



REGIONE
PUGLIA



PROVINCIA
LECCE



COMUNE
LECCE



COMUNE
CAMPI
SALENTINA



COMUNE
GUAGNANO



COMUNE
SQUINZANO



COMUNE
SURBO



COMUNE
TREPUIZZI



PROVINCIA
BRINDISI



COMUNE
CELLINO
SAN MARCO



COMUNE
S.DONACI

15_Lecce - Realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, da ubicarsi in agro di Lecce e Surbo (LE)

Potenza nominale DC 40,69 MW e potenza nominale AC 42,00 MW



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTA:



Via Imperatore Traiano n.4 - 70126 Bari

Prof. Ing. Alberto Ferruccio PICCINNI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7288

Ing. Giovanni VITONE
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.3313

Ing. Gioacchino ANGARANO
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.5970

Ing. Luigi FANELLI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7428

Consulenza specialistica:

Ing. Nicola CONTURSI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.9000

COMMITTENTE:

NEW SOLAR 04 S.R.L.
Via Enzo Estrafallaces 26 - 73100 Lecce (LE)

Legale Rappresentante
Prof. Franco RICCIATO

Coordinamento al progetto:



Viale Svezia n.7 - 73100 LECCE
tel. +39 0832 36985 - Fax +39 0832 361468
mail: prosvetasrl@gmail.com pec: prosveta@pec.it

Direttore Tecnico
Ing. Francesco ROLLO

Codice
B.01a

Elaborato

Relazione geologica

SCALA

-

0 Dicembre - 2023

Emesso per Progetto Definitivo

FORMATO ELABORATO

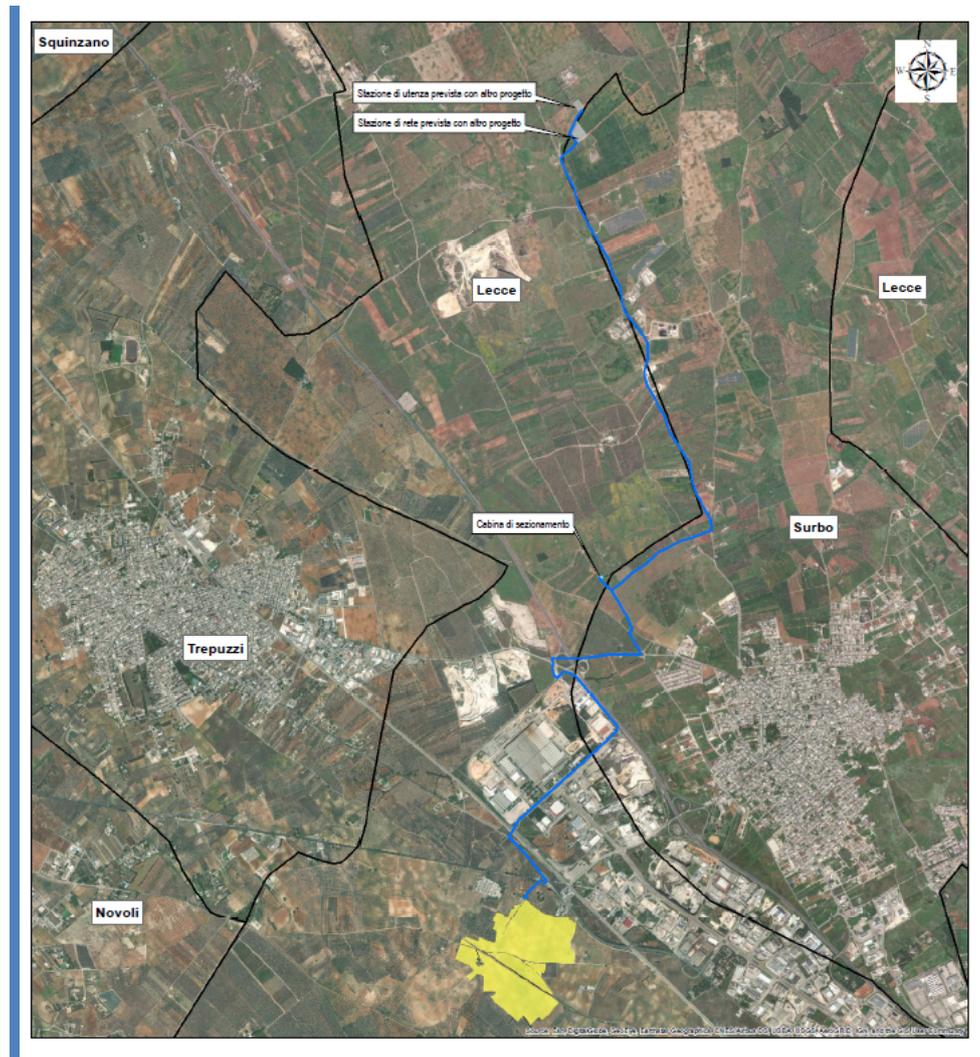
Pdf

REV DATA

NOTE

ARKE' Ingegneria
viale Imperatore Traiano - BARI

➔ **PROGETTO DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO– Verifica di compatibilità dei siti individuate, all'assetto geologico e morfologico.**



Relazione Geologica: elevazione della conoscenza dell'assetto geolitologico dei termini in affioramento, valutazione dell'assetto morfologico e strutturale delle aree di interesse, prospezioni geofisiche per la caratterizzazione sismica

novembre 2023



Dott. Geol. Vito Specchio

Vito Specchio

Executive summary

Una breve nota di compendio per porre in giusto risalto la configurazione geostrutturale dei geositi in argomento, di fatto imperniati su un profilo geomorfologico non complesso, ma significativo per elementi morfostrutturali rilevanti, tanto da essere segnalati in letteratura specialistica come aree di particolari variazioni geolitologiche connesse a discontinuità morfotruturali.

Le aree di interesse si collocano, per la disciplina fisico-geografica, nel comparto NNW dell'agro di Lecce, nella fattispecie a W della Zona industriale della città di Lecce, area di maggiore estensione, e a N dell'agro di Surbo.

A N-NW sono rilevabili diverse area di pregressa e attuale attività estrattiva, (cerchiate nella figura di rappresentazione dell'elaborato di Progetto) che hanno consentito di rilevare elementi geolitologici in affioramento (ovviamente raffrontati in un secondo momento con le cartografie geolitologiche schematiche) e, soprattutto, elementi morfotettonici o, molto più frequentemente, discontinuità e fenomeni di degradazione, finanche di alterazione.

Le finalità precipue di questa fase progettuale (sostegno Progetto ai fini della confrontabilità procedura VIA/VAS) hanno indicato il grado di approfondimento delle geotematiche a mezzo attività geognostiche. Talché, si è provveduto ad eseguire una serie di rilievi sismici a rifrazione superficiale, completati con prove MASW, con finalità di rispondenza alle indicazioni NTC2018 per profili Vs,eq..

Un attento rilevamento geologico di campo, confrontato con il GEO-DB personale, carotando lo specifico comparto territoriale in cui sono collocati I geositi di interesse per il Progetto dei campi fotovoltaici, ha permesso di dettagliare l'analisi comparata con le cartografie ad orientamento tematico.

L'intero areale (come già richiamato) è fortemente caratterizzato da una serie ridondante di geositi palesanti "strutture relitto" (ascrivibili ad una paleo-coltivazione dell'ammasso calcarenitico/Calcareniti del Salento o dei depositi sabbioso-calcarenitici; finanche di aree di taglio dell'ammasso calcareo per l'estrazione del litotipo ai fini industriali/cle e inerti), con fronti (sub-verticali) esposti da 5 a 10metri, fronti di taglio irregolari per originario profilo morfologico di top, poichè l'assetto geomorfologico naturale risultava irregolare per la incisione di elementi morfoidrologici dipartenti dagli alti strutturali. Le attività estrattive pregresse, nella fase post-coltivazione (escavazioni dell'ordine di 10-15 metri mediamente) prevedevano un "rimodellamento" dei pianori residui mediante "risistemazioni e livellazioni" con materiali di scarto della coltivazione di concii di tufo, ovvero clasti da rottura irregolare o

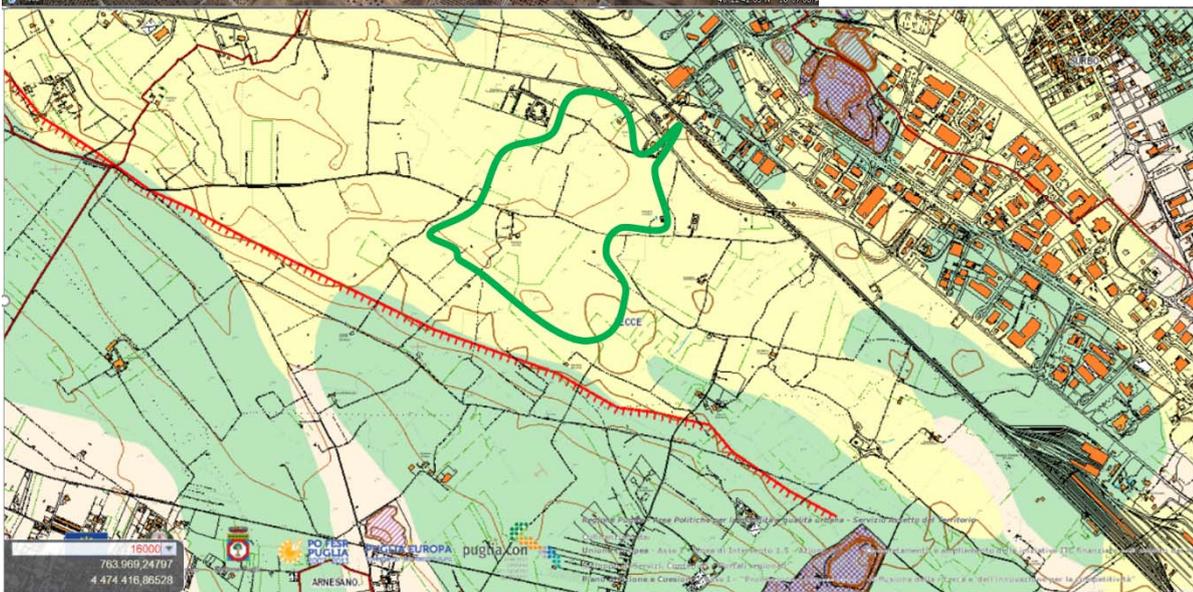
taglio intercettante lesioni nel litotipo calcarenitico. Il riferimento non ha significato secondario, bensì, basilare.

1. Conoscenze del modello geomorfologico-strutturale quale influenza determinante sulla ricostruzione della litostruttura e morfometria delle aree di interesse

I geositi di interesse sono indicati nel già presentato stralcio cartografico ad orientamento tematico; le location sono essenzialmente due.



(A) L'area di progetto di maggiore estensione è qui lateralmente delimitata; si colloca a WSW della zona industriale di Lecce. Lo stralcio cartografico ad orientamento geolitologico ben palesa l'elemento morfotettonico segnante -con asse SSE-NNW- il settore meridionale del

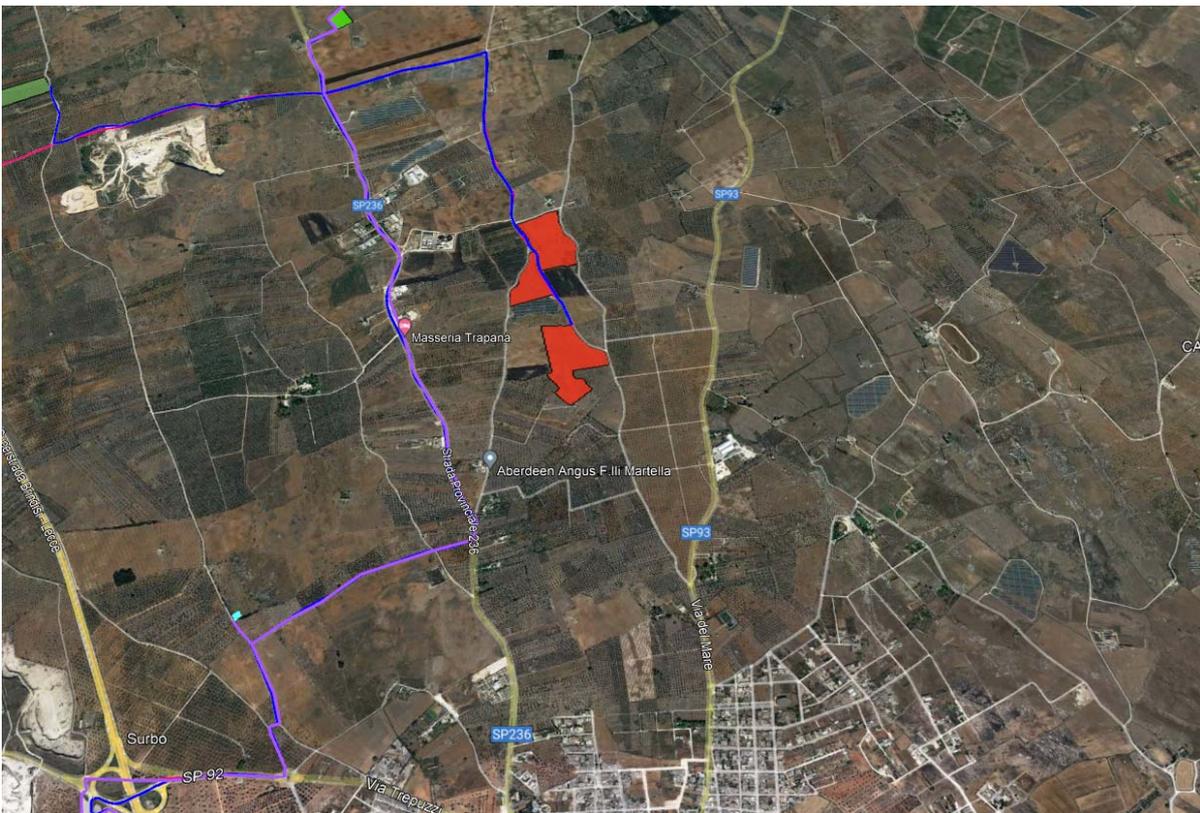


geosito. La delimitazione della p-line in verde, ancorche non di dettaglio, ben evidenzia la pertinenza del poligono da progetto su affioramento dei Depositi Calcarenitici. Ovviamente la vicinanza all'elemento morfotettonico, che delimita in modo eloquente l'aspetto

geostrutturale e il suo significato fisico (per le interconnessioni con le buffer-zone di una discontinuità così importante), pone sotto osservazione la verifica della integrità dell'orizzonte calcarenitico, nonché della potenza di strato. Tale ultimo riferimento ha ovviamente radice culturale dedicata di valore geostatistico, poiché le aree prossime ad un lineamento morfotettonico sono sensibilmente condizionate geostrutturalmente, poiché identificabili meglio come una fault damage zone.

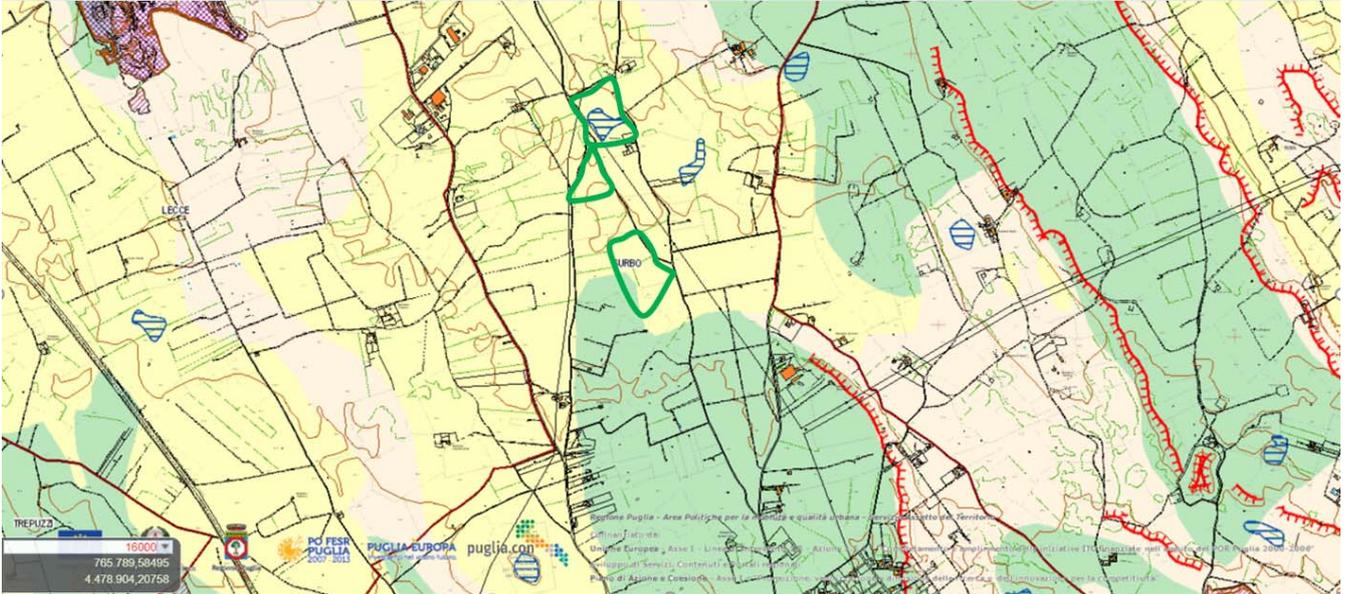
→ Ai fini meramente di comparazione con i sistemi di ancoraggio previsti da questo progetto (pannelli con supporti infissi/elemento metallico inserito in micropile da terebrazione/ nel primo metro, peraltro cementati) non sussistono fattori geologici e litostrutturali ostativi per fase di posizionamento e ancoraggio.

(B) Il secondo comparto di interesse, articolato su tre sottobacini, si colloca a nord-di Surbo e rientra nel Foglio 204, scala 1:100.000 dell'I.G.M., III--quadrante, tavoletta SE "Lecce".

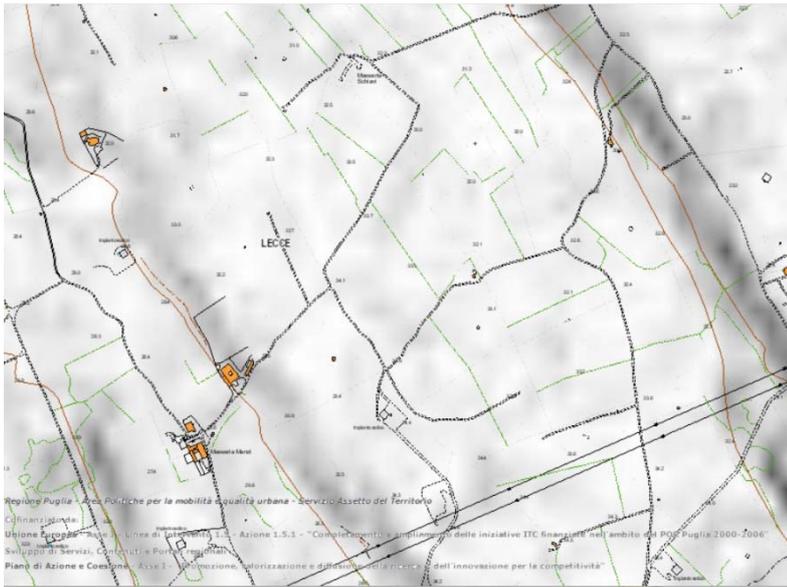


A seguire, anche per questo secondo comparto di interesse per il progetto, viene presentato uno stralcio della cartografia ad orientamento geolitologico schematico, con esaustiva differenziazione tra affioramento calcareo e plaghe di depositi calcarenitici; in prima valutazione, anche per questa seconda location, i caratteri geolitologici del territorio, che risultano piuttosto noti, con un affioramento diretto delle Calcareniti (in seguito maggiori dettagli sulla formazione geologica) nelle aree perimetrare, a meno della terza area a sud,

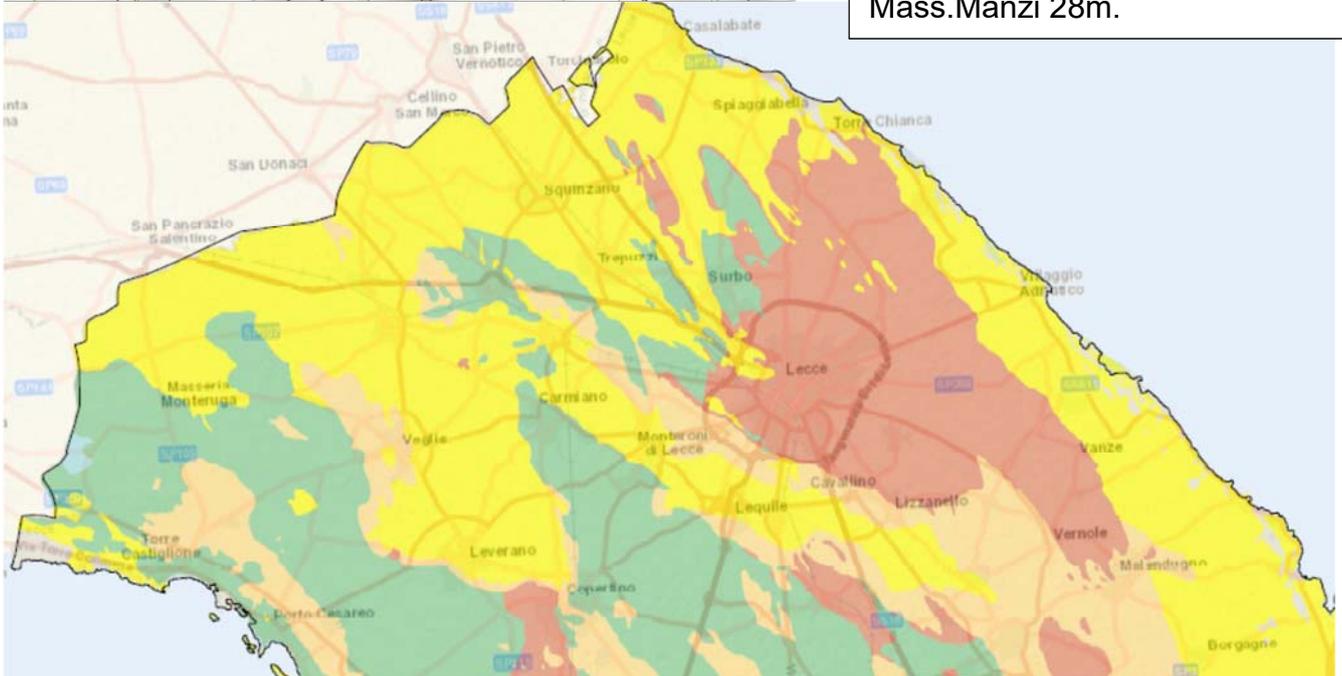
laddove la conterminazione della polilinea a SSW è proprio secante il limite del rapporto tra le due formazioni, palesando comunque un'area interessata da una potenza assai ridotta delle calcareniti. Ciò in relazione all'assenza di evidenti elementi morfologico-tettonici, come ben rilevabili nei comparti sud-orientali di questa sezione del territorio.



Di talché è possibile compendiare il MGR di questo secondo comparto (in sede di agro/amministrativa di Surbo), ovvero, dal rilevamento geologico appositamente effettuato, nonché dall'analisi comparata con le cartografie ad orientamento tematico, emerge che al di sotto di una copertura humica, alquanto discontinua per reiterato utilizzo agricolo (in taluni luoghi sostituito da terreno di riporto), la litologia compete a sedimenti calcarei e calcareo dolomiti a luoghi mascherati da sottili coltri di depositi calcarenitici, sovente in facies differenziata, termini sabbiosi e limosi – argillosi (come ben evidente nella macro-area a SSE, delimitate da elementi morfotettonici a sviluppo prevalentemente NNW-SSE, con salti di quota invero non marcatissimi. A tal proposito, a seguire si inserisce un focus sull'assetto morfologico dell'area SSE, proprio per rendere ben evidenti i salti di quota di queste sezioni fisico-geografiche del bordo adriatico/interno della Penisola Salentina.



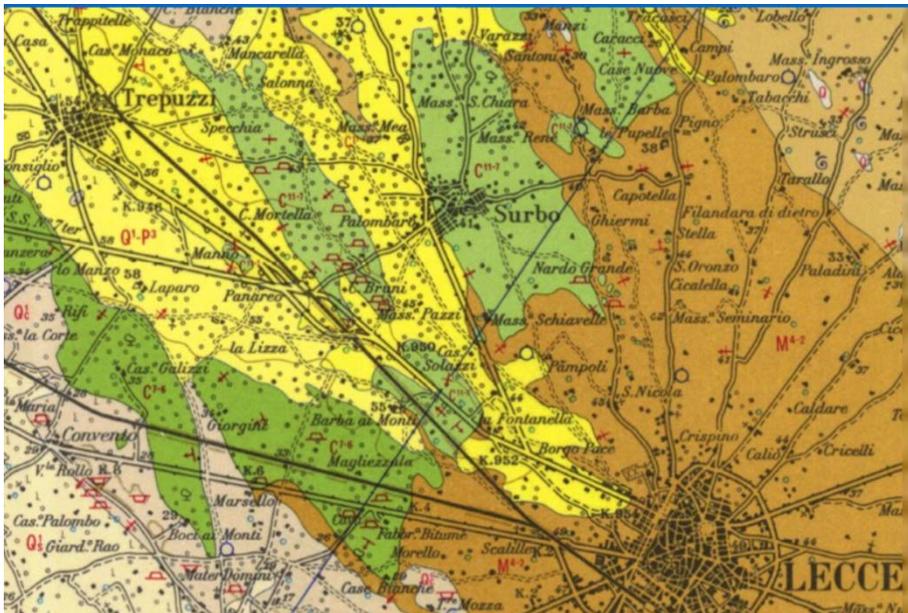
La dorsale morfologica a NE, delimita una zona di ribassamento, tutta a est-NE, con quote assolute che passano da una fascia centrale Calcarenitica (NW) lateralemnet (a SSE) passante a sabbie calcarenitiche e limi-sabbiosi. Oltre la dorsale le quote divengono dell'ordine di 20-22m slm (Masseria Zingarello 22.8m slm). Parte centrale 33m slm; a SSW, oltre la seconda dorsale, Mass. Manzi 28m.



- Calcareous sands from weakly to tightly cemented
- Greyish yellow and organogenic marly calcarenites
- Layers and banks of variously fractured and karstified limestones
- Sands, sandy clays and red silts
- Silty or sandy clays
- Soft and weakly cemented calcarenites

Il Modello Geologico Generale, in sintesi, evidenzia una successione litostratigrafica che, procedendo dai sedimenti più recenti a quelli più antichi e prescindendo dai materiali di riporto, risulta essere la seguente:

- Sabbie e limi argillosi rossastri (Depositi continentali recenti)
- Sabbie e calcareniti giallastre (Depositi di Terrazzo - Pleistocene medio-superiore)
- Limi argillosi e siltosi passanti gradualmente verso il basso a sedimenti marcatamente sabbiosi (Argille subappennine - Pleistocene inferiore)**
- Calcareniti e biocalcareniti bianco-giallastre (Calcareniti di Gravina -Pleistocene inferiore)**
- Calcareniti e marne calcaree con intercalati livelli poco diagenizzati (Pietra leccese e Calcareniti di Andrano – Miocene)**
- Calcari, calcari dolomitici e dolomie (Calcare di Altamura - Cretaceo)**



Le Calcareniti del Salento hanno caratteristiche differenziate: al top, in diverse aree, affiorano, a colmamento di depressioni sinclinaliche, dei depositi Pleistocenici ; in rapporti giaciture intermedi affiorano Sabbie calcaree poco cementate con intercalati banchi di panchina, finanche sabbie argillose grigio-azzurre del Pliocene Sup..Al bottom Calcareniti-calcari tipo panchina, nonché calcareniti argillose giallastre, in trasgressione sui depositi Niocenici/ direttamente sul substrato Calcareo-Formazione calcari di Altamura

A seguire, a carattere di geological modeling, si richiamano le evidenze litostrutturali delle Formazioni che affiorano, nell'intorno areale di interesse.

Calcare di Altamura - I sedimenti di questa unità costituiscono quelli largamente affioranti nell'area di interesse. I calcari cretacei osservati 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. 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.

→ Ai fini di disponibilità di elementi di fruibilità diretta si riportano le risultanze di una terebrazione in agro di Surbo, ancorchè a SE dei poligoni di interesse per il Progetto in stretto argomento.

Opere di collettamento fognatura pluviale		Coordinate		Committente: Comune di Surbo		Data: 29/12/2015	
WGS84 UTM33N X: 766870 Y: 4475767		lat/lon WGS84 X: 18,1441 Y: 40,3898		Sito: Via Iaranto, Surbo		IDSI	
Gauss Boaga Est X: 2786883 Y: 4475772		Geologo rilevatore: Stefano Margiotta		Società di perforazione: Trivisonda		Diametro: 101mm	
		Tipo di perforazione: a carotaggio continuo				Rivestimento: ---	
						Profondità: 10m	
Colonna stratigrafica	Descrizione	Attribuzione formazionale	Acquiferi L.S. L.D.	RQD	Prelievo campioni	Documentazione fotografica	
1.0	Sabbia limosa argillosa marrone scura con inclusi lapidei	Depositi continentali					
2.0	Calcare biancastro fratturato e carsificato con spalmature rossastre per la presenza di sabbia argillosa rossastro a riempimento dei vuoti	Calcare di Altamura (Cretaceo)	non rilevati	16,25% Molto scadente			
3.0	Calcare biancastro compatto			71% Mediocre			
4.0	Calcare leggermente dolomitico grigiastro; presenti vuoti e patine rossastre			0 Molto scadente			
5.0	Calcare biancastro fratturato e carsificato. Presenti patine di calcite di ricristallizzazione che evidenziano passaggi di acqua			49% Scadente			
6.0	Limo argilloso avana - rossastro con inclusi calcarei di dimensioni centimetriche. Rappresenta il riempimento di una cavità carsica all'interno dei calcari mesozoici						
7.0	Calcare biancastro fratturato e carsificato			0 Molto scadente			
8.0	Calcare biancastro compatto. Presenti numerosi fossili tra i quali rudiste ed altri lamellibranchi		65% Mediocre				
9.0							
10.0							

Pietra leccese e Calcareniti di Andrano - I sedimenti calcarenitici e calcarenitico-marnosi materializzano la trasgressione miocenica. Questi sedimenti appaiono privi di stratificazione, massicci e a luoghi tenaci, di colorazione passante dal biancastro al giallastro. In letteratura vengono distinte due formazioni mioceniche la Pietra leccese e le Calcareniti di Andrano. In realtà, almeno per il depocentro di Lecce si tratta di un unico ciclo sedimentario di cui la Pietra leccese rappresenta la fase trasgressiva e le Calcareniti di Andrano quella regressiva.

La Pietra leccese è una biocalcarenite; localmente si presenta costituita da calcareniti grigiastre e calcareniti marnose a grana medio-fine e colore variabile dal biancastro al giallastro, a luoghi grigio-verdastre. La stratificazione è indistinta e comunque osservabile in banchi dello spessore intorno al metro là dove in affioramento. In più luoghi e nella

porzione morfologicamente più elevata il corpo sedimentario è interessato da modeste dislocazioni, fratture da non far risalire ad azioni di natura tettonica ma piuttosto a fenditure sulle quali si sono impostati fenomeni di dissoluzione chimica dovuti alle acque meteoriche. Il contatto con il Calcarea di Altamura è pressochè sempre scoperto. In particolare, ottime esposizioni si osservano nella zona nord-orientale, dove peraltro è ben evidente che la Pietra leccese si modella solo in parte sulle ondulazioni del calcarea mesozoico o addirittura ne taglia gli strati. Una superficie spianata e levigata alla sommità del Calcarea di Altamura e una breccia alla base della Pietra leccese, in genere localizzata in tasche della superficie calcarea, è ben visibile ai bordi della “lingua” di Pietra leccese **a NW di Surbo** e, più a Est, al margine occidentale dell’esile fascia di quest’ultima risparmiata a tratti dalla copertura quaternaria. Nella cava “Acquabona” SURBO il contatto tra le due unità è particolarmente ben esposto risultando netto; infatti, con non più di 1.5 m di sedimenti bruni e privi di stratificazione **l’unità miocenica si adagia su quella cretacea biancastra e ben stratificata** ma spesso brecciata alla sommità. In più punti, alla base della Pietra leccese è presente una breccia dello spessore di 20-30 cm, con elementi cretacei clastosostenuti (delle dimensioni da pochi millimetri a qualche decimetro) e matrice costituita da una calcarenite bruna. La superficie di trasgressione sul Calcarea di Altamura è ben levigata. Talvolta essa presenta una spalmatura fosfatica con sparsi piccoli noduli di apatite; in alcuni tratti questo peculiare orizzonte può raggiungere anche qualche centimetro di spessore.



La formazione delle Calcareniti di Andrano è costituita da calcari organogeni biancastri a grana medio-grossolana, vacuolari e tenaci e da biocalcareniti biancastre e grigiastre a grana medio fine, compatte, a luoghi fessurate; talora le calcareniti risultano essere marnose o leggermente glauconitiche.

Depositi di Terrazzo - Questi sedimenti rappresentano un complesso di depositi di spiaggia e di piana costiera, riferibili a numerose unità litostratigrafiche terrazzate in vari ordini collegate a distinte fasi eustatico – tettoniche. Litologicamente sono caratterizzate da sabbie, conglomerati, calcareniti e calcari coralgali stratificati in più luoghi in banchi di potenza variabile da qualche decina di centimetri sino a qualche metro. Abbondantissimi i resti fossili, in particolare di lamellibranchi. In più luoghi essi giacciono trasgressivi sul Calcare di Altamura. Il contatto è caratterizzato da una evidente discordanza angolare .



Sullo sfondo i calcari mesozoici ed in primo piano le calcareniti scarsamente diagenizzate di terrazzo pleistoceniche: I Calcari mesozoici materializzano un alto strutturale

1.1 L'assetto morfologico dell'areale all'intorno dei geositi individuati per il Progetto degli impianti fotovoltaici

Dal punto di vista morfologico l'area si presenta subpianeggiante con quote che si attestano intorno ai 50-55m per l'Area a WSW della zona industriale di LE, e intorno a 30m per le Aree a N-NE di SURBO.

La morfologia è però tutto altro che monotona essendo presenti blandi salti di quota, anche superiori alla metratura, ubicati solitamente in corrispondenza di gradini morfologici.

Con particolare riferimento all'area di nostro interesse si evidenzia la presenza, nelle aree a N-NE di Surbo, di perlomeno due di questi gradini che marginano un'area depressa. Particolari evidenze sono testimoniate negli stralci a orientamento geolitologico e

morfostrutturale già presentati in testa al capitolo, con location delle aree di interesse. Questi elementi morfotettonici SSE di SURBO sono allineati in direzione Nord Nord Ovest – Sud Sud Est e sono probabilmente connessi a delle discontinuità tettoniche (faglie di tipo diretto) impostatesi nel substrato mesozoico carbonatico calcareo. Il salto di quota avviene in maniera più nelle aree occidentali mentre più blandamenti in quelle orientali.

L'area depressa sono state sovente parzialmente colmate prima dai depositi pleistocenici calcarenitici e quindi da depositi continentali colluviali ed eluviali limo-argillosi rossastri.

Un altro dei motivi morfologici principali del territorio amministrativo di Surbo è la presenza diffusa di doline. Le precipitazioni meteoriche ricadenti sul substrato di rocce carbonatiche cretache sono quindi penetrate nelle fessure delle rocce allargandole ed approfondendole sia per l'azione corrosiva che di dissoluzione sino a quando non incontrano un substrato impermeabile che ne determina il cambiamento del percorso che da subverticale diviene spesso suborizzontale. Nei casi del comparto territoriale di riferimento la presenza di intervalli particolarmente fratturati (quindi facilmente attaccabili dal processo carsico) con altri compatti (quindi scarsamente permeabili) ha favorito il fenomeno.

1.2 L'assetto idrogeologico

In generale la parte di territorio contenente l'area in esame (in una considerazione areale - meglio dettagliata dalle cartografie inserite nel seguito) comprende il settore Nord dell'abitato di Surbo, e Zona Industriale a NNW di Lecce, risulta caratterizzata dalla presenza di due falde acquifere:

- quella superficiale, rappresentata dai terreni mio-plio-pleistocenici i quali, per porosità e fessurazione, ospitano una o più falde idriche, circolanti in generale in condizioni freatiche e sostenute alla base da terreni calcarenitico-marnosi o argillosi praticamente impermeabili;
- * “quella profonda” presente con continuità in tutto il territorio pugliese, costituita dalla formazione carbonatica cretacea, permeabile per fessurazione e carsismo, che ospita la nota “falda di fondo” sostenuta (stante il contesto territoriale di riferimento) al letto dalle acque marine di invasione continentale.

In questo contesto focalizzeremo l'attenzione sull'acquifero profondo poiché gli interventi che si intende realizzare non interferiranno con alcuno degli acquiferi superficiali.

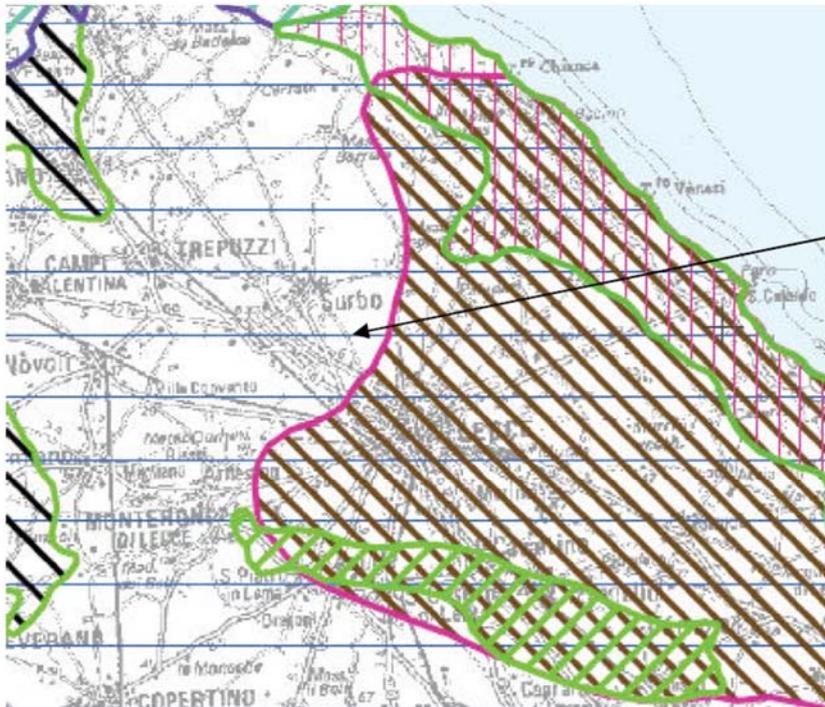
Le rocce carbonatiche preneogeniche, le quali rappresentano l'impalcatura geologica della Penisola Salentina, sono infatti notevolmente interessate da fenomeni di fatturazione e dissoluzione carsica. Questa formazione è quindi molto permeabile per fessurazione e carsismo e permette l'esistenza di una potente falda acquifera sotterranea che soggiace nel sottosuolo dell'intero Salento.

Detta falda viene definita "profonda" proprio 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 (stante il contesto territoriale di riferimento), 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.

I caratteri di permeabilità dell'acquifero carbonatico mesozoico dovuti, come già evidenziato, allo stato di fatturazione ed al grado di incarsimento della roccia, possono venire rappresentati dalle portate specifiche, ossia dai valori di portata emungibile corrispondenti ad un metro di effettiva depressione del livello piezometrico in un pozzo.

La zona in esame è caratterizzata da portate specifiche anche elevate, in relazione a bacvini endoreici sotterranei) o, al contrario, contenute o basse (pochi l/s.m.). La distribuzione dei caratteri di permeabilità, anche se desunti per la parte più sommatiale dell'acquifero nella quale sono attestate le perforazioni, ha un riscontro nell'andamento delle isopieze le quali, oltre a definire la direzione generale del moto della falda, mette anche chiaramente in evidenza le direttrici del deflusso idrico sotterraneo: queste ultime generalmente si sviluppano nelle porzioni di acquifero caratterizzate da un maggiore grado di permeabilità, mentre in corrispondenza delle porzioni di acquifero a più basso grado di permeabilità sono per lo più presenti spartiacque idrologici. 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.



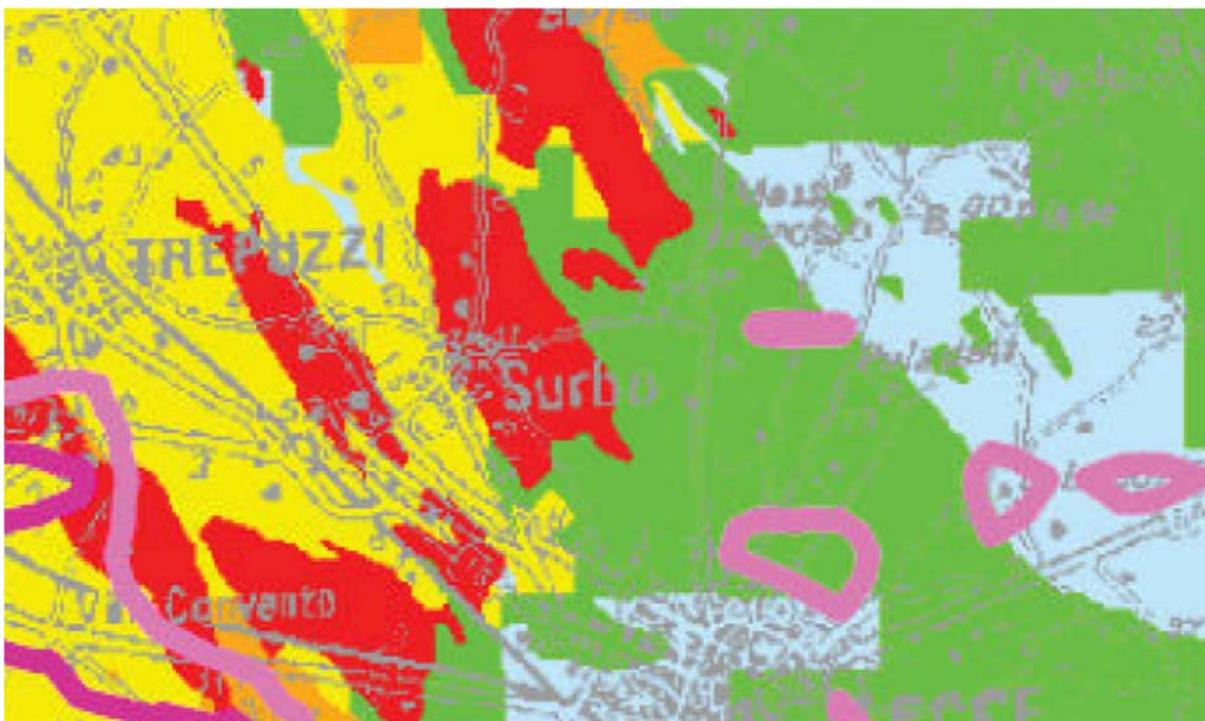
Acquifero del Salento
nell'area di interesse:
fonte PTA

Nell'area dove si presuppone di realizzare i macro insediamenti di impianto fotovoltaico non sono presenti falde superficiali e la falda profonda soggiace a:

- Area a SW della zona industriale in quote assolute variabili da 50 a 56m slm , falda profonda con carico di 2m.
- Aree a N-NE di SURBO, in quote assolute intorno a 30m, il che equivale a dire una soggiacenza a pelo libero dell'ordine di 28dal p.c.



v.specchio/SOGESID/PTA Regione Puglia 2007



Le figure

inserite, stralci del PTA Puglia-SOGESID, sono ritenute un utile riferimento per la valutazione in primis della non interferenza con flade superficiali, tanto dei carichi idraulici, infine della zonizzazione dell'indice di Protezione degli acquiferi carsici, da PTA PUGLIA 2009, /SOGESID (Metodo COP modificato, **V.Specchio 2009**).

L'indice di protezione della falda (fonte PTA) è molto basso per l'elevata permeabilità per fratturazione e carsismo dei calcari affioranti, ovvero basso per le coperture calcarenitiche, stante le esigue potenze di strato e le forme di permeabilità intrinseca.

→ In corrispondenza dell'areale in cui sono collocati i geositi in esame, il reticolo idrografico, ancorchè fossile, è stato completamente stravolto. Ad eccezione della quantità di acqua meteorica evapotraspirata o che ruscella in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, l'acqua meteorica si infiltra nel terreno sottostante; il ciclo, però, viene rallentato nell'assise superficiali dove la calcarenite oppone una certa "resistenza" nel lasciarsi attraversare dal fluido. Nel contesto in esame la circolazione idrica endogena profonda risulta piuttosto sviluppata per la presenza di ampi volumi di accumulo nelle rocce e per le caratteristiche idrologiche del complesso calcareo-calcarenitico, prima descritto, favorita dalla permeabilità per porosità (calcareniti) e fessurazione/carsismo (calcari).

Il grado di permeabilità nell'ammasso roccioso è legato al numero ed alle dimensioni delle discontinuità, sia primarie che secondarie ed alla carsificazione delle rocce carbonatiche (anche ditto aspetto viene solo richiamato in questa sezione, per essere poi dettagliato nei capitoli successive di definizione delle condizioni relative alle finalità di progetto), che può essere spinta in vario modo. Date le caratteristiche sopra descritte, il sottosuolo è sede di una cospicua falda idrica localizzata nei calcari cretacei, permeabili per fessurazione e carsismo.

La falda, che in corrispondenza dei geositi di riferimento si rinviene con un carico idraulico in media di 2metri, fa parte di un acquifero molto esteso che circola con continuità nelle masse carbonatiche, dalle aree più interne fino alla costa, dove emerge attraverso una serie di sorgenti. Il deflusso a scala loco-regionale della falda è diretto da NNO a SSE, con una quota piezometrica (variabilità, riscontrata nei vari report relative ai differenti professionisti che si sono interessati delle tematiche negli ultimi anni, dell'ordine di 2-3 m sul livello del mare). La superficie piezometrica si presenta con notevoli variazioni sia stagionali che periodiche ed anche occasionali, legate ai diversi periodi di piovosità ed a singoli eventi meteorici; la falda si presenta in pressione e sostenuta dall'acqua marina di invasione continentale, su cui galleggia per via della minore densità. In occasione di eventi

meteorologici a forte piovosità, i fronti saturi in movimento verso il basso sarebbero in grado di comprimere l'aria nella roccia, la quale a sua volta eserciterebbe una pressione sulla superficie piezometrica, causando, localmente, innalzamenti anche marcati. La variazione della superficie piezometrica della falda è legata al particolare tipo di acquifero in pressione, costituito, come detto, da un acquifero di acqua dolce sostenuta per diverso peso specifico da un acquifero presumibilmente lentiforme a grado di salinità crescente procedendo verso il basso.

→ Sulla base delle caratteristiche di permeabilità, le rocce localmente affioranti si distinguono in:

- rocce permeabili per porosità interstiziale;
- rocce permeabili per fessurazione e carsismo.

1.2.1 ROCCE PERMEABILI PER POROSITÀ INTERSTIZIALE

Rientrano all'interno di tale categoria la "*Calcarenite*" per cui si può assumere una permeabilità K di $1 \cdot 10^{-4} \text{cm/sec} - 1 \cdot 10^{-5} \text{cm/sec}$.

1.2.2 ROCCE PERMEABILI PER FESSURAZIONE E CARISMO

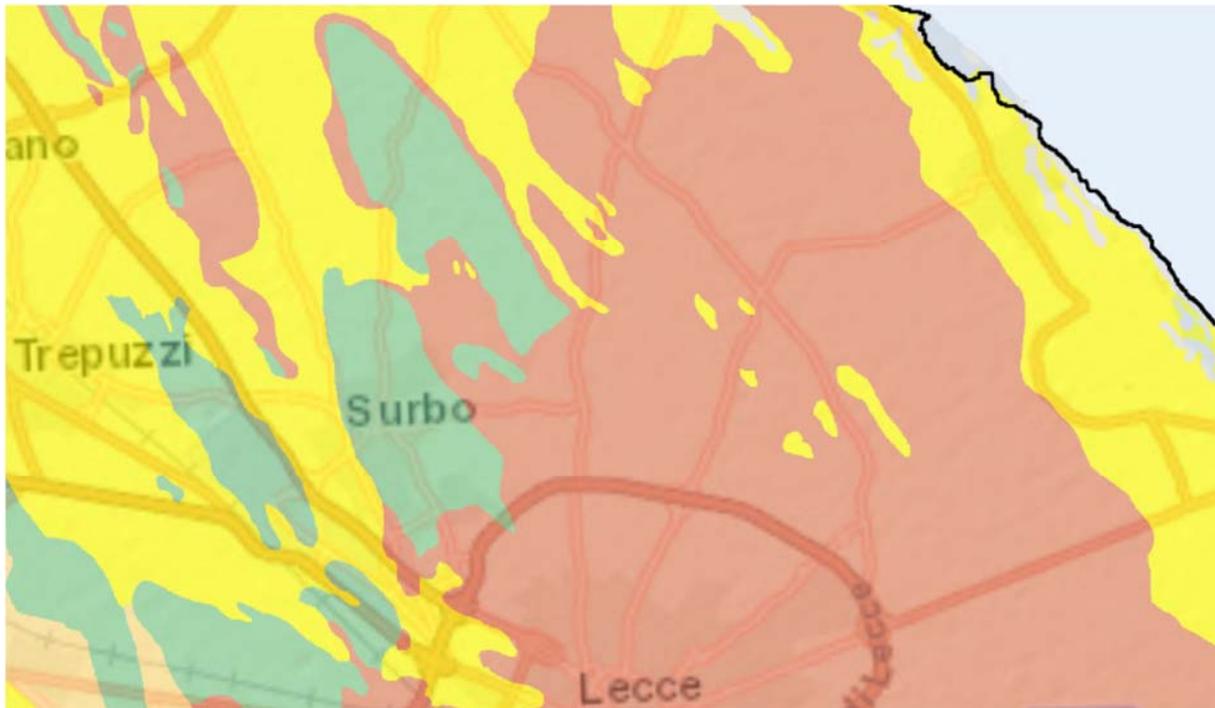
La permeabilità per fessurazione e carsismo, o permeabilità in grande, è propria di rocce praticamente impermeabili alla scala del campione, data la loro elevata compattezza, ma nelle quali l'infiltrazione e il deflusso può avvenire attraverso i giunti di stratificazione e le fratture. Tali discontinuità possono allargarsi per fenomeni legati alla dissoluzione chimica (carsismo). Laddove il calcare è intensamente fratturato e carsificato, risulta molto permeabile ed è sede di una cospicua ed estesa falda idrica di base (o falda carsica) il cui ruolo idro-strutturale è di "acquifero".

Il "*Calcare di Altamura*" è caratterizzato da permeabilità per fessurazione e carsismo. Tale permeabilità varia da luogo a luogo in funzione dello stato di fratturazione e del grado di carsificazione. In generale, in corrispondenza dei livelli più intensamente fratturati e carsificati, tali rocce sono da mediamente a molto permeabili. Le acque di precipitazione penetrano nel sottosuolo attraverso le fratture e i condotti carsici e danno origine ad una falda idrica che galleggia sull'acqua di mare più densa, di invasione continentale.

Questo tipo di permeabilità caratterizza gli strati lapidei calcarei. Il valore della permeabilità è compreso tra: $K = 1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-3} \text{ cm/sec}$.

2. L'OTTIMIZZAZIONE DEL MODELLO GEOLITOLOGICO DI RIFERIMENTO, I CARATTERI FISICO-ELASTICI COMPARATI CON L'ASSETTO GEOSTRUTTURALE

Il primo livello d'informazione è rappresentato, ovviamente, dalla cartografia ufficiale, dalla miscellanea scientifica. La location interessata dallo studio ricade in aree di affioramento già sufficientemente illustrate.



In questo step l'espletamento della fase di caratterizzazione del modello geologico-strutturale di base ha richiesto, ovviamente, una serie di sopralluoghi e di rilevamenti morfostrutturali e geostrutturali (sarà nel seguito evidente la presenza di condizioni e assetti con palesi evidenze litotecniche).

La campagna di rilievi geofisici è stata finalizzata a:

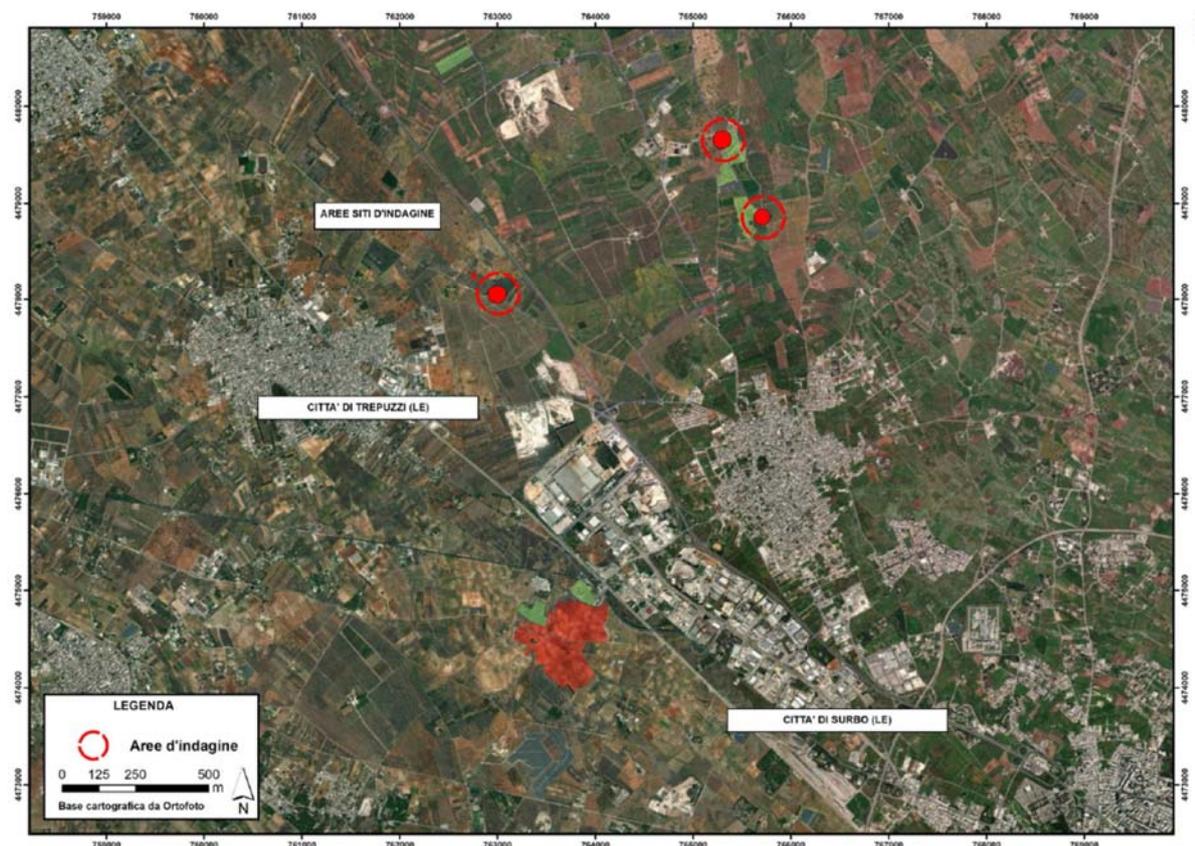
- Elevare il grado di approfondimento delle informazioni sulle caratteristiche geologico-stratigrafiche dei siti;
- verificare la presenza di situazioni geostrutturali anomale, in relazione a fenomeni di inversione di velocità, in grado di infirmare la sicurezza delle opere in fase di realizzazione (impianti fotovoltaici);
- evidenziare le caratteristiche delle superfici di taglio e le proprietà fisico-elastiche;

In dettaglio, nella fase operativa si è proceduto con l'esecuzione di indagini finalizzate a:

- rilevare porzioni dell'ammasso roccioso caratterizzate da irregolarità o sistemi di lesioni; mediante prospezioni geofisiche con approccio tomografico;
- rilevare l'andamento della sismostratigrafia del sottosuolo al fine di individuare le discontinuità geostrutturali, anche dei differenti ammassi rocciosi; ricavare lo spessore e le caratteristiche (velocità delle onde elastiche, coefficiente di Poisson e moduli elastici dinamici) degli strati riconosciuti;
- stimare il valore del V_s Eq. e determinare la categoria del suolo di fondazione ai sensi delle "Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture" NTC 2018);
- valutare tutte le evidenze geostrutturali per ricercare possibili processi di inversione del dato e correlare parametri geotecnici dei terreni in oggetto.

In particolare sono stati eseguiti:

- n°3 prospezioni sismiche a rifrazione di superficie in onde P al fine di individuare gli spessori dei materiali di copertura e dunque determinare la profondità del materiale in posto;
- n. 3 prospezione sismica con tecnica MASW, ubicata in corrispondenza della base sismica, oltre ai due scoppi esterni allo stendimento con offset di 10m rispettivamente dal primo e dall'ultimo geofono, utile per stimare la categoria di suolo (NTC 2018).



Al fine di caratterizzare il sottosuolo nell'area di studio si è scelto di utilizzare un approccio metodologico di indagine indirette complementari fra loro, prospezione sismica con

polarizzazione e misura delle onde di compressione P e completamento con prospezioni MASW (profili verticali Vs e calcolo Vs,Eq.):

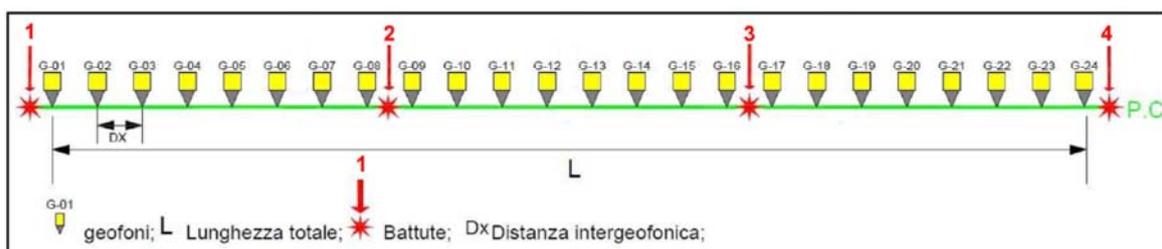
→ il metodo sismico, per rilevare l'andamento della sismostratigrafia del sottosuolo, ricercando le superfici di discontinuità fisica – rifrattori – ed in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso terroso o roccioso con differente grado di densità e compattezza; le caratteristiche geomeccaniche degli strati così riconosciuti, calcolare i valori di Rigidità Sismica dei singoli orizzonti al fine di valutare ad esempio l'amplificazione sismica locale e classificare i terreni alla luce della recente normativa sismica (V_{S30}).

Le aree a SW della zona industriale di Lecce, peraltro la più vasta come esposizione areale è ben nota per una serie di attività eseguite. La copertura calcarenitica è ben nota per caratteristiche fisico-elastiche. E' stato ritenuto di maggiore interesse elevare il grado di conoscenza dei geositi posti a N-NE di SURBO e un area a NNW (possibile verifica di un appendice dell'intervento, comunque interessata in affioramento da termini geolitologici inquadrati nel rilevamento geologico; si è propeso, quindi, per rilevare le caratteristiche fisico-elastiche di termini equipollenti all'area occidentale della Zona Industriale. L'indagine geosismica del tipo a rifrazione di superficie, come tutti i metodi d'indagine indiretta del sottosuolo, permette di investigare un certo volume di sottosuolo variabile a seconda sia della lunghezza dei profili eseguiti ma anche della natura litologica del sito.

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo in corrispondenza delle **Base Sismiche BS01** (N-NW di SURBO), **BS02** (a valle di BS01, a Nord di SURBO) e **BS03** (a NW, cfr stralcio cartografico). Per questa prospezione nel sottosuolo investigato sono stati riconosciuti tre sismostrati ciascuno caratterizzati da un determinato valore di velocità delle onde di compressione. Data la lunghezza dello stendimento eseguito, è stato possibile investigare il sottosuolo fino alla profondità compresa tra 10m e 12m a partire dalla superficie topografica.

Di seguito è mostrato lo schema geometrico di acquisizione di tutti profili sismici:

Lunghezza (metri)	Distanza geofonica (metri)	n. battute	n. geofoni
48	2.0	5	



L'elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire il sottosuolo secondo 2 "sismostrati", così caratterizzati:

1. Il primo sismostrato (con una profondità variabile da 0.5-0.8 m dal p.c.) rileva velocità V_p compresa tra 560-680 m/s e V_s compresa tra 255-316 m/s;

2. Il substrato rifrattore la modellazione ha permesso di calcolare una velocità V_p compresa tra 2450-2530 m/s e V_s compresa tra 1262-1407 m/s.

Per ciò che concerne la correlazione delle caratteristiche fisico-dinamiche con quelle geologico-tecniche del sottosuolo esplorato si può ritenere che:

1. Il primo sismostrato è associabile a *terreno agrario con deposito calcarenitico disarticolato*;

2. Il substrato rifrattore è associabile a *roccia carbonatica, calcarenitica nella assise superiore, poi francamente lapidea/ammasso calcareo*.

Nella tabella che segue sono mostrati tutti i valori delle velocità sismiche, il coefficiente di Poisson ed i valori dei moduli dinamici E (di Young), G (di taglio) e K (di compressibilità), espressi in Kg/cm². Questi valori sono calcolati considerando un peso di volume unitario pertanto, **per ottenere i moduli corretti, è necessario moltiplicarli per il peso di volume reale dei terreni**.

Profilo 1							
Profondità media (m)	V_p	V_s	ν	γ	E	G	K
1° sismostrato 0÷0.5	680	316	0.36	1.00	2776	1019	3360
substrato rifrattore >0.5	2450	1280	0.31	1.00	43879	16718	38959
Profilo 2							
Profondità media (m)	V_p	V_s	ν	γ	E	G	K
1° sismostrato 0÷0.7	560	255	0.37	1.00	1817	664	2315
substrato rifrattore >0.7	2460	1262	0.32	1.00	42950	16251	40082
Profilo 3							
Profondità media (m)	V_p	V_s	ν	γ	E	G	K
1° sismostrato 0÷0.8	620	287	0.36	1.00	2292	841	2802
substrato rifrattore >0.8	2530	1407	0.28	1.00	51557	20201	38381

Le velocità V_s sono state ricavate dai valori medi scaturiti dall'indagine MASW mentre i parametri dinamici sono stati calcolati con le seguenti formule:

$$\nu = \frac{0.5(V_p/V_s)^2 - 1}{(V_p/V_s)^2 - 1} \quad K = \gamma[V_p^2 - 4/3V_s^2] \quad G = \frac{V_s^2}{g} \cdot \gamma$$

$$E = V_s^2 \cdot \gamma[(3V_p^2 - 4V_s^2)/(V_p^2 - V_s^2)]$$

V_p = velocità onde longitudinali in m/s

V_s = velocità onde trasversali in m/s

v = coefficiente di Poisson

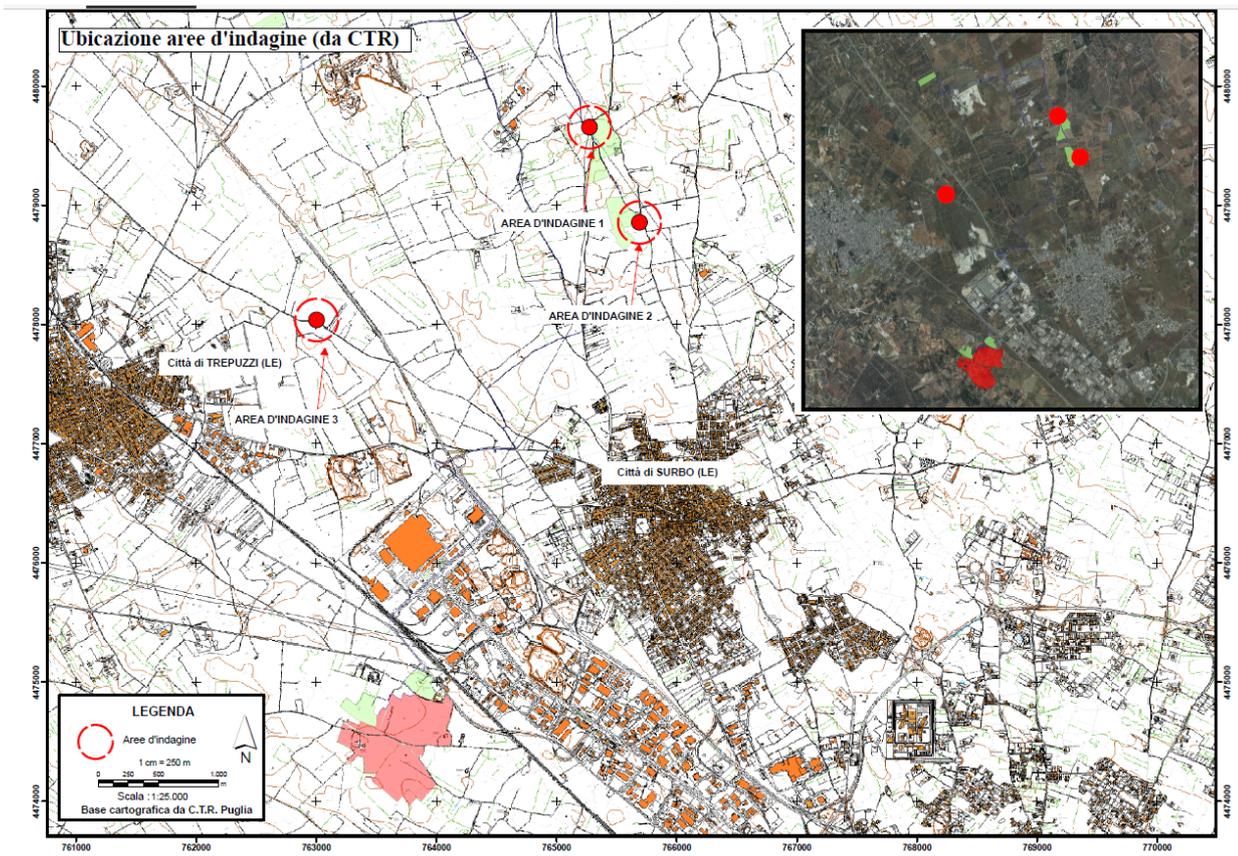
γ = peso di volume in g/cm³

g = accelerazione di gravità

E = modulo dinamico di Young in Kg/cm²

G = modulo dinamico di taglio in Kg/cm²

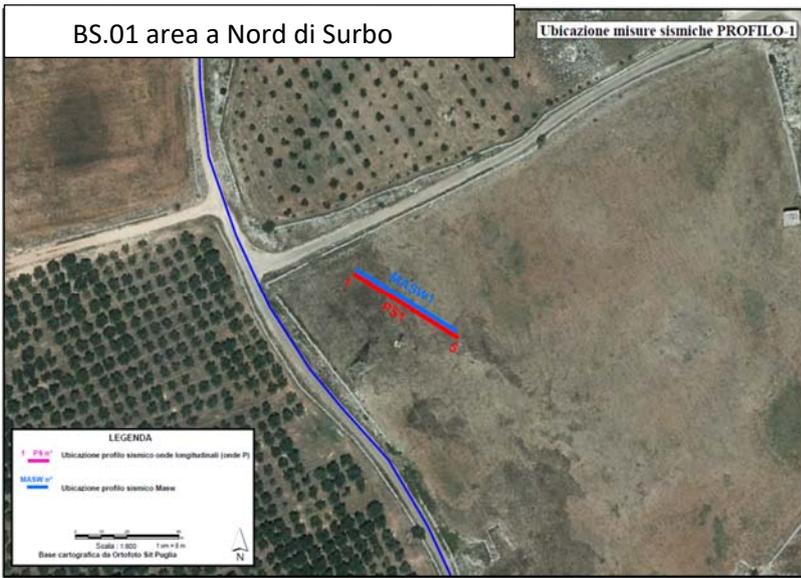
K = modulo dinamico di compressibilità in Kg/cm²



Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, in generale, è stato possibile ricavare la struttura del sottosuolo distinguendolo in sismostrati ciascuno dei quali caratterizzato da un determinato valore di velocità delle onde di compressione.

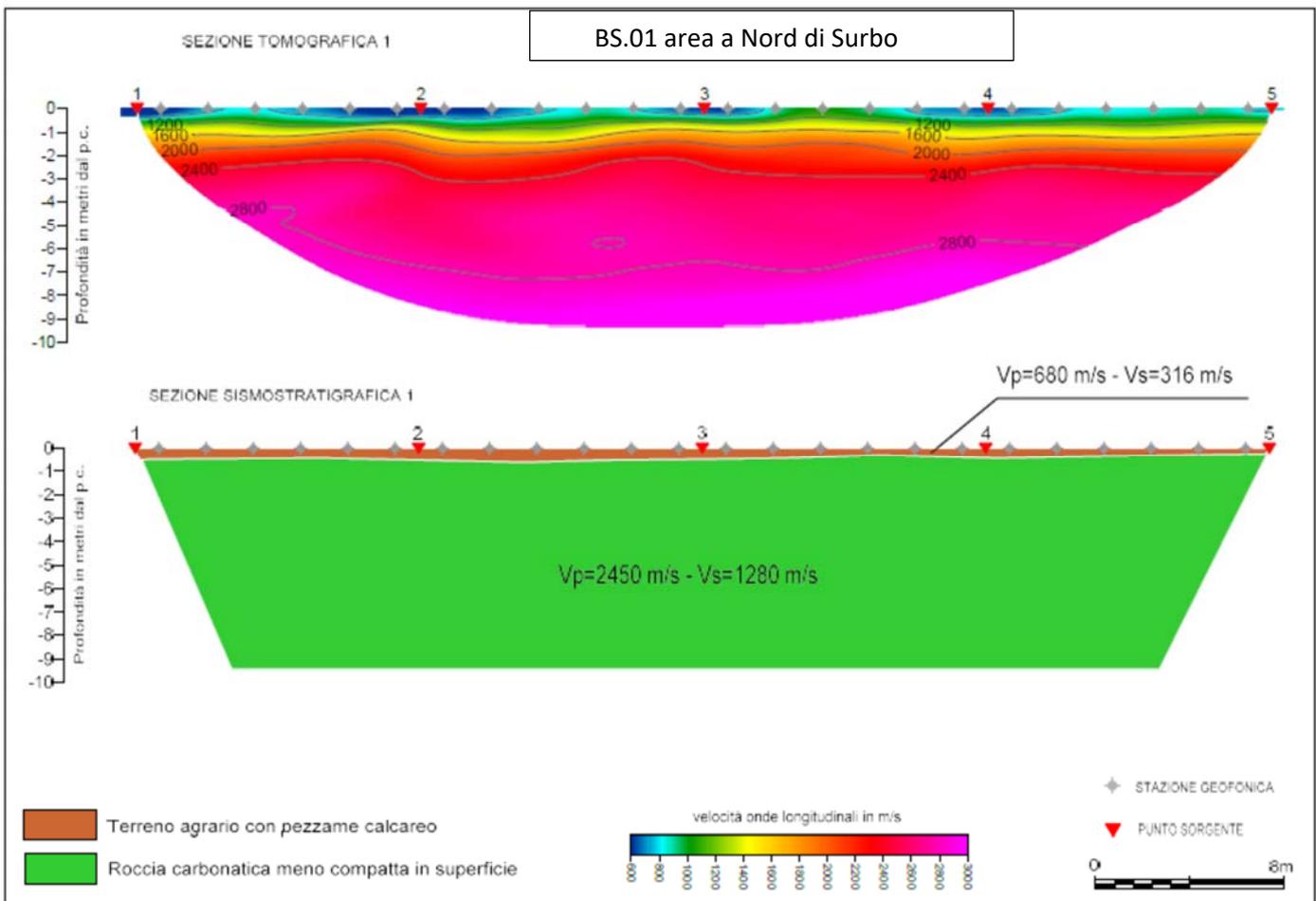
Sulla base dell'interpretazione quantitativa delle dromocrone è stato possibile discretizzare il modello geofisico, con approccio tomografico, modellando le anomalie e correlandole alle condizioni litostrutturali già illustrate in modo reiterato.

Il modello a involuppo dei rifrattori ben evidenzia le aree di deposito calcarenitico di top e la conformazione del profilo dell'ammasso calcareo. La risposta fisico elastica delle sezioni



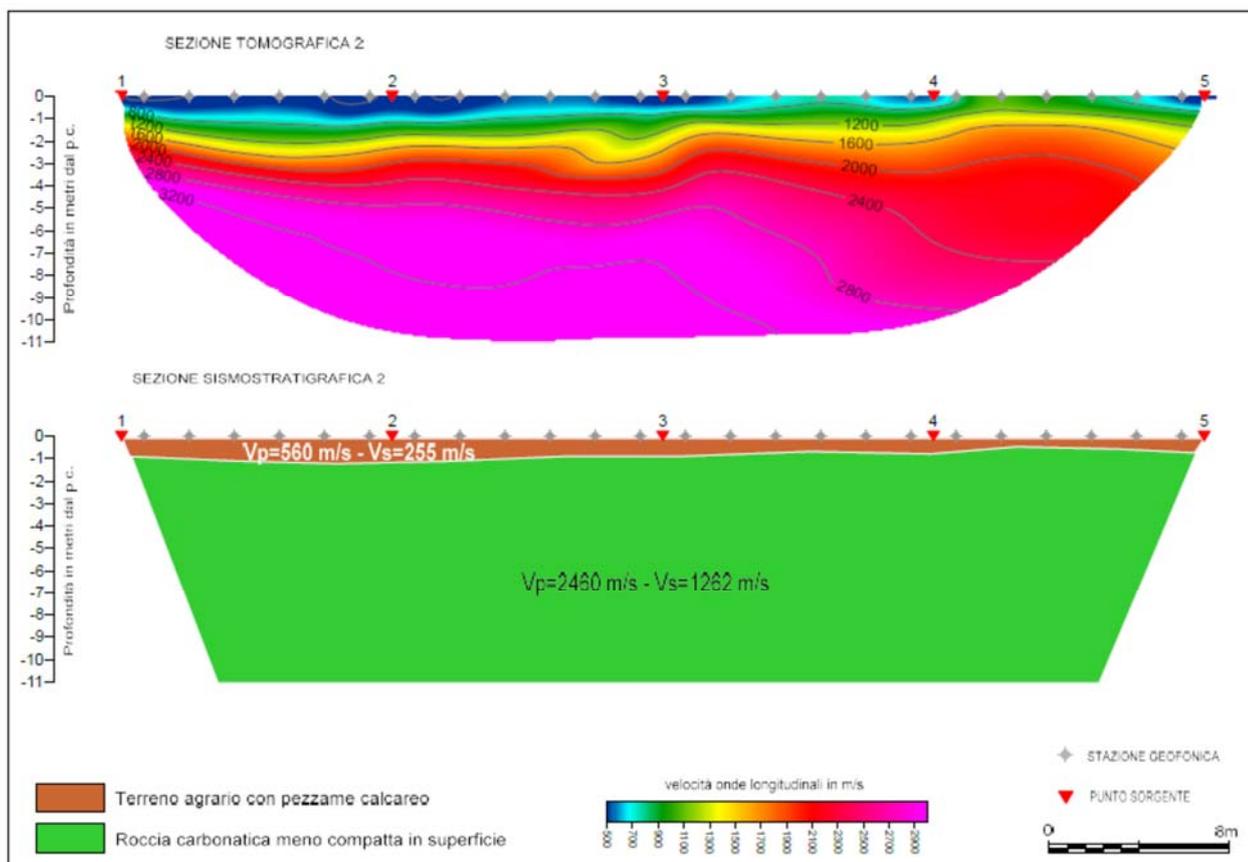
affette da decompressione superficiale non risulta marcatamente differenziabile poiché i materiali calcarenitici competono a elementi ben cementati e coesivi e anche a maggiore densità. Il basamento sismico è significativamente descritto dal rifrattore di fondo, quale superficie di discontinuità sismica tra due mezzi a costante

elastica ben differenziabile. Il modello geofisico diventa un fondamentale elemento di convergenza e di conferma delle ricostruzioni definite.





Profilo n.2 Area tipologica a Nord di SURBO, ma a sud-SE del primo profilo sismico. E' stato scelto di modificare opportunamente l'azimut della base sismica, ai fini precipui di evidenziarne - eventualmente- le risposte fisico-elastiche competenti a intercettazione di linamenti morfostrutturali



Il modello tomografico è assolutamente esaustivo: non esistono rifrattori intermedi in grado di differenziare le superfici di discontinuità nei parametri elastici tra copertura calcarenitica e substrato calcareo (peraltro scevro da forzanti di decompressione con ipotizzabile abbattimento del modulo di elasticità dinamica. Dopo il primo metro si rilevano già velocità delle onde di compressione decisamente superiori a 2000 m/s, peraltro con rilievo MASW che modella, per un orizzonte-sismozona decisamente comparabile, una velocità delle onde di taglio superiori a 1200 m/s.

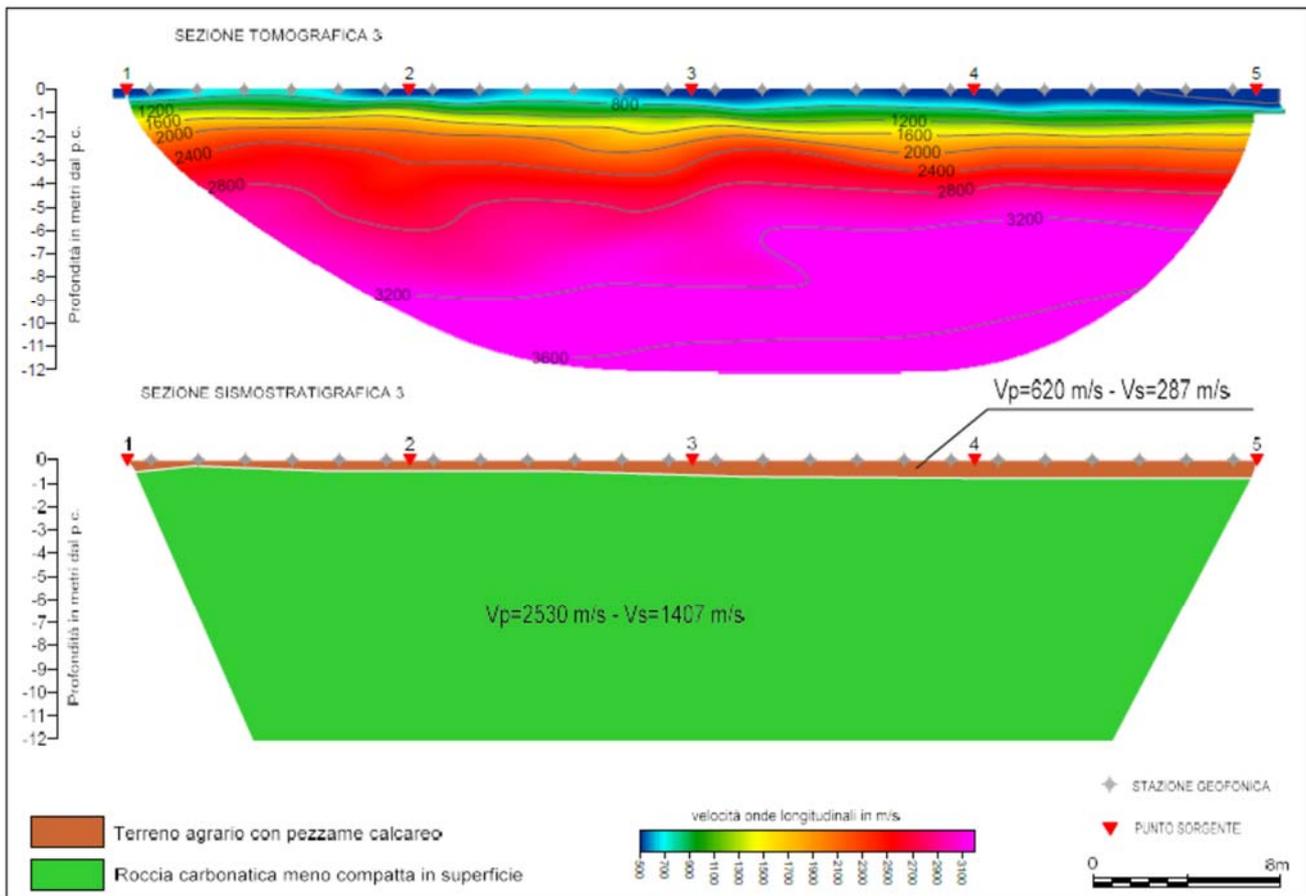


Profilo n.3

La location della base sismica BS03 è stata già introdotta in testa paragrafo.

Il modello sismostratigrafico è assolutamente confrontabile con il profilo sismico appena introdotto per la BS02. Di conseguenza si rileva una certa confrontabilità della risposta fisico-elastica dei mezzi sismici in superficie. Ai fini della

specificata interazione terreno-elementi strutturali di ancoraggio previsti in progetto, non sussistono condizioni di evidenza ostativa.



Dalle velocità sismiche, ricavate dall'indagine a rifrazione superficiale classica in onde P e dalla metodologia MASW, sono stati calcolati alcuni parametri base utilizzabili per input nelle varie formulazioni disponibili in miscelanea specialistica per rendere il modello valutabile in termini di valutazione di parametri geotecnici.

→Assegnando, infatti, la densità in sito, ricavata empiricamente mediante l'equazione di Gardner, che lega la densità alla velocità delle onde longitudinali (V_p), sono stati calcolati il *coefficiente di Poisson* e alcuni moduli elastici dinamici. Le determinazioni dei moduli elastici, eseguite mediante tali metodologie sismiche, sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di sofisticazione ed affidabilità, soffrono della limitazione di essere puntuali cioè relative ad un modesto volume di roccia.

2.1 Prospezione sismica per la stima del $V_{s,eq}$

MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) - Descrizione del metodo e della strumentazione

Al fine di calcolare il valore di velocità delle onde di taglio (S) fino alla profondità a cui stazione il bedrock roccioso o un suolo molto rigido ($V_{s,eq}$) e determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione, secondo quanto è richiesto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17/1/2018 (G.U. 20 febbraio 2018, n.42 – s.o. n.8), sono state eseguite n.3 profili MASW, (**MASW 01-02-03**) ubicati in corrispondenza delle BS01-BS02-BS03.

La tecnica utilizzata consente una stima accurata dell'andamento delle velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo; ciò avviene registrando i tempi di arrivo delle onde sismiche di superficie generate artificialmente ed elaborando il segnale con un opportuno software. A rigore, quella che è misurata è la velocità delle onde superficiali (Onde di Rayleigh), ma essa è praticamente uguale alla velocità delle Onde S (95 ÷ 97%). È così possibile definire, con un'approssimazione valutabile tra il 5% e il 15%, il profilo " $V_{s,eq}$ ".

Le fasi operative possono essere così schematizzate:

- predisposizione dello stendimento, cioè una serie di 24 geofoni regolarmente spazati in linea retta, con l'esecuzione di 2 scoppi a 10m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono in modo tale da avere due profili di velocità ubicati all'interno dello stendimento;
- osservazione del segnale che si propaga tramite onde S nel suolo per 2 secondi a seguito dell'energizzazione;

Nel seguito sono rappresentati, in grafici, le elaborazioni dei dati acquisiti con il metodo MASW e i sismogrammi medi di tutte le interazioni, per lo stendimento svolto.

Il primo grafico, a partire dallo spettro F-K, mette in relazione le frequenze contenute nel segnale registrato con il reciproco della velocità di fase e il rapporto spettrale: permette di

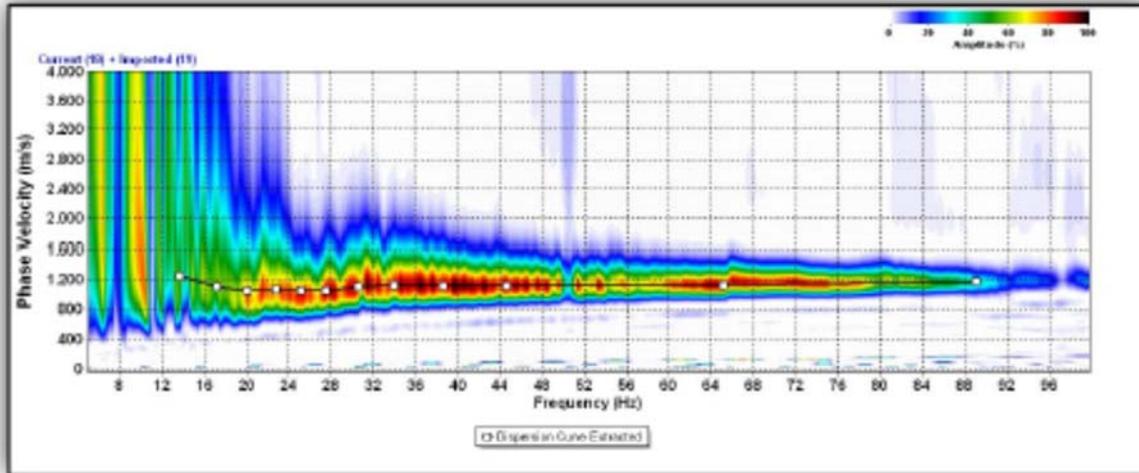
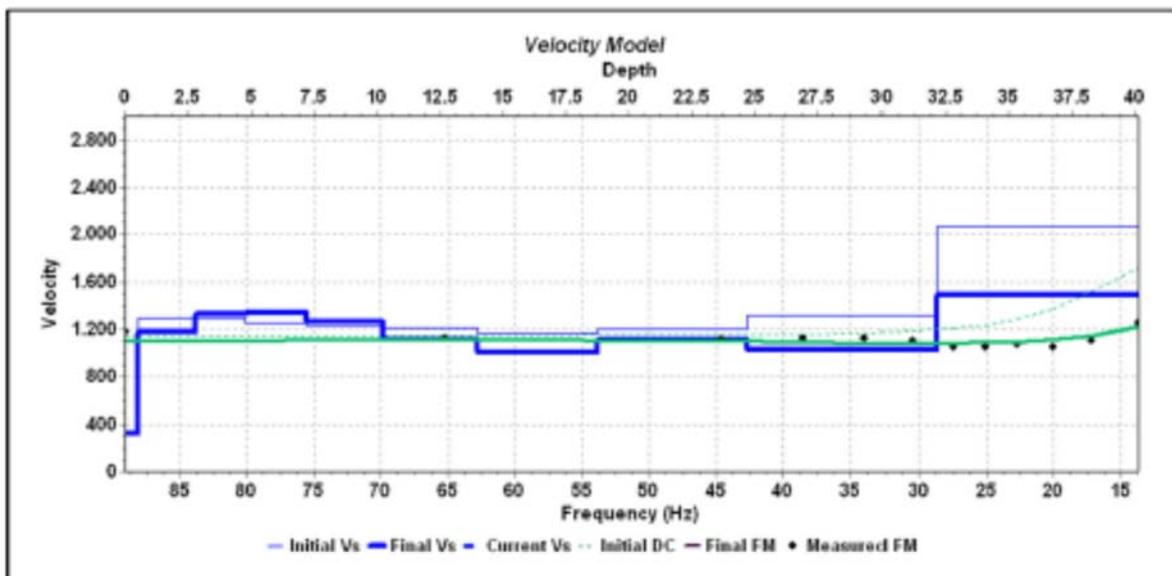
riconoscere l'energia delle Onde di Rayleigh e fissare i punti che rappresentano l'andamento della curva di dispersione, funzione della distribuzione della velocità negli strati del sottosuolo. Nel grafico successivo, invece, è riportata la curva calcolata tramite l'inversione di un modello di sottosuolo, ottenuto per "aggiustamenti" successivi da un modello iniziale, cercando ovviamente di trovare la migliore corrispondenza con i punti prima individuati.

Il grafico successivo riporta il modello del sottosuolo in termini di strati con diversa velocità di propagazione delle Onde S.

MASW 1

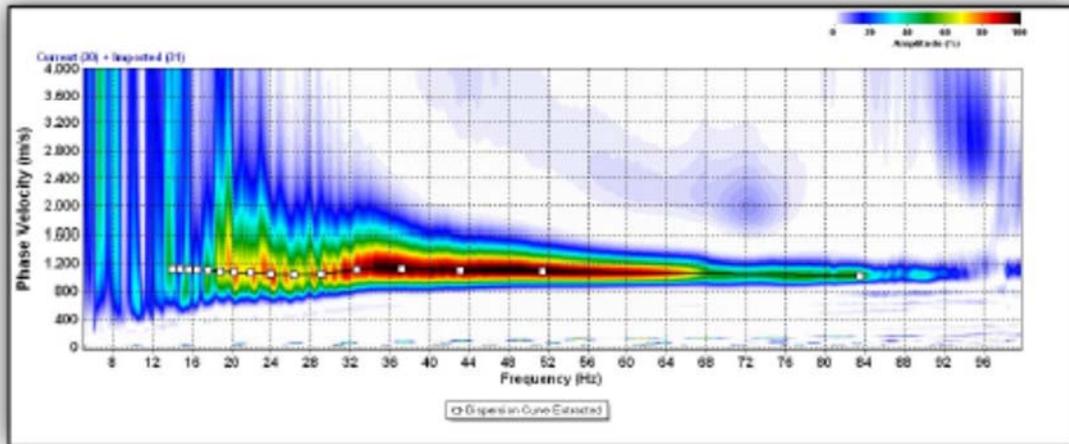
ANALISI MASW METODO ATTIVO (COMBINATO)

Spettro nel dominio velocità di fase/frequenza

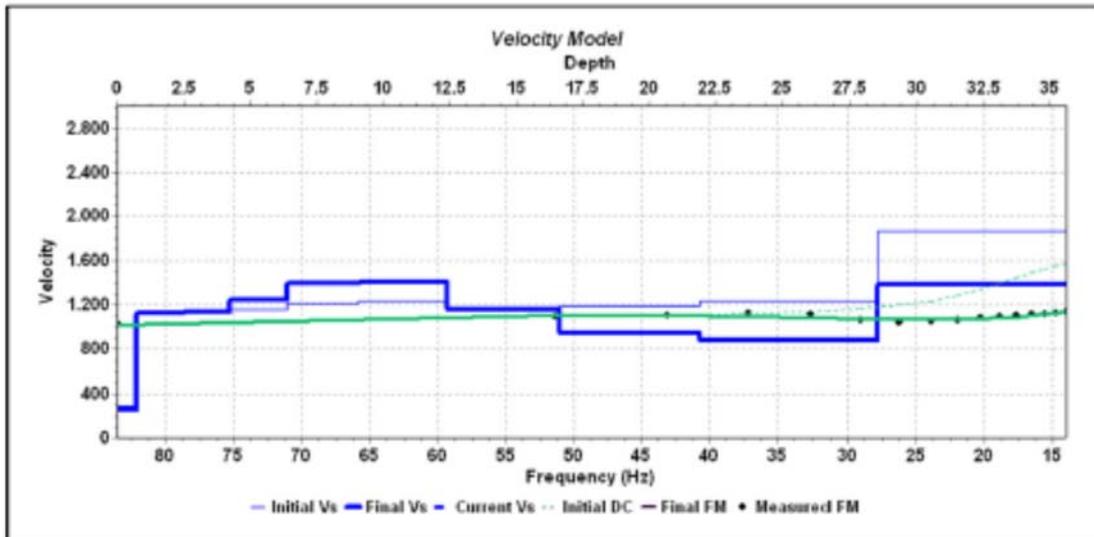
Modello di velocità (V_s) in funzione della profondità e della frequenza

Categoria di sottosuolo "A"
(NTC 2018)

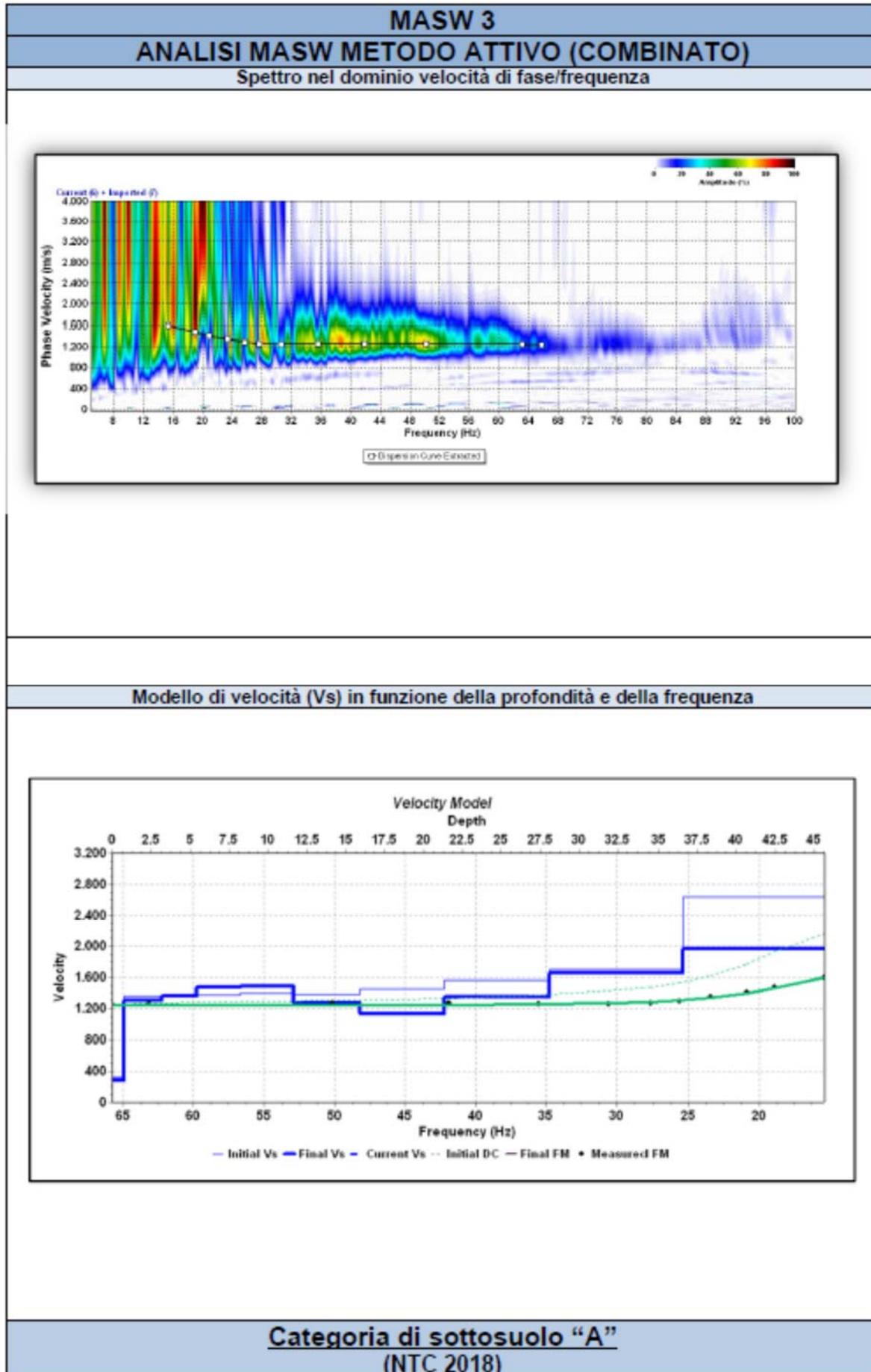
MASW 2
ANALISI MASW METODO ATTIVO (COMBINATO)
 Spettro nel dominio velocità di fase/frequenza



Modello di velocità (Vs) in funzione della profondità e della frequenza



Categoria di sottosuolo "A"
 (NTC 2018)



Le prospezioni esperite, ovvero le prove MASW, hanno consentito di individuare la categoria del suolo di fondazione del sottosuolo in esame; poiché l'indagine **MASW 01-02-03 è sostanzialmente equipollente**, peraltro ha raggiunto una profondità investigativa poco maggiore dei 30m per tutte e tre le prove MASW. La risultante permette di individuare la presenza di un suolo rigido, caratterizzato da valori di Vs maggiori di 800m/s, già a partire dalla superficie ne consegue che il sottosuolo esaminato ricade in una categoria di suolo "A", nuovamente così definita:

Tabella 3.2. II - Categoria di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato	
Categoria	Descrizione
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.
B	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.
C	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.
D	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.
E	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.

3. L'INSIEME DEI LIVELLI INFORMATIVI COMPARATI CON L'ASSETTO GEOSTRUTTURALE

Ai fini valutativi delle condizioni litostrutturali, confrontate con i modelli geofisici ottimizzati, sono è stata svolta una vasta ricognizione per rilevare tagli superficiali per attività svariate. Il fronte calcarenitico sub-verticale è emerso in tutti gli scavi osservati nell'intorno degli



affioramenti già presentati nei due stralci (ad orientamento geolitologico schematico) del Capitolo 1.



Si riporta di seguito, oltre alla descrizione delle caratteristiche geotecniche degli orizzonti calcarenitici e calcarei, competenti le Formazioni presenti, in rapporto di trasgressione, nell'area d'interesse. Gli ammassi rocciosi saranno in seguito caratterizzati (a fronte dei differenti livelli informativi). Tuttavia, avendo descritto le anomalie presenti nei volumi significativi del sottosuolo del pianoro, si ritiene importante

palesare anche una breve descrizione delle caratteristiche geotecniche della terra rossa, che seppur non rilevata in quantità notevoli, può essere presente all'interno della formazione calcarea sia come riempimento delle fessure e delle fratture, sia come piccole sacche.

“Terre rosse”

In questo paragrafo vengono riportati alcuni elementi geotecnici che caratterizzano le “terre rosse” le quali potrebbero essere presenti sul lotto in esame sotto forma di sacche o di riempimento dei livelli carbonatici.. Le “*terre rosse*” sono materiali derivanti dal rimaneggiamento e dalla evoluzione del residuo insolubile delle rocce carbonatiche. Generalmente gli accumuli di terra rossa si rinvengono in corrispondenza di depressioni morfo-strutturali (sinclinali, solchi vallivi estinti, valli inattive), carsiche (conche ed avvallamenti carsici, lame, doline) e nei giunti di stratificazione. Non presentano nessuna stratificazione e nessuna struttura scheletrica. I parametri geotecnici, molto scadenti, sono stati condizionati dai fenomeni di rimaneggiamento e dall'evoluzione subita dal deposito ed in particolare dalla misura in cui questo ha accusato gli effetti della circolazione idrica. Non avendo subito fenomeni di carico nel corso dei tempi geologici, sono normalmente consolidate e quindi molto compressibili all'applicazione di carichi. Il basso valore di

permeabilità consente la raccolta ed il temporaneo accumulo di acque meteoriche, accentuando l'attività carsica.

PARAMETRI GEOTECNICI

Peso specifico dei granuli	$\gamma_s = 2.68-2.85(\text{gr}/\text{cm}^3)$
Peso di volume secco	$\gamma_s = 1.20-1.75\text{g}(\text{gr}/\text{cm}^3)$
Indice dei vuoti	$e = 0.58-1.37$
Contenuto di acqua naturale	$w = 19.7\%-45.7\%$
Limite liquido	$W_L = 42\%-79\%$
Indice di plasticità	$W_P = 19-53\%$
Indice di consistenza	$I_c = 0.6-1.4$
Limite di ritiro	$W_s = 10.2-20.2\%$
Indice di rigonfiamento (Scarico 10-0.1 Kg)	$c_s = 0.018 - 0.049$
Indice di compressibilità tra 1-3kg/cm ²	$c_c = 0.04-0.160$
Indice di compressibilità tra 3-10kg/cm ²	$c_c = 0.06-0.240$
Modulo edometrico tra 1-3kg/cm ²	$D = 50 -120 \text{ Kg}/\text{cm}^2$
Modulo edometrico tra 3-10kg/cm ²	$D = 110 - 360 \text{ Kg}/\text{cm}^2$
Coefficiente di sottofondo	$K = 0.5-1.0 \text{ Kg}/\text{cm}^3$

In base alla carta di plasticità le terre rosse sono classificate come terreni di plasticità medio-alta (la plasticità è direttamente proporzionale al contenuto di argilla).

CALCARENITE --CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

Le analisi geomeccaniche di laboratorio consentono di caratterizzare la formazione calcarea alla scala del campione e di fornire indicazioni utili per la determinazione delle caratteristiche d'insieme dell'ammasso.

Nella tabella sottostante vengono richiamati alcuni valori di riferimento per la sezioni di ancoraggio della progettazione dei supporti degli impianti. Tali valori si riferiscono alla roccia integra. Si precisa che vengono riportati i valori dei parametri geotecnici desunti dalla letteratura, dalle indagini geofisiche nonché dalle prove di laboratorio eseguite.

Questi i parametri d'ingresso utilizzati per l'affioramento di litotipi calcarenitici:

caratteristiche litologiche $\gamma = 18 \text{ kN}/\text{m}^3$

$\phi = 30^\circ$

$C = 200 \text{ kN}/\text{m}^2$

$c_u = 0,00 \text{ kN}/\text{m}^2$

Falda = -28m

In considerazione della forte eterogeneità ed anisotropia dell'orizzonte al di sotto del pianoro, si è ipotizzato un modello omogeneo ed isotropo imponendo caratteristiche cautelative in termini di resistenza meccanica e risposta elastica.

Nello schema a seguire sono riassunti i parametri geotecnici utilizzati per il calcolo.

SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO PER IL PROGETTO

PARAMETRI GEOTECNICI							
γ	ϕ'	c'	c_u	E	G	ν	τ
[kN/m ³]	[°]	[MPa]	[MPa]	[kPa]	[kPa]	-	[kPa]
18	30	0.1	-	50000	18800	0.33	180

In accordo con la normativa vigente, nella stretta osservanza delle competenze professionali, sarà perseguito un approccio che considera amplificate le azioni di progetto e ridotte le resistenze. La verifica di capacità portante garantirà la stabilità delle resistenze del complesso palo-terreno $E_d \leq R_d$.

CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE E STIMA DEL VS30

Il comune di Surbo (LE) con delibera n. 1626 del 15.09.2009 ricade in **zona sismica 4** (*livello di pericolosità molto basso*) a cui corrisponde un accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $[ag] \leq 0.05$ g con un accelerazione orizzontale massima di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a **0.05g**.

Sulla base delle indagini sismiche eseguite nonché il profilo stratigrafico dell'attuale piano campagna, applicando l'espressione riportata nel *punto 3.2.2 del D.M. del 14/01/08*:

dopo i primi 100-150cm è stato ottenuto un valore delle Vs30 sempre superiore a 1000m/s; di conseguenza si può caratterizzare il sito in esame in una delle categorie di suolo di fondazione che in tal caso, nella Nuova Normativa Sismica, corrisponde ad un suolo di classe **"A"**, definito come (punto 3.1 dell'All. 2 all'O.P.C.M. 3274): **“Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m”**.

In questo caso il valore del fattore S che tiene conto delle condizioni stratigrafiche e geotecniche del sito è pari a: **S = 1.0**.

Per caratterizzare la sismicità del sito in argomento, sono stati considerati i seguenti fattori:

- il terreno di fondazione è costituito da un ammasso calcarenitico da mediamente cementato a ben diagenizzato;
- nell'area in esame non sono presenti faglie o importanti fratture, attive del substrato geologico;

Non esistono quindi fattori penalizzanti, che potrebbero portare ad una eventuale amplificazione del segnale sismico o a fenomeni di "risonanza" dati dalla coincidenza tra frequenze dell'edificio e frequenze naturali del sottosuolo.

Alla luce della recente normativa "Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture" 14 gennaio 2008 (Suppl Ord. G. U. 4.2.2008, n. 29) lateralmente si riportano i parametri di pericolosità sismica dell'area in esame

30/11/2023

Classe dell'edificio
I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edi

Vita Nominale Struttura 50

Periodo di Riferimento per l'azione sismica 35

Parametri di pericolosità Sismica

"Stato Limite"	T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T^*_c [s]
Operatività	30	0.012	2.444	0.150
Danno	35	0.014	2.444	0.157
Salvaguardia Vita	332	0.042	2.381	0.435
Prevenzione Collasso	682	0.054	2.357	0.528

L'estensore del Report RELAZIONE GEOLOGICA

dott.geol. V.Specchio