



## COMUNE DI BRINDISI



Progetto per un impianto di smaltimento di rifiuti speciali non pericolosi attraverso i processi di inertizzazione/miscelazione/ solidificazione di cui alle operazioni D9 e D15 all'allegato B al Titolo I della Parte Quarta del D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche ed integrazioni.

Autorizzazione unica ai sensi dell'art. 208 del D. Lgs. N° 152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche ed integrazioni.

### R6 - RELAZIONE GEOLOGICA-IDROGEOLOGICA

**PROPONENTE:**

SIR S.r.l.  
P.zza XXIV Maggio, 15  
72012 Carovigno (BR)  
P. Iva: 02097540740



**IL TECNICO:**

#### STUDIO TECNICO & AMBIENTALE

**Geologo dott. Dario FISCHETTO**

Corso Garibaldi, 27 – 72100 Brindisi (BR)  
Tel./Fax 0831 597236 Cell. 389 0382220  
e.mail: [fischetto.dario@libero.it](mailto:fischetto.dario@libero.it)  
P.IVA: 01892970748 C.F.: FSC DRA 71E27 B180Z

# **INDICE**

|   |    |
|---|----|
| 1. PREMESSA .....   | 2  |
| 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA INVESTIGATA .....   | 6  |
| 3. INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E MORFOLOGICO .....  | 8  |
| 3.1 ASSETTO GEOLOGICO.....  | 8  |
| 3.2 ASSETTO MORFOLOGICO .....   | 10 |
| 4. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA INDAGATA .....  | 12 |
| 4.1 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI REGIONALE.....   | 12 |
| 4.2 LINEAMENTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI DELL'AREA INDAGATA .....                            | 13 |
| 5. PERICOLOSITA' GEOLOGICHE, ASSETTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO .....                         | 16 |
| 6. VERIFICA DI COMPATIBILITA' CON IL PIANO PAESAGGISTICO TERRITORIALE REGIONALE (PPTR)<br>..... | 17 |
| 7. CARATTERISTICHE PROGETTUALI DELL'IMPIANTO .....  | 18 |
| 7.1 STUDIO DEL REGIME PLUVIOMETRICO .....   | 19 |
| 7.2 ANALISI DELLA PIOVOSITÀ CRITICA (METODO VAPI) .....   | 20 |
| 7.3 CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA .....   | 27 |
| 8. CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEI TERRENI INTERESSATI .....                               | 28 |
| 8.1 PROVA DI PERMEABILITÀ IN SITO .....   | 28 |
| 9. OPERA DI RESTITUZIONE/SMALTIMENTO .....  | 30 |
| 10. VERIFICA PRESENZA DI POZZI .....  | 31 |
| 11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....  | 34 |

## 1. PREMESSA

Il Sig. Antonio Roma nato a Ceglie Messapica (BR) il 10/01/1985 (C.F. RMONTN85A10C424Q) e residente in Carovigno alla via Monte Cervino civ. 25, in qualità di Amministratore e Legale Rappresentante della **SIR S.r.l.** con sede legale in Carovigno alla P.zza XXIV Maggio civ. 15, volendo realizzare un impianto di smaltimento di rifiuti speciali non pericolosi attraverso i processi di inertizzazione/miscelazione/solidificazione di cui alle operazioni D9 e D15 riportate nell'allegato B al Titolo I della Parte Quarta del D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche ed integrazioni con potenzialità giornaliera inferiore a 50 t da ubicarsi nella zona industriale di Brindisi (in area ASI), ha affidato allo scrivente Geologo dott. Dario Fischetto, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Puglia con il N° 475 con studio in Brindisi (BR) al Corso Garibaldi civ. 27, l'incarico di redigere la presente relazione geologica-idrogeologica in adempimento al REGOLAMENTO REGIONALE 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" in attuazione dell'art. 113 del D.lgs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii., circa la realizzazione di un impianto per la **raccolta, trattamento e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia** rivenienti da coperture, canalette, grondaie, superfici esterne e piazzali dell'opificio in oggetto.

L'insieme degli studi che hanno portato alla stesura della presente relazione geologico-idrogeologica, sono stati realizzati per fornire un quadro chiaro delle caratteristiche geolitologiche, stratigrafiche, idrografiche, idrogeologiche dell'area in oggetto allo scopo di fornire i parametri tecnici a supporto delle scelte progettuali e costruttive di un sistema di trattamento, di smaltimento e di riutilizzo ove possibile delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia ricadenti sui piazzali aziendali.

Ai sensi di quanto stabilito dal **D.Lgs. n° 152 del 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale"** **PARTE TERZA all'art. 113 "Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia"** le regioni disciplinano i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate ed opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e tali da conseguire il rispetto dei limiti di emissione previsti per il corpo idrico recettore; è comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee.

In alternativa, è facoltà del titolare avviare tali acque ad impianto di trattamento gestito da terzi. Le acque di dilavamento successive a quelle di prima pioggia devono essere sottoposte, prima del loro smaltimento, ad un trattamento di grigliatura, sedimentazione e disoleazione (ove necessario in relazione alle attività espletate sui piazzali).

Allo scopo la Regione Puglia ha emanato, in sostituzione dei Decreti del Commissario Delegato per l'emergenza ambientale in Puglia n. 191 del 13.06.2002 e n. 282 del 21.11.2003, il REGOLAMENTO REGIONALE 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del D.lgs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.) secondo cui sono definite:

**a. acque meteoriche di dilavamento:** le acque di pioggia che precipitano sull'intera superficie impermeabilizzata scolante afferente allo scarico o all'immissione;

**b. acque di prima pioggia:** le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita:

**I.** di 5 (cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 (diecimila) mq;

**II.** compresa tra 5 (cinque) e 2,5 (due virgola cinque) mm per le superfici scolanti di estensione rientranti tra 10.000 (diecimila) mq e 50.000 (cinquantamila) mq, valutate al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, in funzione dell'estensione dello stesso bacino correlata ai tempi di corrivazione alla vasca di prima pioggia;

**III.** di 2,5 (due virgola cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, superiori a 50.000 (cinquantamila) mq;

**IV.** unicamente nel caso di fognature urbane separate, di cui all'art. 4 del presente regolamento, con superfici scolanti aventi estensioni superiori a 50.000 (cinquantamila) mq, in alternativa al calcolo attraverso l'altezza di cui al precedente punto III., le acque di prima pioggia possono essere considerate quelle, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, che pervengono alla sezione di chiusura del bacino (vasca di prima pioggia) nei primi 15 minuti dall'inizio delle precipitazioni. La portata delle acque di prima pioggia deve essere calcolata con un adeguato studio idrologico, idraulico e pluviometrico e riferita ad eventi con tempi di ritorno non inferiori a 5 (cinque) anni.

**c. Acque di seconda pioggia:** la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;

**d. Acque di lavaggio:** acque non meteoriche utilizzate per operazioni di lavaggio di aree esterne impermeabili o per altre operazioni diverse da quelle di processo.

**e. Suolo:** corpo naturale composto da sostanze minerali ed organiche, generalmente in orizzonti di spessore variabile, differenziato dalle formazioni geologiche sottostanti per la composizione chimico-fisica ed i caratteri biologici;

**f. Sottosuolo:** l'intera zona in profondità sottostante il suolo;

**g. Strato superficiale del sottosuolo:** corpo naturale immediatamente sottostante il suolo o una sua parte, posto ad una distanza di sicurezza dal livello di massima escursione della falda; tale distanza è definita come franco di sicurezza;

**h. Franco di sicurezza:** lo strato di suolo e sottosuolo posto al di sopra del livello di massima escursione delle acque sotterranee che, per sua natura e spessore, garantisce la salvaguardia qualitativa delle stesse. Il suo spessore minimo deve essere di 1,5 (uno virgola cinque) m valutato e verificato in funzione delle effettive caratteristiche del sottosuolo;

**i. Vasca di prima pioggia:** manufatto a tenuta stagna adibito alla raccolta ed al contenimento del volume delle acque di prima pioggia. La medesima vasca può essere adibita, se dimensionata e/o equipaggiata con apparecchiature idonee, al trattamento delle stesse acque;

**j. Superficie scolante:** l'insieme di strade, cortili, piazzali, aree di carico e scarico e di ogni altra superficie scoperta, alle quali si applicano le disposizioni sullo smaltimento delle acque meteoriche di cui al presente regolamento;

**k. Tempo di ritorno:** l'intervallo medio di tempo all'interno del quale un evento di precipitazione sarà uguagliato o superato;

**l. Evento meteorico:** una o più precipitazioni atmosferiche, anche tra loro temporalmente distanziate, che, ai fini delle corrispondenti acque di prima pioggia, si verificano o si susseguono a distanza di almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto da un analogo precedente evento;

**m. Dissabbiatura:** trattamento per la rimozione di “particelle solide sospese” di dimensioni superiori a 0,20 (zero virgola venti) mm;

**n. Bacino endoreico:** bacino idrografico in cui il reticolo idrografico non sfocia a mare o in altro corpo idrico superficiale sfociante a mare, ma recapita in una zona depressa interna al bacino stesso;

**o. Recapito finale di bacino endoreico:** zona più depressa di un bacino endoreico.

**p. Immissione di acque meteoriche:** rilascio delle acque meteoriche di dilavamento in rete fognaria.

All'interno dello stesso R.R., tra le altre cose, viene disciplinata la metodologia di trattamento delle meteoriche di dilavamento e di prima pioggia a seconda della tipologia di settore produttivo e/o attività specifica di provenienza.

In particolare al comma 2 dell'art. 8, vengono identificate, a titolo indicativo, i settori produttivi e/o attività specifiche per le quali c'è il rischio di dilavamento di sostanze pericolose, alle quali si applicano particolari prescrizioni.

Nel caso di specie, l'attività in oggetto è identificata al punto “**m. Depositi di rifiuti, centri di raccolta e/o gestione e trasformazione degli stessi**” di cui al comma 2 dell'art. 8, pertanto si applicano le prescrizioni di cui al Capo II art. 10 “Disciplina e trattamento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne” per le quali (comma 1) *“le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, provenienti dalle superfici e pertinenze di edifici, installazioni e/o attività di cui all'art. 8 della presente disciplina, sono sottoposte, entro 48 ore dal termine dell'evento meteorico, ad un trattamento depurativo appropriato in loco tale da conseguire:*

*a. Il rispetto dei valori limite di emissione previsti dalla Tabella 3, di cui all'allegato 5 alla Parte Terza del Dl.gs. 152/06 e ss. mm. ed ii., per le immissioni in fogna nera e gli scarichi nelle acque superficiali, compresi i corpi idrici artificiali;*

*b. Il rispetto dei valori limite di emissione previsti dalla Tabella 4, di cui all'allegato 5 alla Parte Terza del Dl.gs. 152/06 e ss. mm. ed ii., nel caso di scarico nei corsi d'acqua episodici, naturali ed artificiali, sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo.*

In alternativa (comma 2) *“è facoltà del titolare avviare le acque di cui al comma 1 ad un impianto di trattamento gestito da terzi con le modalità proprie dei rifiuti liquidi”.*

Le acque di dilavamento successive a quelle di prima pioggia (comma 4), che provengono dalle superfici e pertinenze di edifici, installazioni e/o attività di cui all'art. 8 della presente disciplina e che non recapitano in fognatura separata, dovranno essere sottoposte, prima del loro versamento, ad un trattamento di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione.

Qualora il dilavamento di sostanze pericolose dalle superfici scoperte di edifici, installazioni e/o attività di cui all'art. 8 della presente disciplina, non si esaurisce con le acque di prima pioggia, bensì si protrae nell'arco di tempo dell'evento meteorico, anche le acque di seconda pioggia sono sottoposte alla stessa disciplina delle acque di prima pioggia (comma 5).

Ai sensi dell'art. 11 *“Recapito delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne”*, le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, opportunamente trattate secondo quanto stabilito dall'art. 10, sono recapitate secondo il seguente ordine preferenziale:

- a. rete fognaria nera, nel rispetto delle prescrizioni regolamentari del Soggetto Gestore per scarichi di tipo industriale e previa valutazione della compatibilità qualitativa e quantitativa del sistema fognario / depurativo;
- b. acque superficiali compresi i corpi idrici artificiali;
- c. corsi d'acqua episodici, naturali ed artificiali, suolo e strati superficiali del sottosuolo, qualora si accerti l'impossibilità tecnica o l'eccessiva onerosità, di utilizzare i recapiti precedentemente elencati.

Ai sensi dell'art. 13 *“Zone di rispetto per gli scarichi delle acque meteoriche di dilavamento soggette a regolamentazione”* gli scarichi di cui all'art. 10 (acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne soggette a regolamentazione), non possono avvenire:

- ***Comma 1: nei corsi d'acqua episodici, naturali ed artificiali, sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo a meno di 500 metri dalle opere di captazione di acque sotterranee destinate a consumo umano, ridotti a 300 metri qualora si dimostri, che la direzione ed il verso di moto della falda idrica sotterranea ricada a valle idrologica dell'opera di captazione potabile e che il cono di depressione della falda idrica indotto da quest'ultima non raggiunga il punto di scarico;***
- *Comma 2: nelle acque superficiali, compresi i corpi idrici artificiali, a meno di 500 metri dalle opere di derivazione di acque destinate a consumo umano;*
- *Comma 3: per gli scarichi delle acque meteoriche di dilavamento nelle acque superficiali, compresi i corpi idrici artificiali, oltre che il divieto di cui sopra, è prevista una fascia di rispetto di 500 metri attorno al punto di scarico e, in detta fascia, non è ammessa la balneazione, la pesca, la piscicoltura, la stabulazione dei mitili e la molluschicoltura;*
- ***Comma 5: nei corsi d'acqua episodici, naturali ed artificiali, sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo non possono avvenire a meno di 250 (duecentocinquanta) metri dalle opere di captazione di acque sotterranee per uso irriguo.***



## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA INVESTIGATA

L'area investigata, ubicata nella zona industriale del Comune di Brindisi (BR) lungo la via R. Moretti censiti nel N.C.E.U. al foglio di mappa n° 80, particelle n° 391, 981, 982, e parte delle particelle n. 392, 950 e 1079 (**Tavola 01.AM**), è cartografata nel IV quadrante del foglio n° 204 della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 denominata "LECCE", più precisamente nella I tavoletta, scala 1:25.000, N.O. denominata "PORTO DI BRINDISI" (**TAV. I 01**).

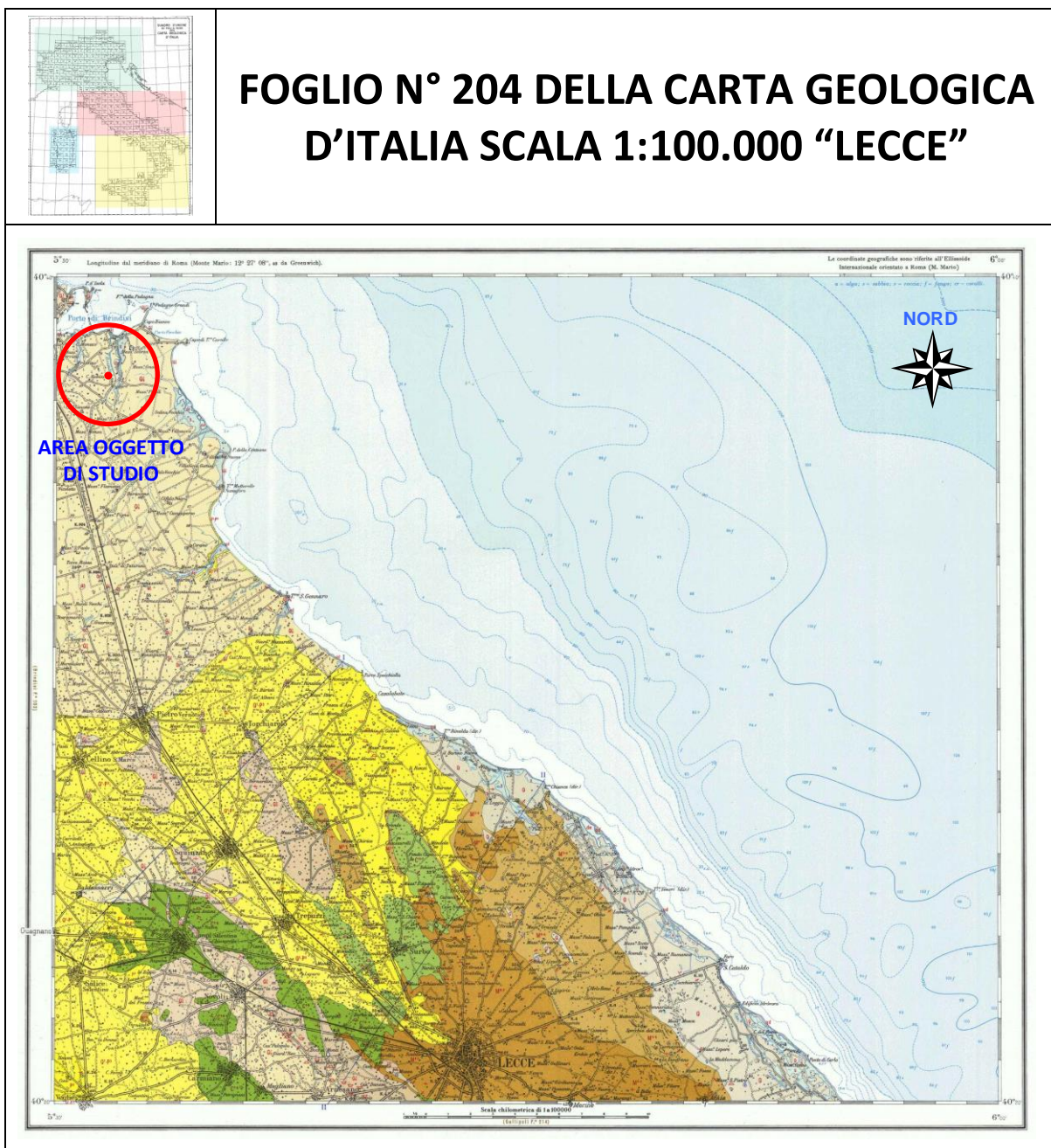


FIG. 2.1: Foglio n° 204 della Carta D'Italia Scala 1:100.000 "LECCE" - Ubicazione dell'area indagata

RELAZIONE GEOLOGICA-IDROGEOLOGICA  
(R.R. n. 26 del 9.12.2013)

## LEGENDA:



Depositi eluviali principali e di "terra rossa".



Sabbie, sabbie argillose e limi grigi lagunari-palustri recenti.



Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurrastre (Q<sub>1</sub>); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (Q<sub>2</sub>). Nelle sabbie più elevate si notano talora *Cassidulina laevigata* D'ORB., *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.), *Ammonia perlucida* (HER. ALL. EARL.) (PLEISTOCENE). Nelle sabbie argillose ed argille sottostanti, accanto a *Arctica islandica* (LIN.), *Chlamys septemradiata* MULL. ed altri molluschi, sono frequenti: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB., *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Bolivina catanensis* SEG. (CALABRIANO). FORMAZIONE DI GALLIPOLI.



(Q<sub>1</sub>) Calcareniti e calcari tipo panchina, con ricca fauna non indicativa a *Elphidium crispum* (LIN.), *Bulimina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Uvigerina peregrina* CUSH., *Sphaeroidina bulloides* D'ORB., *Cibicides boueanus* (D'ORB.), *Cibicides floridanus* (CUSH.) In trasgressione su (Q<sub>1</sub>), oppure sulle formazioni cretetiche. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

(Q<sub>2</sub>) Calcari bioclastici ben cementati ricchi di fossili non indicativi: *Elphidium complanatum* (D'ORB.), *E. crispum* (LIN.), *Discorbis orbicularis* (TERO.), *Ammonia beccarii* (LIN.), *Cibicides floridanus* (CUSH.). In trasgressione su (P<sub>1</sub>) oppure sul Cretacico. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

Livelli appartenenti alle CALCARENITI DEL SALENTO, aventi le seguenti caratteristiche:



(Q<sub>1</sub>-P<sub>1</sub>) Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di panchina; sabbie argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabrianica: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.) (CALABRIANO-PLIOCENE SUP.?) In trasgressione sulle formazioni più antiche.



(P<sub>1</sub>) Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre. Macrofauna a Coralli, Cirripedi, Molluschi, Echinidi, Crostacei tra cui *Cancer siemondai* MEY. var. *antiata* MAX. Microfauna ad Ostracodi e Foraminiferi: *Bulimina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Discorbis orbicularis* (TERO.), *Cibicides ungerianus* (D'ORB.), *C. lobatulus* (WALK. e JAC.), *Globigerinoides ruber* (D'ORB.), *G. sacculifer* (BRADY), *Orbulina universa* D'ORB., *Hastigerina aequilateralis* (BRADY) (PLIOCENE SUP.-MEDIO?). In trasgressione sulle formazioni più antiche.

Calcari dolomitici e dolomie grigio-nocciola, a frattura irregolare, calcari grigio-chiari. Microfossili non molto frequenti: *Thaumatoporella* sp., *Præoglobotruncana stephani stephani* (GAND.), *P. stephani turbinata* (REICH.), *Rotalipora appenninica appenninica* (RENZ), *R. cf. reicheli* (MORN.), *Nummoloculina* sp. (CENOMANIANO SUP. e forse TURONIANO). DOLOMIE DI GALATINA con passaggio graduale al CALCARE DI ALTAMURA (verso Nord e verso Ovest).



### 3. INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E MORFOLOGICO

#### 3.1 ASSETTO GEOLOGICO

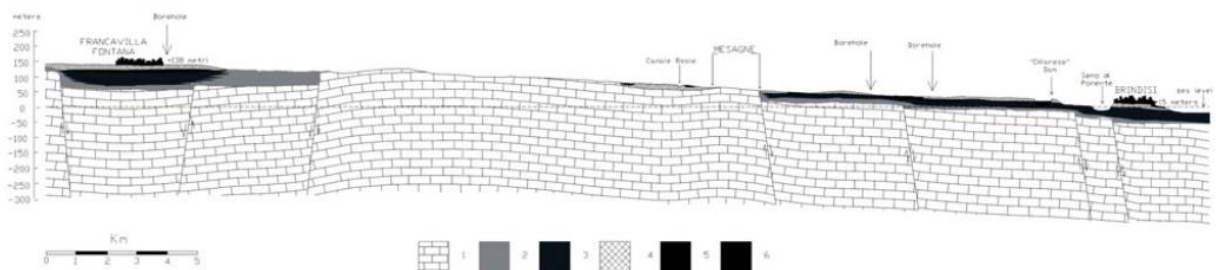
L'area oggetto dell'intervento progettuale, situata nella penisola salentina è caratterizzata da una serie di "Horst" e "Graben", di varia estensione, generalmente orientati in direzione NO e SE.

In particolare, l'area rappresenta la zona centro-settentrionale della "Piana di Brindisi" (nota anche come Conca di Brindisi), una vasta depressione di origine tettonica distensiva delle rocce carbonatiche mesozoiche 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 "Depositi marini" terrazzati (Ciaranfi et al, 1992).

Come mostrato nelle Fig. 3.1 e 3.2, il substrato del territorio brindisino in esame afferisce alla formazione carbonatica nota come il *Calcare di Altamura* (Cretaceo sup.), la quale dislocata da faglie, di direzione NO-SE ed E-O, tende a digradare verso costa, ove il tetto della formazione raggiunge profondità superiori a 40 mt dal l.m.m. (Ciaranfi et al, 1983). Essa è costituita da calcari prevalentemente micritici, talora detritici, calcari dolomitici e dolomie, organizzati in strati dello spessore variabile dal decimetro a qualche metro. L'ambiente deposizionale dei *Calcari di Altamura* corrisponde alla zona interna di una piattaforma carbonatica (laguna) caratterizzata da debole energia idrodinamica.

Questa formazione cretacea affiora diffusamente a NO della "Piana di Brindisi", ove presenta un grado di fratturazione e carsismo variabile, maggiormente intenso in corrispondenza dei principali lineamenti tettonici che dislocano il settore pugliese di esame.

Infine, la successione carbonatica cretacea è sede della cosiddetta falda profonda abbondantemente sfruttata.



**Figura 3.1: Sezione geologica**

Legenda: 1) Calcari di Altamura (Cretaceo); 2) Calcareni di Gravina (Pliocene sup. Pleistocene inf.); 3) Argille Subappennine (Calabrian); 4) Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio – sup.); 5) Calcareni (Pleistocene medio – sup.); 6) Falda superficiale

In trasgressione sulla formazione carbonatica mesozoica, poggiano i termini inferiori del ciclo sedimentario della "Fossa Bradanica", ascrivibili alle *Calcareni di Gravina* (Pliocene–Pleistocene inf.; Figs. 3.1 e 3.2). Esse sono formate da livelli calcarenitici e calciruditi con orizzonti a diverso contenuto fossilifero, che presentano un grado di diagenesi variabile, passando da litotipi compatti e porosi, noti come "tufi", a litotipi non litificati localmente definiti "tufine". Gli strati, orizzontali o con rara pendenza in direzione NNE,

presentano degli spessori variabili da 40 cm a 2 m, talora separati tra loro da livelli riferibili a probabili regressioni marine.

In continuità di sedimentazione, in quasi tutta l'area indagata (Fig. 3.2), sono presenti banchi non stratificati di argille grigio-azzurre (*Argille subappenniniche*; Pleistocene inf.) caratterizzati da intercalazioni di marne e/o sabbie calcaree. Incrementi di sabbia si rinvencono al letto ed al tetto di questa formazione. Il tetto delle *Argille subappenniniche*, spesso localizzato sopra il livello del mare, raggiunge, invece, profondità comprese tra 10 ÷ 20 m sotto il l.m.m. nell'area oggetto di esame e lungo quasi tutta la fascia costiera attorno alla città di Brindisi. In particolare, nel territorio esaminato, questa formazione geologica costituisce il deposito sedimentario più rilevante della "Piana di Brindisi" che tende a livellare la Piana stessa. Con spessori variabili da punto a punto della Piana di Brindisi, raggiunge i 45-50 mt nella zona di Capo Bianco lungo la linea di costa mentre tende a ridursi verso l'entroterra.

Sulle *Argille subappenniniche* giacciono i *Depositi marini terrazzati* (Pleistocene; Fig. 3.1 e 3.2) definiti dall'alternanza di livelli sabbiosi e di calcare organogeno riferibili a brevi cicli sedimentari post-calabrianici in seguito a regressione marina. I loro spessori sono limitati, comunque non eccedenti i 20 ÷ 25 m. Essi presentano giaciture sub-orizzontali e trasgressive su distinte superfici di abrasione poste a quote differenti. Queste superfici di terrazzamento sono incise sia nelle formazioni del Ciclo Bradanico sia negli stessi *Depositi marini terrazzati*. Con riferimento ai depositi marini pleistocenici, nell'intorno di Brindisi, in letteratura sono state distinte due facies principali: la prima, affiorante a sud di Brindisi, è costituita da sabbie calcaree talora argillose passanti verso il basso ad argille grigio-azzurrognole, debolmente cementate, con intercalazioni di calcare tipo "panchina"; la seconda facies, affiorante diffusamente nella piana attorno alla città di Brindisi ed a nord della stessa, è costituita da sabbie argillose e argille grigio-azzurre, con intercalazioni di banchi calcarenitici e arenacei bioclastici.

In particolare, secondo quanto emerso dall'indagine eseguita, la prima facies è data da un'alternanza dei livelli sabbiosi e di calcare organogeno, depositatasi in un ambiente di tipo neritico-sublitorale. Essa è sede di una falda freatica che solo localmente può assumere portate significative e che il più delle volte si presenta molto scarsa o, addirittura, come semplici essudazioni. Nella porzione superiore, questa facies è costituita essenzialmente da una sabbia giallastra a grana piuttosto grossolana, indistintamente stratificata ed inglobante noduli arenacei eterometrici. Al di sotto di questa porzione sabbiosa, sono presenti banchi arenacei, spessi da 5 a 15 cm, fortemente fratturati con intercalazioni di sabbia fine, giallastra, monogranulare, dello spessore medio di 20-30 cm. Il deposito si presenta piuttosto tenace poiché i vari componenti granulometrici sono legati da un abbondante cemento calcitico e la frazione pelitica è essenzialmente costituita da minerali pesanti quali il quarzo ed i feldspati. La porzione inferiore della facies in esame è definita da bancate, leggermente più potenti, di un calcare arenaceo a grana molto fine, lastrificato ed anisotropicamente fessurato, con contenuto in sabbia variabile da strato a strato ed assenza di macrofossili. Questo calcare arenaceo risulta essere piuttosto tenace anche se è maggiore la frazione pelitica, costituita da minerali argillosi, ed è minore la percentuale di cemento di origine calcitica.

La seconda facies dei depositi marini, è rappresentata essenzialmente da terreni sciolti, costituiti da limi più o meno argillosi di colore prevalentemente marrone, sabbie più o meno limose di colore rossastro o giallognolo con frequenti inclusioni di noduli lapidei arenacei dalle dimensioni di una ghiaia.

Infine, sui *Depositi marini terrazzati* affiorano, localmente e con spessori esigui, i *Depositi recenti ed attuali* (alluvionali e costieri; Fig. 3.1 e 3.2). Essi sono costituiti da limi argillosi e/o sabbiosi, giallastri o nerastri, con intercalazioni di sostanze organiche che rappresentano il riempimento delle lagune e degli stagni costieri formatisi all'interno dei cordoni litorali, nonché da sabbie fluviali e di duna. I depositi alluvionali caratterizzano tutta la costa più meridionale del territorio di Brindisi là dove, appunto, si rinvenivano aree umide.

Schematizzando pertanto la stratigrafia locale si può affermare che al di sotto di una più o meno spessa copertura vegetale di terreno alterato, si evidenziano condizioni geologiche piuttosto semplici ed uniformi; nelle sue linee essenziali lo schema stratigrafico dell'area indagata, può essere distinta, in ordine cronologico dalla più antica alla più recente, come segue:

- a. *Calcare di Altamura (Cretacico sup.: Turoniano sup. - Maastrichtiano)*
- b. *Calcareniti di Gravina (Pleistocene sup. – Pleistocene inf.)*
- c. *Argille subappenniniche (Pleistocene inf.)*
- d. *Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio-superiore)*
  - d1. *Alternanza di livelli sabbiosi e di calcare organogeno definito "Panchina"*
  - d2. *Sabbie e limi più o meno argillosi*
- e. *Depositi recenti ed attuali (alluvionali e costieri)*

### 3.2 ASSETTO MORFOLOGICO

Dal punto di vista morfologico l'area oggetto dell'intervento progettuale, ubicata ad una quota media di circa 9,00 mt s.l.m.m., si presenta generalmente pianeggiante e caratterizzata da deboli pendenze  $0,5 \div 2 \%$  molto lievi e poco apprezzabili.

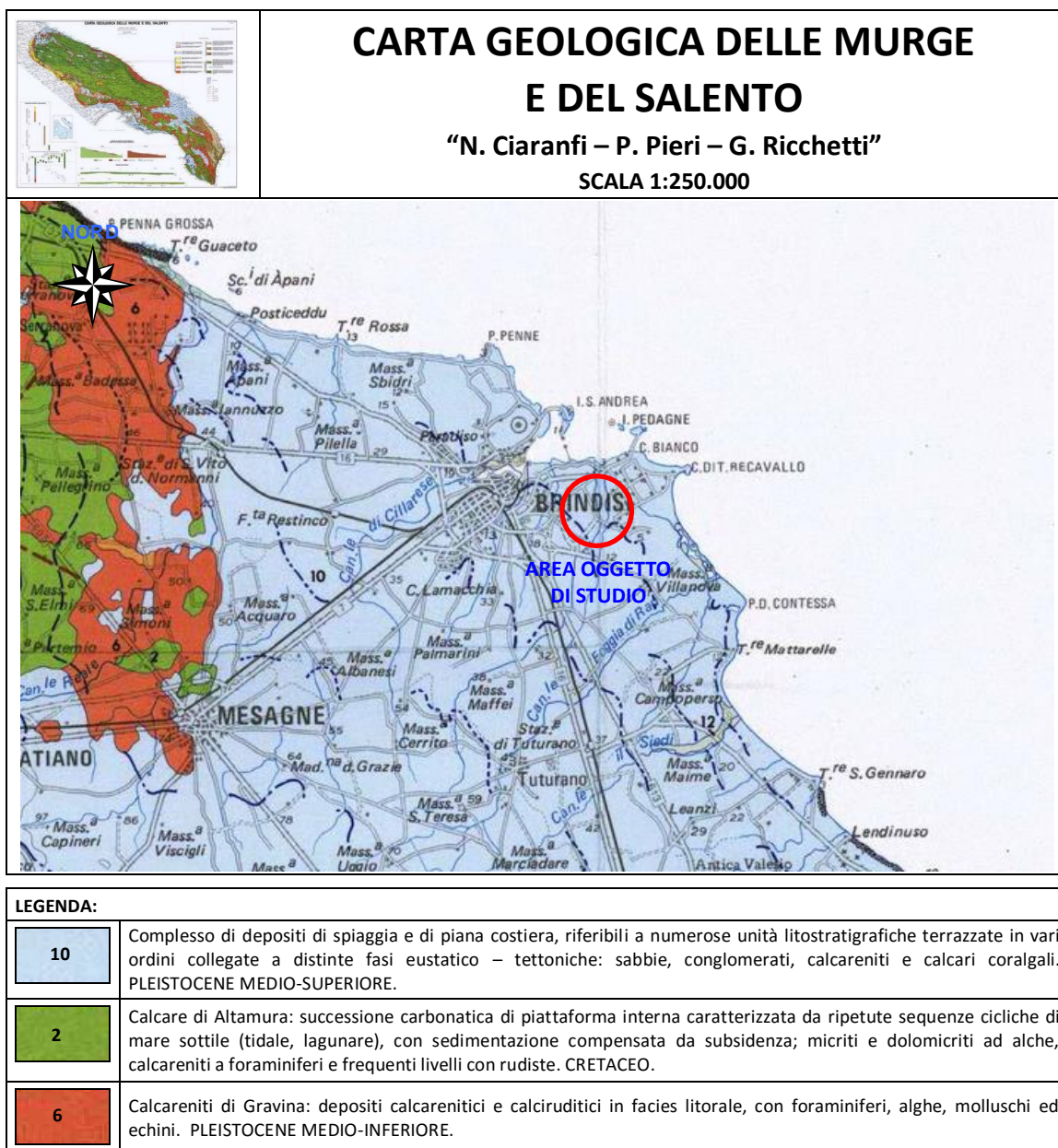


Figura 3.2: Carta geologica dell'area indagata (Carta geologica delle Murge e del Salento “Ciaranfi N. – Pieri P. – Ricchetti G.”)

#### 4. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA INDAGATA

##### 4.1 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI REGIONALE

I caratteri litologici delle diverse formazioni, le loro giaciture ed i relativi rapporti di posizione, fanno sì che in Puglia la circolazione idrica sotterranea si espliciti attraverso di due distinti sistemi la cui interazione tende a variare da luogo a luogo.

Il primo, più profondo, come falda di base o profonda è rappresentato dalla falda carsica circolante nel basamento carbonatico mesozoico, fortemente fratturato e carsificato; il secondo, rinvenibile nei depositi della copertura post-cretacea è costituito da una serie di falde superficiali, che si rinvencono a profondità ridotte dal piano campagna, ovunque la presenza di livelli impermeabili vada a costituire uno sbarramento a letto.

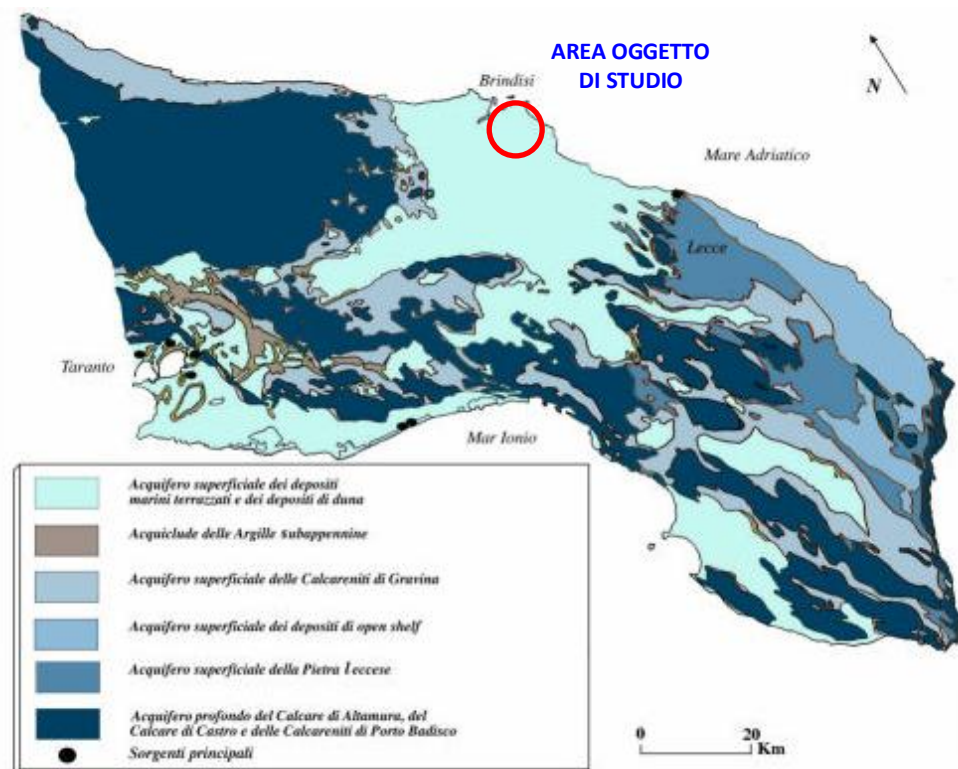


Fig. 4.1: Carta della permeabilità e delle principali manifestazioni sorgentizie costiere del Salento

Le acque dolci della falda profonda, invece, sono sostenute alla base dalle acque marine di invasione continentale, dalle quali sono separate da una fascia idrica di transizione, la zona di diffusione, caratterizzata da un rapido incremento verticale del contenuto salino; naturalmente, essendo l'equilibrio fra queste acque legato al carico idraulico delle acque dolci, lo spessore di queste ultime si riduce man mano che ci si avvicina alla linea di costa, fino ad annullarsi completamente.

Nell'ambito della falda profonda sono inoltre individuabili tre distinte unità idrogeologiche; la garganica, la murgiana e la salentina. In particolare, queste ultime due sono in contiguità laterale tra di loro

lungo l'allineamento Taranto-Brindisi attraverso il quale, in virtù dei differenti carichi idraulici, si concretizza un forte sversamento di acque sotterranee dall'unità murgiana in quella salentina; nell'unità idrogeologica murgiana, infatti, si riscontrano sempre carichi idraulici molto alti, anche oltre i 50 metri, ed una circolazione prevalentemente in pressione, mentre in tutto il Salento si hanno carichi modesti, mai superiori ai 4 metri, con una circolazione usualmente a pelo libero.

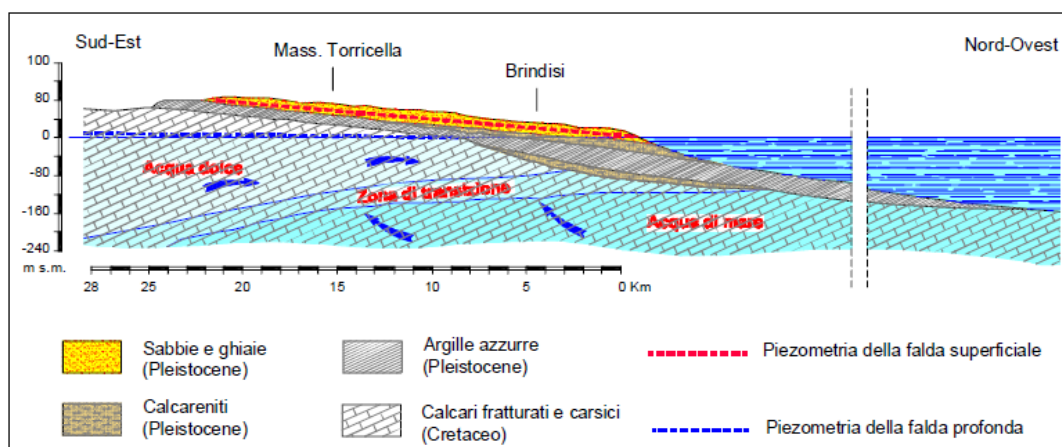


Fig. 4.2: Sezione idrogeologica schematica della Piana di Brindisi

#### 4.2 LINEAMENTI IDROGRAFICI ED IDROGEOLOGICI DELL'AREA INDAGATA

L'area indagata rappresenta la zona centro-settentrionale della "Piana di Brindisi" il cui assetto stratigrafico e le cui caratteristiche litologiche ne condizionano la circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Il fenomeno carsico, i caratteri di permeabilità delle formazioni presenti nonché quelle delle precipitazioni meteoriche non favoriscono il regolare deflusso delle acque di origine meteorica verso il mare per via superficiale, portando ad un modesto sviluppo della rete idrografica caratterizzata nell'area indagata, come da Carta Idrogeomorfologica della Puglia estratta dal sito internet dell'Autorità di Bacino della Puglia <http://www.adb.puglia.it> riportata nella pagine seguente, dal Canale Fiume Grande da cui l'area in oggetto dista oltre 300 mt, il tutto a vantaggio di un più accentuato afflusso al sistema idrico sotterraneo, le cui proprietà geometriche ed idrogeologiche costituiscono, di norma, un sistema idrico discontinuo.



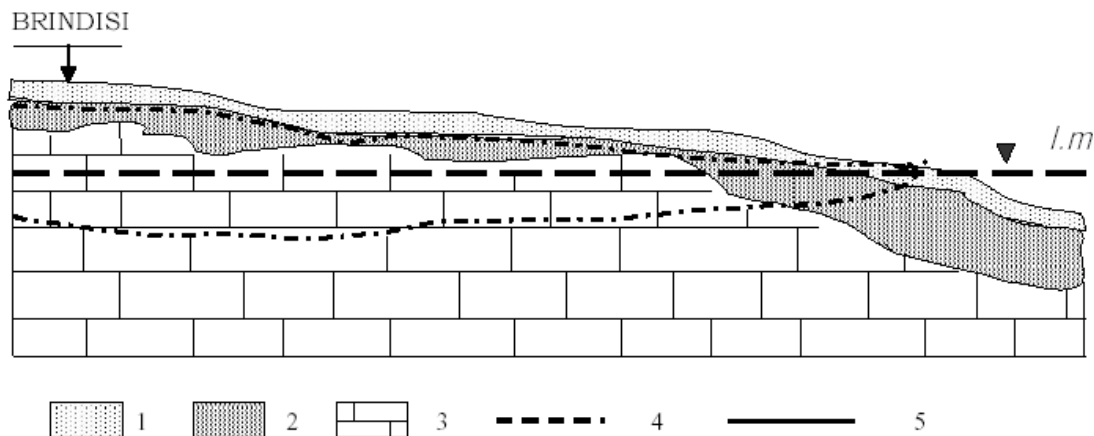


Fig. 4.3: Schizzo mostrante la situazione delle falde superficiali e profonde

1 – Sabbie più o meno limose, talora debolmente cementate; 2 – Calcareni biancastre tipo panchina; 3 – Calcarei e dolomie permeabili per fessurazione e carsismo; 4 – Traccia della superficie freatica della falda superficiale e profonda; 5 – Livello medio del mare

In relazione alla litologia e quindi a seconda delle loro caratteristiche di permeabilità, i depositi presenti si suddividono pertanto in tre gruppi:

- impermeabili** a cui appartengono i terreni affioranti costituiti da argille e limi, presenti seppur fino a modeste profondità, in maniera quasi omogenea su tutto il territorio comunale ed in particolar modo in quello indagato (coefficiente di permeabilità compreso tra  $10^{-7} \div 10^{-9}$  cm/s);
- permeabili per porosità** a cui appartengono i terreni più superficiali quali le sabbie, i limi e i depositi calcarenitici, il cui grado di permeabilità aumenta all'aumentare della componente sabbiosa costituente il deposito e rappresentano i depositi utilizzati per lo smaltimento delle acque meteoriche (coefficiente di permeabilità compreso tra  $1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-6}$  cm/s);
- permeabili per fessurazione**, a cui appartengono le rocce permeabili del complesso carbonatico, la formazione mesozoica calcarea che, costituente l'acquifero sotterraneo, è caratterizzato dalla presenza di fratture, piani di stratificazione e condotti carsici dovuti all'allargamento di fratture e giunti di strato che conferiscono al deposito in oggetto un'elevata permeabilità che varia sia verticalmente che lateralmente al variare della natura litologica ed al relativo grado di carnificazione (coefficiente di permeabilità compreso tra  $10^{-1} \div 10^{-2}$  cm/sec).

In virtù dei caratteri geologico-strutturali e litostratigrafici la zona oggetto di studio ospita due ben distinti ambienti idrogeologici tra loro separati da un orizzonte impermeabile (formazione argillosa calabriana altrimenti dette argille subappenniniche).

Il primo, primo di modesta portata, presente nei "Depositi marini terrazzati" calcarenitico-sabbiosi in cui ha sede una falda idrica, localmente indicata come falda superficiale, che non sempre rinvenibile circola a pelo libero ad una profondità compresa tra 4,00 ÷ 4,50 mt dal p.c. (Fig. 4.3), e il secondo di portata più consistente rinvenibile nell'ammasso carbonatico sede di una falda definita profonda, ad una profondità compresa tra i 50 ÷ 60 mt dal p.c. mt con un carico idraulico che varia nell'area oggetto di studio fra i 4 ed i 5 mt s.l.m.m. (Fig. 4.4).

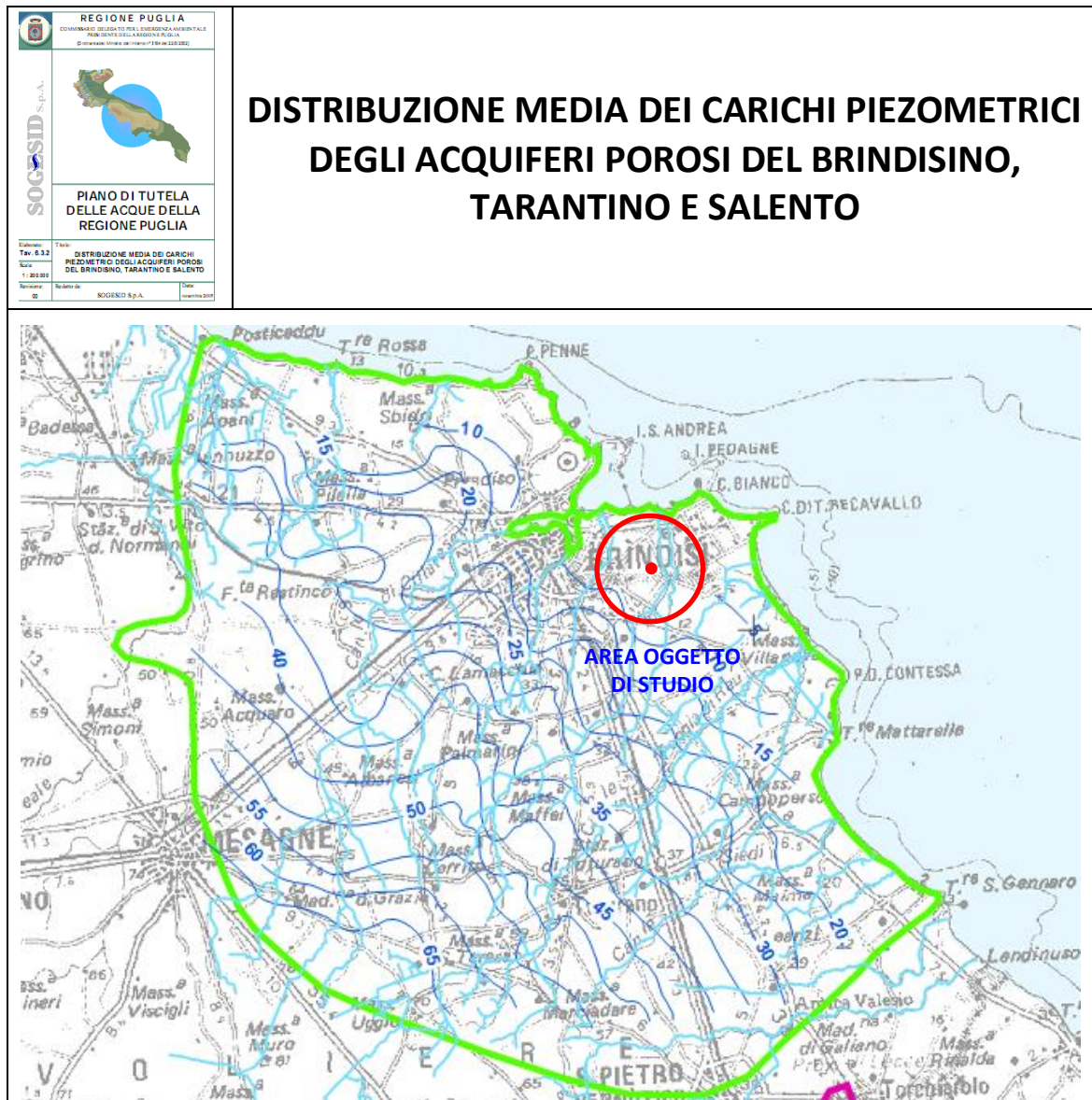


Fig. 4.3: Estratto TAV. 6.3.2 allegata al Piano di tutela delle acque della Regione Puglia (isofreatiche dell'acquifero superficiale - PTA, 2005)

## **5. PERICOLOSITA' GEOLOGICHE, ASSETTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO**

Al fine di effettuare una valutazione complessiva della pericolosità geomorfologia, idraulica e del rischio, è stata effettuata:

1. l'analisi della cartografia allegata al Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia in cui l'Autorità di Bacino ha individuato le aree esposte a pericolosità geomorfologia e idraulica e pertanto a rischio, di cui allo stralcio riportato nella **TAV. I 04**, estratto dal sito internet dell'Autorità di Bacino della Puglia <http://www.adb.puglia.it>;
2. l'analisi della Carta Idrogeomorfologica allegata al Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia in cui l'Autorità di Bacino, al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, ha individuato il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità, di cui allo stralcio riportato **TAV. I 05**.

Dall'analisi di cui ai punti precedenti si evince come l'area interessata dall'intervento progettuale **NON** è individuata come area a pericolosità idraulica o geomorfologica e tantomeno ricade a meno di 75 mt da tratti di reticolo idrografico pertanto, secondo tale analisi, *sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio.*

## **6. VERIFICA DI COMPATIBILITA' CON IL PIANO PAESAGGISTICO TERRITORIALE REGIONALE (PPTR)**

Facendo riferimento al nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) approvato dalla Regione Puglia con delibera n. 176 del 16 febbraio 2015, è stata preventivamente effettuata una verifica circa l'identificazione della presenza di eventuale tutele ambientali e paesaggistiche, riscontrando che, come da **TAV. I 04 BIS**, tratta dal WebGis del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (<http://www.paesaggio.regione.puglia.it>), sul sito in esame non risultano vincoli tali da inibire l'opera in oggetto.

## **7. CARATTERISTICHE PROGETTUALI DELL'IMPIANTO**

Le acque meteoriche di dilavamento sono, per definizione, quelle acque originate dal lavaggio di superfici pavimentate di pertinenza di insediamenti produttivi, aree commerciali, strade, parcheggi, ecc.

Esse venendo a contatto con le sostanze rilasciate su tali superfici, per esigenze produttive, cause accidentali o altro, finiscono per inquinarsi e pertanto necessitano di appropriati trattamenti.

Numerosi studi sui fenomeni meteorici hanno tuttavia dimostrato che la forza dilavante è elevata solo nei primi minuti e quindi nei primi mm di pioggia precipitata, diventa pressoché nulla con il passare dei minuti avendo i primi mm di pioggia abbondantemente "lavato" le superfici.

Il sistema idraulico di raccolta, trattamento e smaltimento delle meteoriche di dilavamento e di prima pioggia dovrà prevedere il convogliamento delle acque piovane, tramite opportuni dispositivi, dalle superfici esposte (coperture e piazzali aziendali) all'impianto di trattamento e da questo al corpo recettore.

I criteri di progettazione alla base del dimensionamento del sistema idraulico di seguito riportato sono principalmente due:

1. criterio di natura climatologica: consistente nella determinazione dell'altezza di pioggia di progetto e della durata dell'evento più sfavorevole da considerare;
2. criterio geometrico: consistente nell'identificazione delle aree di influenza e nel dimensionamento della rete di deflusso delle acque.

Come riportato in premessa, nel caso di specie, a dispetto dei processi produttivi, dei relativi impianti tecnologici e quindi dei reali impatti sulla contaminazione delle aree di dilavamento che possono essere considerati irrilevanti, l'attività in oggetto è identificata al punto **"m. Depositi di rifiuti, centri di raccolta e/o gestione e trasformazione degli stessi"** di cui al comma 2 dell'art. 8, pertanto si applicano le prescrizioni di cui al Capo II art. 10 "Disciplina e trattamento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne" per le quali (comma 1) *"le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, provenienti dalle superfici e pertinenze di edifici, installazioni e/o attività di cui all'art. 8 della presente disciplina, sono sottoposte, entro 48 ore dal termine dell'evento meteorico, ad un trattamento depurativo appropriato in loco da conseguire:*

*a. Il rispetto dei valori limite di emissione previsti dalla Tabella 3, di cui all'allegato 5 alla Parte Terza del D.lgs. 152/06 e ss. mm. ed ii., per le immissioni in fogna nera e gli scarichi nelle acque superficiali, compresi i corpi idrici artificiali.*

Le acque di dilavamento successive a quelle di prima pioggia (comma 4), che provengono dalle superfici e pertinenze di edifici, installazioni e/o attività di cui all'art. 8 della presente disciplina e che non recapitano in fognatura separata, dovranno essere sottoposte, prima del loro versamento, ad un trattamento di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione.

Qualora il dilavamento di sostanze pericolose dalle superfici scoperte di edifici, installazioni e/o attività di cui all'art. 8 della presente disciplina, non si esaurisce con le acque di prima pioggia, bensì si protrae

nell'arco di tempo dell'evento meteorico, anche le acque di seconda pioggia sono sottoposte alla stessa disciplina delle acque di prima pioggia (comma 5).

Sulla scorta delle prescrizioni normative si dovrà pertanto procedere alla realizzazione di un sistema di trattamento che, progettati sulla scorta delle prescrizioni tecniche imposte dal R.R. del 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia", dovranno essere tali da garantire:

- a. il trattamento di volumi di acqua relativi alla portata di piena calcolata con un tempo di ritorno non inferiore a 5 anni;
- b. la tenuta stagna, la resistenza statica ed alle spinte del terreno;
- c. la sicurezza per le operazioni di controllo e di svuotamento periodico;
- d. la non interferenza con i manufatti esistenti.

## 7.1 STUDIO DEL REGIME PLUVIOMETRICO

Nella progettazione di opere idrauliche orientate al controllo delle portate di piena, è prioritariamente indispensabile procedere alla stima della portata massima prevedibile che le solleciterà nel corso della loro vita prevista.

La portata, originata dalle precipitazioni meteoriche, dipenderà dalle caratteristiche molto variabili, sia nel tempo che nello spazio, delle trasformazioni che l'acqua subisce durante il suo ciclo idrologico. In siffatte condizioni, è praticamente impossibile calcolare la massima portata prevedibile in senso deterministico e bisognerà, quindi, affrontare il problema nel solo modo possibile, e cioè in termini probabilistici. Significa, cioè, che la portata di piena va considerata come una variabile casuale, la quale, conseguentemente, dovrà essere stimata relativamente ad un livello di probabilità che essa ha di non essere superata o, meglio ancora, relativamente ad un periodo di tempo (**detto tempo di ritorno**) che intercorre, in media, tra due eventi in cui il valore di tale portata viene superato.

Premesso quanto sopra, a seconda del tipo di informazioni di cui si dispone, è possibile affrontare il problema secondo due alternative:

1. stima della portata di piena di progetto attraverso l'analisi probabilistica (METODO ANALITICO) preliminare delle precipitazioni nel bacino idrografico interessato e la simulazione conseguente del processo della loro trasformazione in deflussi.
2. assumendo in via cautelativa valori di precipitazione critici prestabiliti

Nel caso di specie per lo studio del regime pluviometrico per la determinazione delle altezze critiche di precipitazione ed il calcolo della portata di piena con un tempo di ritorno non inferiore a 5 anni (come prescritto dalla normativa vigente), si è seguiti la prima opzione, determinando le curve di possibilità pluviometrica, considerando le procedure individuate dal CNR-GNDICI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle



Catastrofi Idrogeologiche) nell'ambito del progetto VAPI (Valutazione delle Piene) e contenute nel Rapporto Sintetico (Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale).

## 7.2 ANALISI DELLA PIOVOSITÀ CRITICA (METODO VAPI)

L'analisi della piovosità critica a livello di bacino è stata condotta determinando le curve di possibilità pluviometrica, considerando le procedure individuate dal CNR-GNDCI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) nell'ambito del progetto VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) e contenute nel Rapporto Sintetico delle Analisi regionali dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale.

**Consiglio Nazionale delle Ricerche**

**Gruppo Nazionale Per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche**

**PROGETTO SPECIALE VAPI**

**VAPI**  
Valutazione delle portate in Italia

**Compartimenti Italiani:**

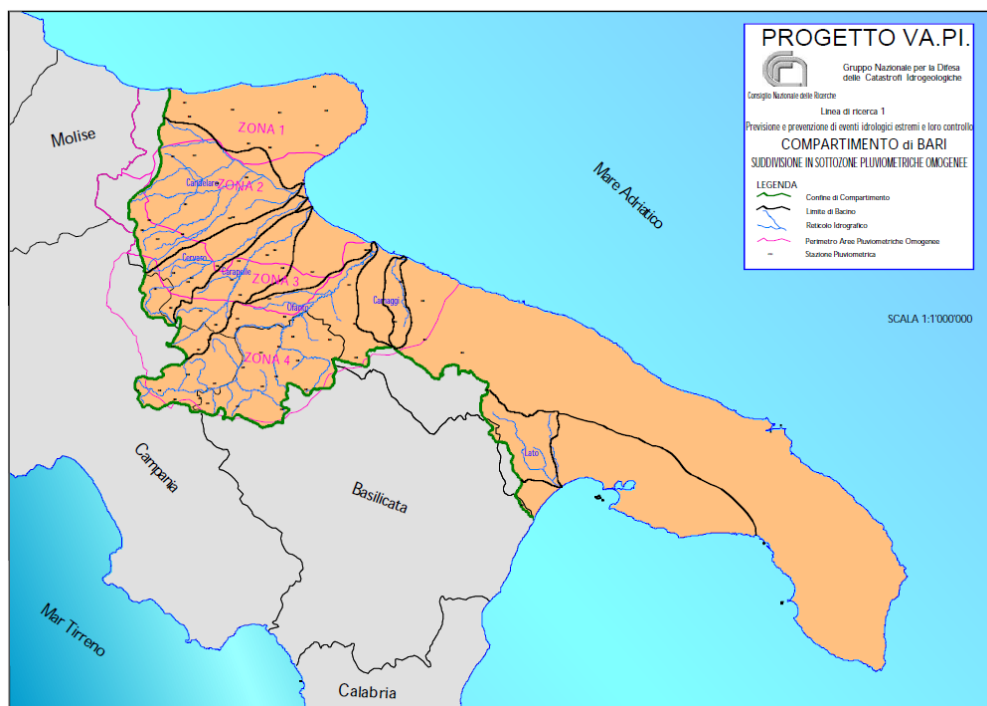
- [Torino, Milano, Genova](#)
- [Bolzano, Venezia](#)
- [Bologna, Ancona, Pisa](#)
- [Roma, Pescara](#)
- [Napoli](#)
- [Bari](#)
- [Basilicata](#)
- [Catanzaro](#)
- [Palermo](#)
- [Cagliari](#)

Per accedere ai singoli rapporti regionali selezionare la regione di interesse sulla carta d'Italia o sull'elenco a destra

Facendo riferimento a quest'ultimo, l'analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 ora e 1 giorno è stata effettuata per il territorio della Puglia centro-meridionale ad integrazione di quanto effettuato in Puglia settentrionale da Claps et al., (1994).

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987). Per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello si è fatto ricorso al metodo Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Liritano, 1994).

I risultati hanno evidenziato (Castorani e Iacobellis, 2001) per l'area esaminata la consistenza di zona unica di primo e secondo livello. L'intero territorio di competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta quindi diviso, al primo e secondo livello, in due sottozone. La prima (Claps et al, 1994) comprende la Capitanata, il Sub-appennino dauno, il Gargano e l'Alta Murgia, la seconda include la restante parte del Tavoliere e della Murgia e la Penisola Salentina. L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione, oltre alle quattro zone omogenee in Claps et al. (1994), di altre due zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.



*Rappresentazione delle zone di primo livello studio VAPI 1999*

I dati pluviometrici utilizzati per le elaborazioni sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del Compartimento di Bari del S.I.M.N., le cui stazioni costituiscono una rete di misura con buona densità territoriale.

Le osservazioni pluviometriche interessano il periodo dal 1932 al 1994 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni giornaliere

ed orarie. Si è potuto disporre di serie variabili da un minimo di 19 dati ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, appartenenti alla Puglia centro-meridionale.

L'analisi condotta sulle piogge giornaliere, consente di accogliere l'ipotesi che le 66 stazioni appartengano ad una zona unica, al primo livello, entro la quale si possono ritenere costanti i valori teorici dei parametri  $\Theta^*$  e  $\Lambda^*$ . La stima, ottenuta utilizzando la procedura iterativa standard (Claps et al 1994), ha fornito i seguenti risultati:

$$\Theta^* = 2.121$$

$$\Lambda^* = 0.351$$

Anche nella procedura operata al 2° livello di regionalizzazione, la verifica dell'ipotesi di unica zona omogenea ha condotto ad un risultato positivo con valore costante di  $\Lambda_1$ .

Di seguito, in Tabella 3, sono riepilogati i risultati ottenuti in tutta la regione:

| Zona                      | $\Lambda^*$ | $\Theta^*$ | $\Lambda_1$ |
|---------------------------|-------------|------------|-------------|
| Puglia Settentrionale     | 0.772       | 2.351      | 44.63       |
| Puglia Centro-meridionale | 0.353       | 2.121      | 17.55       |

Tabella 3a. Parametri regionali TCEV di 1 e 2 livello.

| Zona                      | Ca   | $\sigma_2$ (Ca) | Cv   | $\sigma_2$ (Cv) |
|---------------------------|------|-----------------|------|-----------------|
| Puglia Settentrionale     | 1.66 | 0.52            | 1.31 | 0.554           |
| Puglia Centro-meridionale | 1.31 | 0.50            | 0.45 | 0.007           |

Tabella 3b. Asimmetria (Ca) e coefficiente di variazione (Cv) osservati.

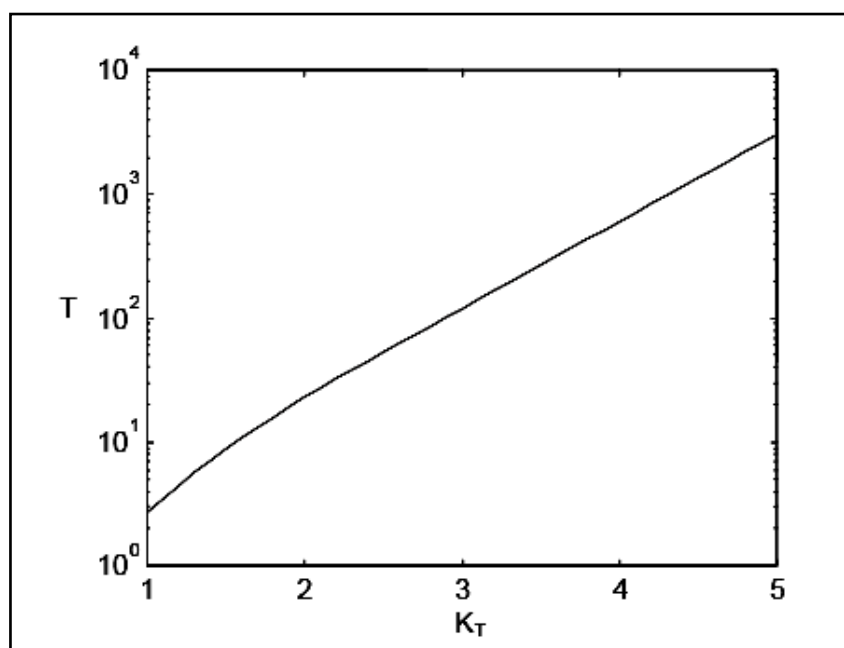
L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e al secondo livello di regionalizzazione è finalizzata alla determinazione delle curve regionali di crescita della grandezza in esame. In particolare per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge TCEV (CV e G), è utile rappresentare la legge  $F(X_t)$  della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata  $X_t$  come prodotto tra il suo valore medio  $\mu(X_t)$  ed una quantità  $K_{t,T}$ , detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T e della durata t, definito dal rapporto:

$$K_{t,T} = X_{t,T} / \mu(X_t) \quad (1)$$

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto (1) corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della TCEV.

La dipendenza del fattore di crescita con la durata si può ritenere trascurabile; infatti, calcolando sulle stazioni disponibili le medie pesate dei coefficienti di asimmetria,  $Ca$ , e dei coefficienti di variazione,  $Cv$ , alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria. L'indipendenza dalla durata di  $K_t, T$  (nel seguito indicato con  $KT$ ), autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

In base ai valori regionali dei parametri  $\Theta^*$ ,  $\Lambda^*$  e  $\Lambda_1$ , si ottiene la curva di crescita per la zona della Puglia centro – meridionale riportata nella figura seguente.



*Curva di crescita per la Puglia centro – meridionale*

Il valore di  $KT$  può essere calcolato in funzione di  $T$  attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

$$KT = a + b \ln T \quad (2)$$

in cui :

$$a = (\Theta^* \ln \Lambda^* + \ln \Lambda_1) / \eta; \quad b = \Theta^* / \eta$$

$$\eta = \ln \Lambda_1 + C - T_0$$

$$C = 0.5772, \text{ (costante di Eulero)}$$

$$T_0 = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-1)^i \cdot \lambda^i}{i!} \cdot \Gamma\left(\frac{i}{\theta_*}\right)$$

Nella Tabella sono riportati i valori dei parametri a e b, e i relativi valori  $\eta$  e  $T_0$ , che consentono di determinare nella forma (2) le leggi di crescita relative all'area in esame:

| Zona omogenea             | a      | b      | $T_0$  | $\eta$ |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Puglia centro-meridionale | 0.1599 | 0.5166 | 0.6631 | 4.1053 |

*Parametri dell'espressione asintotica (2).*

Va tuttavia osservato che l'uso di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per  $T < 50$  anni e superiori al 5% per  $T < 100$  anni.

Per semplificare la valutazione del fattore di crescita, nella Tabella sono riportati, i valori di  $K_T$  relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale.

| T (anni) | 5    | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 100  | 200  | 500  | 1000 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $K_T$    | 1,26 | 1,53 | 1,82 | 2,00 | 2,13 | 2,23 | 2,57 | 2,90 | 3,38 | 3,73 |

*Tabella- Valori del coefficiente di crescita  $K_T$  per la Puglia Centro-Meridionale.*

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio  $\mu(X_t)$  dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata  $t$  alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_t) = a t^n \quad (3)$$

essendo  $a$  ed  $n$  due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica.

Nell'area della Puglia settentrionale, il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera  $\mu(X_g)$  e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori  $\mu(X_g)$  e le quote sul mare  $h$ :

$$\mu(X_g) = C h + D \quad (4)$$

in cui  $C$  e  $D$  sono parametri che dipendono dall'area omogenea.

Lo studio condotto nell'area centro-meridionale della Puglia, ha condotto alla individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota s.l.m. per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese-Murgia centrale, e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale.

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per l'area in esame, viene generalizzata nella forma:

$$\mu(X_t) = at(Ch + D + \log \alpha - \log a) / \log 24$$

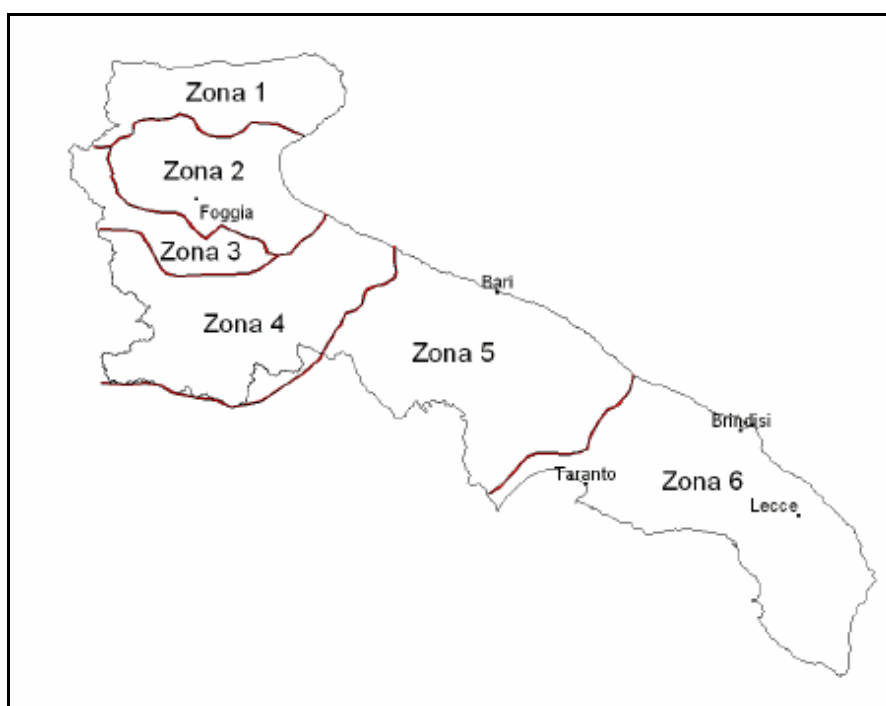
in cui  $a$  è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di  $\mu(X_1)$  relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea;  $\alpha = x_g/x_{24}$  è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari 6 numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente  $\alpha$  è praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89;  $C$  e  $D$  sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare.

Per le due zone individuate i valori dei parametri sono riportati in Tabella.

| Zona | $\alpha$ | $a$  | $C$    | $D$    | $N$ |
|------|----------|------|--------|--------|-----|
| 5    | 0.89     | 28.2 | 0.0002 | 4.0837 | -   |
| 6    | 0.89     | 33.7 | 0.0022 | 4.1223 | -   |

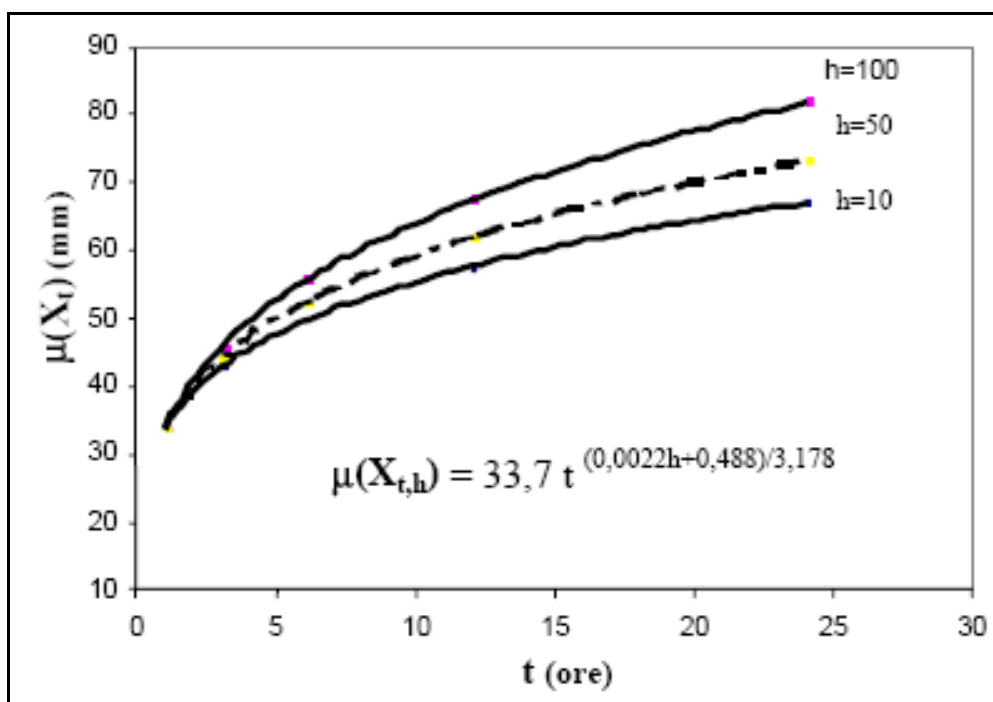
Tabella - Parametri delle curve di 3° livello.

Nelle seguenti figure sono rappresentate le curve di possibilità climatica, nelle due zone omogenee (5 e 6) individuate dallo studio nell'area centro meridionale della regione.



Zone omogenee, 3° livello.





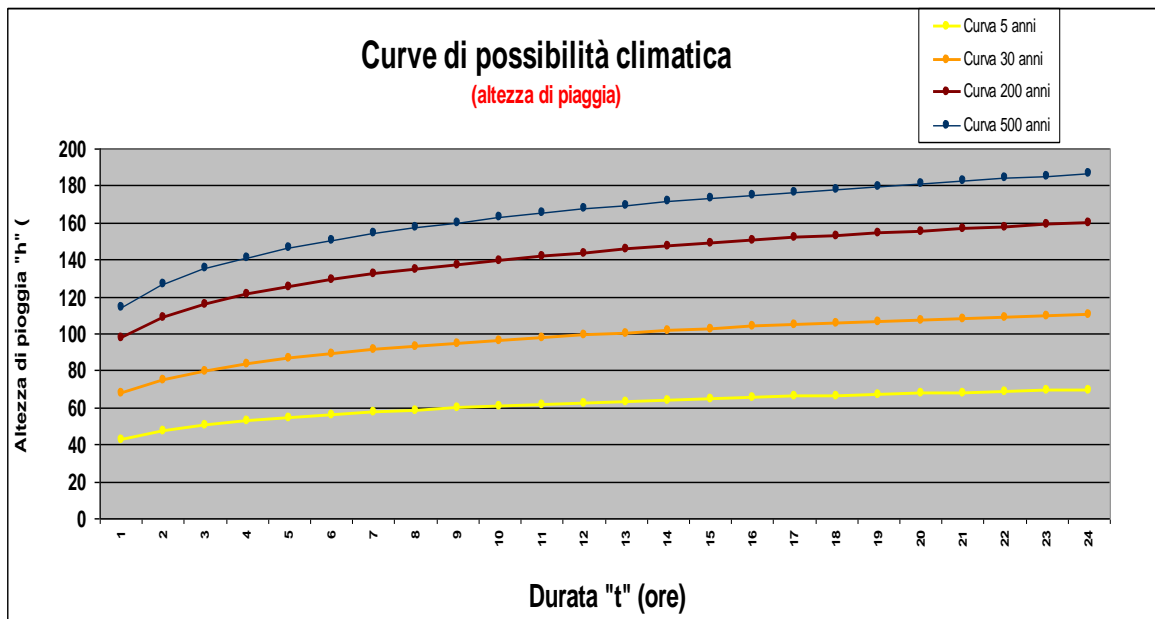
Curva di probabilità pluviometrica, Zona 6 (Penisola salentina).

In aderenza a tale metodologia sono state pertanto determinate le altezze di pioggia attese con diversi tempi di ritorno, nello specifico 5, 10, 30, 50, 100 e 200 anni. La zona climatica in cui è compresa l'area di studio è quella "sei". Per lo sviluppo del calcolo è stata considerata una altitudine media del bacino idrografico di riferimento pari a 0 metri s.l.m, mentre i coefficienti di crescita sono stati considerati pari a 1,20 ( $Tr = 5$  anni), 1,35 ( $Tr = 10$  anni), 2 ( $Tr = 30$  anni), 2,18 ( $Tr = 50$  anni), 2,53 ( $Tr = 100$  anni), 2,9 ( $Tr = 200$  anni).

I valori delle altezze di pioggia in millimetri per le diverse durate di tempo, di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, sono riportati nella tabella e nel grafico seguente ed esplicitati nel grafico seguente.

| Durata di pioggia "t" (h) | Altezza di pioggia "h" (mm) | $Kt_{(5 \text{ anni})}$ | $Kt_{(30 \text{ anni})}$ | $Kt_{(200 \text{ anni})}$ | $Kt_{(500 \text{ anni})}$ | $h_5$ (mm)   | $h_{30}$ (mm) |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|---------------|
| 1                         | 33,70                       | 1,26                    | 2                        | 2,9                       | 3,38                      | <b>42,46</b> | 67,40         |
| 2                         | 37,52                       | 1,26                    | 2                        | 2,9                       | 3,38                      | 47,28        | 75,04         |
| 5                         | 43,24                       | 1,26                    | 2                        | 2,9                       | 3,38                      | 54,49        | 86,49         |
| 10                        | 48,15                       | 1,26                    | 2                        | 2,9                       | 3,38                      | 60,67        | 96,29         |

Valori delle altezze di pioggia, per definita durata, in funzione del tempo di ritorno ( $Tr$ ) dell'evento.



Curve di possibilità pluviometrica in funzione del tempo di ritorno (Tr) dell'evento (5, 30, 50, 100, 200, 500 anni).

In virtù di quanto sopra, ai fini delle valutazioni delle portate massime di acqua meteorica che potrebbero affluire in seguito ad eventi piovosi particolarmente eccezionali, alle griglie di raccolta dei diversi punti di immissione, si dovrà prendere in considerazione l'altezza critica di pioggia ( $h_c$ ) relativa ad un evento piovoso di durata di 1 ora con un Tempo di ritorno di 5 anni pari ad a **42,46 mm**.

### 7.3 CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA

Considerando, come da **TAVOLA 03.AM Planimetria acque meteoriche**, una superficie scolante di **mq 3.667,17** ci si calcola la massima portata scolante dal bacino considerato, nella sezione di chiusura dello stesso, ovvero nell'ultima sezione del collettore di raccolta delle acque, subito a monte dell'impianto di trattamento e smaltimento, attraverso la seguente formula:

$$Q_{\max} = H_{\max} \times S \times C$$

Dove:

$Q_{\max}$  ( $m^3/s$ ) = portata di massima piena al colmo per un dato tempo di ritorno;

C = coefficiente di afflusso, variabile da 0 a 1 (considerato a titolo del tutto cautelativo pari a 0,85 per la pavimentazione in manto bituminoso frammisto ad inerti medio-grossolani);

S ( $m^2$ ) = area del bacino;

$H_{\max}$  (mm) = altezza di precipitazione di durata oraria riferita ad un tempo di ritorno  $Tr = 5$  anni (nel nostro caso  $H_{\max} = 42,46$  mm); nei calcoli successivi si considererà, a maggior cautela, un  $H_{\max} = 43,00$  mm;

Pertanto, sostituendo i valori si ottiene:

$$Q_{\max} = 42,46 \times 10^{-3} \times 3.667,17 \times 0,85 = 132,35 \text{ mc/h} = 2,21 \text{ mc/h} = \mathbf{36,76 \text{ l/sec}}$$

## 8. CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEI TERRENI INTERESSATI

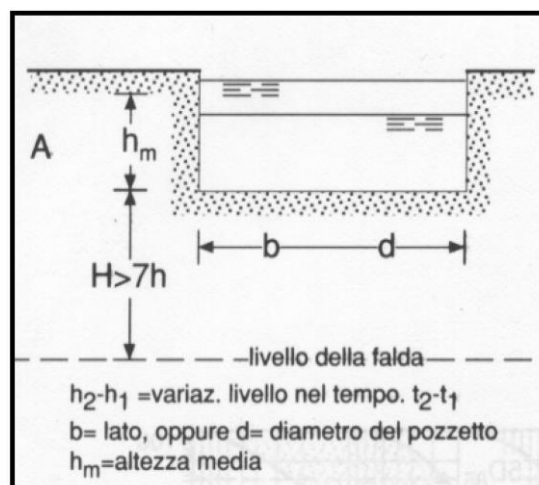
### 8.1 PROVA DI PERMEABILITÀ IN SITO

Per ricavare il coefficiente di permeabilità dei depositi più superficiali nel sito interessato dall'intervento progettuale, si è fatto riferimento alle risultanze di una prova di permeabilità in pozzetto tipo Lefranc a carico variabile condotta secondo le prescrizioni **AGI-Roma 1977** (*Raccomandazioni e prescrizioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*) eseguita in area adiacente di proprietà della stessa SIR S.r.l.

Le prove di permeabilità Lefranc si distinguono in prove a carico costante e prove a carico variabile a seconda delle modalità esecutive e delle caratteristiche granulometriche e tessiturali del terreno. In genere la prova a carico variabile è realizzata dove l'assorbimento dei terreni appare scarso.

Nella prova a carico variabile è misurata la velocità di riequilibrio del livello idrico dopo averlo alterato mediante immissione (generalmente fino a piano campagna) di acqua nel pozzetto. Le prove a carico variabile si eseguono misurando la velocità di abbassamento in funzione del tempo, al fine di ottenere il coefficiente di permeabilità  $k$  espresso in cm/s (o in m/s).

Nel caso di specie, la prova è stata eseguita realizzando un pozzetto cubico di lato pari a 100 cm e riempito fino al p.c. di acqua limpida.



Trovandoci in assenza di falda, la prova è stata eseguita saturando preventivamente il terreno da provare.

Nella prova si è misurata la velocità di riequilibrio del livello idrico dopo averlo alterato mediante immissione (fino a piano campagna) di acqua in foro. La prova è consistita nell'eseguire alcune letture di livello dell'acqua in foro ( $h$ ) a frequenti intervalli di tempo ( $t$ ) annotando sia il livello dell'acqua sia il tempo di ciascuna lettura.

Trattandosi di prova a carico variabile in pozzetto quadrato, il coefficiente di permeabilità  $k$  è stato calcolato con la seguente equazione, raccomandata dall'Associazione Geotecnica Italiana (1977):

$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot h_m}{b}\right)}{\left(\frac{27 \cdot h_m}{b}\right) + 3}$$

dove:

k = coefficiente di permeabilità (m/s)

b = lato del pozzetto a base quadrata = 1,00 m

$h_m$  = altezza media dell'acqua nel pozzetto durante la prova a carico variabile = 0,65 m

$h_1, h_2$  = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al fondo del foro stesso agli istanti  $t_1$  e  $t_2$

$t_1, t_2$  = tempi ai quali si misurano  $h_1$  e  $h_2$  (sec)

I coefficienti di permeabilità risultanti corrispondono a terreni aventi una permeabilità k medio pari a

$$K = 6,7 \text{ E-05 m/s}$$

che in relazione a dati da letteratura esistente e riportati nella tabella seguente:

| Grado di permeabilità | Valori di K (m/s)   |
|-----------------------|---------------------|
| Alto                  | $>10^{-3}$          |
| Medio                 | $10^{-3} - 10^{-5}$ |
| Basso                 | $10^{-5} - 10^{-7}$ |
| Molto basso           | $10^{-7} - 10^{-9}$ |
| Impermeabile          | $<10^{-9}$          |

indicano valori di BASSA permeabilità.

Il valore del coefficiente di permeabilità è coerente con la situazione stratigrafica dei primi due metri di spessore a partire dal piano campagna, ossia relativa:

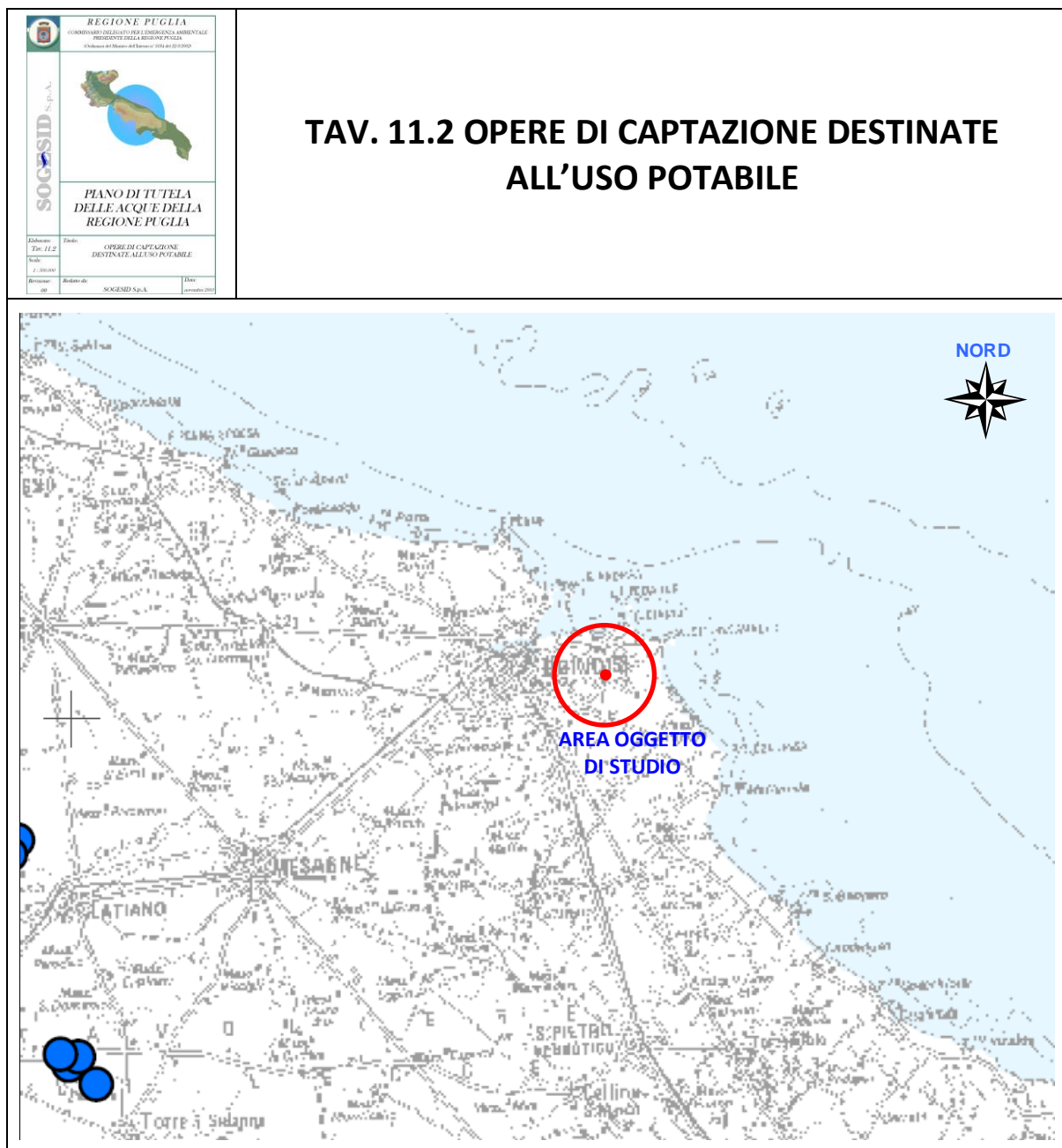
| PROFONDITA' (mt dal p.c.) |      | LITOLOGIA  |
|---------------------------|------|--|
| DA                        | A    |  |
| 0,00                      | 0,50 | Sottofondazione in misto granulare calcareo (ove presente)/terreno vegetale  |
| 0,50                      | 0,80 | Terreno vegetale   |
| 0,80                      | 2,50 | Depositi limo-sabbiosi da mediamente consistente a consistente con presenza di concrezioni calcitico-evaporitiche e sabbie e noduli arenacei |

## **9. OPERA DI RESTITUZIONE/SMALTIMENTO**

Sulla base delle caratteristiche geolitologiche, stratigrafiche, idrografiche, idrogeologiche dell'area, lo smaltimento delle acque di dilavamento rivenienti da coperture, canalette, grondaie, superfici esterne e piazzali dell'impianto in oggetto, preventivamente trattate potrà avvenire mediante infiltrazione negli strati superficiali del suolo, attraverso l'adozione di un **bacino/trincea drenante** che adeguatamente progettato in relazione alla capacità di assorbimento del terreno interessato, dimensionata per volumi di acqua relativi alla portata di piena calcolata con un tempo di ritorno non inferiore a 5 anni rivenienti dall'analisi statistico-logica di cui al capitolo 8, nel pieno rispetto della normativa vigente.

## 10. VERIFICA PRESENZA DI POZZI

Come si evince dalla Tav. 11.2 “Opere di captazione destinate all’uso potabile” allegata al Piano di Tutela delle Acque di cui si riporta lo stralcio, l’area interessata dal riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento finalizzato alle necessità irrigue per un raggio di oltre 10 km non è interessata dalla presenza di opere per emungimento di acque destinate all’uso potabile.





## Legenda

^ Sorgenti utilizzate da acquedotti comunali

# Pozzi - Acquedotto Rurale Alta Murgia

### Pozzi - AQP S.p.A.

● pozzi da mantenere in esercizio

● pozzi da dismettere

Fig. 10.1 Estratto della Tav. 11.2 “Opere di captazione destinate all’uso potabile” allegata al Piano di Tutela delle Acque

Come si evince dalla Fig. 10.2 l’area circostante il punto di riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento finalizzato alle necessità irrigue rientra in zona industriale per diversi km, per cui in alcun modo vi è la possibilità della presenza di pozzi destinati al consumo umano a distanza inferiore ai 500 mt dalla stessa.

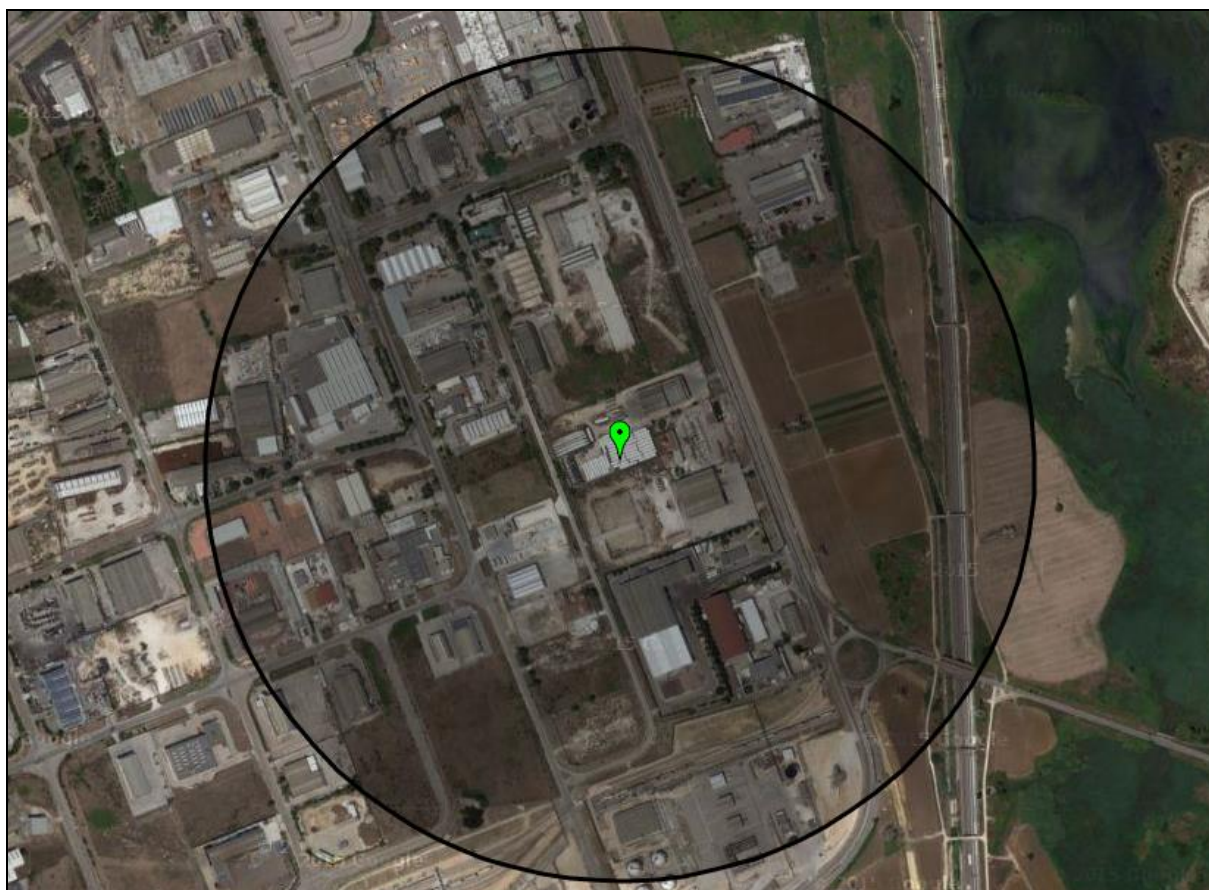


Fig. 10.2 Ortofoto identificante un’area di raggio pari a 500 km rispetto all’area oggetto di interesse

Nella Fig. 10.3 seguente è identificata una fascia avente raggio di 250,00 mt rispetto al all’area a verde che vedrà il riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento finalizzato alle necessità irrigue; dalla stessa è possibile notare come l’area sottesa da detta fascia rientrano interamente nel perimetro dello stabilimento petrolchimico, pertanto non vi è in alcun modo la possibilità della presenza di pozzi ad uso irriguo.



**Fig. 10.3** Ortofoto identificante un'area di raggio pari a 250 m rispetto all'area di riutilizzo

## 11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il Sig. Antonio Roma nato a Ceglie Messapica (BR) il 10/01/1985 (C.F. RMONTN85A10C424Q) e residente in Carovigno alla via Monte Cervino civ. 25, in qualità di Amministratore e Legale Rappresentante della **SIR S.r.l.** con sede legale in Carovigno alla P.zza XXIV Maggio civ. 15, volendo realizzare un impianto di smaltimento di rifiuti speciali non pericolosi attraverso i processi di inertizzazione/miscelazione/solidificazione di cui alle operazioni D9 e D15 riportate nell'allegato B al Titolo I della Parte Quarta del D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche ed integrazioni con potenzialità giornaliera inferiore a 50 t da ubicarsi nella zona industriale di Brindisi (in area ASI), ha affidato allo scrivente Geologo dott. Dario Fischetto, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Puglia con il N° 475 con studio in Brindisi (BR) al Corso Garibaldi civ. 27, l'incarico di redigere la presente relazione geologica-idrogeologica in adempimento al REGOLAMENTO REGIONALE 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" in attuazione dell'art. 113 del D.lgs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii., circa la realizzazione di un impianto per la **raccolta, trattamento e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia** rivenienti da coperture, canalette, grondaie, superfici esterne e piazzali dell'opificio in oggetto.

L'insieme degli studi che hanno portato alla stesura della presente relazione geologico-idrogeologica, hanno consentito quindi di avere un quadro chiaro delle caratteristiche geolitologiche, stratigrafiche, idrografiche, idrogeologiche dell'area in oggetto allo scopo di fornire i parametri tecnici a supporto delle scelte progettuali e costruttive di un sistema di trattamento, di smaltimento e di riutilizzo ove possibile delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia ricadenti sui piazzali aziendali.

Pertanto, in virtù di quanto riportato ai capitoli precedenti, si asseverare che:

- dalla verifica di compatibilità rispetto agli strumenti di pianificazione territoriale presenti, per le attività in essere l'area **non è sottoposto a vincoli** tali da inibire l'opera in progetto;
- l'area d'intervento non risulta direttamente interessata da particolari componenti di riconosciuto valore scientifico e/o di rilevante ruolo sull'assetto paesaggistico-ambientale complessivo dell'ambito di riferimento;
- dalle caratteristiche geolitologiche, stratigrafiche, idrografiche, idrogeologiche dell'area non si evidenziano, in relazione alle caratteristiche del corpo recettore, controindicazioni al riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento preventivamente trattate;
- nell'area in esame è presente una falda idrica superficiale di tipo freatica attestata nei "Depositi marini terrazzati" calcarenitico-sabbiosi che circola a pelo libero ad una profondità compresa tra 4,00 ÷ 4,50 mt dal p.c.;
- rispetto al punto di scarico delle acque meteoriche di dilavamento non vi sono opere di *derivazione di acque* e/o captazione di acque sotterranee destinate a consumo umano a distanza inferiore di 500 mt;

- rispetto all'area a verde che vedrà il riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento finalizzato alle necessità irrigue non vi sono *opere di captazione di acque sotterranee per uso irriguo* a distanza inferiore di 250 mt;
- nelle vicinanze dell'insediamento non vi sono reti fognarie atte a recapitare gli scarichi in oggetto;
- ai fini del dimensionamento delle opere di trattamento delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia si dovrà considerare, in condizioni del tutto conservative, un'altezza critica di precipitazione ( $h_{max}$ ) pari a **42,46 mm/h**.

In virtù di quanto sopra, le acque di dilavamento preventivamente trattate potranno essere smaltite **negli strati superficiali del sottosuolo** attraverso l'adozione di una trincea drenante dimensionata per un coefficiente di permeabilità pari a  **$K = 6,7 \text{ E-05 m/s}$** .

Tanto si doveva in espletamento dell'incarico affidatomi.

Brindisi, li 25.01.2015

IL TECNICO  
(Timbro e firma)

Dott. Geologo Dario FISCHETTO

