COMUNE DI COPERTINO
PROVINCIA DI LECCE

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI RECUPERO RIFIUTI INERTI NON PERICOLOSI ALL'INTERNO DELLA CAVA DI CALCARE SITA NEL COMUNE DI COPERTINO, LOCALITA' "MOLLONE" F. 60 PART. 68.

ELABORATO N°

TITOLO: **RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA ED IDROGEOLOGICA**

Data: LUGLIO 2026

GEOLOGO: dott. Luca ORLANDUCCI

PROPRIETA'
DELL'ANNA MUIA Raffaele

dott. Luca Orlanducci
via B. Realino, 14 – Lecce
fax: 0832/5731176
cell: 349/2643976

Ord Reg. Geol. n. 544

Sommario

Premessa.....3
1 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE.....6
2 · COMPATIBILITA' AI PIANI.....10
3 · DESCRIZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE.....13
4· PROVE IN SITU.....19
5 · VULNERABILITA' DELLA FALDA.....23
6 · SUCCESSIONE STRATIGRAFICA.....35
7· PARAMETRI GEOTECNICI E MODELLO GEOLOGICO.....36
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....37

Premessa

Dal sig. Raffaele Dell'Anna Muia, è stato affidato allo scrivente dott. geologo Luca Orlanducci l'incarico di redigere la presente relazione geologica, ed idrogeologica.

Questa è parte integrante del progetto per la realizzazione di un impianto di rifiuti inerti non pericolosi e relativo impianto di smaltimento delle acque di dilavamento. su di un lotto di terreno riportato in catasto al **Fº 60 part.lla 68.**

Il rilevamento geologico ha consentito di identificare i litotipi e le formazioni affioranti (cfr tav 3), a partire da tali dati, è possibile conoscere la successione stratigrafica in situ; la valutazione dei litotipi presenti nell'area, è stata quindi possibile attraverso le pareti esposte.

La disponibilità, inoltre, di informazioni relative alle stratigrafie ottenute dai pozzi per il prelievo di acqua dalla falda idrica sotterranea, ha permesso la ricostruzione idrogeologica del sottosuolo.

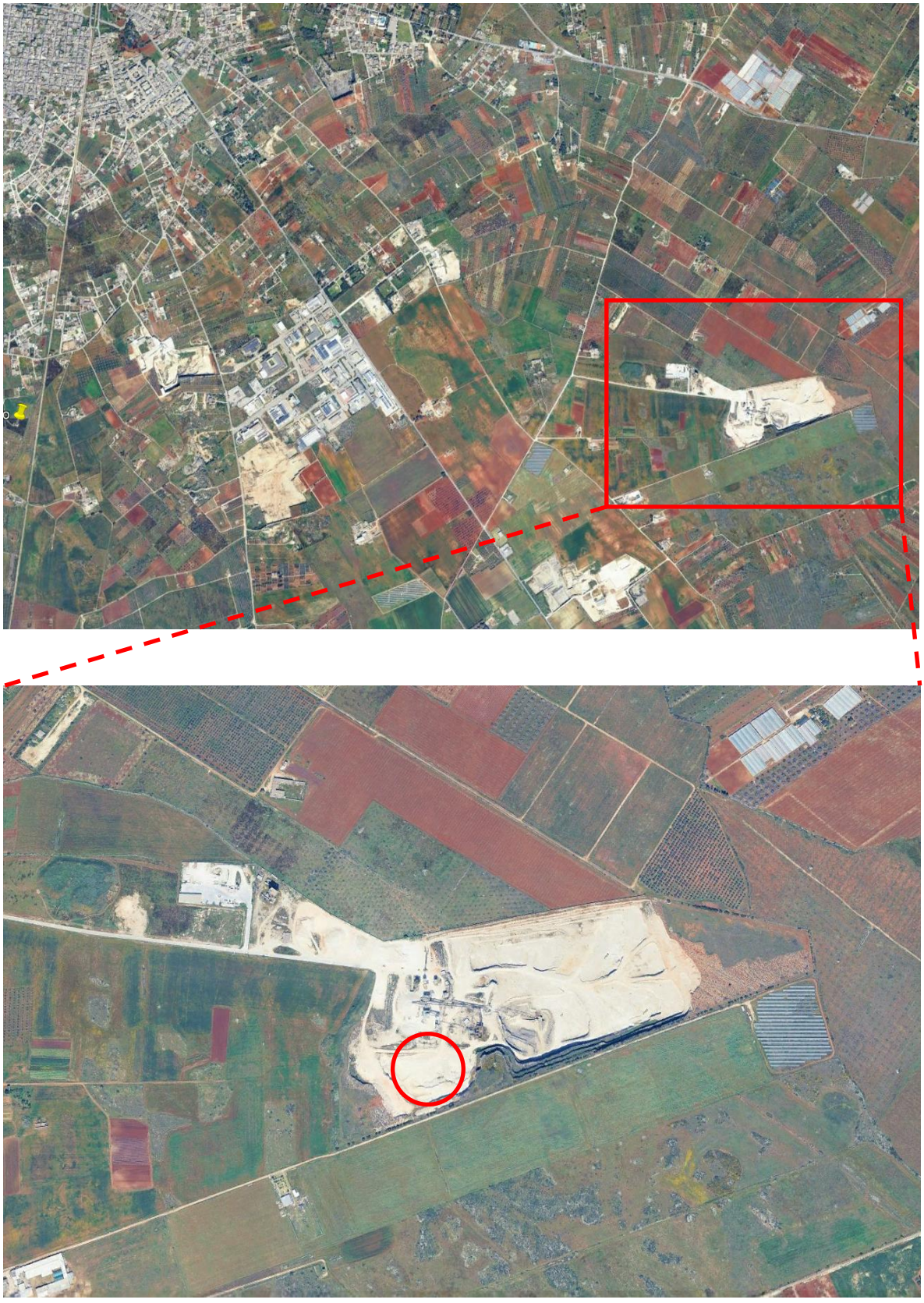
In seguito, sono stati quantificati gli apporti idrici diretti legati alle piogge insistenti sul territorio, utilizzando i valori delle precipitazioni massime registrate dalla vicina stazione pluviometrica.

Le indagini in situ hanno contemplato l'esecuzione di n° 2 pozzetti a base quadrata nell'area in cui è previsto il nuovo impianto, per la determinazione della conducibilità idraulica dei sedimenti, confermando tra l'altro la successione stratigrafica costituita da sedimenti calcarei, interessati dallo smaltimento delle acque di dilavamento mediante la realizzazione di una trincea drenante.

I dati a disposizione hanno consentito di elaborare una previsione delle massime intensità previste nei prossimi anni, in termini anche di portate massime, mediante l'ausilio di metodi statistici. Tali dati contestualmente ai valori di conducibilità idraulica misurati in situ per i sedimenti del substrato, consentono la verifica ed il dimensionamento delle opere di progetto e la compatibilità dal punto di vista idrologico dei terreni interessati dallo smaltimento delle acque meteoriche.

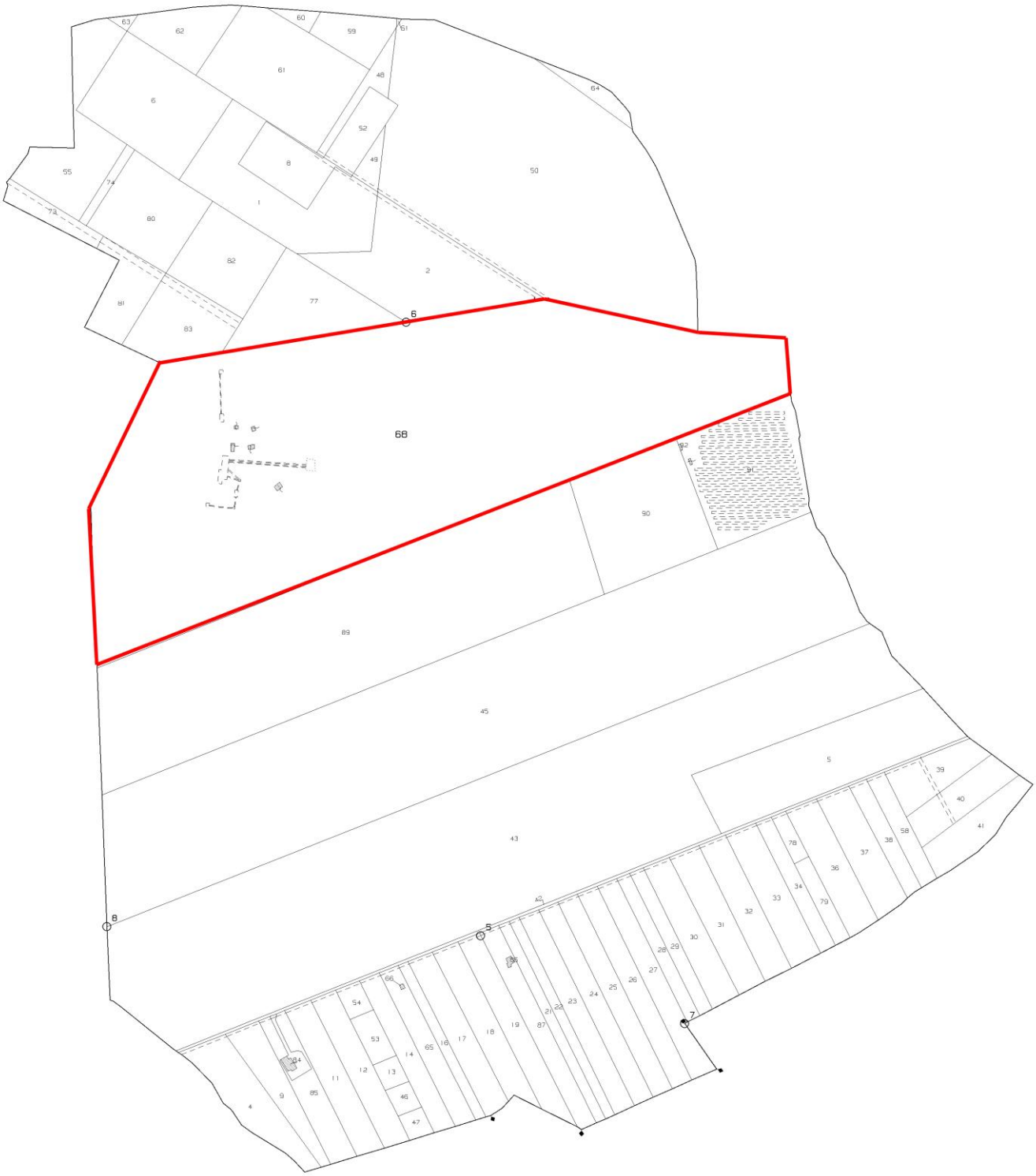
Il presente studio è stato effettuato nel rispetto della normativa vigente: D.M. 17 gennaio 2018 *"Norme tecniche per le costruzioni"*; CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., D.Lgs. n. 152/2006; Decreto 282/CD/A 21/11/2003; RR 26/2013; RR 7/2016.

TAV. 1 INQUADRAMENTO URBANISTICO



AREA INTERESSATA

Fig. 1 – ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE



1 · INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE

L'area di cava interessata dal progetto, è ubicata nell'agro del Comune di Copertino (Le) loc. "Mollone", ricade nel foglio di mappa foglio di mappa 60 p.lle 68 (*Fig. 1*).

Essa risulta ubicata a sud-est dal perimetro urbano di Copertino da cui dista all'incirca 3 km .

Il sito rientra in un distretto estrattivo per la coltivazione dei litotipi calcarei ascrivibili alla formazione geologica delle *"Dolomie di Galatina" (Cretaceo)*.

Numerose sono, infatti, le depressioni di cava, sia calcarenitiche che calcaree attive e in parte esaurite, presenti nelle vicinanze del sito.

Il sito di specifico interesse è rappresentato da un'area da tempo interessata, da coltivazione mineraria le profondità delle pareti di scavo allo stato attuale è stata spinta diverse decine di metri dal p. campagna.

L'impianto di progetto, sorgerà all'interno della cava su di un pianoro con quote di circa +33 m s.l.m.

L'area in esame presenta una morfologia sub-pianeggiante con quote altimetriche del piano campagna prossime a +52 metri s.l.m.: esse vanno progressivamente incrementandosi sino a circa +56 metri procedendo verso Est.

Da un punto di vista geologico la zona in esame risulta caratterizzata dalla presenza di un substrato calcareo-dolomitico mesozoico *(Piattaforma carbonatica apula)* localmente ricoperto, in trasgressione, da sedimenti calcarenitici del Miocene e da successivi depositi calcarenitici riferibili al Pleistocene. La ricostruzione dell'evoluzione paleogeografica dell'area in esame permette di stabilire che la sedimentazione carbonatica mesozoica (*"**Dolomie di Galatina**"*) si interruppe alla fine del Cretaceo allorquando un'importante fase deformativa provocò il sollevamento e l'emersione dal mare della *piattaforma carbonatica apula*. Durante il lungo periodo di continentalità che seguì, il basamento carbonatico mesozoico fu interessato da fenomeni tettonici disgiuntivi (sistemi coniugati di faglie dirette) che lo dislocarono originando una struttura ad *"horst"* (alti strutturali, le attuali *Serre*) e *"graben"* (depressioni tettoniche, ovvero bacini subsidenti). Nel corso del Miocene e poi ancora durante il Pleistocene le aree più depresse corrispondenti ai graben, fino ad allora rimaste comunque emerse, iniziarono ad abbassarsi lentamente per cui si susseguirono nel

tempo più trasgressioni marine che condussero prima alla deposizione di sedimenti calcarenitico-marnosi (*"Pietra Leccese"* - Miocene) e successivamente calcarenitici (*"Calcareniti del Salento"* - Pleistocene).

Le zone altimetricamente più elevate (nell'area in esame) corrispondono, di norma, agli affioramenti calcarei mesozoici ed alle aree più interne del territorio. Di qui il paesaggio degrada verso la costa attraverso una serie di ripiani che si raccordano per mezzo di scarpate più o meno marcate che individuano, secondo le più recenti interpretazioni paleogeografiche, antiche linee di costa corrispondenti ad altrettanti livelli marini diversi dall'attuale. Secondo recenti ipotesi la configurazione complessiva del paesaggio potrebbe derivare da una spianata di abrasione cenozoica sollevata in parte durante il Miocene ed in parte in tempi successivi pliocenici. Le scarpate, forse inizialmente rappresentate da fianchi di piega o da piani di faglia, avrebbero in seguito subito arretramento per abrasione.

Un'influenza assai modesta sulla morfologia della zona ha svolto l'idrologia: mancano infatti veri corsi d'acqua; qua e là si notano deboli incisioni erosive che divengono sede di impluvio soltanto in occasione di precipitazioni particolarmente intense.

Sotto il profilo tettonico l'area in esame è stata interessata da movimenti plicativi ad ampio raggio e da una tettonica disgiuntiva di tipo distensivo (faglie dirette) che hanno piegato e ribassato le formazioni cretaciche e mioceniche; i bacini venutisi a formare sono stati successivamente colmati, a seguito di trasgressioni marine, dai depositi più recenti del Pleistocene.

Il massiccio carbonatico del Cretaceo è rappresentato dalla formazione geologica nota sulla Carta Geologica d'Italia con il nome di *"Dolomie di Galatina"* che studi ormai non più recenti (Ricchetti, 1993) attribuiscono alla formazione del *"Calcare di Altamura"*. In trasgressione su detta formazione poggia localmente (ad ovest del sito d'interesse) una successione di biocalcareniti marnose a grana fine (*"Pietra Leccese"*). Sempre ad Ovest ma nelle immediate vicinanze del sito d'interesse, al di sopra del basamento mesozoico si addossa una successione di calcareniti e sabbie a luoghi limose del Pleistocene inferiore, riportata sul foglio geologico con il termine formazionale di *"Calcareniti del Salento"* che i medesimi studi sopra menzionati associano alla formazione della "*Calcarenite di Gravina*".

Notevole importanza hanno rivestito, infine, le oscillazioni del livello del mare avvenute verso la fine del Pleistocene (Tirreniano) per motivi glacio-eustatici: circa 15.000 anni fa, in concomitanza con la glaciazione würm, il livello del mare si portò a circa 100 metri al di sotto dell'attuale linea di costa; successivamente, ricominciò a risalire, a seguito della trasgressione flandriana, tuttora in corso.

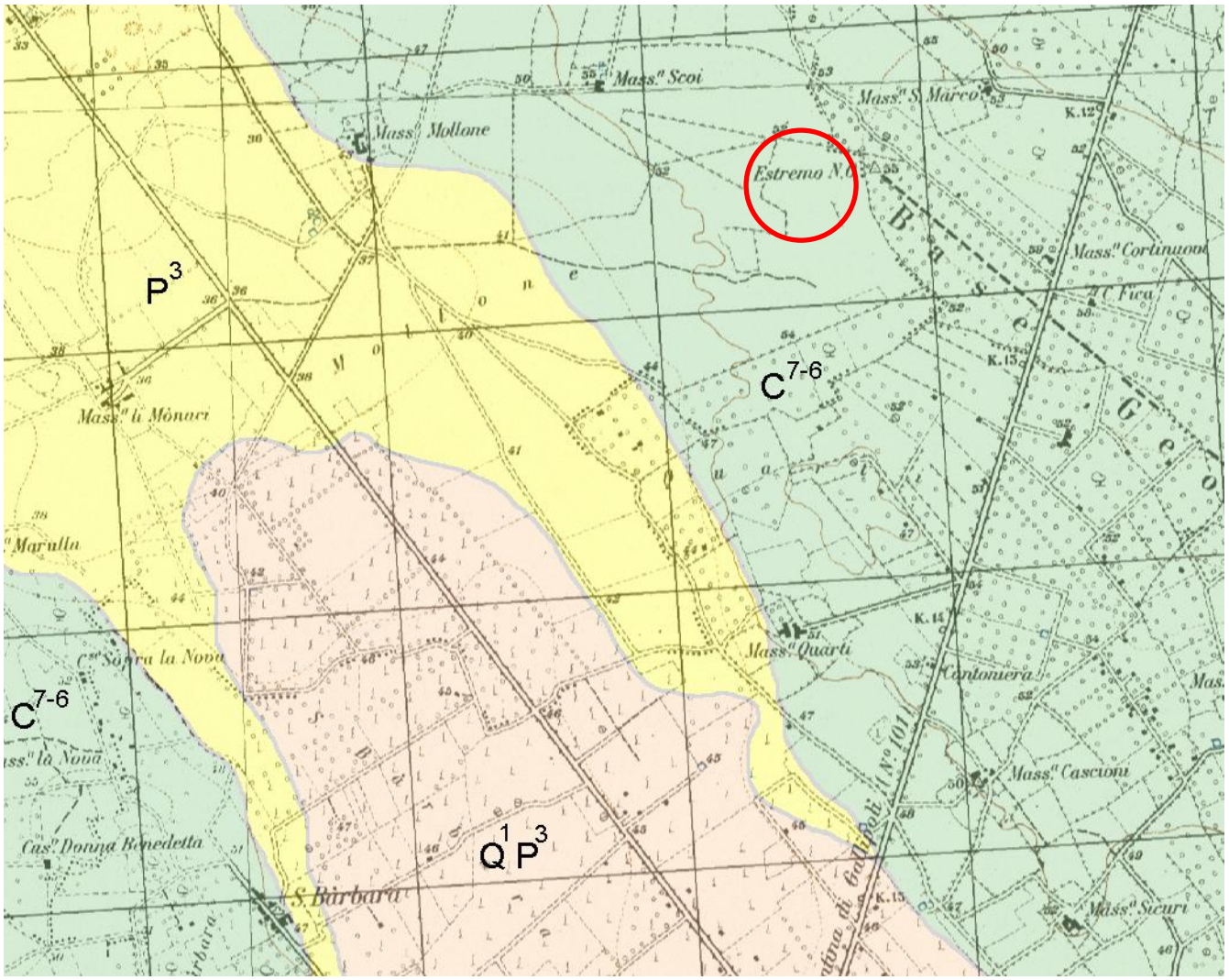


Foto 1 – Affioramenti calcarei ("Dolomie di Galatina") lungo un modesto alto strutturale presente sul piano campagna



Foto 2 – Affioramenti calcarei ("Dolomie di Galatina") lungo le pareti di cava

TAV.3 RILEVAMENTO GEOLOGICO DI SUPERFICIE



Scala 1:25.000

LEGENDA

Q^1P^3	Calcareniti del Salento (Plio-Pleist)
P^3	Calcareniti del Salento (Plioc Sup)
C^{7-6}	Dolomie di Galatina (Cretaceo)
○	**Ubicazione pozzo**

2 · COMPATIBILITA' AI PIANI

2.1 Piano di Bacino della Puglia, stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)

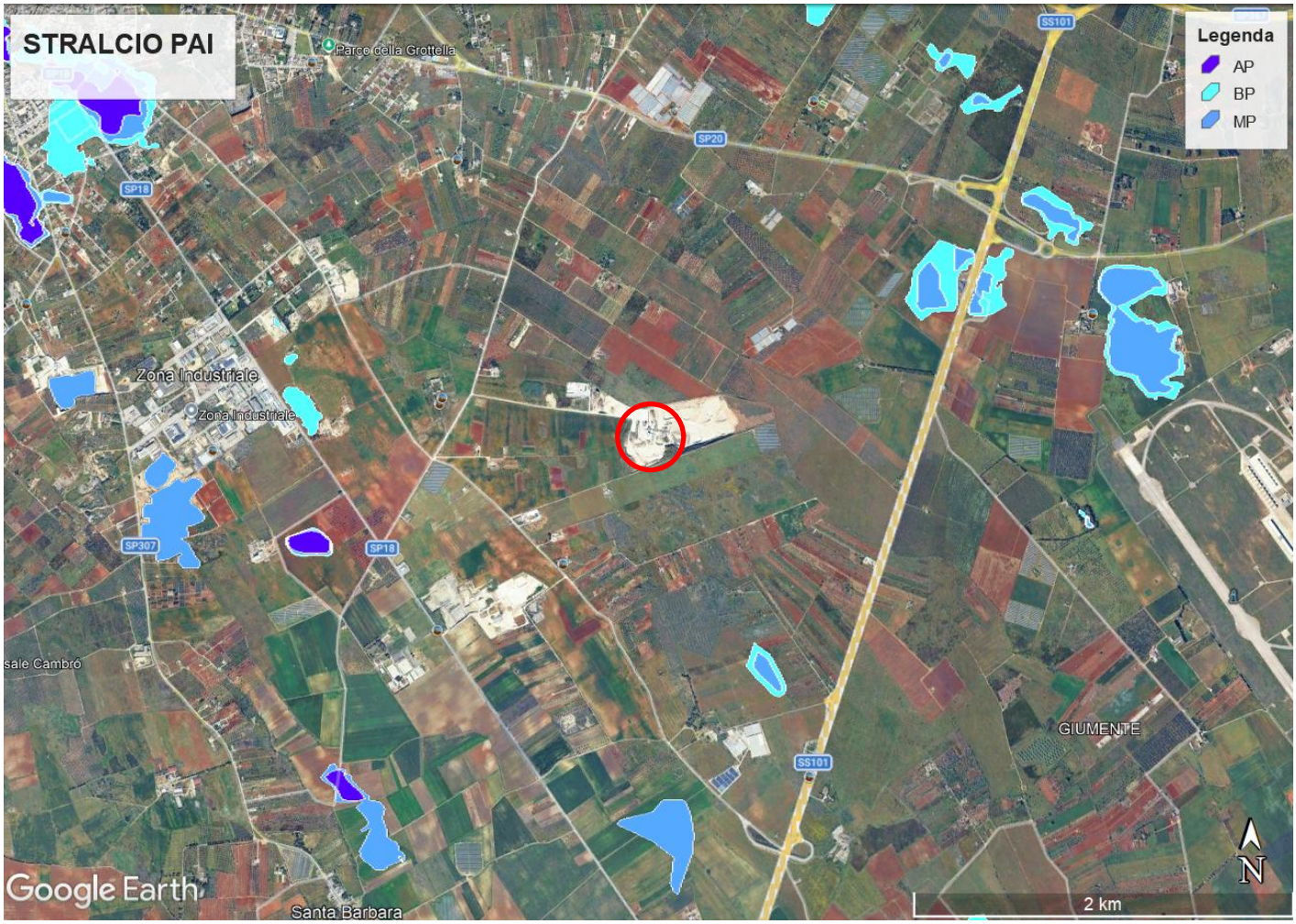
Il PAI della Puglia è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Dalla consultazione della Cartografia regionale dell'AdB aggiornata in base alle ultime perimetrazioni approvate con le Delibere del Comitato Istituzionale, si può affermare che l'area in esame non è interessata da perimetrazioni per quanto concerne il rischio o la pericolosità idraulica né per quanto concerne la pericolosità geomorfologica.

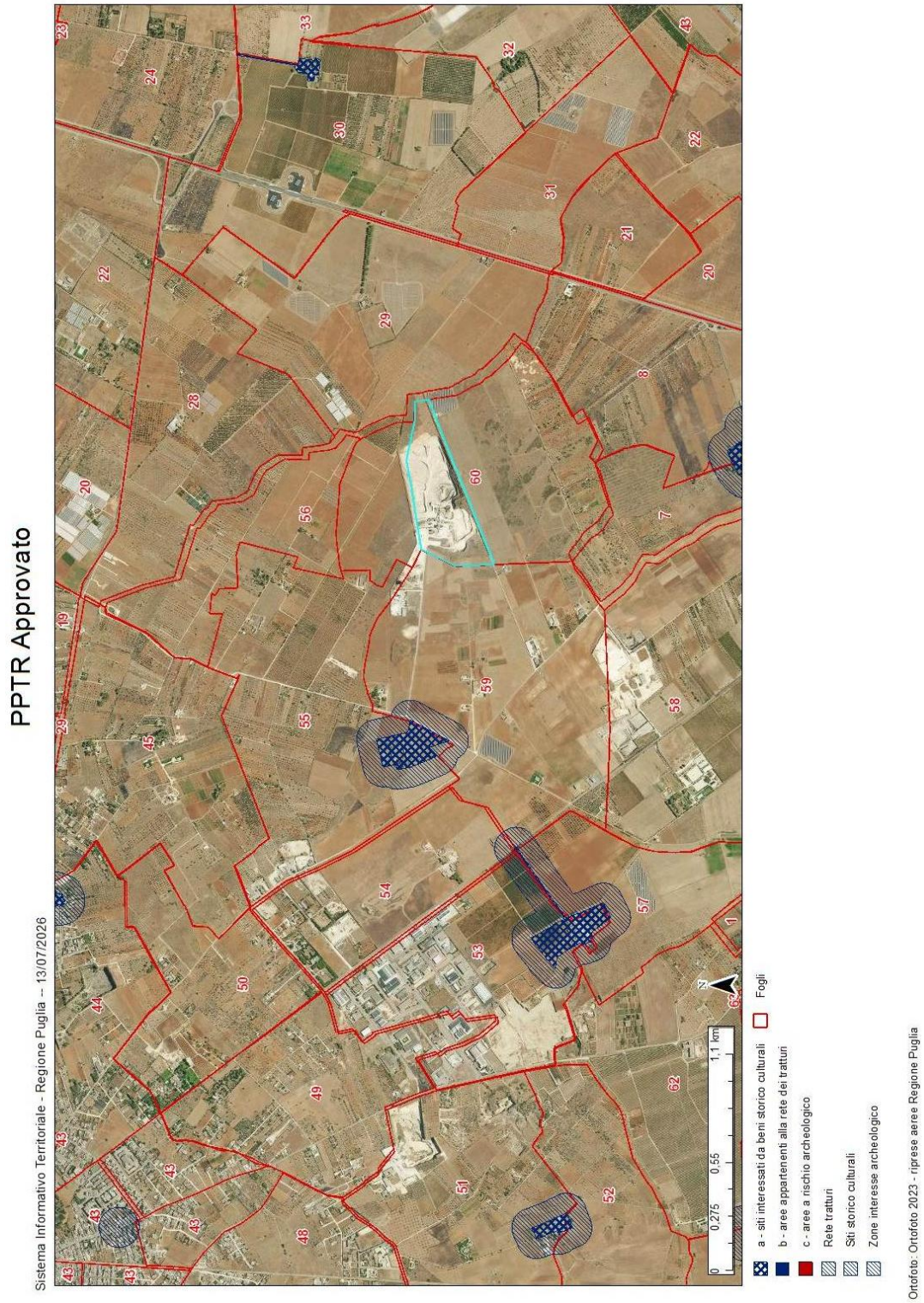
2.2 PPTR Puglia

In ottemperanza al D.G.R. n. 1435 del 2 agosto 2013 (il nuovo piano paesaggistico PPTR) dalla cartografia approvata, l'area in oggetto risulta scevra da perimetrazioni ostative alle opere di progetto.

TAV.4 *STRALCIO PAI (ADB PUGLIA)*



TAV.5 *STRALCIO PPTR PUGLIA*



3 · DESCRIZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE

Acque superficiali

Non è stata individuata alcuna forma di idrografia superficiale, recente o del passato, in virtù della morfologia presente, le acque meteoriche direttamente influenti sui depositi sedimentari affioranti nell'area, permeabili per porosità e fessurazione, seguono pendenze preferenziali, alimentano la falda idrica profonda, che nell'area in oggetto si attesta a circa –50,0 m dal p.c. individuabile nel substrato carbonatico.

Acque sotterranee

Questi calcari sono generalmente caratterizzati da moltissime microfessure di pochi mm di spessore (dove viene immagazzinata la maggior parte delle acque), e da macrofessure con limitata capacità complessiva di immagazzinamento ed altissima trasmissività,

Se si escludono pochi casi, la porosità primaria è generalmente scarsa e non di rado trascurabile, mentre è più elevata quella secondaria, si ritrovano infatti molto spesso fessure che vengono gradualmente allargate dall'azione chimico-fisica delle acque di infiltrazione, e nelle quali si può notare anche una ricementazione dovuta a dissoluzione calcarea con riempimenti di calcite microcristallina.

Questo litotipo, che rappresenta la formazione più antica (Cretaceo inf.), si può considerare abbastanza simile a quello di una piattaforma carbonatica attuale di mare basso, con eventuali episodi di emersione, e costituisce la roccia serbatoio.

Le acque meteoriche infatti giungono sul substrato impermeabile, rappresentato dalle acque marine di invasione continentale, su cui galleggiano per differenza di densità formando la falda profonda.

Questa assume quindi una configurazione di lente biconvessa, con spessori massimi nella parte centrale della Penisola Salentina.

Tra i due liquidi a diversa densità, esiste una zona di transizione il cui spessore tende ad aumentare man mano che ci si allontana dalla costa.

L'interfaccia di contatto acqua dolce - acqua salata, si trova ad una profondità che aumenta andando dalla costa verso l'interno e che è possibile calcolare per mezzo della formula di Ghyben - Herzberg:

$$\mathbf{H = [\rho_f / (\rho_m - \rho_f)] * h}$$

dove:

H = Profondità dell'interfaccia;

ρ_f = Densità dell'acqua dolce (~1.0028 g/cm^3);

ρ_m = Densità dell'acqua marina (~ 1.028 g/cm^3);

h = Livello statico.

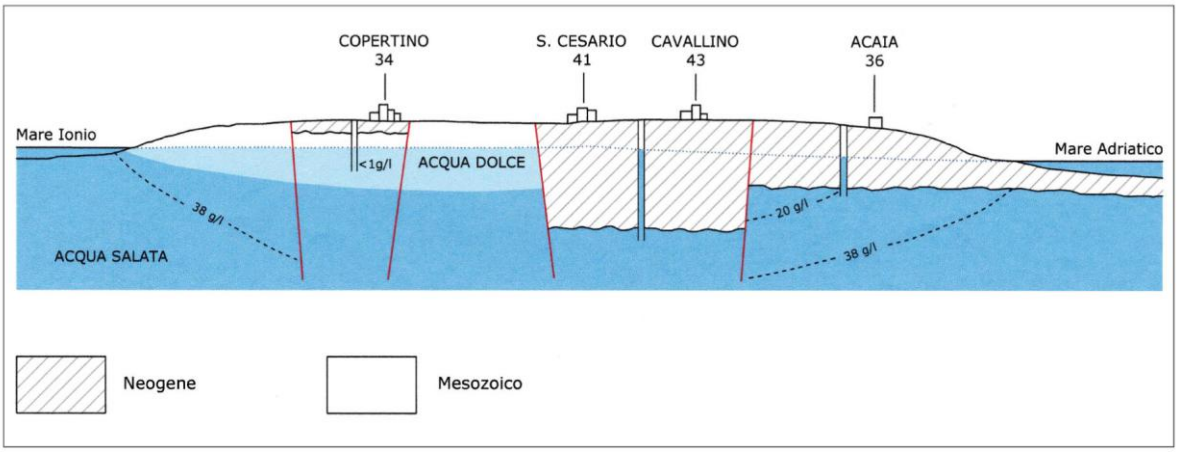
H = 40 * h = 40 * 1,5 m =60 m

H = 60 + 33 ~ 99 m (profondità dell'interfaccia dal piano impianto)

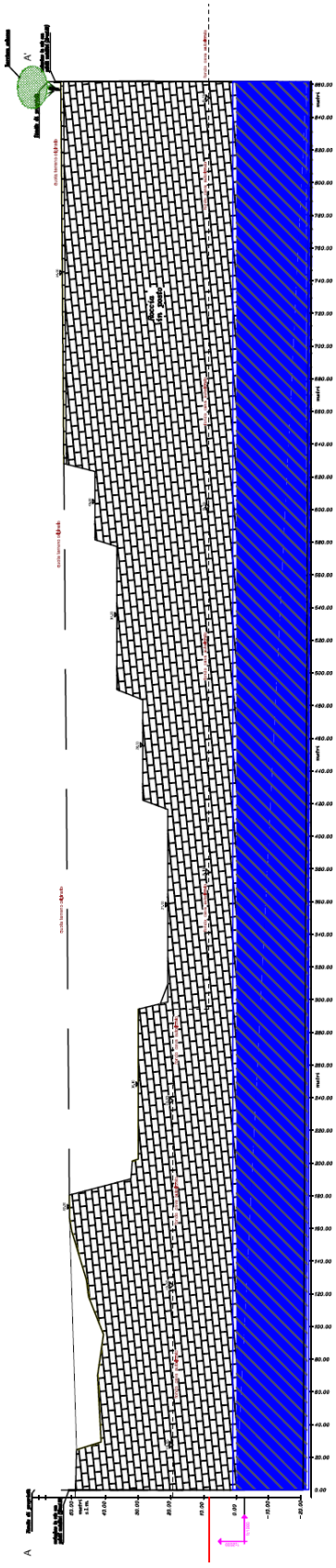
Questo contatto non avviene attraverso una superficie netta, ma attraverso una zona più o meno estesa detta zona di diffusione. In questa zona, man mano che aumenta la profondità, si passa da acque con un contenuto salino di 4 ÷ 5 g/l sino ad acque con salinità di 41 ÷ 42 g/l.

Dall'andamento sinuoso delle curve isopieziche inoltre si rileva che l'ammasso carbonatico interessato da circolazione idrica, è soggetto a variazioni di permeabilità lungo direttrici grossomodo perpendicolari alla linea di costa.

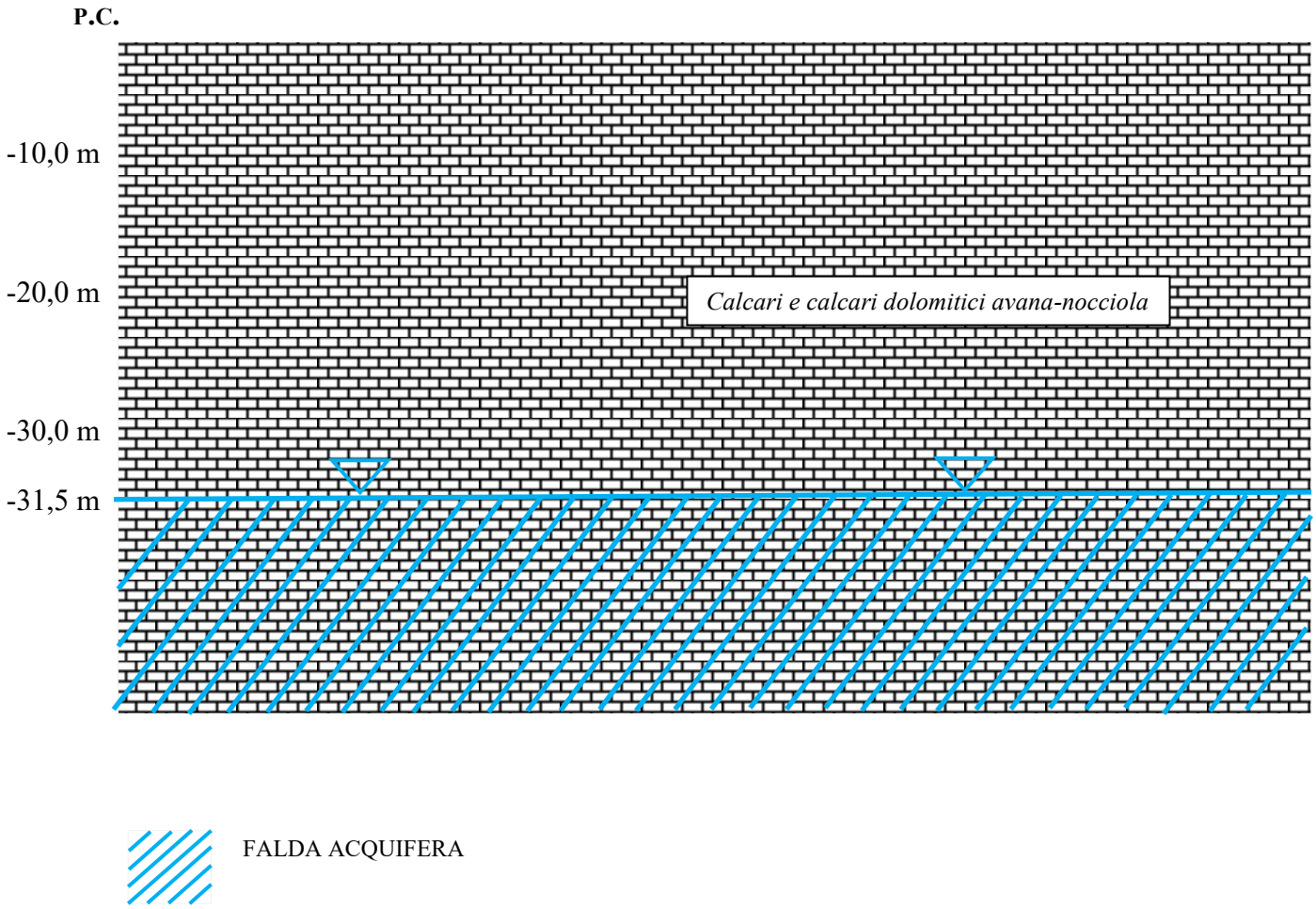
Sezione idrologica schematica della Penisola Salentina



TAV.4 SEZIONE IDROGEOLOGICA



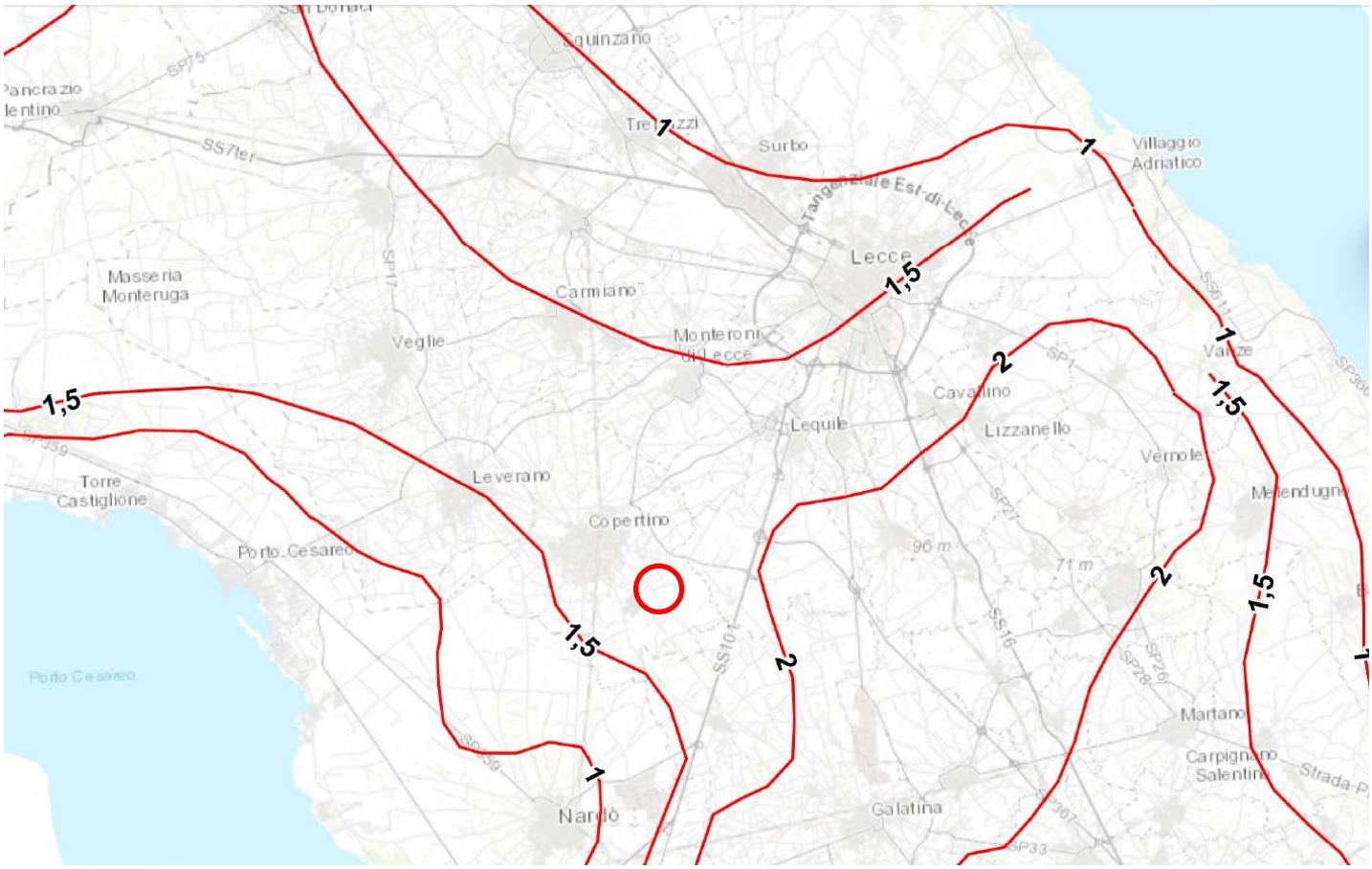
TAV.4bis SEZIONE IDROGEOLOGICA SEMPLIFICATA



TAV. 5 STRALCIO UBICAZIONE POZZI ISPRA



TAV.6 CARTA DELLE ISOPIEZE (STRALCIO PTA)



(isopieze rispetto al livello medio marino in m.s.l.m.)

UBICAZIONE AREA INTERESSATA

4 · PROVE IN SITU

Si riportano di seguito i risultati della prova di permeabilità condotta sui sedimenti affioranti nel lotto di terreno riportato in catasto al F° 60 part.lla 68.

Nei sedimenti calcarei, ed in corrispondenza del piazzale di progetto, sono stati ricavati due pozzetti delle dimensioni: 200x200x100 cm e secondo specifiche A.G.I. (1977), dopo aver immesso acqua all'interno dello stesso, è stata calcolata la conducibilità idraulica secondo la relazione:

$((h_1-h_2)/t_2-t_1)) *(1+2h_m/b)/((27(h_m/b) +3))$

Dove:

h_1 *(altezza iniziale del livello dell'acqua: cm)*

h_2 *(altezza finale del livello dell'acqua: cm)*

$t_2 - t_1$ *(tempo trascorso per il raggiungimento di h_2: min.)*

h_m *(altezza media tra h_1 e h_2: cm)*

b *(lato della base del pozzetto: cm)*

K *(coefficiente di permeabilità: cm/sec)*

I valori calcolati sono di seguito riportati.

La permeabilità k è risultata mediamente pari a:

POZZETTO 1 **$k= 1,0 *10^{-4}$ m/s**

POZZETTO 2 = **$k= 1,6 *10^{-4}$ m/s.**



Pozzetto P1



Pozzetto P2

Cantiere: Cava Dell'Anna Muia - Copertino (LE)

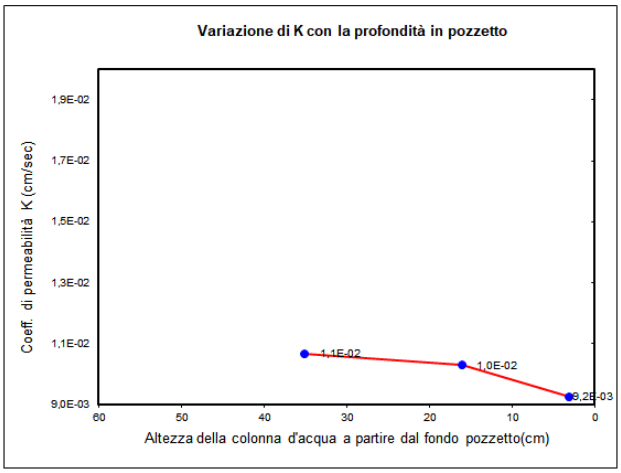
Proprietà: Raffaele dell'Anna Muia

Prova di permeabilità in pozzetto superficiale eseguita a carico variabile (A.G.I. 1977)

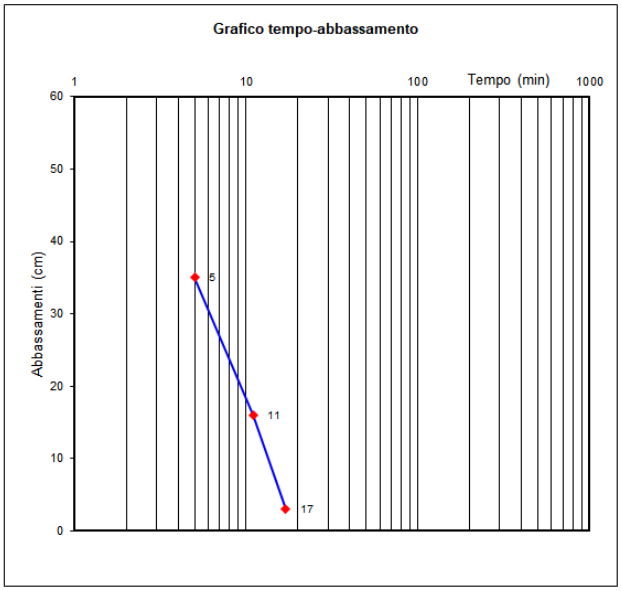
$(h_1-h_2)/t_2-t_1) *(1+2h_m/b)/((27(h_m/b) +3))$

Lato di base (b) pozzetto: 200 cm

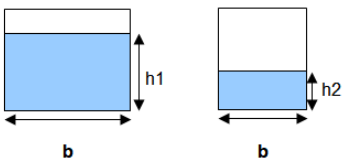
Altezza della colonna d'acqua all'interno del pozzetto	Coeff. di permeabilità K (cm/sec)	media
55		
35	1,1E-02	1,0E-02
16	1,0E-02	
3	9,2E-03	



Totale tempo trascorso (min)	Altezza del livello dell'acqua (cm)
	55
5	35
11	16
17	3



Grado di permeabilità	K (cm/sec)
Alto	$>10^{-1}$
Medio	10^{-1}-10^{-3}
Basso	10^{-3}-10^{-5}
Molto basso	10^{-5}-10^{-7}
Impermeabile	$<10^{-7}$



K = 1,0 · 10^{-4} m/s

Cantiere: *Cava Dell'Anna Muia - Copertino (LE)*

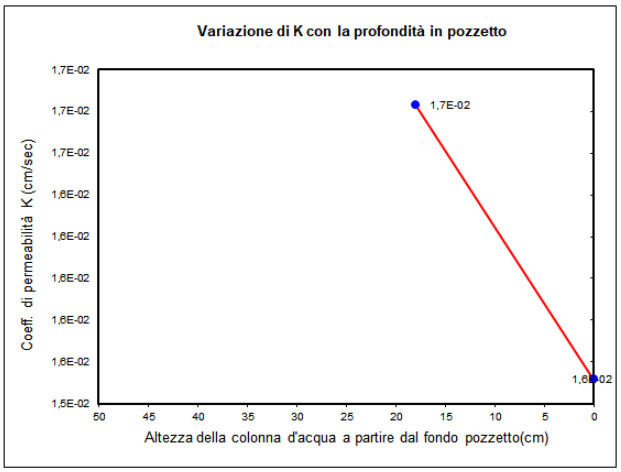
Proprietà: *Raffaele dell'Anna Muia*

Prova di permeabilità in pozzetto superficiale eseguita a carico variabile (A.G.I. 1977)

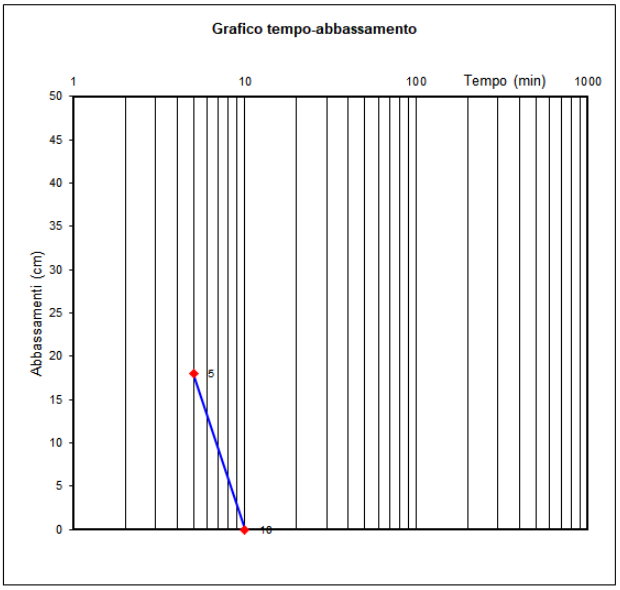
$(h_1-h_2)/t_2-t_1) *(1+2h_m/b)/((27(h_m/b) +3))$

Lato di base (b) pozzetto: 200 cm

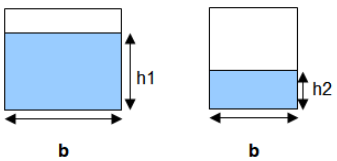
Altezza della colonna d'acqua all'interno del pozzetto	Coeff. di permeabilità K (cm/sec)	media
46		
18	1,7E-02	**1,6E-02**
0	1,6E-02	



Totale tempo trascorso (min)	Altezza del livello dell'acqua (cm)
	46
5	**18**
10	**0**



Grado di permeabilità	K (cm/sec)
Alto	$>10^{-1}$
Medio	10^{-1}-10^{-3}
Basso	10^{-3}-10^{-5}
Molto basso	10^{-5}-10^{-7}
Impermeabile	$<10^{-7}$



K = 1,6 · 10^{-4} m/s

5 · VULNERABILITA' DELLA FALDA

Nel sottosuolo del territorio in studio, come già precisato, è presente la sola falda idrica profonda circolante con continuità nella formazione Cretacica , ed una profondità del livello statico pari a +1,5 m s.l.m.

La vulnerabilità di un corpo idrico sotterraneo è funzione di diversi parametri, tra i quali prevalgono la litologia, la struttura e la geometria del sistema idrogeologico, la natura del suolo e la geometria della copertura, il processo di ricarica-discarica del sistema ed i processi di interazione fisica e idrogeochimica che determinano la qualità naturale dell'acqua sotterranea e la mitigazione di eventuali inquinanti che penetrano il sistema.

Lo studio della vulnerabilità della falda idrica presente nell'area in studio è stato eseguito secondo "**Le Linee Guida APAT per la redazione e l'uso delle carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento"** dove vengono descritte le modalità per la redazione e l'uso delle carte della vulnerabilità secondo i criteri e gli indirizzi previsti dall'Allegato 7 del Decreto Legislativo 152/99, relativo alla tutela delle risorse idriche.

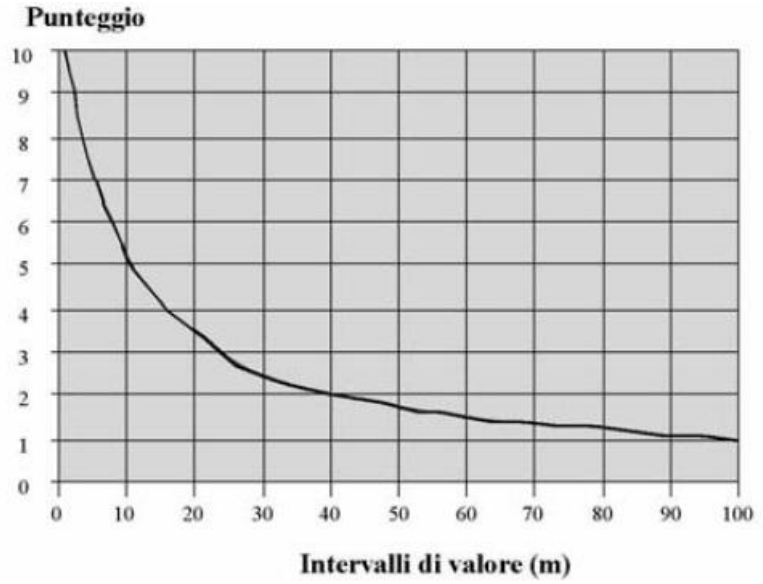
La metodologia utilizzata per la valutazione della vulnerabilità dell'acquifero presente è quella denominata SINTACS (Civita e De Maio, 1997). Per l'applicazione del metodo si è preso in considerazione un'area di 500 m di lato con al centro l'area di intervento.

L'acronimo deriva dalle denominazioni dei parametri che vengono presi in considerazione:

– Soggiacenza;
– Infiltrazione efficace;
– Non - saturo (effetto di autodepurazione);
– Tipologia della copertura;
– Acquifero (caratteristiche idrogeologiche);
– Conducibilità idraulica dell'acquifero;
– Superficie topografica (acclività);

I parametri di ingresso per i dati valutati a punteggio sono stati:

- **soggiacenza (S) :** è dato dalla profondità (in m) del livello di saturazione idrica e il punteggio è valutabile dal grafico seguente:



La falda idrica circola in condizioni freatiche ad una profondità di circa – 30,0 m dal p.c.

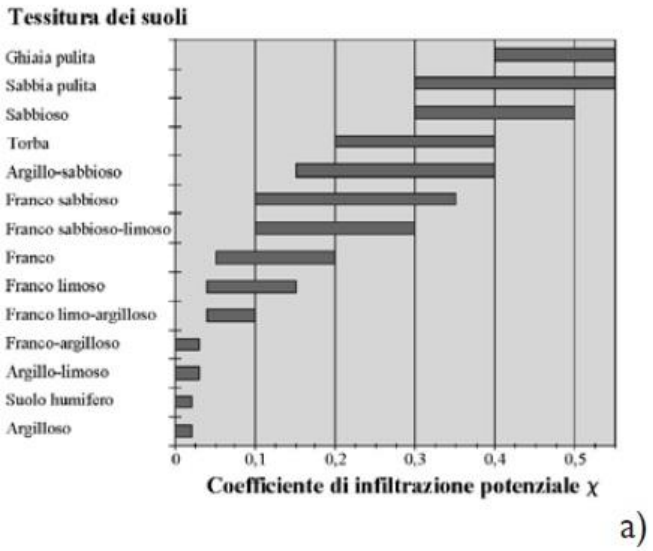
Per cui, come si evince dal grafico, il punteggio da attribuire al parametro relativo alla soggiacenza **S** è pari a 2 (falda profonda).

- **Infiltrazione efficace (I)** : l'infiltrazione efficace (mm/anno) determina il trasporto nel sottosuolo degli inquinanti e viene ottenuto in diversi passaggi:

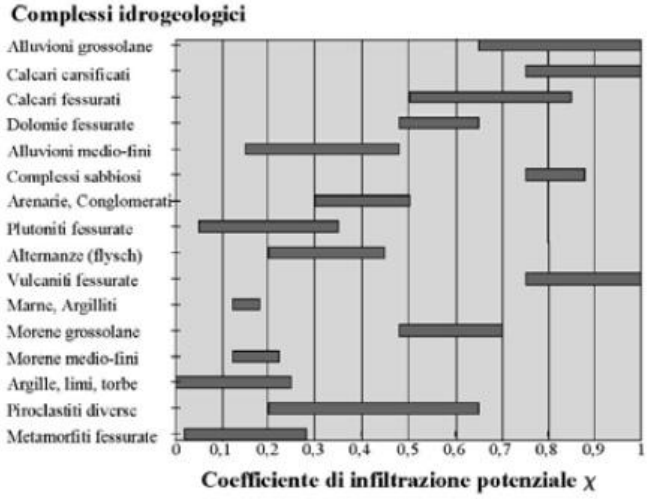
Qm = Pm – Erm (mm/anno)

Dove Pm e Erm sono rispettivamente la precipitazione e l'evapotraspirazione media su una determinata area discretizzata a maglie. Ie = Qm * X (mm/anno) in cui X viene ricavato da grafici riportati di seguito.

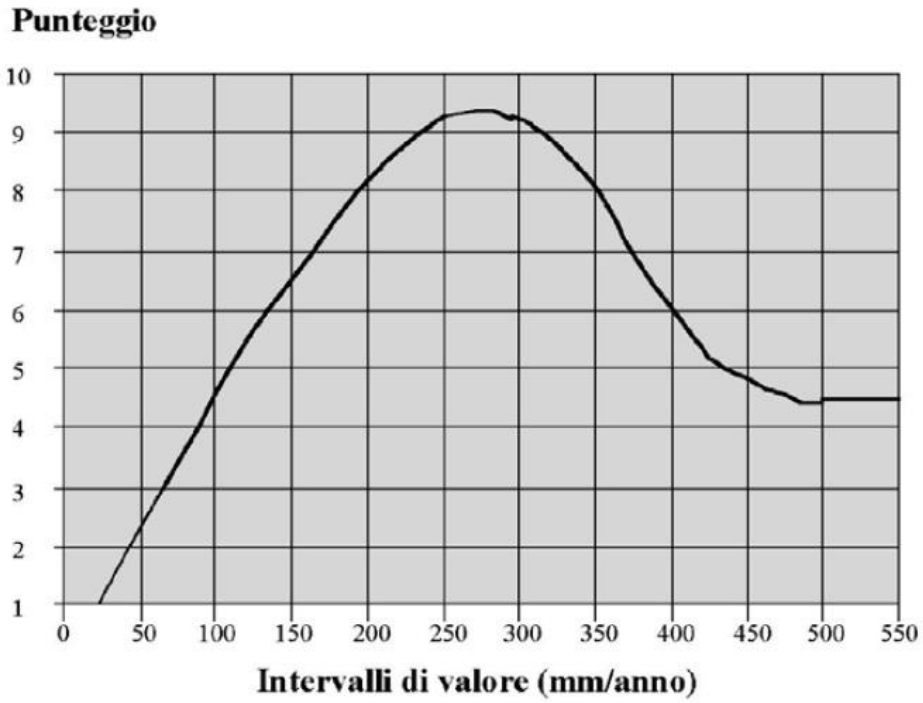
Il valore Qm determinato per l'area in esame è pari a 670mm/anno, mentre il valore X determinato graficamente è pari a 0,4. Il punteggio relativo al parametro infiltrazione efficace è pari a 6.



a)

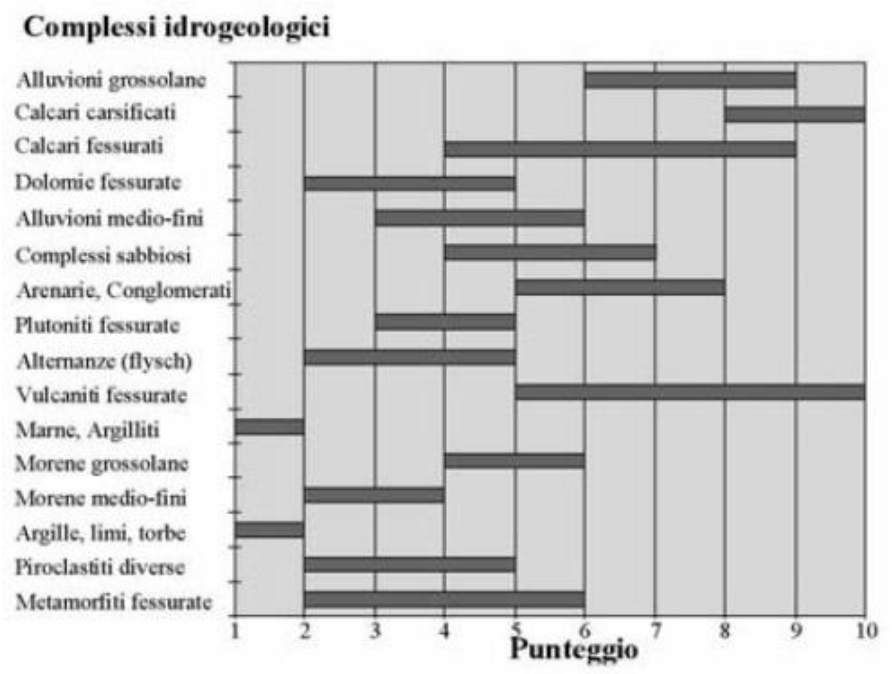


b)



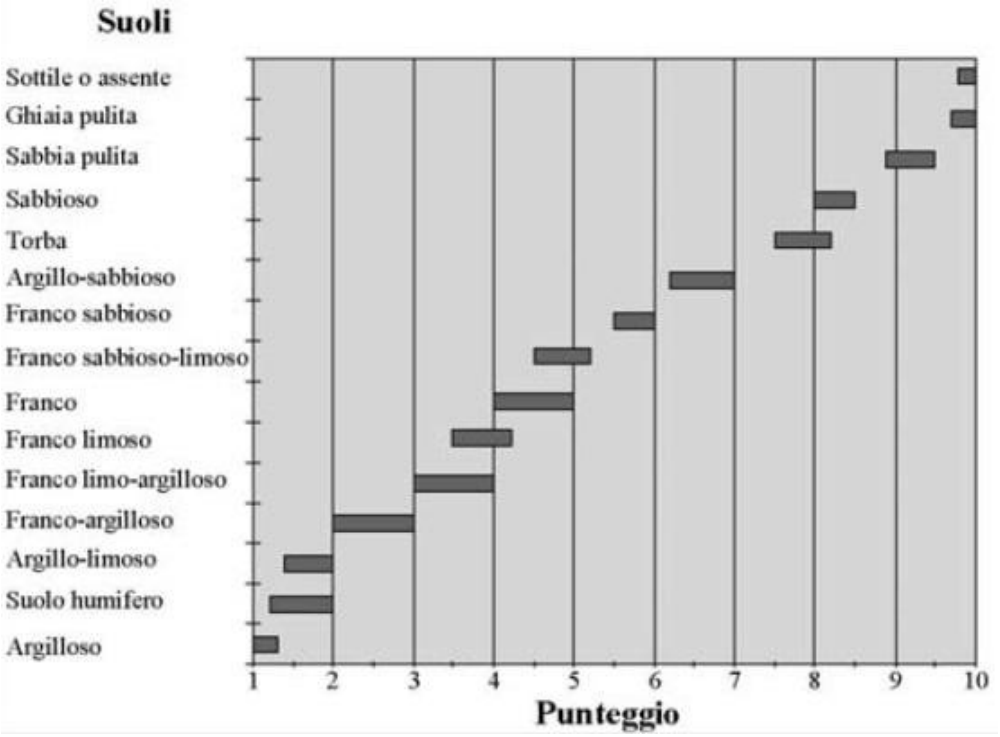
c)

- **Potere autodepurante del mezzo non saturo (N):** indica la possibile autodepurazione svolta dal mezzo non saturo mediante l'assegnazione di un punteggio derivato dal grafico sottostante.



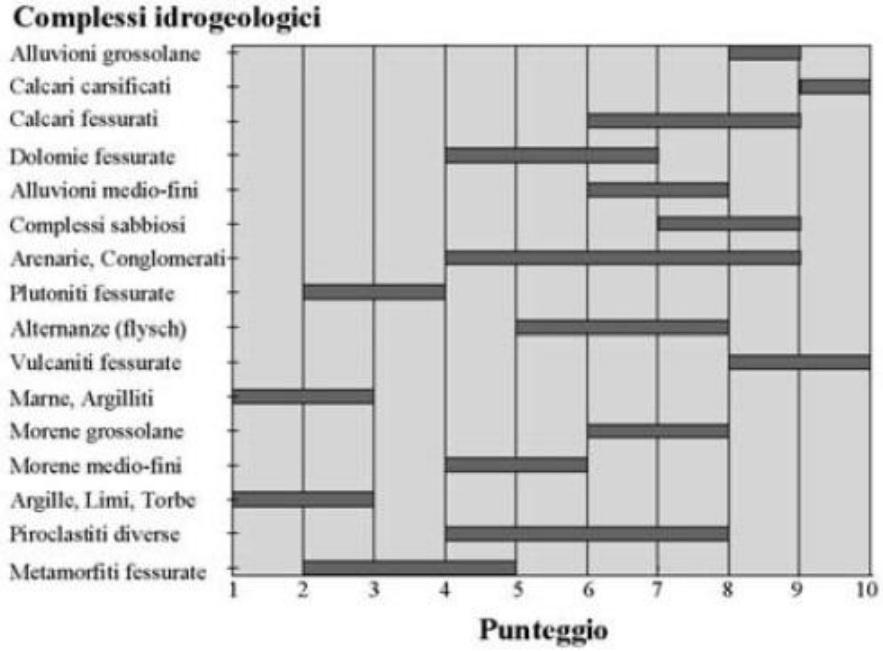
Considerando il complesso idrogeologico rappresentato da sedimenti calcarenitici questo parametro è pari a 6.

- **Tipologia della copertura superficiale (T):** anche l'azione del suolo superficiale contribuisce all'attenuazione del carico inquinante ed è determinabile dalla seguente tabella:



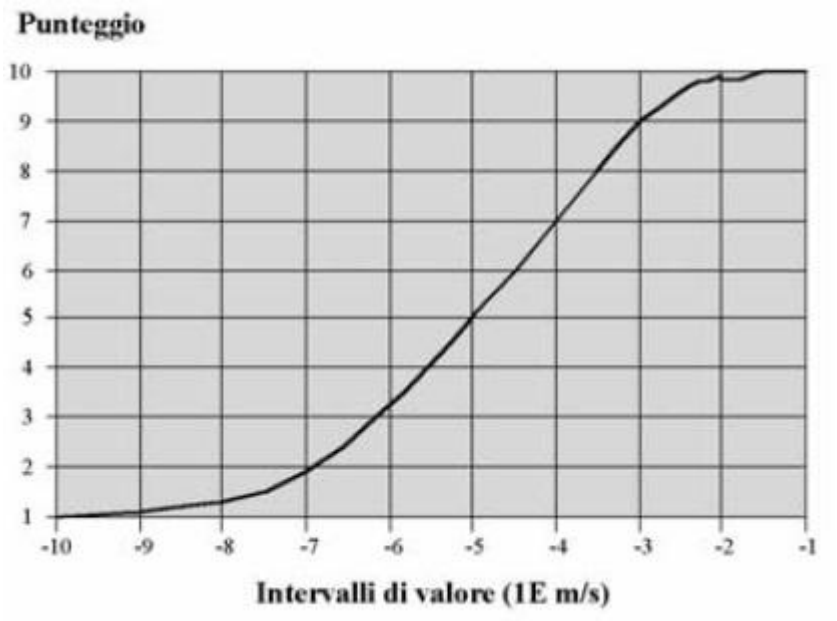
Nel caso in esame, la copertura costituita da sabbie grigiastre, per cui il relativo valore ricavato dal grafico è pari a 10.

- **Litologia dell'acquifero (A):** allo stesso modo questo parametro può contribuire all'attenuazione del carico inquinante secondo la seguente tabella:



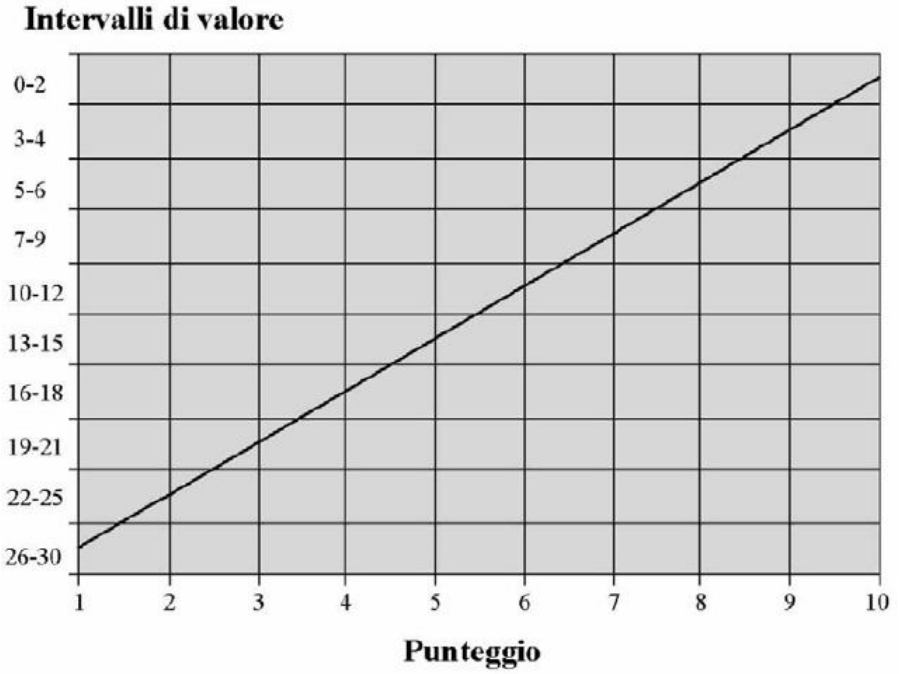
Considerando la litologia dell'acquifero costituita da calcareniti, il relativo parametro è pari a 7.

- **Conducibilità idraulica delle rocce (C):** determina i valori assunti dalla portata e dalla velocità di spostamento delle acque nel sottosuolo. Il punteggio relativo è riportato nella tabella seguente:



I valori di conducibilità idraulica relativi all'area in esame, sono da considerarsi buone, essendo le rocce calcarenitiche presenti in profondità, con valori generalmente intorno a 10^{-4} m/sec. Il valore relativo a questo parametro è 7.

- **Acclività (S):** la pendenza dell'area sulla quale viene eseguito il calcolo comporta una maggiore o minore possibilità di infiltrazione dell'inquinante secondo i punteggi attribuibili dalla tabella seguente:



L’area in esame presenta una morfologia pianeggiante, per cui il valore relativo a tale parametro è pari a 10.

A ciascuno dei parametri precedenti viene attribuito un diverso peso, per cui l’indice SINTACS non è altro che la somma pesata dei vari punteggi:

SINTACS = Σ Punteggio (J) * peso (js).

I set di pesi possono però variare a seconda delle diverse situazioni di impatto: le prime due, impatto normale e rilevante si applicano dove si riconoscono scenari di antropizzazione, distinguendo con la seconda le zone industriali e interessante da agricoltura intensiva; la stringa fessurato si applica a quelle zone prive di suolo e dove il calcare è affiorante e non carsificato o con carsismo sviluppato solo in superficie; l’ultima stringa, carsismo profondo C, è applicabile nelle aree estremamente carsificate e in quelle caratterizzate da pozzi carsici e inghiottitoi.

Nelle celle dove concorre l’applicabilità di più stringhe di pesi si sviluppa quella che prevede un impatto relativamente più severo e comunque una situazione idrogeologica più aderente alla realtà.

Stringhe di pesi moltiplicatori previste per SINTACS					
Parametro	I. Normale	I. Rilevante	Drenaggio	Carsismo	Fessurato
S	5	5	4	2	3
I	4	5	4	5	3
N	5	4	4	I	3
T	3	5	2	3	4
A	3	3	5	5	4
C	3	2	5	5	5
S	3	2	2	5	4

Aree soggette a impatto normale

Riunisce tutte quelle situazioni, collegate in genere ad aree a scarso gradiente topografico (pianura, pedemonte, pianalto, conche intramontane, ecc.), con insaturo composto prevalentemente da rocce a permeabilità matriciale, ove non sussistono particolari situazioni d'impatto antropico e con utilizzo reale del territorio contenuto e scarsamente trasformato. Si tratta di aree sterili, incolte o con colture spontanee o che, comunque, non richiedono uso di fitofarmaci, concimi chimici, se non eccezionalmente e/o in dosi modeste, né pratiche irrigue. In tali aree è realizzato sovente l'allevamento brado, sia stagionale che stanziale. Mentre è evidente che un numero limitato di capi non comporta particolari impatti, si lascia alla discrezione dell'analista la scelta di attribuire a questi ambiti territoriali la classificazione normale oppure quella successivamente descritta (impatti rilevanti). Gli insediamenti, anche se limitati, non possono essere inclusi in questo tipo di scenario.

La stringa specifica esalta al massimo il peso relativo della soggiacenza e dell'insaturo, strettamente collegati all'effettiva penetrabilità del sistema da parte di un inquinante fluido. valori bassi di soggiacenza, ricordiamolo, corrispondono a punteggi alti che vengono quintuplicati dallo specifico peso di stringa influendo pesantemente sull'indice di vulnerabilità. Analogamente, un insaturo capace di una forte azione di mitigazione darà un prodotto basso anche se il moltiplicatore è elevato mentre insaturi facilmente penetrabili incrementeranno fortemente l'indice di vulnerabilità. Appena minore è l'enfasi attribuita, in queste

condizioni, alla ricarica attiva, minore ancora risulta l'azione di prima barriera della copertura, considerando la buona azione di drenaggio esterno che caratterizza i suoli naturali

indisturbati, ove presenti. Stessa importanza assumono il tipo d'acquifero, la sua conducibilità idraulica nonché l'acclività della superficie topografica.

Aree soggette a impatto rilevante

Questa linea di pesi serve a modellare situazioni territoriali che favoriscono impatti importanti da fonti diffuse d'inquinamento potenziale. Si tratta di territori, con insaturo costituito in prevalenza da mezzi a permeabilità matriciale, morfologicamente adatti ad antropizzazione estensiva, con colture che prevedono abbondanti trattamenti con fitofarmaci, concimi chimici, applicazioni di fert-irrigazione, spargimento di liquami; aree a discarica incontrollata, lagoni, vasche di dispersione, oleodotti, collettori fognari, ecc.; aree industriali attive e dismesse, aree urbanizzate e assimilabili.

In queste condizioni è evidente che il sottosistema insaturo giuoca un ruolo altamente preponderante, qualsiasi sia la tipologia dell'acquifero soggiacente e la sua conducibilità idraulica.

La stringa è stata, dunque, strutturata in modo da esaltare notevolmente la funzione della soggiacenza e dell'insaturo combinati, ma anche quella fondamentale del suolo come primo e potente baluardo contro l'inquinamento chimico e batteriologico idroveicolato da fonti sia diffuse che puntuali. Notevole enfasi viene tributata anche al parametro infiltrazione per tenere conto delle pratiche irrigue che forniscono un potente vettore agli inquinanti sparsi o/e applicati sulla superficie del suolo; e delle perdite da strutture di accumulo o di condottamento di inquinanti (discariche, lagoni, serbatoi, sistemi fognari, oleodotti, etc.).

Aree soggette a drenaggio

Uno scenario particolare è stato identificato per quelle aree ove avviene un continuo o, comunque, frequente drenaggio da corpi idrici superficiali a quelli sotterranei soggiacenti. Questa linea di pesi è stata calibrata fondamentalmente sulla forte riduzione se non sull'annullamento della soggiacenza in corrispondenza dei punti (o delle zone) nei quali può sussistere un collegamento tra acquifero e reticolo drenante superficiale, sia naturale che artificiale. Tali zone devono comprendere, oltre alle parti direttamente connesse al suddetto reticolo, le aree abitualmente esondabili dai corsi d'acqua in regime di piena e le aree soggette ad esondazione frequente; le aree di irrigazione con grandi volumi d'acqua (irrigazione per sommersione e per scorrimento); le aree di affioramento continuo o periodico della superficie

piezometrica libera (stagni, marcite, paludi). È evidente che le aree ove applicare la stringa in discussione devono essere accuratamente selezionate in funzione di indicazioni idrologiche presenti nei Piani di Bacino e nelle Carte dell'uso reale del territorio. In situazioni del tipo

descritto, i parametri fondamentali che caratterizzano l'insaturo ed i processi che in esso avvengono sono meno esaltati dai moltiplicatori, mentre forte rilevanza viene attribuita al tipo

di acquifero ed alla sua conducibilità idraulica. Ciò per esaltare l'importanza di tempi di transito veloci, l'alta capacità d'ingestione e di diluizione del corpo idrico sotterraneo. Il suo lo giuoca un ruolo secondario in questo scenario come pure l'acclività, per altro sempre molto limitata.

Aree carsiche

Il quarto scenario selezionato è destinato a quelle zone ove sussistono condizioni di carsismo profondo e completo10. Si tratta di aree estesamente carsificate in superficie ed in profondità, con collegamenti rapidissimi tra superficie e acquifero attraverso punti di perdita dei dreni superficiali, pozzi carsici, inghiottitoi, ecc.Aree di questo tipo sono abbastanza diffuse nel territorio italiano, prevalentemente nelle zone alpine e prealpine (includendo in queste ultime il Carso triestino) ma anche in Appennino e nelle isole maggiori. È consigliabile applicare la relativa stringa anche alle aree a ruscellamento endoreico concentrico, tanto frequenti nei massicci carbonatici appenninici.

La stringa descrive tempi di transito (TOT) molto veloci: l'azione di mitigazione della soggiacenza combinata con l'insaturo è pressoché nulla poiché le acque superficiali si riversano nel sottosuolo percorrendo condotti anche molto profondi con velocità incomparabilmente maggiori di quelle che caratterizzano i processi infiltrativi normali. In queste situazioni, anche l'azione di attenuazione degli inquinanti prodotta, generalmente dal suolo, risulta quasi nulla. La massima enfasi viene attribuita, attraverso il valore dei moltiplicatori, all'infiltrazione efficace, che spesso corrisponde al totale delle precipitazioni efficaci; alle caratteristiche dell'acquifero ed alla sua permeabilità. Un elevato valore di moltiplicatore viene attribuito anche all'acclività, in modo da tenere nel massimo conto le zone assorbenti o perdenti a scarsa pendenza che favoriscono il ristagno se non l'allagamento temporaneo o continuativo.

Aree in rocce fessurate

Questa stringa deve essere applicata alle aree ove il sistema idrogeologico è costituito in prevalenza da rocce permeabili per fessurazione, non carsificate o con carsismo sviluppato

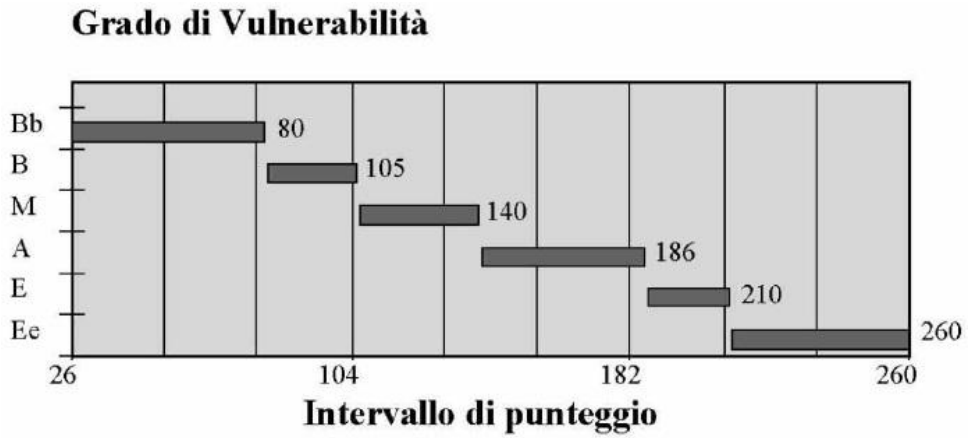
solo in superficie, in assenza, quindi, di condotti e pozzi collegati direttamente ad un sistema di cavità evoluto.

In questo tipo di scenario il ruscellamento superficiale può essere scarso in assenza di suolo.

I tempi di transito, anche se rilevanti nei primi metri di insaturo, si abbassano e si uniformano in profondità in funzione della conducibilità idraulica dell'insaturo prima e poi del saturo.

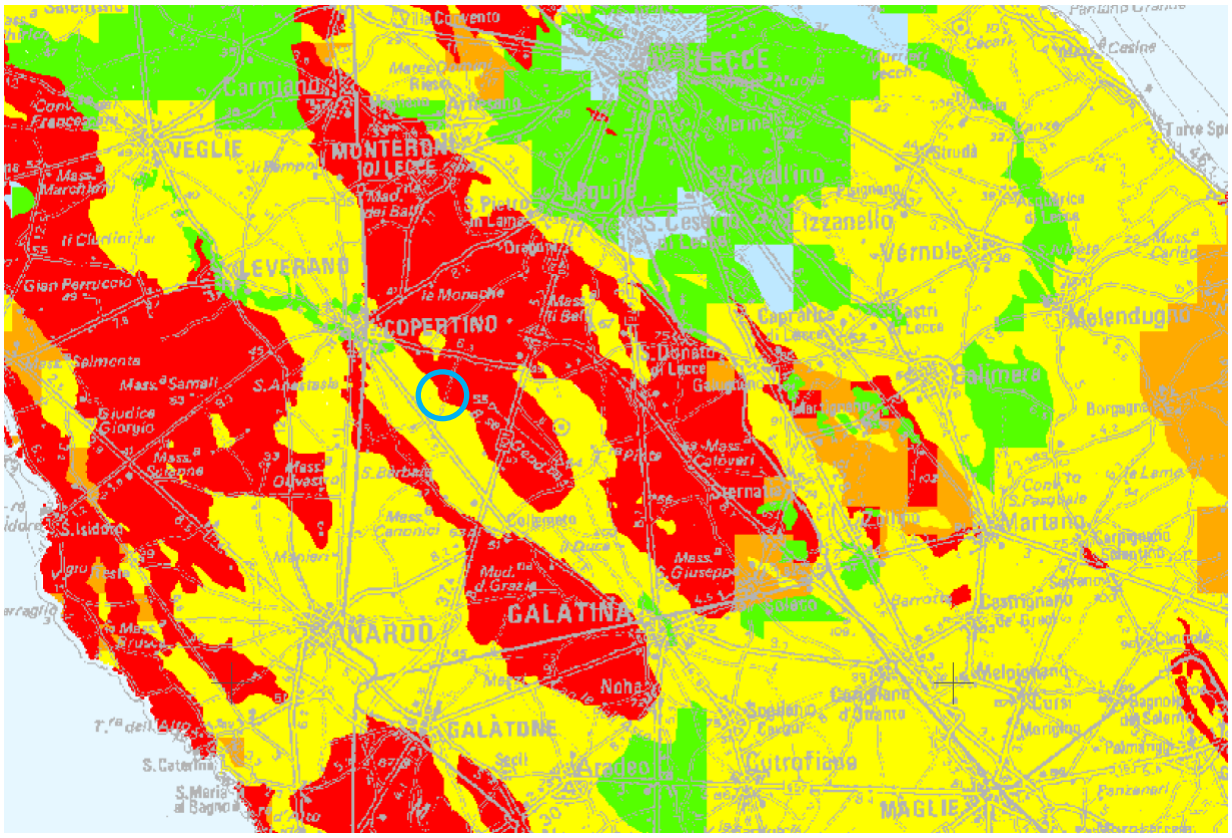
*Per tanto, il massimo moltiplicatore della stringa in oggetto è quello relativo al parametro **C**, seguito da quello relativo al tipo di acquifero. Lo stesso valore attribuito a quest'ultimo moltiplicatore viene assegnato al suolo, se presente, ed all'acclività della superficie, data la notevole influenza di questi due parametri combinati sulla capacità di ingestione del sistema. Un peso minore è attribuito a parametri come la soggiacenza, l'infiltrazione e l'insaturo (in quanto tale) a testimonianza di un'azione di mitigazione globale dell'intero sistema e non strettamente connessa con i singoli parametri citati.*

L'indice SINTACS può quindi variare da 26 a 260. A punteggi maggiori corrispondono vulnerabilità più elevate, classificabili in bassa *B*, media *M,* alta *A*, elevata *E* ed elevatissima *Ee* secondo la seguente tabella.



L'indice SINTACS determinato per l'area in studio considerando le stringhe dei pesi moltiplicatori considerando i parametri normale e fessurato, è compresa tra 166 e 185, di conseguenza il sito oggetto dell'intervento ricade nell'intervallo **"A"** classificato con grado di vulnerabilità "***ALTA***", e coerente con la zonizzazione del Piano Tutela Acque.

CARTA DELLA VULNERABILITÀ (STRALCIO PTA)



Legenda

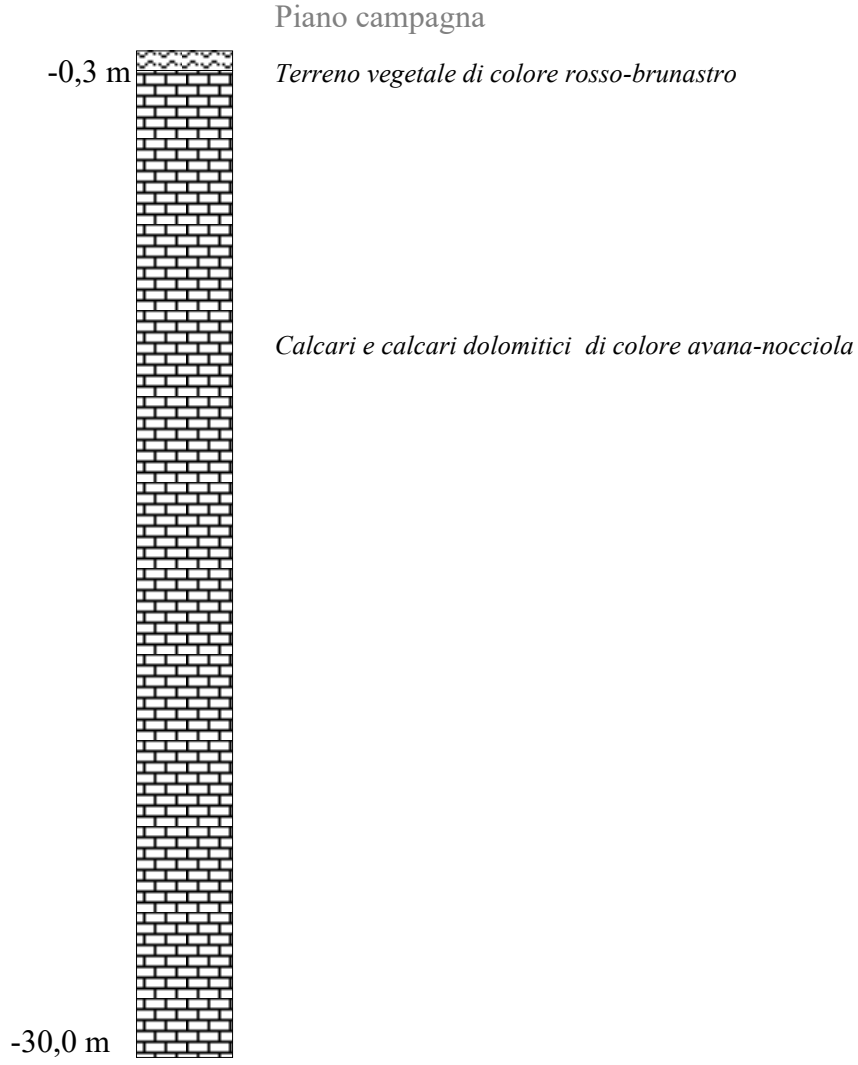
ZONIZZAZIONE DELLA VULNERABILITA' INTEGRATA DAL FATTORE PLUVIOMETRICO

(Metodo COP modificato_AE COST 620)

- Vulnerabilità elevata
- Vulnerabilità alta
- Vulnerabilità moderata
- Vulnerabilità bassa
- Vulnerabilità molto bassa

6 · SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Così come è evidente dalle pareti esposte, il substrato interessato dalla struttura, è rappresentato da un calcare dolomitico a frattura concoide avana-nocciola presente a partire dal piano campagna.

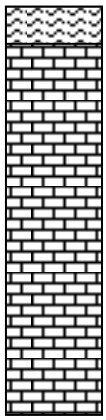


7 · PARAMETRI GEOTECNICI E MODELLO GEOLOGICO

I risultati delle indagini condotte indicano che i terreni che costituiscono il piano fondazionale sono costituiti da calcareniti bioclastiche tipo panchina con stratificazioni centi/decimetriche irregolarmente fessurati e localmente carsificati con terra rossa. All'ammasso roccioso nel suo complesso attraverso la classificazione RMR ed i criteri di rottura di Hoek-Brown e di Mohr-Coulomb sono stati ricavati i seguenti parametri caratteristici:

Peso specifico apparente	**2,4 g/cm^3**
Angolo d'attrito (φ)	**35°**
Coesione (c')	**2,5 kg/cm^2**
K (costante di Winkler)	**K ≤ 40 kg/cm^3**
Costante di Winkler in direzione x e y	**K ~13,0 kg/cm^3**
Modulo di Poisson (μ)	**0.28**
Categoria di suolo (NTC 2008)	**A**
Categoria topografica	**T1**

Piano campagna

0,3 m  Terreno vegetale di colore rosso-brunastro

Calcari e calcari dolomitici di colore avana-nocciola

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il litotipo interessato dalle opere idrauliche, è costituito da calcari e calcari dolomitici a luoghi calcarei detritici, caratterizzati da fratturazione post genetica. Le loro caratteristiche geomeccaniche e le condizioni di giacitura non hanno evidenziato situazioni che richiedano interventi o considerazioni particolari.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area su cui insiste il lotto in esame, ha evidenziato unicamente la presenza della falda profonda a circa -30,0 m, dal fondo cava relativa al piazzale sul quale verrà realizzato l'impianto di recupero inerti, non essendo tuttavia tale da originare sostanziali differenziazioni nell'ambito idrogeologico generale ed in considerazione delle opere idrauliche da realizzare, e mantenendo un sufficiente franco di sicurezza.

Le acque meteoriche di dilavamento ricadenti sul lotto ed in virtù dell'impianto di smaltimento, non producono incrementi sull'attuale assetto idraulico che possano in alcun modo modificare il livello di pericolosità delle aree né dell'assetto morfologico ed idrogeologico esistente.

Si evince quindi in modo sostanziale che l'assetto idraulico pre e post operam non subisce incrementi.

Il sito di progetto, ubicato a SE del centro abitato di Copertino all'interno della Cava Dell'Anna Muia, così come riportato dalle tavole di progetto, non rientra in nessuna classe di pericolosità idraulico e/o geomorfologica, come si evince dalle mappe finali redatte dall'AdB, né tanto meno risulta compresa nelle aree vincolate dal PPTR.

In tali aree, sono consentiti gli interventi di progetto, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento poc'anzi citata ed al contesto territoriale.

Dalla consultazione di tavola 5 riportata a pagina 17, è possibile verificare che il lotto nel quale sono previste le opere di smaltimento delle acque meteoriche, non rientra nelle aree di rispetto previste dagli strumenti di governo, vista l'assenza di pozzi a distanze tali da far rientrare le opere idrauliche in oggetto all'interno delle aree di salvaguardia.

Infine, per la valutazione della conducibilità idraulica del substrato calcareo, sono stati realizzati n. 2 pozzetti in corrispondenza dell'area di smaltimento delle acque meteoriche, dai quali è stato possibile calcolare i seguenti coefficienti di permeabilità (cfr pagg. 30÷33):

POZZETTO 1 **k= 1,0 *10^{-4} m/s**

POZZETTO 2 = **k= 1,6 *10^{-4} m/s.**

Integrando i dati ottenuti con le altezze critiche di pioggia, calcolati con metodi statistici, è possibile dimensionare le opere di smaltimento e trattamento delle acque di prima pioggia e di dilavamento, come previsto dal *Decreto del 13.06.2002 n. 191 (Piano Direttore) e successivo modificativo e integrativo n. 282 del 21.11.2003 del Commissario Delegato per l'Emergenza Ambientale per la Regione Puglia*; *RR 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del Dl.gs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.).*

Non sono presenti fenomeni che possano portare ad alcuna instabilità, sia dal punto di vista morfologico/geologico che idraulico/idrogeologico in considerazione del substrato calcareo, della profondità della falda, e delle distanze dalle opere di captazione, nelle more di attuazione dei piani di tutela (*ai sensi dell'art. 44 del D. L.gs 152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000*), (>500 m da opere di captazione potabile e > 250 m da opere di captazione per uso irriguo)

Lecce, luglio 2026

dott. geol.
Luca ORLANDUCCI