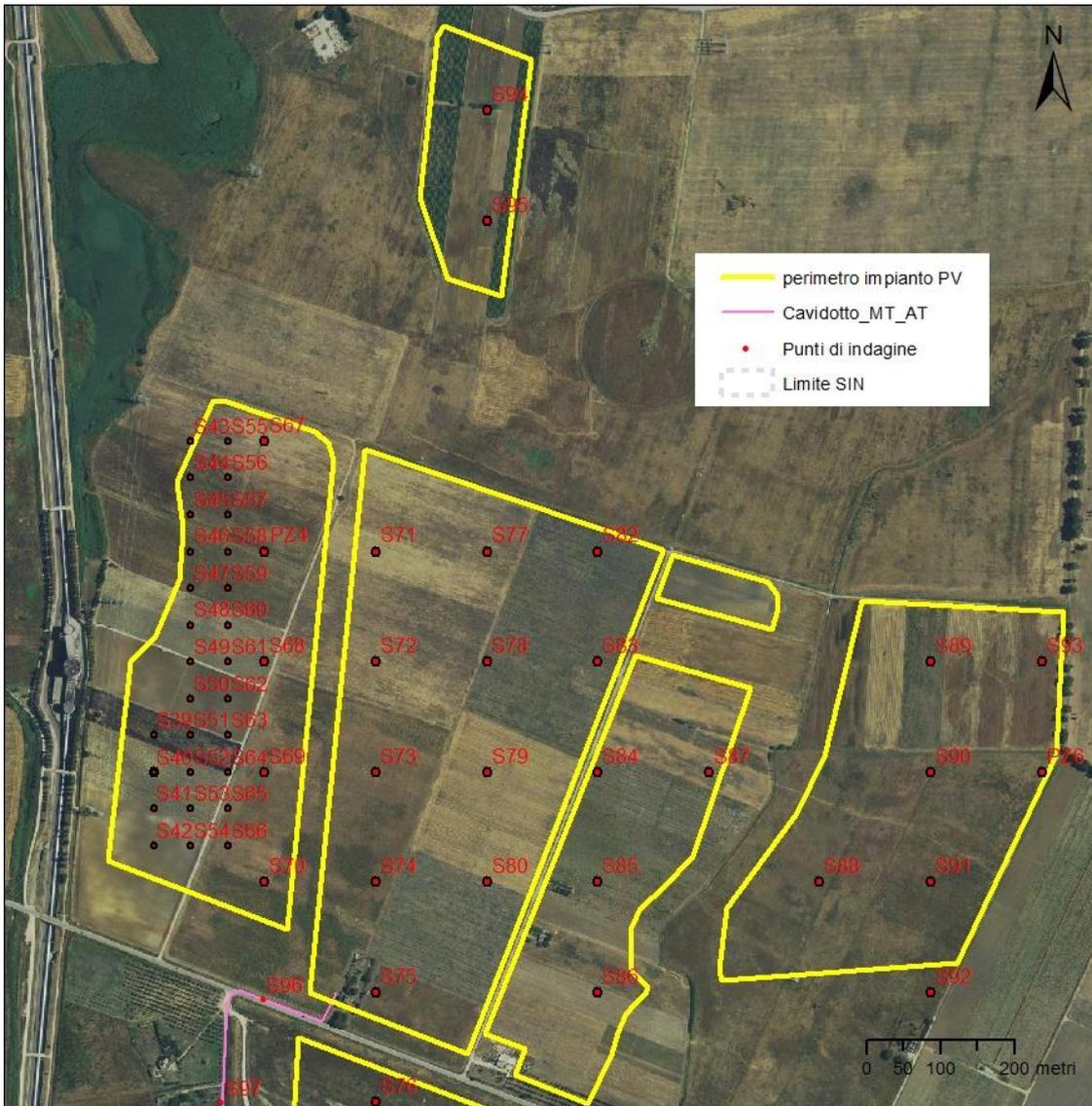


Figura 26-C: Dettaglio ubicazione punti di indagine



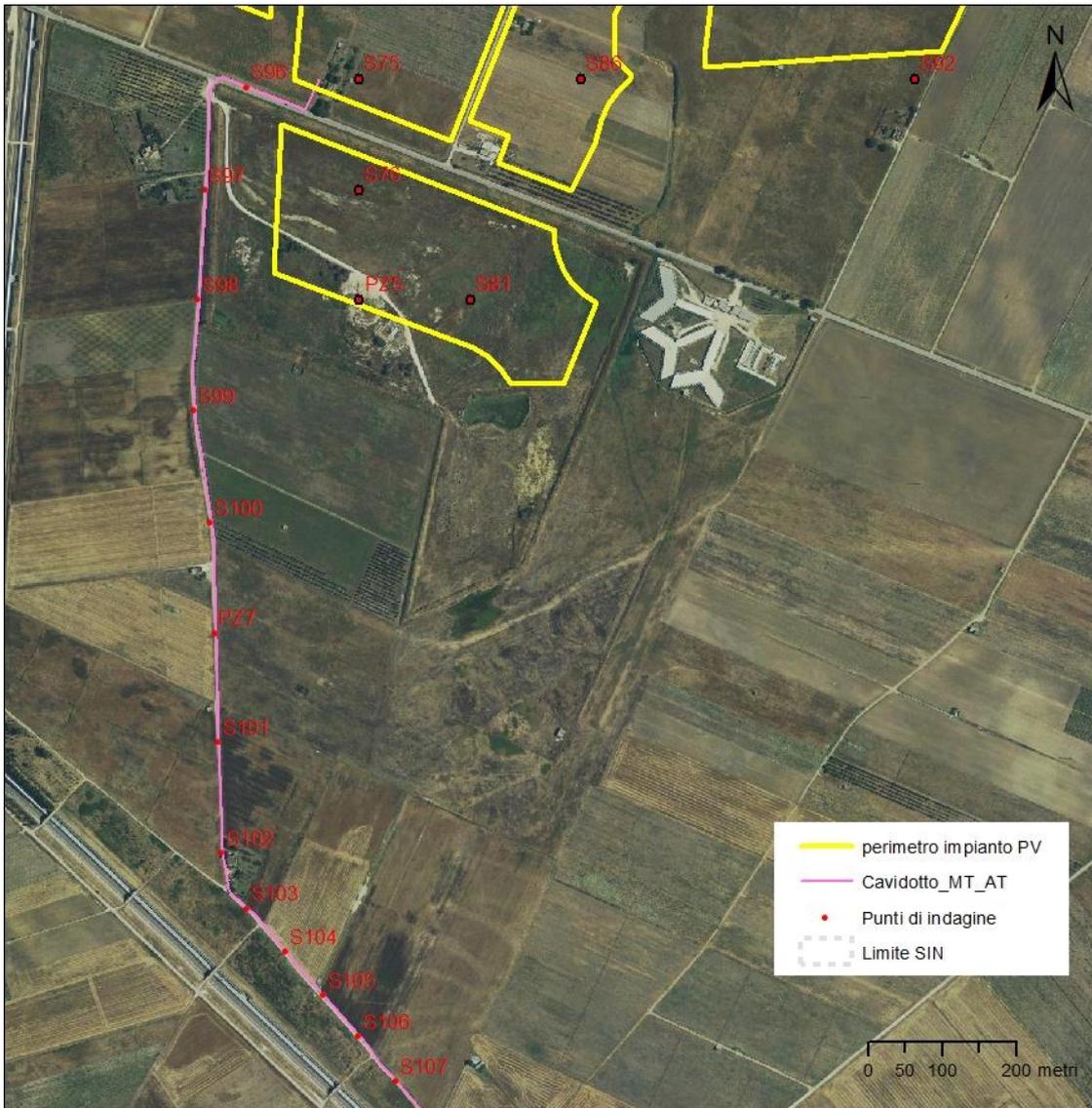


Figura 26-D: Dettaglio ubicazione punti di indagine



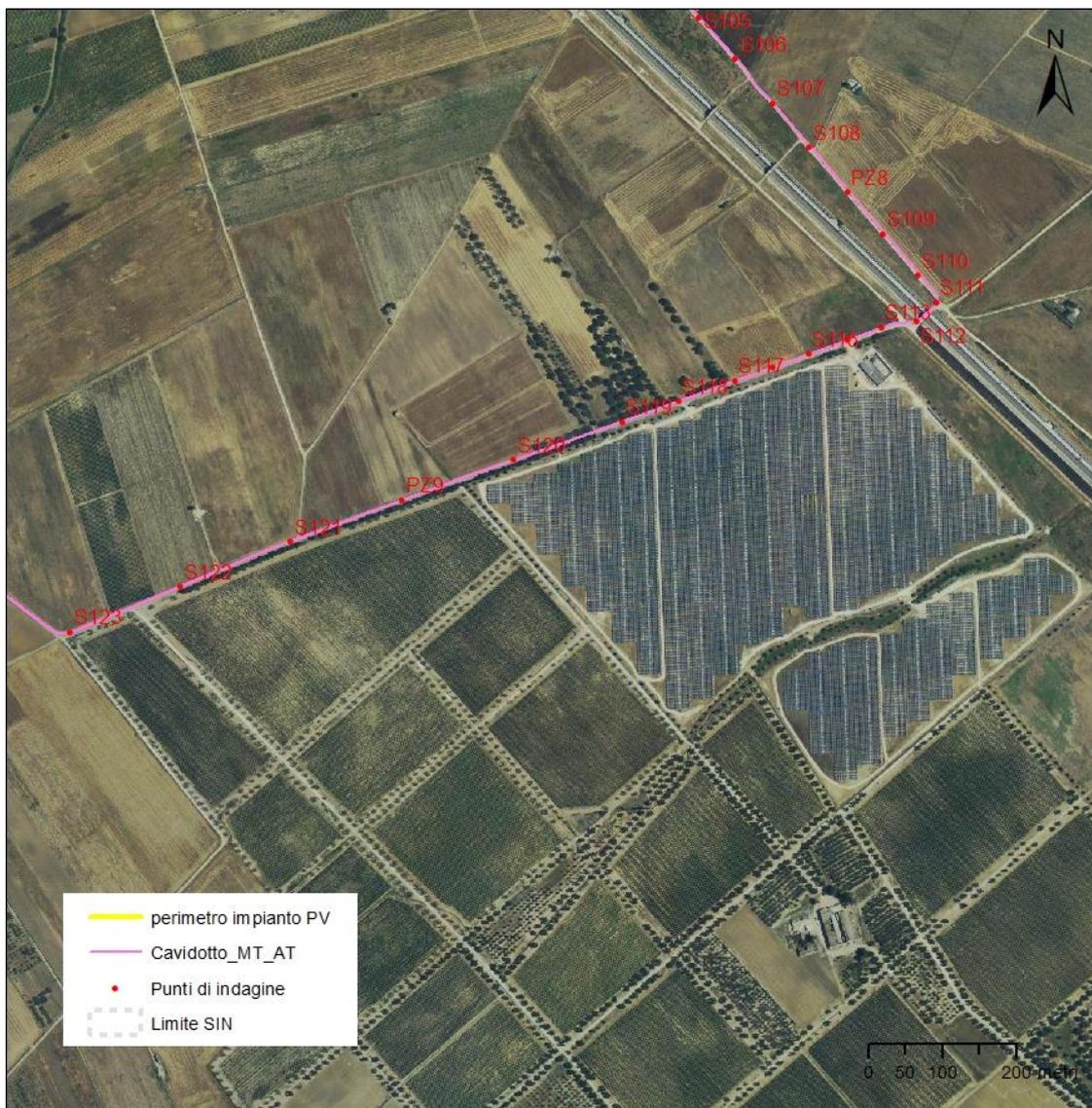


Figura 26-E: Dettaglio ubicazione punti di indagine





Figura 26-F: Dettaglio ubicazione punti di indagine

Nella Tabella di seguito vengono riportate le coordinate piane di ubicazione dei punti di indagine (sistema di riferimento UTM/WGS84 fuso 33), in cui con "S" si indicano i sondaggi del suolo e con "PZ" i punti in cui, oltre al campionamento del terreno, si procederà alla realizzazione dei piezometri.

| Punto sondaggio | Est | Nord |
|--------------------|----------------|----------------|
| | UTM WGS 84 33N | UTM WGS 84 33N |
| PZ1 | 752196,7385 | 4500363,85 |
| PZ2 | 752246,7385 | 4500813,85 |
| PZ3 | 752296,7385 | 4500113,85 |
| PZ4 | 752696,7385 | 4500513,85 |
| PZ5 | 752846,7385 | 4499613,85 |
| PZ6 | 753746,7385 | 4500213,85 |
| PZ7 | 752652,6904 | 4499162,903 |
| PZ8 | 752998,517 | 4498433,441 |
| PZ9 | 752396,4145 | 4498014,372 |
| PZ10 | 751346,6057 | 4498206,096 |
| S01 | 751196,7385 | 4500663,85 |
| S02 | 751446,7385 | 4500513,85 |
| S03 | 752096,7385 | 4500513,85 |
| S04 | 752096,7385 | 4500363,85 |
| S05 | 752196,7385 | 4500763,85 |
| S06 | 752196,7385 | 4500713,85 |
| S07 | 752196,7385 | 4500663,85 |
| S08 | 752196,7385 | 4500613,85 |
| S09 | 752196,7385 | 4500563,85 |
| S10 | 752196,7385 | 4500513,85 |
| S11 | 752196,7385 | 4500463,85 |
| S12 | 752196,7385 | 4500313,85 |
| S13 | 752196,7385 | 4500263,85 |
| S14 | 752196,7385 | 4500213,85 |
| S15 | 752246,7385 | 4500763,85 |
| S16 | 752246,7385 | 4500713,85 |
| S17 | 752246,7385 | 4500663,85 |
| S18 | 752246,7385 | 4500613,85 |
| S19 | 752246,7385 | 4500563,85 |
| S20 | 752246,7385 | 4500513,85 |
| S21 | 752246,7385 | 4500463,85 |
| S22 | 752246,7385 | 4500413,85 |
| S23 | 752246,7385 | 4500313,85 |
| S24 | 752246,7385 | 4500263,85 |
| S25 | 752246,7385 | 4500213,85 |
| S26 | 752246,7385 | 4500163,85 |
| S27 | 752296,7385 | 4500813,85 |
| S28 | 752296,7385 | 4500763,85 |



| Punto sondaggio | Est UTM WGS 84 33N | Nord UTM WGS 84 33N |
|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| S29 | 752296,7385 | 4500713,85 |
| S30 | 752296,7385 | 4500663,85 |
| S31 | 752296,7385 | 4500613,85 |
| S32 | 752296,7385 | 4500563,85 |
| S33 | 752296,7385 | 4500513,85 |
| S34 | 752296,7385 | 4500463,85 |
| S35 | 752296,7385 | 4500413,85 |
| S36 | 752296,7385 | 4500263,85 |
| S37 | 752296,7385 | 4500213,85 |
| S38 | 752296,7385 | 4500163,85 |
| S39 | 752546,7385 | 4500263,85 |
| S40 | 752546,7385 | 4500213,85 |
| S41 | 752546,7385 | 4500163,85 |
| S42 | 752546,7385 | 4500113,85 |
| S43 | 752596,7385 | 4500663,85 |
| S44 | 752596,7385 | 4500613,85 |
| S45 | 752596,7385 | 4500563,85 |
| S46 | 752596,7385 | 4500513,85 |
| S47 | 752596,7385 | 4500463,85 |
| S48 | 752596,7385 | 4500413,85 |
| S49 | 752596,7385 | 4500363,85 |
| S50 | 752596,7385 | 4500313,85 |
| S51 | 752596,7385 | 4500263,85 |
| S52 | 752596,7385 | 4500213,85 |
| S53 | 752596,7385 | 4500163,85 |
| S54 | 752596,7385 | 4500113,85 |
| S55 | 752646,7385 | 4500663,85 |
| S56 | 752646,7385 | 4500613,85 |
| S57 | 752646,7385 | 4500563,85 |
| S58 | 752646,7385 | 4500513,85 |
| S59 | 752646,7385 | 4500463,85 |
| S60 | 752646,7385 | 4500413,85 |
| S61 | 752646,7385 | 4500363,85 |
| S62 | 752646,7385 | 4500313,85 |
| S63 | 752646,7385 | 4500263,85 |
| S64 | 752646,7385 | 4500213,85 |
| S65 | 752646,7385 | 4500163,85 |
| S66 | 752646,7385 | 4500113,85 |
| S67 | 752696,7385 | 4500663,85 |
| S68 | 752696,7385 | 4500363,85 |
| S69 | 752696,7385 | 4500213,85 |
| S70 | 752696,7385 | 4500063,85 |



| Punto sondaggio | Est UTM WGS 84 33N | Nord UTM WGS 84 33N |
|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| S71 | 752846,7385 | 4500513,85 |
| S72 | 752846,7385 | 4500363,85 |
| S73 | 752846,7385 | 4500213,85 |
| S74 | 752846,7385 | 4500063,85 |
| S75 | 752846,7385 | 4499913,85 |
| S76 | 752846,7385 | 4499763,85 |
| S77 | 752996,7385 | 4500513,85 |
| S78 | 752996,7385 | 4500363,85 |
| S79 | 752996,7385 | 4500213,85 |
| S80 | 752996,7385 | 4500063,85 |
| S81 | 752996,7385 | 4499613,85 |
| S82 | 753146,7385 | 4500513,85 |
| S83 | 753146,7385 | 4500363,85 |
| S84 | 753146,7385 | 4500213,85 |
| S85 | 753146,7385 | 4500063,85 |
| S86 | 753146,7385 | 4499913,85 |
| S87 | 753296,7385 | 4500213,85 |
| S88 | 753446,7385 | 4500063,85 |
| S89 | 753596,7385 | 4500363,85 |
| S90 | 753596,7385 | 4500213,85 |
| S91 | 753596,7385 | 4500063,85 |
| S92 | 753596,7385 | 4499913,85 |
| S93 | 753746,7385 | 4500363,85 |
| S94 | 752996,7385 | 4501113,85 |
| S95 | 752996,7385 | 4500963,85 |
| S96 | 752696,3945 | 4499904,422 |
| S97 | 752639,3479 | 4499764,58 |
| S98 | 752630,541 | 4499615,468 |
| S99 | 752625,3883 | 4499465,03 |
| S100 | 752646,7527 | 4499312,625 |
| S101 | 752656,9261 | 4499014,574 |
| S102 | 752662,6882 | 4498864,195 |
| S103 | 752696,5553 | 4498788,85 |
| S104 | 752747,5154 | 4498729,816 |
| S105 | 752798,42 | 4498670,781 |
| S106 | 752846,3864 | 4498615,178 |
| S107 | 752897,0644 | 4498554,548 |
| S108 | 752947,4974 | 4498494,345 |
| S109 | 753046,0761 | 4498377,305 |
| S110 | 753094,5468 | 4498320,093 |
| S111 | 753118,9058 | 4498284,033 |
| S112 | 753092,3497 | 4498257,837 |



| Punto sondaggio | Est | Nord |
|-----------------|----------------|----------------|
| | UTM WGS 84 33N | UTM WGS 84 33N |
| S113 | 753044,7181 | 4498249,582 |
| S114 | 752999,0113 | 4498232,516 |
| S115 | 752946,7189 | 4498213,392 |
| S116 | 752897,2064 | 4498195,327 |
| S117 | 752847,1917 | 4498177,092 |
| S118 | 752770,5655 | 4498149,195 |
| S119 | 752694,1905 | 4498121,589 |
| S120 | 752546,4906 | 4498069,414 |
| S121 | 752245,9815 | 4497958,242 |
| S122 | 752096,4852 | 4497897,256 |
| S123 | 751948,003 | 4497835,192 |
| S124 | 751795,8814 | 4497934,482 |
| S125 | 751646,9003 | 4498048,404 |
| S126 | 751496,0943 | 4498155,536 |
| S127 | 751195,9456 | 4498240,428 |

6.3. Campionamento matrice suolo e sottosuolo

I sondaggi verranno effettuati mediante carotaggio continuo a rotazione, senza ricorrere all'ausilio di fluidi o fanghi di perforazione, utilizzando un carotiere di diametro idoneo ($\varnothing = 101$ mm) ed evitando fenomeni di surriscaldamento. In ogni caso la velocità di rotazione sarà moderata in modo da ridurre l'attrito tra suolo e attrezzo campionario. Le percentuali di recupero del carotaggio dovranno essere superiori al 90% nei terreni coesivi e non inferiore al 70% nei materiali sciolti. Nel caso il carotaggio non dovesse garantire le suddette percentuali, si dovrà variare il tipo di carotiere.

Durante la perforazione sarà registrata la stratigrafia intercettata, eseguito un rilievo topografico di dettaglio finalizzato alla produzione di un piano quotato dell'area di indagine (le coordinate di tutti i punti saranno georeferenziate nel sistema di riferimento UTM/WGS84 fuso 33 con quote altimetriche espresse in metri sul livello medio marino).

In fase di esecuzione dei sondaggi, inoltre, la ditta esecutrice dovrà evitare la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale campionata (*cross-contamination*). A tal fine verrà controllata l'assenza di perdite di oli, lubrificanti e altre sostanze dai macchinari, dagli impianti e da tutte le attrezzature utilizzate durante il campionamento. Inoltre, nel caso in cui le operazioni di sondaggio si svolgano in presenza di pioggia, si dovrà procedere a rivestire provvisoriamente il foro di sondaggio per impedire che le acque di dilavamento superficiali possano entrare in contatto diretto con il terreno.

Tutte le attrezzature saranno costituite da materiale non alterabile chimicamente e saranno oggetto di pulizia sistematica durante ed al termine di ogni sondaggio realizzato. Per operare la decontaminazione della strumentazione di perforazione e carotaggio verrà allestita una stazione di decontaminazione che permetterà di eseguire le operazioni di lavaggio in sicurezza, assicurando la raccolta dei liquidi in vasche impermeabilizzate ed evitando percolamenti sul suolo.

Nel caso di perforazioni di durata superiore alla giornata, al momento di interrompere i lavori si proteggerà il foro da eventuali contaminazioni esterne. I testimoni di carotaggio ottenuti



durante la perforazione verranno riposti in cassette catalogatrici, adeguatamente identificate (individuazione del cantiere, nome del sondaggio e profondità del prelievo), e successivamente fotografate. Tali operazioni verranno coordinate e controllate da un geologo qualificato.

Si provvederà a riunire le cassette catalogatrici in un luogo protetto, evitando che le stesse siano esposte agli agenti atmosferici, ove saranno custodite sino all'approvazione dei risultati analitici, incluse fasi di validazione da parte di ARPA e approvazione del Piano di Caratterizzazione in Conferenza dei Servizi. Gli ulteriori materiali di risulta, solidi e liquidi, provenienti dalle attività di campo, saranno gestiti e di seguito smaltiti secondo la normativa vigente.

I fori dei sondaggi, da non attrezzare a piezometri, alla fine delle operazioni previste, saranno riempiti con bentonite. La formazione dei campioni da sottoporre alle analisi avverrà al momento del prelievo del materiale in modo da impedire la perdita di sostanze volatili, e pertanto dovranno essere adottate idonee modalità operative quali ad esempio il metodo ASTM D4547-91. In ogni circostanza in cui sussistano evidenze di contaminazione si dovrà procedere al campionamento e all'analisi separata dello strato interessato da detta contaminazione; qualora nel profilo verticale della carota si rilevi una evidenza di contaminazione sul fondo privo di detta evidenza di contaminazione.

La formazione del campione avverrà su telo di materiale impermeabile (polietilene), in condizioni adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale e utilizzando strumenti decontaminati dopo ogni operazione. In particolare i campioni saranno preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox e di teli di polietilene di provata resistenza e di adeguata capacità per l'omogeneizzazione del campione.

Successivamente alla deposizione del materiale sul telo, si provvederà alla sua omogeneizzazione con la tecnica di quartatura per ottenere un campione rappresentativo dell'intero strato indicato. In ogni caso il quantitativo di campione da avviare alle analisi di laboratorio dovrà essere sufficiente per tutte le determinazioni analitiche previste.

Onde evitare fenomeni di "cross contamination", le attrezzature per il prelievo del campione saranno bonificate tra un campionamento ed il successivo e più precisamente, si eseguiranno le seguenti operazioni di campo:

1. i fogli di polietilene usati come base di appoggio delle carote, saranno rinnovati ad ogni prelievo;
2. la paletta di acciaio inox, dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, sarà lavata facendo uso del solvente acetone e successivamente di acqua potabile; la stessa sarà infine asciugata con carta.

Tutte le analisi verranno eseguite sulla frazione granulometrica passante al vaglio 2 mm; saranno inoltre effettuate analisi sul sopravaglio sottoponendolo ad un test di cessione in acqua satura di CO₂ qualora si sospetti un inquinamento nella frazione > 2 mm.

Il riempimento del contenitore dovrà essere adeguato alle caratteristiche dell'inquinante, onde evitare fenomeni di alterazione del campione stesso, quali volatilizzazioni o aderenze alle pareti del contenitore stesso; i contenitori verranno sigillati, etichettati e inoltrati subito al laboratorio di analisi, insieme con le note di prelievo.

Sulle etichette identificative del campione dovranno comparire:

1. il sito d'indagine;
2. la sigla del sondaggio;
3. la data e l'ora di prelievo;



4. il numero progressivo del campione;
5. quota del prelievo;
6. l'eventuale pre-trattamento
7. campo opzionale per identificare se il campione è soggetto a contraddittorio;
8. data di invio al laboratorio;
9. data di ricevimento del laboratorio;
10. data di apertura del campione;

I campioni saranno prelevati, conservati in contenitori nuovi, sigillati e adeguatamente conservati in un luogo scelto dall'autorità di controllo, in modo da evitarne la manomissione e la degradazione da parte degli agenti fisici ed atmosferici, per tutta la durata delle attività.

Nel caso siano da determinare inquinanti facilmente degradabili o volatili e la consegna dei campioni ai laboratori di analisi non possa avvenire in tempi brevi, si dovrà procedere alla conservazione dei campioni stessi in ambiente refrigerato (4 °C).

Ogni campione sarà prelevato in triplice aliquota di cui una per le indagini da condurre a cura dell'Impresa esecutrice del PdC, una per l'archivio a disposizione dell'Ente di Controllo ed una per eventuali contestazioni e controanalisi successive al completamento delle attività di prelievo dei campioni. L'aliquota sulla quale l'Ente di controllo vorrà operare la validazione delle analisi, sarà confezionata in contraddittorio con lo stesso Ente competente.

Infine, verrà stilato un verbale quotidiano di campionamento contenente la localizzazione del sito, individuazione del sondaggio, quota di riferimento del campione, data, ora e luogo del prelievo, denominazione del campione e descrizione di quanto altro utile alla caratterizzazione delle operazioni (informazioni sul trasporto e la conservazione dei campioni, ecc.), ivi compreso l'elenco e la descrizione delle principali attrezzature utilizzate.

6.4. Campionamento matrice acque sotterranee

I punti di prelievo per le acque sotterranee sono stati determinati sulla base della caratterizzazione idrogeologica dell'area, del modello concettuale del sito e delle caratteristiche dell'acquifero in modo da poter caratterizzare univocamente l'influenza del sito stesso sulle caratteristiche complessive dell'acquifero in esame e la mobilità degli inquinati nelle acque sotterranee per la profondità rilevante. Per i sondaggi da attrezzare a piezometro, le perforazioni procederanno fino al raggiungimento del substrato impermeabile (sommità delle argille subappennine) e vi si attesteranno per una profondità di almeno 1m. I fori saranno alesati tramite perforazione a distruzione di nucleo con colonna di manovra telescopica da 127 mm di diametro e completati tramite tubazione in PVC del diametro di 4" microfessurata, con luce di 0,5 mm, nel tratto compreso dal fondo foro fino a circa 1,5 metri dal piano campagna e cieca (dello stesso diametro e materiale) nel rimanente tratto.

Nel tratto fessurato, in corrispondenza dello spazio anulare compreso tra il piezometro ed il foro, dovrà essere costituito un manto drenante con ghiaietto siliceo calibrato, lavato e arrotondato ($\varnothing = 2 \div 4$ mm), da fondo foro sino a 1 m sopra il top del tratto fenestrato. La tubazione provvisoria andrà sfilata dolcemente man mano che si procede con la posa del ghiaietto per evitare il crollo del foro e lo schiacciamento dei tubi piezometrici.

Le operazioni di spurgo andranno eseguite prima di effettuare qualsiasi tipo di cementazione, in modo da permettere al ghiaietto di assestarsi all'interno dello spazio anulare foro/tubo. Lo spurgo, eseguito mediante pompa sommersa a piccola portata o mediante "air lift", avrà lo scopo di eliminare i residui di perforazione; le acque da esso derivanti saranno considerate rifiuti e, pertanto, andranno gestite conformemente alla normativa vigente.

Dal piano campagna fino al tappo di sigillatura verrà effettuata la cementazione con miscela cemento-bentonite per isolare il manto drenante, evitare l'eventuale infiltrazione di acque



dalla superficie e rendere solidale il piezometro con le pareti del foro. La parte basale del tubo e quella superficiale dovranno essere opportunamente chiuse con tappo avvitato. I pozzi di monitoraggio, sui quali verrà riportata la denominazione del piezometro potranno essere completati in superficie, in funzione dell'ubicazione, con pozzetti carrabili in ghisa o con protezioni metalliche fuori terra. Per prevenire l'infiltrazione d'eventuale acqua superficiale, il boccapozzo sarà chiuso con un tappo a tenuta provvisto di lucchetto.

Successivamente alla realizzazione, i piezometri saranno nuovamente spurgati con elettropompa sommersa a bassa portata. Il volume di acqua emunta durante la fase di spurgo dovrà essere pari a 4-6 volte il volume di acqua contenuto nel pozzo e nel filtro in fase statica.

Le operazioni di prelievo dei campioni sulle acque di falda saranno condotte dopo un lasso di tempo di circa 48 ore dallo sviluppo e completamento del piezometro.

Prima delle operazioni di spurgo, su ciascun piezometro (in un'unica campagna di indagine) verranno effettuate le misurazioni dei livelli della falda freatica. La misurazione della profondità della falda verrà effettuata mediante freatimetro con indicatore elettrico.

Tutte le misure di livello di falda saranno registrate e riferite ad un piano quotato di riferimento vale a dire il piano campagna ed il livello del mare (quota piezometrica).

Preliminarmente al prelievo del campione dinamico, è importante identificare la presenza delle fasi immiscibili che stratificano all'interno del piezometro, tale manovra dovrà essere condotta precedentemente allo spurgo in quanto l'operazione annullerebbe l'eventuale stratificazione.

Si procederà nel modo seguente:

- determinazione del livello fluido nel piezometro con l'ausilio di sonda freatimetrica;
- misurazione dello spessore mediante apposita sonda d'interfaccia prelievo di un campione di acqua nella zona di interfaccia tra la fase organica e la falda sottostante mediante apposito bailer per sottoporlo ad analisi chimica e quantificarne la composizione chimica

Preliminarmente alle attività di investigazione delle acque sotterranee, nei piezometri in cui non si presentino fasi organiche separate, dopo lo spurgo ed il ripristino del livello statico si eseguirà un log termosalinometrico misurando per metro del tratto filtrato i seguenti parametri: pH, temperatura, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto e potenziale redox. Per tratti fenestrati inferiori a 5 metri si eseguirà un'unica misura.

Per la determinazione delle caratteristiche rappresentative dell'acquifero si procederà invece ad eseguire un campionamento dinamico, previo spurgo del piezometro, posizionando la pompa al centro del tratto fenestrato del piezometro stesso. Come criterio di spurgo verrà adottato quello legato alla stabilizzazione dei parametri chimico fisici che consiste nell'effettuare l'operazione di spurgo sino all'ottenimento della stabilizzazione di detti parametri, monitorati con una sonda multiparametrica immersa all'interno del piezometro in corrispondenza del punto di campionamento. Una volta ottenuta la stabilizzazione dei parametri, sarà ridotta la portata dello spurgo (inferiore ad 1 l/minuto) e sarà prelevato un campione da considerarsi rappresentativo dell'intera colonna d'acqua.

Ogni campione sarà prelevato in triplice aliquota di cui una per le indagini da condurre a cura dell'Impresa esecutrice del PdC, una per l'archivio a disposizione dell'Ente di Controllo ed una per eventuali contestazioni e controanalisi successive al completamento delle attività di prelievo dei campioni.



L'aliquota, sulla quale l'Ente di controllo vorrà operare la validazione delle analisi, sarà confezionata in contraddittorio con lo stesso Ente competente. Tutti i campioni di acqua sotterranea all'atto del prelievo saranno maneggiati e conservati in conformità alle norme CNR-IRSA.

I contenitori entro cui inserire i campioni prelevati saranno in polietilene o in vetro ambrato, dovranno essere riempiti completamente di campione, sigillati con controtappo e tappo, etichettati ed inviati immediatamente al laboratorio di analisi. I campioni, in ogni caso, verranno conservati in frigo portatili a temperature non superiori ai 4 °C. I contenitori di ogni campione prelevato riporteranno un'etichetta identificativa del campione stesso su cui compariranno in modo ben leggibile ed indelebile, su etichetta non asportabile:

- il sito d'indagine;
- la sigla del piezometro;
- la data e l'ora di prelievo;
- la quota del prelievo.

6.5. **Analisi chimiche di laboratorio**

I campioni prelevati saranno oggetto di analisi da eseguirsi presso laboratori autorizzati SINAL certificati da un organismo di controllo e saranno sottoposte a validazione da parte di ARPA Puglia.

In ogni caso i laboratori dovranno fornire un Rapporto di Prova, datato e firmato dal tecnico abilitato, che riporti:

1. identificazione univoca del campione analizzato;
2. elenco dei parametri determinati, con relativo risultato analitico ottenuto;
3. incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato;
4. metodo di riferimento usato;
5. limite di quantificazione.

Le metodiche analitiche di laboratorio dovranno essere selezionate tra quelle riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali (IRSA/CNR, EPA, ISO, ASTM, etc.) che garantiscano un limite di rilevabilità ove possibile pari ad 1/10 della concentrazione soglia di contaminazione delle matrici (Tabelle 1-2 Allegato 5 Titolo V Parte Quarta del D.Lgs. 152/06).

La scelta degli analiti da ricercare sui campioni di suolo/top soil e acqua di falda è scaturita dall'analisi dei risultati dei piani di caratterizzazione condotti nei pressi nell'area di interesse (SISRI lotti meridionale).

Analisi dei suoli

Su ciascuno dei campioni di terreno prelevati nei sondaggi per la caratterizzazione ambientale dovrà essere eseguito tutto il set dei seguenti analiti:

Metalli Pesanti: Antimonio, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Cromo Esavalente, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Stagno, Tallio, Vanadio, Zinco;

idrocarburi leggeri (C<12) e pesanti (C>12)

Idrocarburi Policiclici Aromatici: Benzo (a) antracene, Benzo (a) pirene, Benzo (b) fluorantene, Benzo (k) fluorantene, Benzo (j) fluorantene, Fluorantene, Benzo (g,h,i) peri Lene, Crisene, Dibenzo (a, e) pirene, Dibenzo (a, h) antracene, Indeno (1,2,3-cd) pirene, Pirene, Sommatoria IPA;

Fitofarmaci: Alaclor, Aldrin, Atrazina, α -esacloroesano, β -esacloroesano, γ -esacloroesano (Lindano), Clordano, Dieldrin, Edrin, DDT, DDD, DDE.



Diossine e furani: PCDD:

1,2,3,4,6,7,8-HpCDD, 1,2,3,4,7,8-HxCDD, 1,2,3,6,7,8-HxCDD, 1,2,3,7,8,9-HxCDD, 1,2,3,7,8-PeCDD, 2,3,7,8-TCDD, OCDD, PCDD e PCDF (conversione T.E.)

PCDF: 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF, 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF, 1,2,3,4,7,8-HxCDF, 1,2,3,6,7,8-HxCDF, 1,2,3,7,8,9-HxCDF, 1,2,3,7,8-PeCDF, 2,3,4,6,7,8-HxCDF, 2,3,4,7,8-PeCDF, 2,3,7,8-TCDF, OCDF.

PCB: PCB, aroclor 1016, aroclor 1221, aroclor 1232, aroclor 1242, aroclor 1248, aroclor 1254, aroclor 1260

Le determinazioni analitiche in laboratorio verranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione verrà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Analisi delle acque sotterranee

Su ciascuno dei campioni di acqua di falda prelevata dai piezometri dovranno essere ricercati i parametri di seguito indicati:

Metalli Pesanti: Alluminio, Antimonio, Argento, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Cromo Esavalente, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Manganese, Tallio, Zinco;

Composti idrocarburici: Idrocarburi totali espressi come n-esano;

Fitofarmaci: Alaclor, Aldrin, Atrazina, α -esacloroesano, β -esacloroesano, γ -esacloroesano (Lindano), Clordano, Dieldrin, Edrin, DDT, DDD, DDE.

Alifatici clorurati cancerogeni: Clorometano, Cloroformio, Cloruro di vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene sommatoria organoalogenati

