

STUDIO GEOLOGICO MARGIOTTA

Geological Society of Environmental, Geotechnical and Geophysical Studies

Piazza Mazzini, 72 – 73100 LECCE
Tel. 0832 / 307480 - 338 / 4356094 – 348 / 3347418
P.IVA 03771590753
geomargiotta@libero.it

Committente: ditta Romano Maurizio

***CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E GEOFISICA SVOLTA
NELL'AMBITO DI UN PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN LOCALE
ARTIGIANALE DA DESTINARE ALLA LAVORAZIONE DELLA PIETRA LECCESE IN
LEVERANO ALLA VIA F.L. MORVILLO***

Rif. Cat.: Fg. 28 P.IIa 263-264-102
Comune di Leverano



Lecce Agosto 2019

**CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E GEOFISICA SVOLTA
NELL'AMBITO DI UN PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN LOCALE
ARTIGIANALE DA DESTINARE ALLA LAVORAZIONE DELLA PIETRA LECCESE IN
LEVERANO ALLA VIA F.L. MORVILLO**

Premessa

Si riferisce nel seguito sui risultati ottenuti dall'espletamento di una indagine geologica, idrogeologica e geofisica conoscitiva delle caratteristiche dei terreni condizionanti un'area posta alla periferia sudoccidentale di Leverano laddove si vuole realizzare un locale artigianale da destinare alla lavorazione della Pietra leccese.

L'indagine aveva infatti lo scopo, di individuare le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni che accoglieranno le strutture fondali del fabbricato ma anche definire le pratiche migliori e più compatibili con lo stato ambientale dei luoghi per lo smaltimento dei reflui e il riscaldamento e raffrescamento degli edifici.

Lo studio è consistito nella ricognizione dei luoghi, nel riconoscimento delle caratteristiche dei terreni in affioramento e nella ricostruzione dell'assetto idrogeologico della parte di territorio in cui è compresa l'area d'interesse. Sono state inoltre condotte indagini di sismica.

Considerazioni generali sull'assetto morfologico e geologico della parte di territorio in esame

L'area di interesse rientra nel territorio amministrativo di Leverano, nella sua porzione periferica sudoccidentale, ed è posta a quota di circa 50 m s.l.m.m.: l'area è quindi parte di un territorio fortemente antropizzato.

La morfologia restituisce una configurazione della superficie topografica piatta e monotona per quanto proprio ad ovest dell'area di nostro interesse le quote si innalzano leggermente.

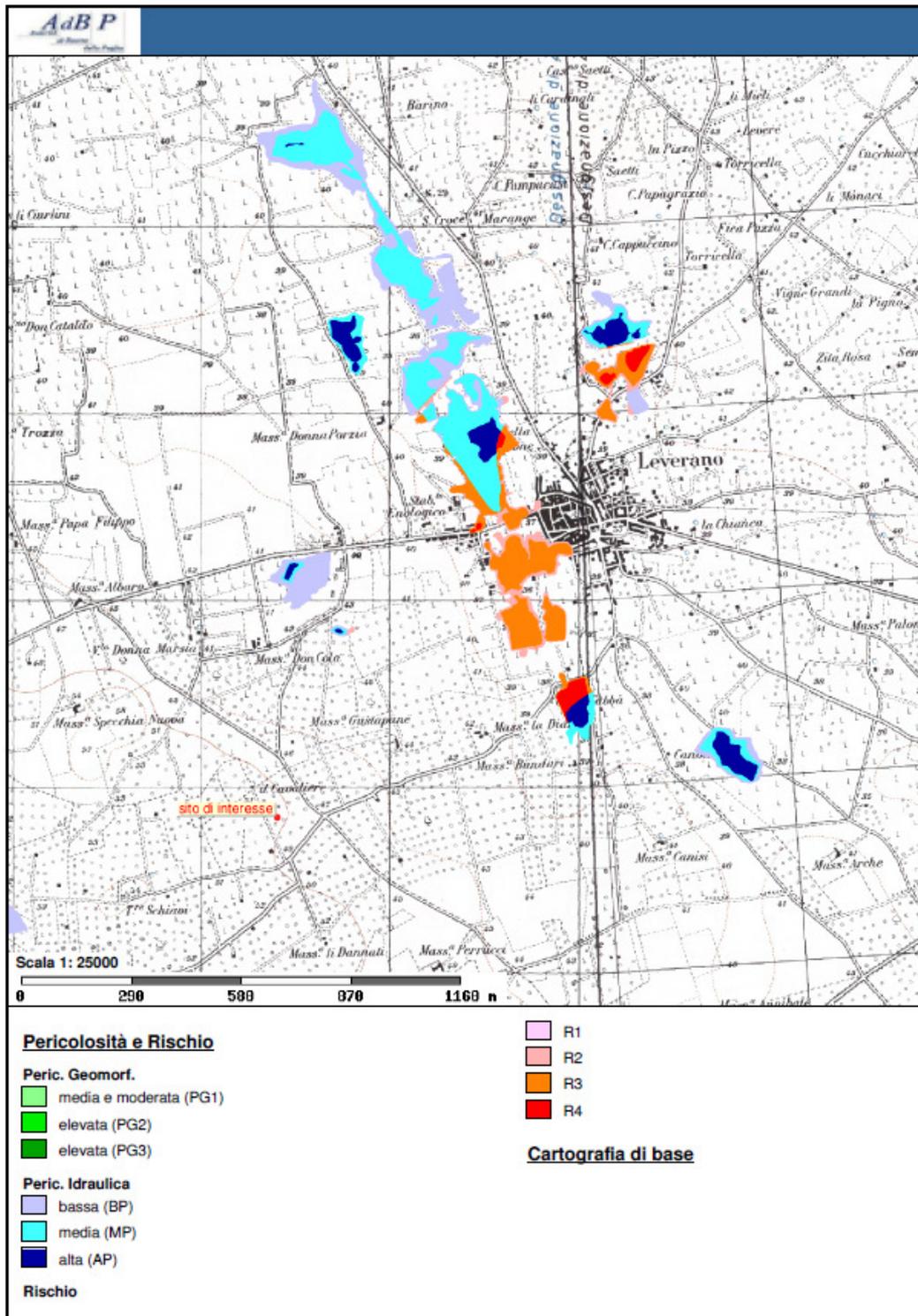
L'idrografia superficiale è rappresentata da deboli solchi erosivi, mal distinguibili in campagna, testimonianza di temporanee linee potenziali di deflusso superficiale delle acque meteoriche corrivanti sulla superficie topografica.

I bacini idrografici sono di conseguenza mal definibili in quanto in quasi tutti i punti risulta incerta la linea di spartiacque; quest'ultima è quasi ovunque rappresentata da imposizioni antropiche quali muri delimitanti proprietà, fabbricati, recinzioni ecc..



Ubicazione del sito di nostro interesse

Nell'area non si ravvisano elementi di pericolosità geomorfologica o idraulica né tantomeno di rischio (che al contrario caratterizzano estesi tratti del territorio amministrativo di Leverano), il tutto in accordo con le cartografie redatte dall'ADB.



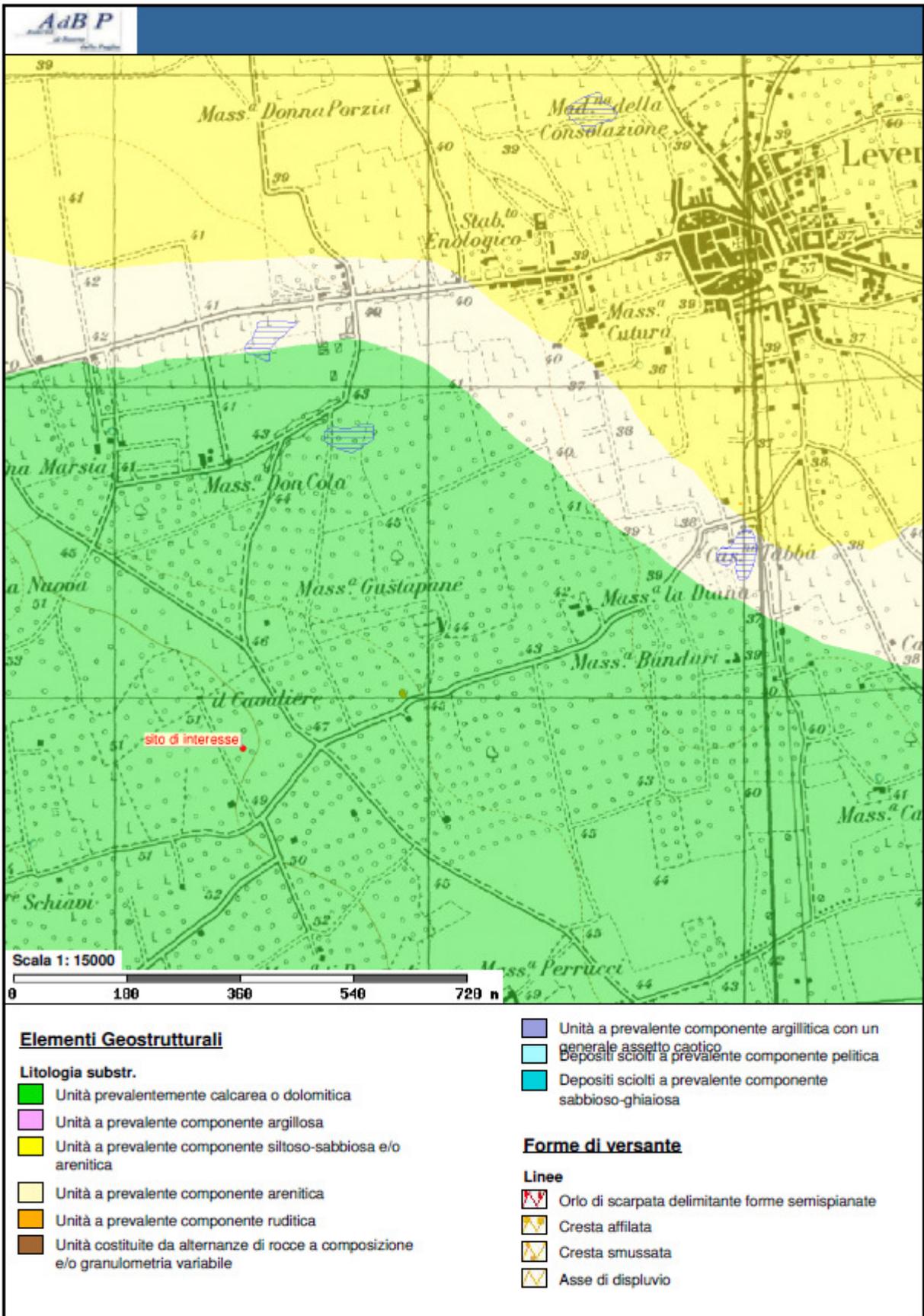
Carta delle pericolosità e rischio (dal webgis di ADB)

Dal rilevamento speditivo risulta che al di sotto di una copertura discontinua di terreno vegetale rossastro in più luoghi sostituito da terreno di riporto, fanno seguito sedimenti calcarei e calcareo dolomitici. Biancastri e grigiastri e quasi ovunque molto compatti, micritici, questi depositi cretacici, potenti oltre 6000m (pozzo Agip presso Ugento), si presentano stratificati e in più punti fratturati e piegati nonché interessati da fenomeni carsici sia micro che macro.

Nella recente letteratura i depositi fin qui descritti vengono riferiti al Calcare di Altamura del Cretaceo.

In sintesi la successione litostratigrafica, procedendo dai sedimenti più antichi a quelli più recenti, risulta essere la seguente:

- *Calcari, calcari dolomitici e dolomie (Cretaceo)*
- *Calcareniti e biocalcareniti bianco-giallastre (Pleistocene inferiore)*
- *Limi argillosi e siltosi passanti gradualmente verso il basso a sedimenti marcatamente sabbiosi (Pleistocene inferiore - medio)*
- *Sabbie e calcareniti giallastre (Pleistocene superiore)*



Carta idrogeomorfologica (dal sito dell'ADB)

 **AdB P**
Atti del Dipartimento di Scienze della Terra

 Nicchia di distacco

Poligoni

 Corpo di frana

 Cono di detrito

 Area interessata da dissesto diffuso

 Area a calanchi e forme similari

Forme di modellamento di corso d'acqua

Cigli e ripe

 Ciglio di sponda

 Ripa di erosione

Forme ed elementi legati all'idrografia superficiale

Corsi di acqua

 Corso d'acqua

 Corso d'acqua episodico

 Corso d'acqua obliterato

 Corso d'acqua tombato

 Recapito finale di bacino endoreico

 Sorgenti

 Canali lagunari

Bacini Idrici

Bacini

 Lago naturale

 Lago artificiale

 Laguna costiera

 Salina

 Stagno, acquitrino, zona palustre

Forme Carsiche

 Doline

 Grotte naturali

 Orlo di depressione carsica

 Voragini

Singolarità di Interesse Paesaggistico

 Geositi

Cartografia di base

Legenda della carta idrogeomorfologica della pagina precedente

-Calcari, calcari dolomitici e dolomie (Cretaceo)

I calcari cretacei osservati, parte del complesso carbonatico dei Calcari di Altamura, costituiscono il basamento rigido dell'intera regione e sono rappresentati da calcari detritici e biostromali quasi ovunque ben stratificati. Intercalati ai sedimenti calcarei è possibile osservare orizzonti, livelli, strati di calcari dolomitizzati e di dolomie nocciola e grigio scure.

Frequenti i resti fossili, in primo luogo rudiste. Affioramenti di calcari mesozoici sono direttamente osservabili nella zona in esame.

Dal punto di vista tettonico i calcari cretacei risultano piegati in blande ondulazioni aventi asse E-W a luoghi associate a faglie direzionali; a queste strutture più antiche se ne associano altre successive costituite da faglie aventi direzione NNW-SSE e risultanti da fenomeni di tipo disgiuntivo. Fratture, fenditure e dislocazioni possono disarticolare in parte il pacco sedimentario che a luoghi si presenta notevolmente disturbato; su queste fratture può installarsi il fenomeno carsico dando luogo, in superficie, a fenditure beanti o riempite di materiale residuale rossastro.

-Calcareniti e biocalcareniti bianco-giallastre (Pleistocene inferiore)

Al di sopra della formazione dei Calcari di Altamura si rinviene, in trasgressione con discordanza angolare la formazione delle Calcareniti di Gravina riferita in letteratura al Pleistocene inferiore. La superficie di trasgressione ha un andamento irregolare e corrisponde ad una superficie d'erosione subaerea successivamente rielaborata dall'azione di abrasione del mare in fase trasgressiva.

Il contatto localmente è quasi ovunque marcato da un conglomerato i cui ciottoli calcarei e dolomitici sono compresi in una matrice calcarenitica: a luoghi il contatto è segnato da orizzonti di terre rosse residuali di spessore decimetrico e centimetrico.

Questi depositi sono costituiti da calcareniti e biocalcareniti di colore bianco-giallastro in banchi a giacitura massiccia con irregolari cenni di stratificazione.

L'età della formazione viene segnalata da più autori la presenza di *A. islandica* (Linneo) indicativa quindi proprio di un'età pleistocenica inferiore.

Sulla base di numerosi sondaggi geognostici eseguiti nella zona, la potenza di questi sedimenti varia sensibilmente dai 7 ai 28-30 m, quelli più significativi sono riscontrabili in

corrispondenza delle depressioni della superficie del substrato calcareo cretaceo sottostante.

Verso l'alto le calcareniti passano gradualmente a sedimenti pelitici rappresentati dalle più recenti Argille subappennine

-Limi argillosi e siltosi passanti gradualmente verso il basso a sedimenti marcatamente sabbiosi (Pleistocene inferiore- medio)

Questi depositi sono costituiti da limi argillosi e siltosi a giacitura massiccia e sono caratterizzati da frequenti variazioni di facies connesse con l'andamento mutevole dei fondali e con la conformazione dei luoghi.

In letteratura sono noti con il nome formazionale di Argille subappennine.

Dal punto di vista dell'assortimento granulometrico, in relazione ai valori medi ottenuti da numerose determinazioni, siamo in presenza di limi sabbiosi con argilla anche se si sono riscontrate significative variazioni nelle dimensioni dei grani dei rispettivi campioni esaminati.

Il contenuto naturale in acqua varia da valori minimi del 14 % a massimi del 43 %; il peso di volume naturale presenta invece minimi di 1.75 gr/cmc e valori massimi di 2.11 gr/cmc con medie attestate intorno ai 1.94 gr/cmc.

Dalla determinazione dei limiti di consistenza se ne deduce che questi sedimenti rientrano nelle "argille inorganiche a plasticità da medio-bassa a medio-alta".

Le proprietà meccaniche sono state individuate attraverso prove consolidate-drenate svolte al triassiale ed alla scatola di Casagrande. I valori della coesione efficace così ottenuti hanno minimi pari a 0.2 kg/cmq e massimi di 0.6 kg/cmq con media di 0.37 kg/cmq; a questi valori corrispondono angoli di attrito efficaci di 20°, 27° e 23.6°.

-Sabbie e calcareniti giallastre (Pleistocene superiore)

Le sabbie presentano percentuali dei differenti componenti l'assortimento granulometrico alquanto variabili (ghiaia dallo 0 al 28%, sabbia da 3 a 84%, limo dal 2 al 75% e, in alcuni campioni, sensibile presenza della frazione argillosa fino anche al 23%).

La ricerca delle caratteristiche fisiche di detti terreni ha fornito i seguenti risultati: contenuto naturale d'acqua oscillante intorno a valori del 20.8%; indice dei vuoti compreso tra 0.49 e 0.8 mentre il peso specifico del secco presenta valori medi di 1.60 gr/cmc.

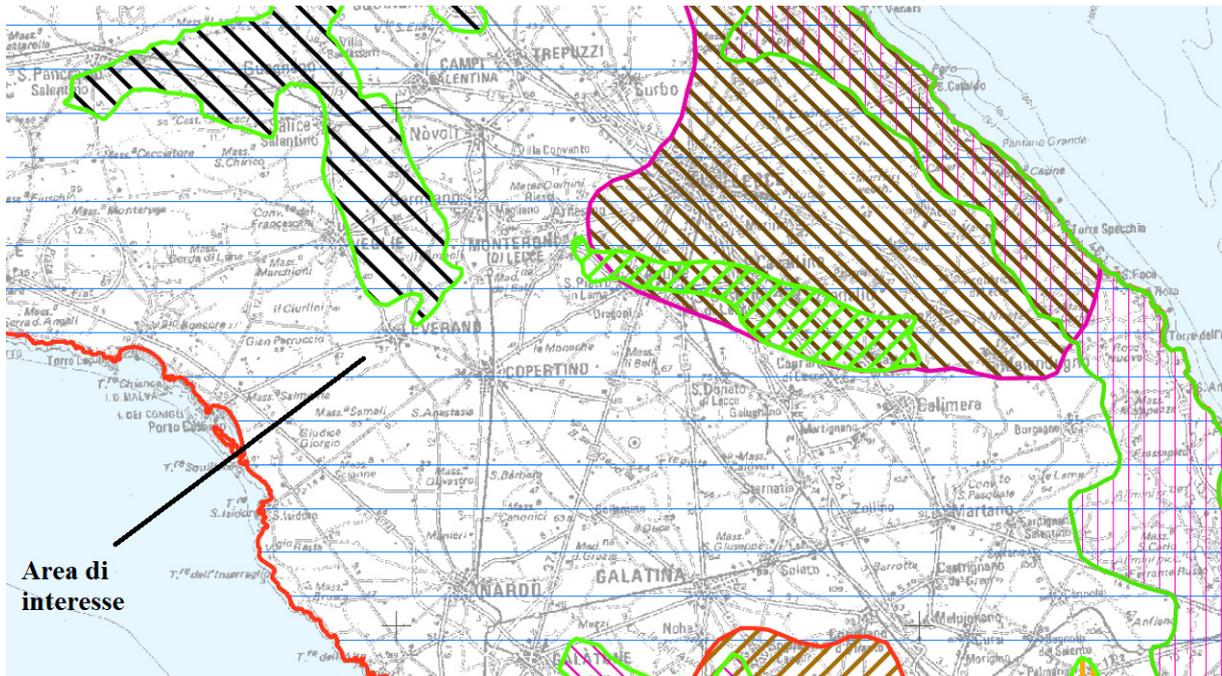
Le prove meccaniche, consistite in determinazioni di resistenza al taglio alla scatola di Casagrande, restituiscono valori della coesione molto bassi –da 0.1 a 0.15 kg/cmq- e valori medi dell'angolo di attrito pari a 35°.

Per quanto concerne le calcareniti e arenarie presenti nelle sabbie in orizzonti di spessori generalmente variabili da 0.15 a 0.30 m, i valori disponibili debbono essere letti come di primo approccio viste le scarso numero di determinazioni eseguite. Limitandosi a fornire valori medi delle caratteristiche fisiche e meccaniche, riscontriamo un peso di volume pari a 1.56 gr/cmc; un peso specifico reale di 2.58 gr/cmc; porosità dell'ordine di 0.40 e valori della resistenza, ottenuti con prove alla compressione semplice su provini allo stato naturale, di 47 kg/cmq (minimi di 43 e massimi di 61 kg/cmq).

In particolare, nell'area dove dovrà sorgere il locale artigianale, affiorano diffusamente i Calcari di Altamura del Cretaceo al di sotto di una discontinua copertura di terreni residuali.

L'assetto idrogeologico

I depositi del Cretaceo condizionanti il piano campagna presentano un grado di permeabilità per fessurazione e carsismo. L'unica falda presente è quella di fondo ospitata nella potente formazione carbonatica cretacea.



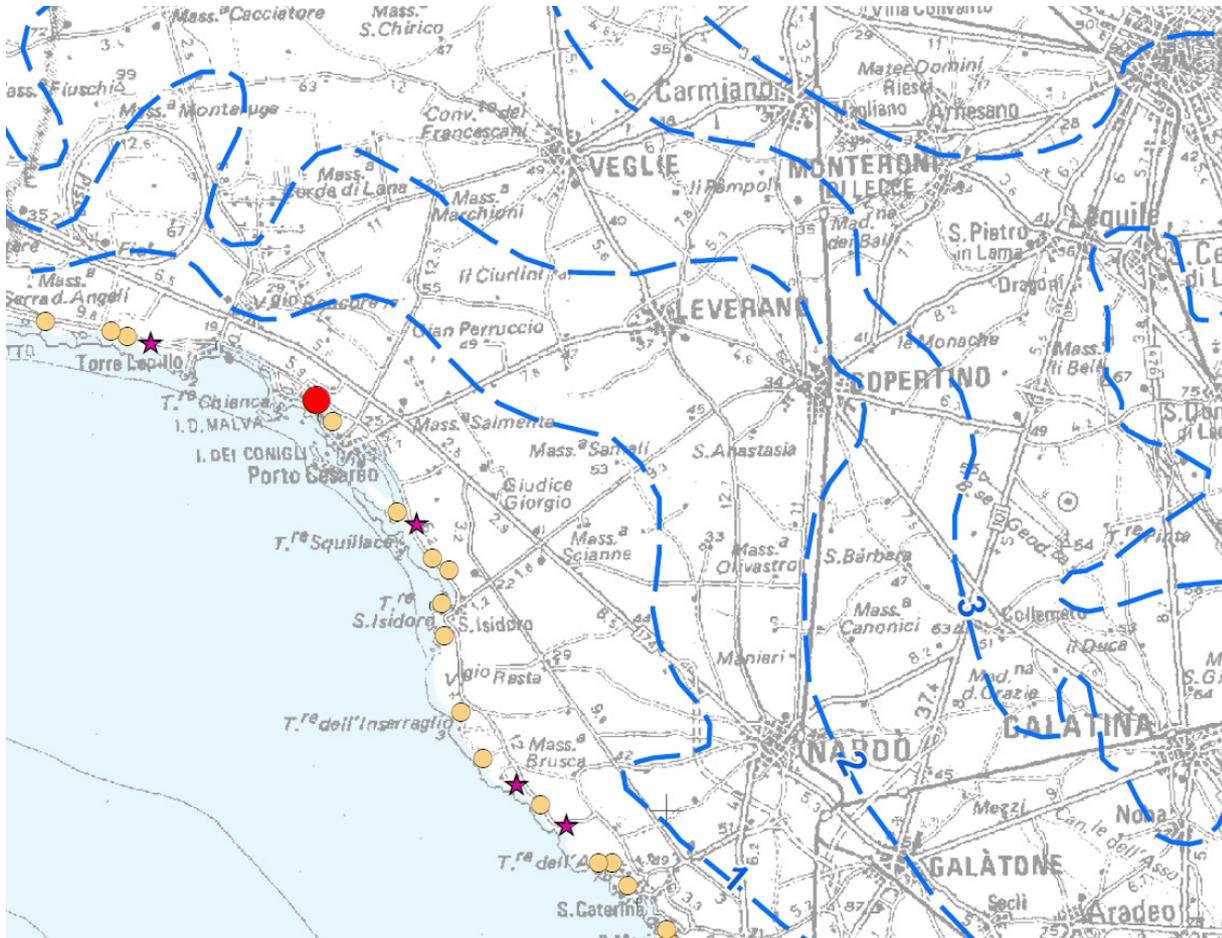
Nell'area di interesse è presente la sola falda profonda (linee orizzontali celesti). Fonte Piano Tutela delle Acque (PTA)

Le rocce carbonatiche preneogeniche, le quali rappresentano l'impalcatura geologica della Penisola Salentina, sono infatti notevolmente interessate da fenomeni di fratturazione e dissoluzione carsica. Questa formazione risulta quindi molto permeabile per fessurazione e carsismo e permette quindi l'esistenza di una potente falda acquifera sotterranea.

Detta falda viene definita "profonda" per distinguerla da altre, superficiali, contenute, in altri luoghi nei terreni post-cretacei; la falda profonda è sostenuta al letto dalle acque marine di invasione continentale, il passaggio dalle acque sfruttabili a concentrazione salina inferiore ad 1 g/l a quelle marine sottostanti (le cui concentrazioni sono dell'ordine di 35 g/l), avviene attraverso una zona di transizione o interfaccia segnata da repentini aumenti della concentrazione salina.

Dall'esame della morfologia della superficie piezometrica si rileva inoltre come il deflusso idrico sotterraneo nell'area in esame si realizzi verso ovest sotto cadenti idrauliche medie

dell'ordine dello 0.3-0.4 % con valori minimi dello 0.1 % e massimi dello 0.5 %; ciò è anche conseguenza dell'ampia eterogeneità di permeabilità dell'acquifero. Il livello freaticometrico è di circa 1,8 m rispetto al livello del mare.

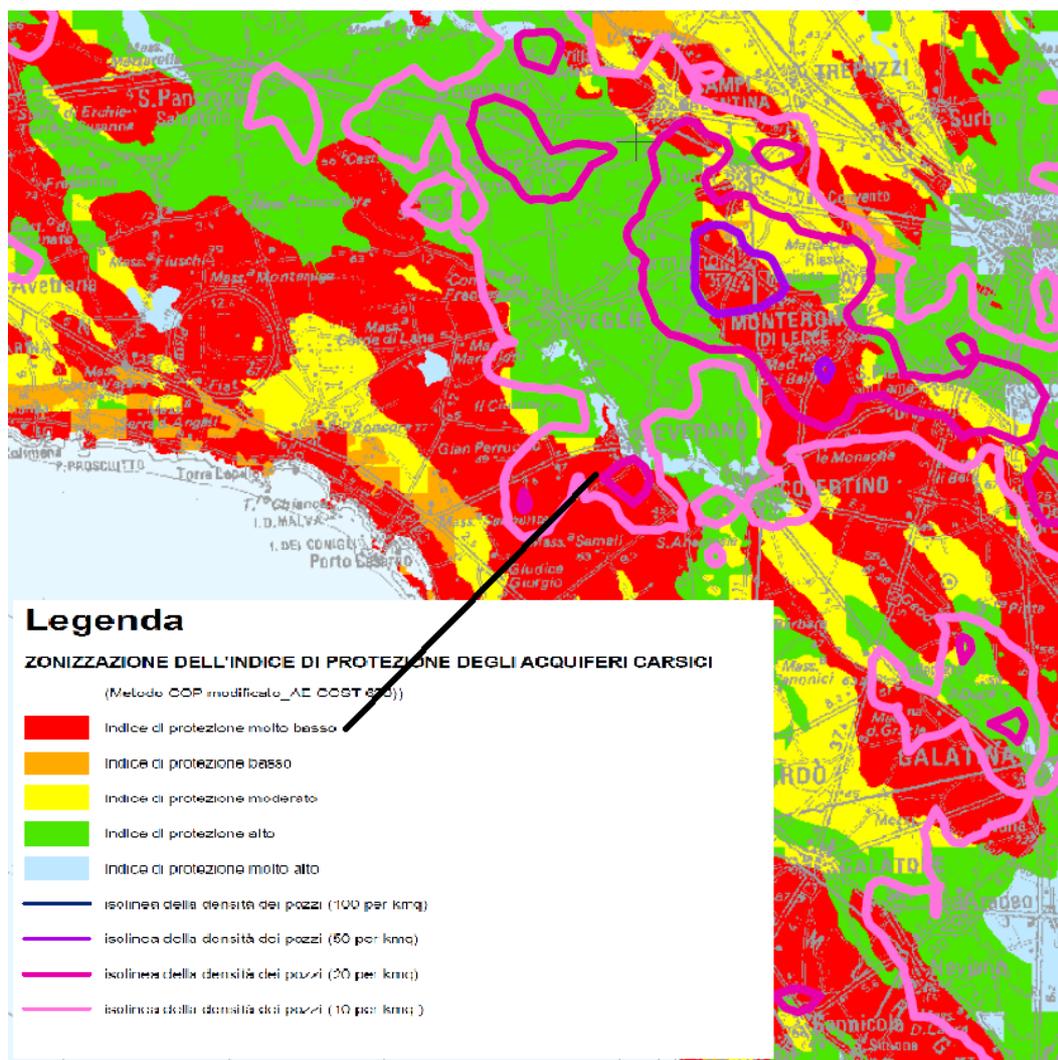


Piezometria della falda profonda. Fonte PTA

Una delle caratteristiche peculiari delle acque della falda profonda è data, come sopra già accennato, dal loro contenuto salino e dal modo con cui questo è spazialmente distribuito. Poiché la falda viene ravvenata dalle acque meteoriche infiltratesi nel sottosuolo, la concentrazione di sali nelle acque di falda, più bassa possibile, è pari a quella delle acque di alimentazione, ossia di quelle che effettivamente giungono a ravvenare la falda e che hanno un contenuto salino medio dell'ordine di 0.5 g/l. Chiaramente mentre entroterra le acque di alimentazione hanno contenuti salini ben inferiori alla media indicata, quelle prossime alla costa presentano contenuti salini superiori. In definitiva vale la pena di evidenziare che le aree, ove sono disponibili acque sotterranee a contenuti salini inferiori a 1 g/l, sono a tutt'oggi limitate e circoscritte e lo sono ancor più quelle a contenuto salino inferiore a 0.5 g/l. L'equilibrio acque dolci-acque marine di invasione continentale risulta però, in più luoghi compromesso dall'azione

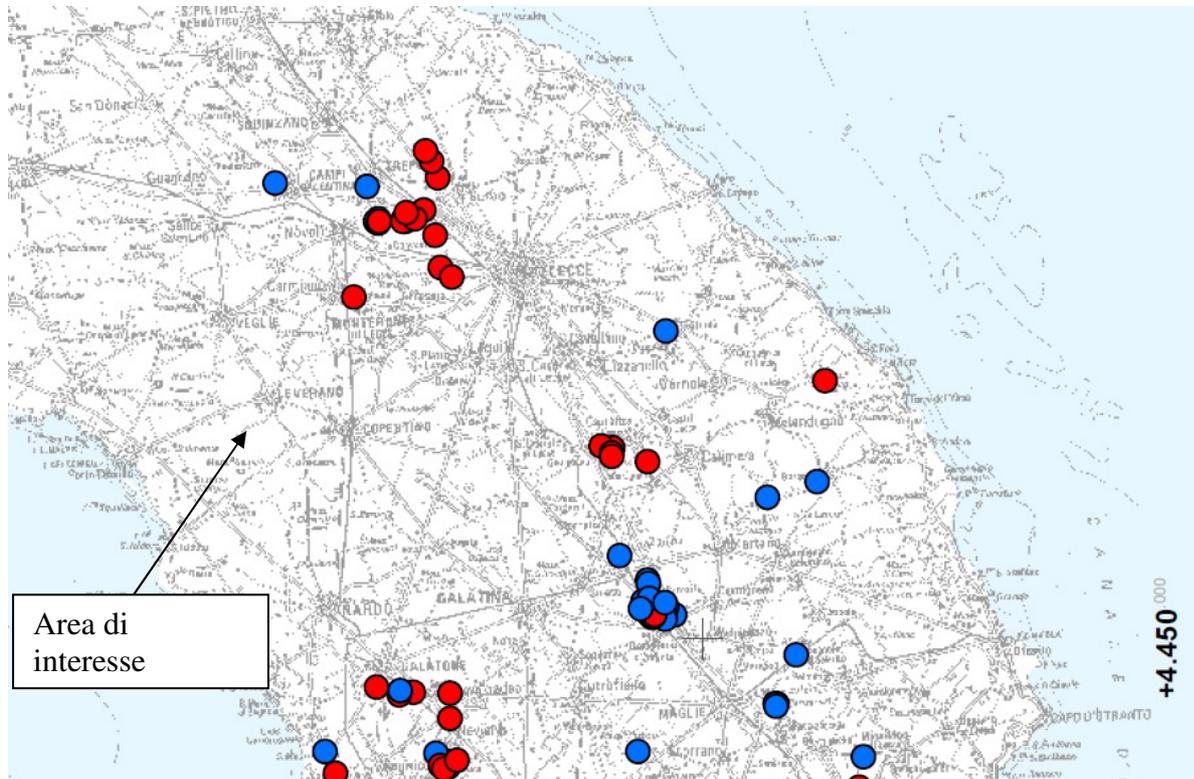
dell'uomo, specie lungo le fasce costiere, ma in modo diffuso su tutto il territorio; ciò principalmente a causa di frazionamenti esasperati e speculativi dei terreni agrari per cui si assiste ad un proliferare di pozzi che non ovunque tengono conto del locale assetto idrogeologico. Determinante inoltre è l'influenza esercitata dal diretto contatto laterale o dal basso, della falda con l'acqua marina. Infatti anche nelle sole condizioni di equilibrio si determina nelle acque di falda un aumento della originaria concentrazione salina ad opera delle acque marine invadenti il continente. Dato il carico idraulico dell'area di interesse (1,8 m) si può però ipotizzare che nell'area di interesse ci siano almeno 70 m di acque dolci con temperature comprese tra i 17° ed i 18° (Margiotta e Negri, 2004; Giudici et al., 2012).

In virtù della permeabilità dell'insaturo che garantirebbe un rapido veicolamento di sostanze inquinanti nel sottosuolo, l'indice di protezione dell'acquifero è molto basso (fonte PTA).



Carta di vulnerabilità dell'acquifero. Fonte PTA

Nell'area e nelle sue immediate vicinanze non sono presenti zone di protezione speciale né aree sensibili. Non sono riportate opere di captazione ad uso potabile (fonte PTA).



Opere di captazione ad uso potabile (fonte PTA)

Si fa presente che all'interno del lotto di nostro interesse è ubicato un pozzo di cui si ha regolare autorizzazione alla ricerca. Il pozzo è ubicato nel punto avente le seguenti coordinate:

WGS84 UTM 33N X: 753386.11719 Y: 4462597.81285
WGS84 UTM 32N X: 1263971.58286 Y: 4497213.19189
Gauss Boaga Est X: 2773397.592 Y: 4462674.77742
lat/lon WGS84 X: 17.98024 Y: 40.2755

Il pozzo è autorizzato agli usi domestici.

LA PERMEABILITA' DELLE ROCCE CONDIZIONANTI IL PIANO CAMPAGNA

Uno dei dati più utili ed interessanti per le finalità dello studio è la *permeabilità* dei sedimenti condizionanti il piano campagna.

Per la sua elaborazione si è tenuto conto, naturalmente, delle unità riportate sulla carta litologica; in effetti, i confini formazionali rappresentano sovente i limiti stessi dei corpi litoidi a comportamento idrogeologico omogeneo. Va aggiunto che le indicazioni di seguito fornite, benché in qualche caso ispirate a dati di laboratorio, vanno accolte con doverosa cautela ed intese sempre come *espressioni rappresentative di una media*.

In definitiva i terreni dell'area di interesse possono essere suddivisi nelle seguenti classi:

- ✓ terreni **debolmente permeabili** per porosità e, subordinatamente per fessurazione: si tratta di litotipi (calclutiti, calcareniti e calciruditi) ampiamente affioranti nell'area di interesse, che con il variare della composizione mineralogica possono dar vita ad acquiferi più o meno consistenti, la cui geometria è sempre di problematica definizione. Il valore di permeabilità è qui funzione anche di fratture e faglie che possono interessare tali sedimenti soprattutto laddove, come nel nostro caso siamo in un'area interessata da faglie che seppure interessanti prevalentemente il basamento, possono essere state riattivate in periodi geologici successivi. Nell'area di interesse non sono state rilevate falde stagionali;
- ✓ terreni **a permeabilità elevata in grande per fessurazione e carsismo**: calcari e calcari dolomitici fortemente fessurati e carsificati che costituiscono il contenitore della falda idrica profonda. Questi terreni sono tra i più diffusi. Giova ricordare alcuni degli affioramenti principali: quasi tutta l'area che va da Copertino al mare e che interessa **quindi parte dell'abitato di Leverano**; la larga striscia di territorio allungata da Nord-Ovest a Sud-Est tra Carmiano e Soleto; i dintorni di Martignano; la fascia costiera tra Otranto e Leuca; le Serre del Sud-Ovest della penisola.

È malagevole tentare d'esprimere in maniera quantitativa la permeabilità dei terreni affioranti. Come è noto, infatti, i valori di questo parametro variano in genere da punto a punto in rapporto a più fattori.

Dati di letteratura consentono di attribuire mediamente alle formazioni **calcareo-dolomitiche salentine un coefficiente k di permeabilità oscillante fra 10^{-1} e 10^{-3} cm/sec**, mentre per la copertura detritico-calcarenitica (che caratterizza l'area di nostro interesse) ci si attesta su di un coefficiente di permeabilità k oscillante intorno al valore medio di 10^{-3} cm/sec e 10^{-4} cm/sec

In base alla classificazione di Casagrande e Fadum, questi ultimi terreni (che sono quelli in corrispondenza dei quali si realizzerà un impianto di subirrigazione) rientrano fra quelli in cui il drenaggio è ritenuto *buono* con grado di permeabilità *alto*.

VALORE DI CONDUCCIBILITA' K (m/s)	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Grado di permeabilità (Casagrande e Fadum, 1940)	Buono						Scarso			Praticamente nullo			
Tipo di terreno (Casagrande e Fadum, 1940)	Ghiaia pulita.			Sabbie pulite; mescolanza di sabbia pulita e ghiaia.			Sabbie molto fini; limi organici ed inorganici; mescolanze di sabbia, limo e argilla; till glaciale, depositi stratificati di argilla, ecc.			terreni "impermeabili", cioè argille omogenee al di sotto della zona influenzata dagli agenti atmosferici.			
							Terreni "impermeabili" modificati dall'azione della vegetazione e degli agenti atmosferici.						
Grado di permeabilità (Colombo, 1974)	Alto				Medio		Basso		Molto basso		Impermeabile		
Granulometria (Caslany, 1968)	Ghiaia			Sabbia		Sabbia molto fine			Silt		Argilla		
	Ghiaia grossa e media	Ghiaia e sabbia		Sabbia e argilla con limi							Argilla		
Grado di permeabilità (Caslany, 1968)	Elevato				Basso					Nullo			
Tipi di formazioni (Caslany, 1968)	Permeabili				Semi - permeabili					Impermeabili			

Approccio alla caratterizzazione geotecnica dell'ammasso roccioso condizionante le strutture fondali

L'area destinata ad accogliere le strutture fondali delle erigende opere è, come già si è detto, condizionata dall'affioramento di depositi calcarei riferiti in letteratura ai Calcari di Melissano (Calcare di Altamura sensu Ricchetti) e datati al Cretaceo.

Questi sedimenti sono localmente ricoperti in superficie da depositi residuali rossastri il cui spessore risulta estremamente variabile e comunque dell'ordine massimo di una metrata. Il tipo litologico destinato ad accogliere le strutture fondali delle opere sarà quindi costituito dai calcari tenaci cretacei; nel seguito si producono osservazioni sulle caratteristiche fisiche e meccaniche di questi depositi.

La potente formazione carbonatica costituente l'impalcatura rigida dell'intera regione, localmente si presenta costituita da calcari biancastri, tenaci, a frattura concoide, stratificati in banchi spessi nell'ordine di una metrata, in più luoghi interessati da fratturazioni variamente orientate, in gran parte serrate o beanti con aperture centimetriche riempite o no da terreni residuali ocrei. Su alcune di queste fratture si sono impostati fenomeni di tipo carsico con dissoluzione dei carbonati, ampliamento delle originarie fessurazioni e tendenza a costituire percorsi meandriformi vie preferenziali delle acque meteoriche qui ricadenti le quali, per gravità, raggiungono la falda acquifera di fondo.

Questi sedimenti posseggono ottime caratteristiche geotecniche là dove non inficiati dai vizi legati alla fatturazione e al carsismo sopra evidenziati.

Come già visto la potente successione carbonatica preneogenica presenta consistente grado di eterogeneità litologica unitamente a discontinuità, in più luoghi esasperate, dovute al grado di fessurazione e di incarsimento; questi fattori conferiscono ai depositi caratteristiche di comportamento di tipo spiccatamente anisotropo. Con queste premesse si propongono nel seguito campi di variabilità di alcuni parametri riferiti alle caratteristiche fisiche e meccaniche provenienti da osservazioni puntiformi e/o da dati di letteratura; la loro validità è connessa alle finalità stesse di questo lavoro teso a proporre un primo approccio di larga massima alla caratterizzazione geotecnica dei differenti depositi. In particolare i depositi carbonatici presentano un peso specifico reale (γ_s) compreso tra 2.60 e 2.73 gr/cm³ per i calcari, tra 2.71 e 2.73 gr/cm³ per le dolomie, mentre il peso specifico apparente (γ) varia da 1.94 gr/cm³ per i calcari e tra 2.62 e 2.70 gr/cm³ per le

dolomie. Il peso specifico apparente risulta, ovviamente, legato a quello reale in funzione del grado di porosità (n) del sedimento secondo la relazione:

$$\gamma = \gamma_s (1-n)$$

Questi tre parametri influenzano notevolmente la resistenza meccanica per cui è proponibile una dipendenza riscontrata tra peso specifico apparente e porosità e corrispondenti valori di compressione monoassiale a rottura. Quest'ultimo parametro meccanico in realtà, per i depositi carbonatici in esame, copre un intervallo molto ampio (dai 300 kg/cm² ai 2000 kg/cm²) ed è influenzato da più fattori; è possibile quindi stabilire leggi empiriche di correlazione valide solo per limitati intervalli ed aventi significato di primo approccio.

Relazione tra peso specifico apparente e compressione monoassiale a rottura. I valori riportati nel diagramma rappresentativo della dipendenza dei due parametri per $2.50 < \gamma < 2.70$ espresso in gr/cm³ e per $200 < \sigma < 600$ espresso in kg/cm², possono essere rappresentati dall'equazione

$$\sigma = 110 / (2.71 - \gamma)$$

Relazione tra porosità e compressione monoassiale a rottura. Anche per la porosità (n) espressa in %, è stata osservata una possibile correlazione con i valori di compressione monoassiale a rottura; questa dipendenza risulta più significativa per valori di porosità compresi tra il 2 e il 10%. La relazione empirica dedotta è la seguente:

$$\sigma = 2926.021 * n^{-0.70942}$$

Alcuni campioni prelevati tra quelli in affioramento, ampiamente rappresentativi del tipo litologico condizionante questa parte di territorio, sono stati sottoposti a prove di laboratorio i cui risultati si illustrano qui di seguito.

Peso specifico	Peso di volume	Grado di compattezza	Carico a rottura	Coesione	Angolo attr. Int.
2.73	2.60g/cmc	0.96	>300 kg/cmq	0.3MPA	40°

Modulo elastico: 380.000 Kg/cmq 37265 MPA

Coefficiente di poisson: 0.3

Coefficiente di winkler: 15 Kg/cmc

E' ovvio che i campioni esaminati risultavano compatti e privi di fessurazioni.

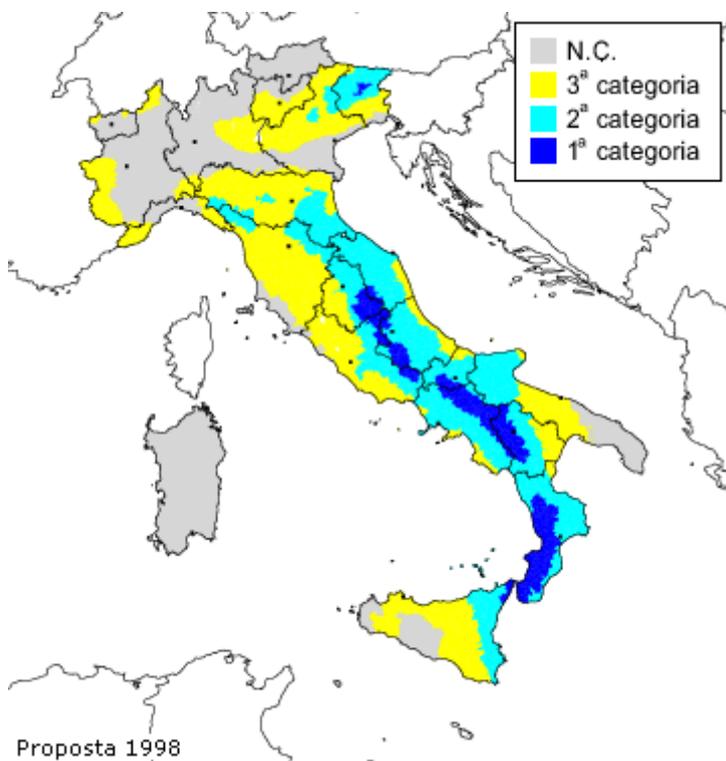
Classificazione antisismica

E' noto come l'azione sismica sulle costruzioni sia generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche. Il moto sismico eccita la struttura provocandone la risposta dinamica, che va verificata e controllata negli aspetti di sicurezza e di prestazioni attese.

Soprattutto negli ultimi decenni, le normative tecniche per le costruzioni in zona sismica sono state oggetto di ordinanze e decreti che ne hanno definito gli aspetti principali.

Come spesso è accaduto, è stato un evento sismico, quello di San Giuliano di Puglia del 31 ottobre 2002 (magnitudo 5.4), che scosse l'opinione pubblica soprattutto per il crollo della scuola Francesco Jovine e la morte di 27 bambini e la loro maestra, ad accelerare il processo di revisione delle norme, che sfociò nell'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003.

La totalità dei comuni salentini non erano classificati nella normativa in materia sismica antecedente l'Ordinanza PCM n.3274 del 20 marzo 2003. Con questa Ordinanza si introduce però la 4^a categoria includente le zone a bassa sismicità, quelle cioè che la precedente normativa classificava N.C..



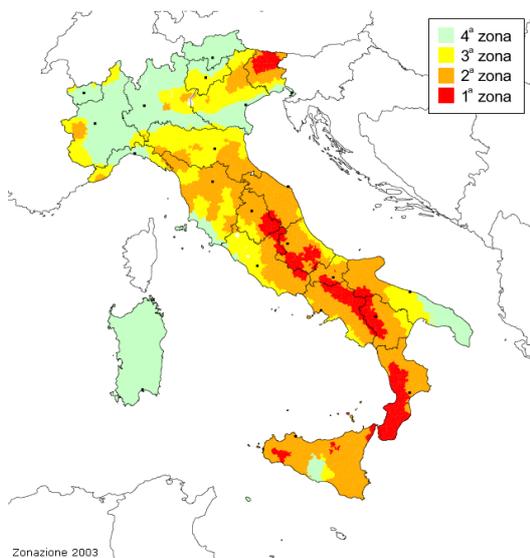
Proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano (1998) a cura del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi

I 4 livelli di intensità sismica vengono pertanto correlati ai valori della PGA e ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale venne suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro $a_g =$ **accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A**. I valori convenzionali di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati: 0.05g, 0.15g, 0.25g, 0.35g; S = 6,9,12 e non sismico.

V

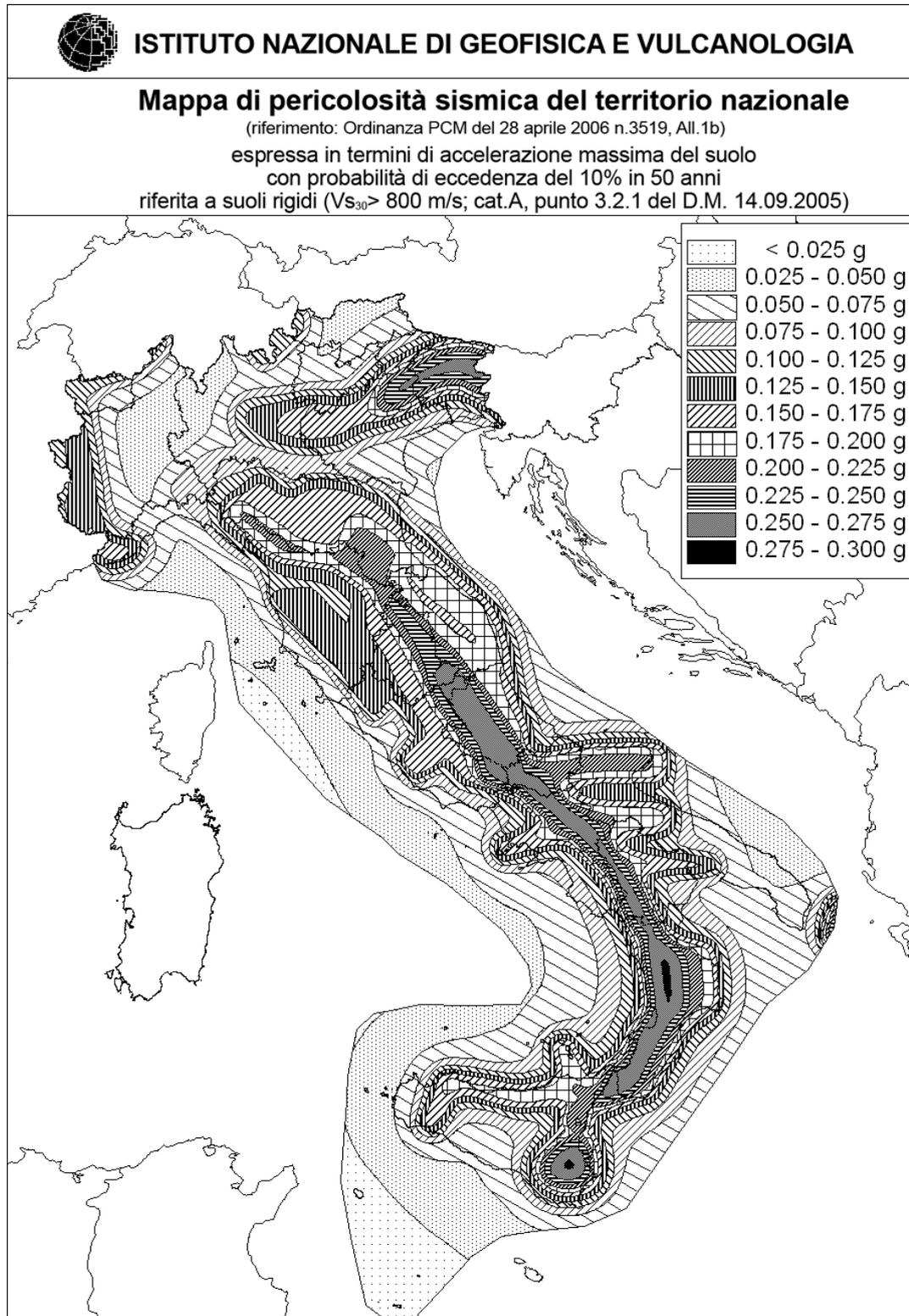
Zona	Valore di a_g
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

Le zone 1, 2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli riportati nella tabella e intervallati da valori non minori di 0,025.



La zonazione del 2003 da <http://zonesismiche.mi.ingv.it/class2003.html>

Con l'ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006 dalla G.U. n.108 del 11/05/06 venivano poi individuati i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".



Con il **D.M. 14.01.2008** (*Norme Tecniche per le Costruzioni*), venivano quindi distinte sette diverse categorie di suolo attraverso prove sismiche *in situ* preferibilmente, ma anche attraverso prove penetrometriche e di laboratorio, al fine di stimare *la risposta sismica locale* per una determinata area. Per “risposta sismica locale” si intende il moto sismico così come avvertito in superficie, una volta trasformato a causa dei caratteri locali del sito. Propagandosi negli strati più superficiali, infatti, le onde sismiche subiscono variazioni più o meno significative del loro moto a causa dell’azione svolta dal terreno che, fungendo da filtro, attenua alcune frequenze e ne esalta delle altre. Data l’estrema variabilità delle caratteristiche geotecniche e morfologiche anche per terreni vicini, uno stesso moto sismico al bedrock (formazione rigida di base) può indurre effetti di sito anche molto differenti per uno stesso territorio (Vinale F., 2008).

La classificazione deve riguardare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento, (bedrock) ovvero quelli presenti ad una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera.

Nel DM citato veniva quindi definita la **V_{S30} come la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio** e veniva calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Con h_i = spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = velocità dell’onda di taglio i-esima

N = numero di strati

Dove quindi h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo, *per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.*

In definitiva la velocità di propagazione delle onde di taglio V_S assurge ad elemento diagnostico per la comprensione del comportamento fisico e meccanico in campo dinamico. E la valutazione di rischio sismico non più deducibile dalla normativa ma ottenuto attraverso una valutazione dell’influenza delle condizioni litologiche e

morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

Con **Decreto del 17 Gennaio del 2018**, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Martedì 20 Febbraio, sono state **aggiornate** le *Norme Tecniche per le Costruzioni*.

Secondo le NTC-2018 le zone a sismicità molto bassa sono quelle caratterizzate, allo SLV, da $agS \leq 0.075g$. In precedenza le norme facevano riferimento, come abbiamo descritto sopra, alla zona 4, caratterizzata da $ag \leq 0.05g$, quindi definita sulla base della sola pericolosità di base riferita al suolo rigido, senza tener conto dell'amplificazione sismica locale.

Il parametro agS tiene conto dell'amplificazione locale e, pertanto, la definizione di area a sismicità molto bassa viene di fatto sostituita con quella di "sito a sismicità molto bassa" (Clemente et al., 2018).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel capitolo 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al capitolo 6.2.2.

Nello specifico il recente **D.M. del 17 gennaio 2018 (Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni pubblicate sul supplemento ordinario della G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018)** propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli: **A –B –C – D –E**, eliminando gli ulteriori due speciali S1 e S2 presenti nelle precedenti NTC del 2008.

In particolare le cinque tipologie dei suoli sono così definite (Tab. 3.2.II):

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Con h_i = spessore in metri dello strato i-esimo

$V_{S,i}$ = velocità dell'onda di taglio i-esima

N = numero di strati

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche, per quelle complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i > 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

MASW

Nel nostro caso per la caratterizzazione sismica ai sensi delle NTC 2018, sono state condotte indagini geofisiche allo scopo di valutare la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s).

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato il sismografo Geometrics.

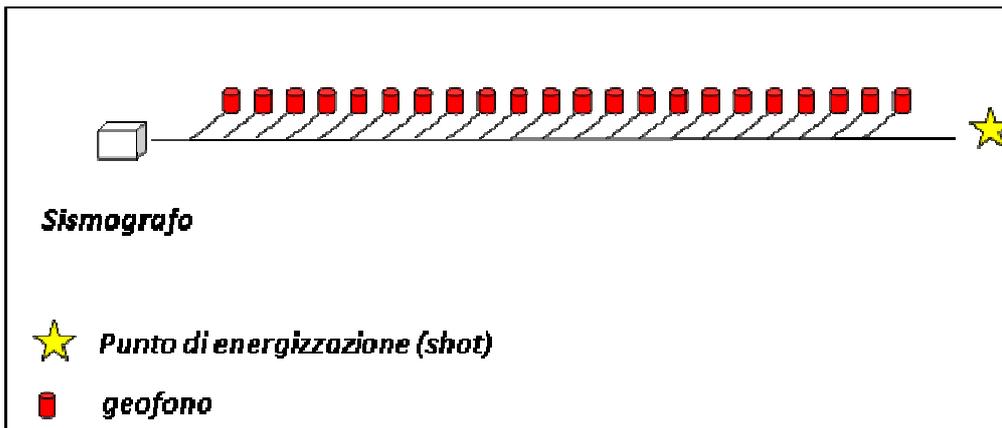
Il profilo V1 (Figura) è costituito da 24 geofoni con frequenza propria di 4.5Hz posti a distanza intergeofonica pari a 2m. L'energizzazione è stata eseguita con un martello da 5kg a 6 m dal primo geofono.



Ubicazione e verso in mappa (Google Earth) del profilo MASW (V1)

PRESENTAZIONE E DISCUSSIONE DEI DATI

Per il profilo eseguito è stata utilizzata la geometria di acquisizione riportata in Figura: i geofoni sono stati posizionati lungo lo stendimento ad una distanza intergeofonica di 2m; l'energizzazione è stata effettuata ad una distanza di 8m rispetto al primo geofono.



Schema esemplificativo della geometria di acquisizione dei profili sismici per il calcolo della V_{seq} .

I dati acquisiti sono stati elaborati ed interpretati con il software SWAN attraverso la tecnica MASW. Dalla teoria è noto come, la quasi totalità dell'energia si propaga nel sottosuolo a seguito di una energizzazione avviene tramite onde superficiali (principalmente onde di Rayleigh). L'analisi delle onde di Rayleigh mediante tecnica MASW viene eseguita attraverso la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una doppia trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio, detto dominio trasformato, è semplice andare a separare il segnale relativo alle onde di Rayleigh da altri tipi di segnale. L'osservazione dello spettro consente di notare che le onde superficiali si propagano a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde. La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sulle massime ampiezze dello spettro. A questo punto la curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenere un modello a cui è associata una curva

di dispersione sperimentale che ben approssima la curva sperimentale. Questa seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di “inversione”.

PROFILO V1



Dettaglio fotografico relativo allo stendimento del profilo V1.

Dalla elaborazione dei dati del profilo V1, si genera una curva di dispersione (figura), basata sul modello sintetico del terreno, mediante la caratterizzazione, per ciascuno strato, dello spessore dello strato stesso, della velocità delle onde S, della densità del terreno:

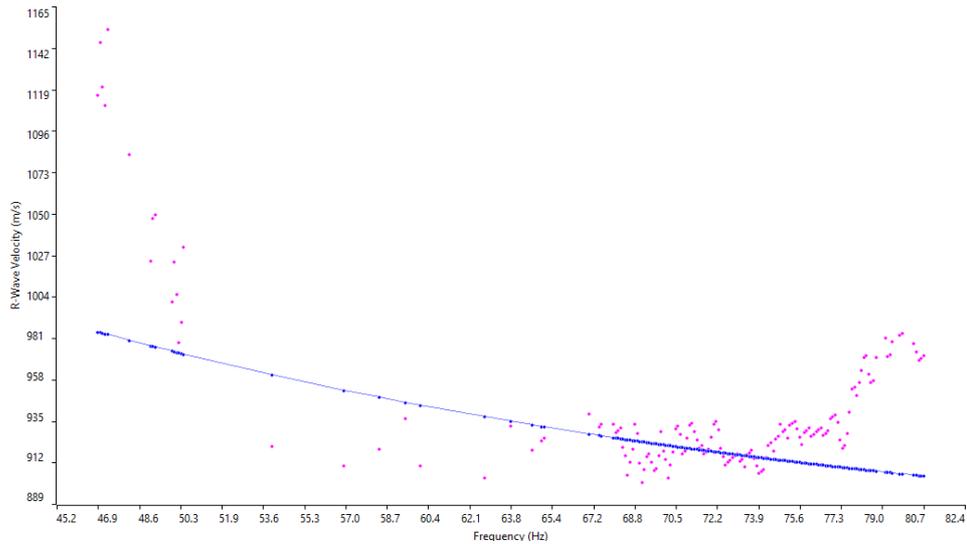


Grafico della curva di dispersione- errore 3,90%

I dati acquisiti ed elaborati evidenziano i valori riportati schematicamente in Figura:

	Thickness	Depth	Vs	Vp
Layer 1	4.00	0.00	906	1811
Layer 2	5.00	4.00	1023	2044
Layer 3	6.40	9.00	1187	2372
Layer 4	INF	15.40	1237	2472

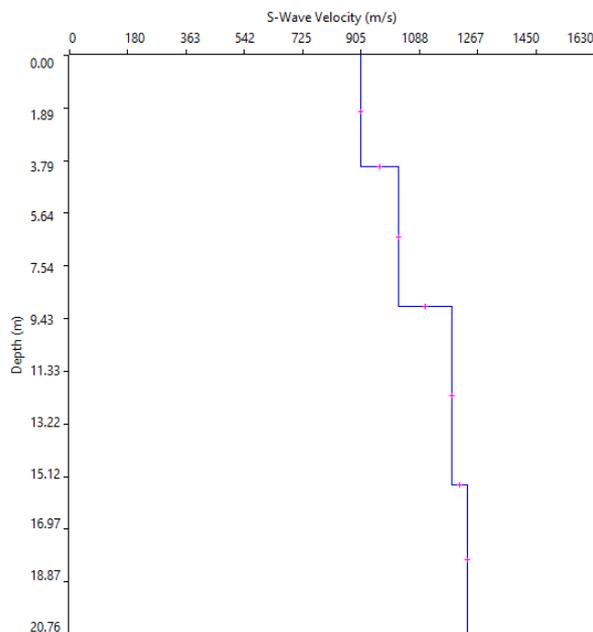


Tabella e grafico di rappresentazione della distribuzione dei valori della velocità di propagazione dell'onda s al variare della profondità relativa al profilo Vs.

Alla luce della recente normativa è importante individuare la profondità alla quale è riscontrabile la presenza di rocce caratterizzate da velocità di propagazione delle

onde di taglio superiori agli 800m/s in relazione al piano di posa delle fondazioni. In questo sito lo strato con velocità superiore a 800 m/s risulta già dalla roccia affiorante al piano campagna.

In tal senso per l'area in questione si può indicare una categoria di sottosuolo denominata "A" poiché la velocità è superiore a 800 m/s a partire dal piano campagna.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>

Conclusioni

Si è relazionato sui risultati ottenuti dall'espletamento di una indagine geologica, idrogeologica e geofisica conoscitiva delle caratteristiche dei terreni condizionanti un'area posta alla periferia sudoccidentale di Leverano laddove si vuole realizzare un locale artigianale da destinare alla lavorazione della Pietra leccese.

In relazione alle opere che si intendono imporre le considerazioni che qui si propongono riguardano due aspetti fondamentali connessi a problematiche di natura tecnica e ambientale riferendo le prime alla natura dei terreni e alla loro capacità di accogliere direttamente i carichi rivenienti dalle strutture in elevato così come progettate e per le seconde a considerazioni sulla eventuale influenza che le stesse opere possano avere sugli equilibri ambientali riconosciuti localmente.

Caratteristiche morfologiche- L'area di interesse è posta a quota di circa 50 m s.l.m.m., parte di un territorio fortemente antropizzato. La morfologia restituisce una configurazione della superficie topografica piatta e monotona per quanto proprio ad ovest dell'area di nostro interesse le quote si innalzano leggermente. L'idrografia superficiale è rappresentata da deboli solchi erosivi, mal distinguibili in campagna, testimonianza di temporanee linee potenziali di deflusso superficiale delle acque meteoriche corrivanti sulla superficie topografica. I bacini idrografici sono di conseguenza mal definibili in quanto in quasi tutti i punti risulta incerta la linea di spartiacque; quest'ultima è quasi ovunque rappresentata da imposizioni antropiche quali muri delimitanti proprietà, fabbricati, recinzioni ecc.. Nell'area non si ravvisano elementi di pericolosità geomorfologica o idraulica né tantomeno di rischio (che al contrario caratterizzano estesi tratti del territorio amministrativo di Leverano), il tutto in accordo con le cartografie redatte dall'ADB. In prossimità del sito non sono presenti componenti geomorfologiche o idrologiche di rilievo.

Caratteristiche geologiche e tecniche- Dal rilevamento speditivo risulta che al di sotto di una copertura discontinua di terreno vegetale rossastro in più luoghi sostituito da terreno di riporto, fanno seguito sedimenti calcarei e calcareo dolomitici. Biancastri e grigiastri e quasi ovunque molto compatti, micritici, questi depositi cretatici, potenti oltre 6000m (pozzo Agip presso Ugento), si presentano stratificati e in più punti fratturati e piegati nonché interessati da fenomeni carsici sia micro che macro.

Nella recente letteratura i depositi fin qui descritti vengono riferiti al Calcarea di Altamura del Cretaceo.

Per quanto concerne la natura dei terreni è evidente come i sedimenti calcarei che dovranno accogliere i carichi delle strutture presentino buone caratteristiche geologico-tecniche, siano quindi da considerare ottimi terreni per fondazioni di tipo diretto e non siano da prevedere cedimenti di tipo differenziato vista la locale sostanziale omogeneità del deposito specie in relazione all'ordine di grandezza del carico che si intende imporre. Alcuni campioni prelevati tra quelli in affioramento, ampiamente rappresentativi del tipo litologico condizionante questa parte di territorio, sono stati sottoposti a prove di laboratorio i cui risultati si illustrano qui di seguito.

Peso specifico	Peso di volume	Grado di compattezza	Carico a rottura	Coesione	Angolo attr. Int.
2.73	2.60g/cmc	0.96	>300 kg/cmq	0.3MPA	40°

Modulo elastico: 380.000 Kg/cmq 37265 MPA

Coefficiente di poisson: 0.3

Coefficiente di winkler: 15 Kg/cmc

E' ovvio che i campioni esaminati risultavano compatti e privi di fessurazioni. Queste considerazioni sono ovviamente valide in presenza di corpo roccioso privo di vizi ed anomalie (faglie, fratture e fenomeni carsici). Alla messa in luce dei piani di posa delle strutture fondali sarà opportuno ispezionare attentamente il sedimento così da individuare le eventuali anomalie sopra illustrate, al momento di questa ricerca non valutabili.

Caratteristiche idrogeologiche- Nell'area di interesse è presente la falda profonda ospitata nei calcari del Cretaceo. Essa soggiace circa 48 m il piano campagna. L'andamento delle isopieze mostra altresì come in corrispondenza dell'area di interesse i carichi idraulici risultano dell'ordine compreso tra 1,8 m s.l.m.m. e 2.0 m s.l.m.m. con direzione di moto della falda da est verso ovest. Questa constatazione induce a ritenere che localmente la falda profonda abbia una potenza dell'ordine di una settantina di metri. Il grado di protezione dell'acquifero è molto basso.

Per quanto concerne possibili influenze sull'assetto idrogeologico esistente o meglio interferenze possibili sulle qualità delle acque presenti nel sottosuolo si ritiene che l'imposizione del locale artigianale **non alteri l'assetto idrogeologico** (il pelo delle

acque di falda è posto a circa 48 m rispetto al piano campagna). Ciò nondimeno si dovrà prestare particolare attenzione durante le fasi di cantiere ed esercizio del laboratorio allo scopo di evitare qualsivoglia sversamento di sostanze pericolose e inquinanti visto il grado di protezione dell'acquifero che è molto basso.

Caratterizzazione sismica - Per quanto concerne infine la *Categoria del suolo di fondazione* ai fini della definizione sismica di progetto, dalle indagini condotte risulta la seguente categoria del suolo di fondazione:

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

Lo smaltimento dei reflui - Le risultanze dei rilievi inducono a ritenere che le peculiarità morfologiche, geologiche ed idrogeologiche del sito interessato e dei terreni che ne condizionano il piano campagna siano tali, fatte salve le premesse riportate in queste conclusioni, da ritenerli idonei ad accogliere un impianto di subirrigazione fitoprotetta a patto che esso sia realizzato e mantenuto secondo quanto riportato nei regolamenti regionali.

L'impianto dovrà trovarsi a valle (quindi ad ovest) di eventuali pozzi presenti nell'area e ad una distanza da essi non inferiore ai 100m. Sul pozzo presente nella proprietà sarà opportuno condurre mirate analisi batteriologiche con cadenza semestrale allo scopo di verificare eventuali impatti dell'impianto di subirrigazione sulla qualità delle acque sotterranee nonché eventuali impatti legati all'attività di lavorazione. Inoltre, allo scopo di monitorare lo stato qualitativo della falda sarà opportuno realizzare un pozzo a valle dell'impianto, da utilizzare ai soli scopi di monitoraggio nei quali fare analisi con cadenza dapprima semestrale (per il primo anno), quindi annuale. Il pozzo di nuova realizzazione non potrà essere autorizzato per altri fini se non il monitoraggio.

La subirrigazione interessa quindi le aree caratterizzate dall'affioramento dei depositi calcarei cretacici. In base alla classificazione di Casagrande e Fadum, i terreni calcarei cretacici rientrano fra quelli in cui il drenaggio è ritenuto *buono* con grado di permeabilità *alto*. Dati di letteratura consentono di attribuire mediamente un coefficiente *k* di permeabilità per i sedimenti cretacici oscillante intorno al valore medio di 10^{-3} cm/sec e

10⁻¹ cm/sec. Nel sito oggetto delle indagini si consiglia di utilizzare parametri di permeabilità cautelativi (quindi i più bassi tra quelli segnalati). Il liquame chiarificato proveniente dalla fossa imhoff dovrà essere dotato di sifone di cacciata tale da garantire una distribuzione uniforme del liquame lungo tutta la condotta disperdente e consentire un certo intervallo tra una immissione di liquame e l'altra nella rete di subirrigazione, in modo tale da agevolare l'ossigenazione e l'assorbimento nel terreno. La condotta di adduzione a tale dispositivo dovrà avere pendenza minima del 0,5%. Le trincee con condotte disperdenti dovranno essere collocate lontano da fabbricati (almeno 5m dai muri fondali perimetrali), aree pavimentate o sistemate in modo da impedire il passaggio dell'aria nel terreno, condotte, serbatoi o altri servizi di acque potabili (almeno 30m); la condotta disperdente avrà pendenze comprese tra lo 0.2% e lo 0,5%. Essa verrà posta in trincea di adeguata profondità, non inferiore ai 60cm e non superiore agli 80cm, con larghezza alla base di almeno 40cm. Il fondo della trincea, per almeno 30cm, sarà occupato da un letto di pietrisco di opportuna pezzatura. La parte superiore della massa ghiaiosa, prima di essere coperta con il materiale di scavo, deve essere protetta con uno strato di materiale adeguato che impedisca l'intasamento del terreno sovrastante ma nel contempo garantisca l'aerazione del sistema drenante. Materiale praticamente idoneo allo scopo è il "tessuto non tessuto"; a lavoro finito la sommità della trincea deve essere leggermente rilevata rispetto al terreno adiacente in modo da evitare la formazione di avvallamenti e quindi di linee di compluvio e penetrazione delle acque meteoriche nella rete drenante; lo sviluppo della condotta disperdente sarà opportunamente dimensionato da tecnico competente; lungo l'asse della condotta disperdente saranno messe a dimora piante sempreverdi ad elevato apparato fogliare (lauroceraso, pitosforo, ecc.) che consentono il rapido smaltimento del liquido chiarificato mediante evapotraspirazione; nel caso di condotta ramificata o su più linee in parallelo queste saranno poste a distanza non inferiore ai 2 m tra i rispettivi assi. Distanze maggiori saranno comunque ancora più favorevoli.

Il raffrescamento ed il riscaldamento del locale – Abbiamo già più volte avuto modo di evidenziare come nell'area di interesse, ad una profondità di circa 50 m rispetto al piano campagna, sia presente una importante falda sotterranea. Essa, come numerosi dati di letteratura dimostrano (Margiotta e Negri, 2004; Giudici et al., 2012) ha temperature costanti durante tutto l'anno che si attestano tra i 17° ed i 18°. Questo acquifero si presta particolarmente agli usi geotermici (De Filippis et., 2017) tanto che la stessa Regione

Puglia ha avviato un progetto di diffusione di tale metodologia (progetto LEGEND) e ha adeguato molte strutture regionali con l'uso dell'energia geotermica. Per i motivi di cui sopra il locale sarà raffrescato e riscaldato tramite un impianto geotermico a bassa entalpia a circuito chiuso. I maggiori consumi elettrici saranno invece abbattuti da idoneo impianto fotovoltaico. La produzione di acqua sanitaria calda sarà legata ad apposito impianto solare termico.

L'utilizzo delle acque – La realizzazione delle aree a verde sarà effettuata in funzione del contesto in cui è posto il locale e quindi con piante tipicamente locali che necessiteranno di scarsi apporti idrici. In ogni caso il locale sarà realizzato in maniera tale da collettare tutte le meteoriche ricadenti sullo stesso in corrispondenza di cisterna. Le acque così accumulate potranno essere utilizzate durante le fasi della lavorazione, ad esempio andando a alimentare impianto di irrigazione a pioggia degli spazi limitrofi a quelli in cui avviene la lavorazione della Pietra leccese con lo scopo di abbattere le polveri che si dovessero generare.

Lecce, Agosto 2019