



COMUNE DI PULSANO

Provincia di Taranto

Piano Urbanistico Generale

Settembre 2023	
11b	RELAZIONE GEOLOGICA Dott. Geo. Gianluca Selleri

COMUNE DI PULSANO

Provincia di Taranto

Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano

**Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio
Marittimo – Agricoltura**

**Studio per la definizione dell'assetto geologico-stratigrafico e litologico
del territorio comunale, del suo assetto geomorfologico ed idrogeologico,
della sua pericolosità geologica di base e per la verifica della
compatibilità delle previsioni del PUG con le condizioni
geomorfologiche del territorio ai sensi di quanto disposto dall'art. 89
del DPR 380/2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e
regolamentari in materia edilizia"**

Il tecnico
Gianluca Selleri



Lecce, giugno 2020

PhD. Geol. Gianluca Selleri
geologogianlucaselleri@gmail.com

Viale Francesco Lo Re, 6 LECCE

INDICE

1 – PREMESSA	1
2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
3 – ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO E LITOLOGICO	5
3.1 – Caratteri geologico-stratigrafici	5
3.2 – Caratteri tettonici e strutturali	13
3.3 – Caratteri litologici	16
4 – ASSETTO IDROGEOLOGICO ED IDROSTRUTTURALE	17
4.1 – Inquadramento regionale	17
4.2 – Caratteri di permeabilità dei terreni costituenti la locale serie geologica	17
4.3 – Unità idrogeologiche ed assetto idrostrutturale	19
4.4 – Acquifero profondo e falda di base	21
4.5 – Acquifero superficiale e falda superficiale	26
4.6 – Considerazioni conclusive sulla circolazione idrica sotterranea	28
4.7 – Vulnerabilità della falda superficiale e della falda profonda	28
4.8 – Rapporti con il PTA	30
5 – ASSETTO GEOMORFOLOGICO	35
5.1 – Inquadramento regionale	35
5.2 – Il paesaggio fisico e la dinamica ambientale	35
5.3 – Considerazioni conclusive sui caratteri geomorfologici del territorio comunale e sulla sua conservazione	44
6 – PERICOLOSITA' GEOLOGICA	48
6.1 – Premessa	48
6.2 – Sismicità del territorio comunale	49
6.3 - Sismicità storica	52
6.4 – Pericolosità sismica	53
6.5 - Pericolosità geologico-idraulica	56
7 – CLIMA METEOMARINO	59
8 – CARATTERI CLIMATICI	61
8.1 - Regime anemometrico	61
8.2 - Regime termico	64
8.3 - Regime pluviometrico	66
8.4 – Umidità relativa	70
8.5 – Considerazioni conclusive	70
9 – CATASTO DELLE GROTTI E DELLE CAVITÀ ARTIFICIALI DELLA PUGLIA	71
10 – VINCOLISTICA GEOLOGICA	76
11 - CARATTERI GEOTECNICI E GEOMECCANICI DEI TERRENI E DELLE ROCCE AFFIORANTI SUL TERRITORIO COMUNALE	83
11.1 – Premessa	83
11.2 – Indagini MASW	84
11.3 – Sismica a rifrazione	86
11.4 – Definizione della categoria di suolo	86

11.5 – Area 1	87
11.6 – Area 2	93
11.7 – Area 3	96
11.8 – Area 4	104
12 – COMPATIBILITA' DELLE PREVISIONI DI PIANO RISPETTO ALL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE	109
13 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	116
14 – BIBLIOGRAFIA	117
APPENDICE 1 – Materiali e metodi per la redazione delle carte tematiche	122

1 - PREMESSA

Per incarico ricevuto da parte del Comune di Pulsano con Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio Marittimo – Agricoltura avente ad oggetto: “***Incarico professionale per aggiornamento Relazione Geologica***”, lo scrivente Dott. Geol. Gianluca Selleri, iscritto all’Ordine dei Geologi della Puglia con il numero 589 - sez. A, ha condotto uno studio geologico – ambientale sul territorio comunale al fine dell’aggiornamento della Relazione Geologica denominata “Studio geologico e Idrogeologico del territorio di Pulsano a corredo del P.R.G.” datata settembre 1995 ed a firma del Dott. Geol. Francesco Tagliente,

Lo studio condotto dallo scrivente è stato redatto conformemente alla normativa nazionale e regionale vigente per la predisposizione di quanto previsto dagli indirizzi di formazione del PUG del Comune di Pulsano con lo scopo di supportare, in via propedeutica, le fasi di pianificazione urbanistica e conseguentemente di prescrivere i limiti, le possibilità ed i criteri di utilizzo del territorio alla luce delle potenzialità e criticità derivanti dalla sua conformazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica.

Per raggiungere tali obiettivi sono state condotte indagini specialistiche finalizzate:

- alla definizione dell’assetto geologico-stratigrafico e litologico del territorio comunale, del suo assetto geomorfologico ed idrogeologico, della sua pericolosità geologica di base (determinata sia da processi geodinamici interni – sismicità – sia esterni - dissesto idrogeologico);
- alla verifica della compatibilità delle previsioni del PUG con le condizioni geomorfologiche del territorio ai sensi di quanto disposto dall’art. 89 del DPR 380/2001 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”.

2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Rispetto al grigliato in scala 1:50000 IGM il territorio comunale di Pulsano ricade negli elementi 510 Manduria e 494 Francavilla Fontana mentre sulla CTR in scala 1:10000 esso è ricompreso nelle sezioni 510011, 510012, 510013, 510014, 510054, 494133 (Fig. 2.1 e 2.2).

Con riferimento alla "Carta Topografica d'Italia" alla scala 1:25.000 SERIE 25/V (M891) il territorio di Pulsano risulta ricompreso integralmente nella Tavoletta 202 II SE "Pulsano".

L'assetto geomorfologico d'insieme della porzione interna di questo territorio è contraddistinto dalle due ampie ed evidenti superfici suborizzontali e pianeggianti (di quota 20 – 30 m e 38 – 40 m) raccordate da una netta scarpata, allungata grossomodo in direzione Est – Ovest (Fig. 4.4). Sulla superficie altimetricamente più alta (38 – 40 m slm) si trova l'abitato di Pulsano.

La parte costiera del territorio comunale invece è caratterizzata dalla presenza di una seconda scarpata che raccorda la più bassa delle due superfici prima descritte al livello mare. La costa vera è propria è invece segnata da diverse pocket beach (dove insite un evidente complesso di spiaggia, duna e retroduna, alquanto degradato per effetto della estensiva edificazione della costa) intervallate da tratti di costa rocciosa digradante piana.

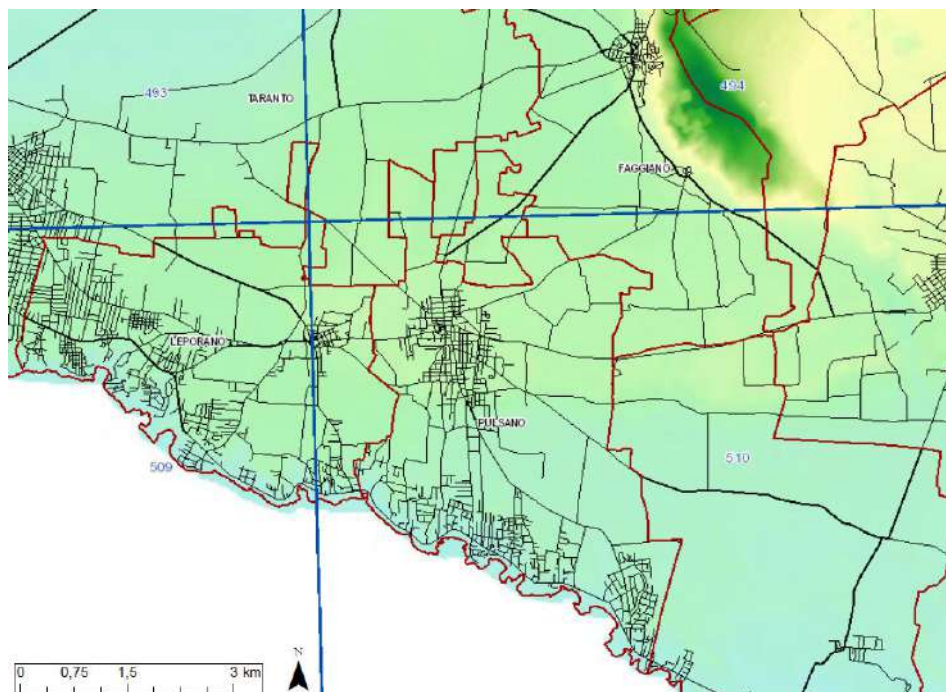


Fig. 2.1 – Perimetrazione del territorio comunale di Pulsano rispetto al Grigliato IGM in scala 1:50000 (su DTM Puglia)

– Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio Marittimo – Agricoltura



Fig. 2.2 – Perimetrazione del territorio comunale di Pulsano rispetto al Grigliato CTR Puglia in scala 1:50000 (su DTM Puglia)

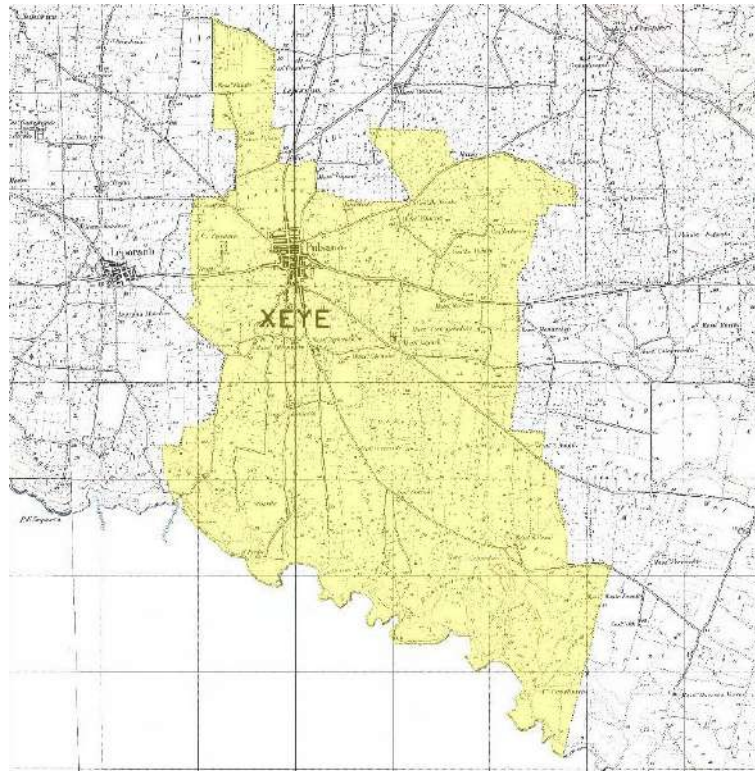


Fig. 2.3 – Perimetrazione del territorio comunale di Pulsano su tavoletta IGM in scala 1:25000

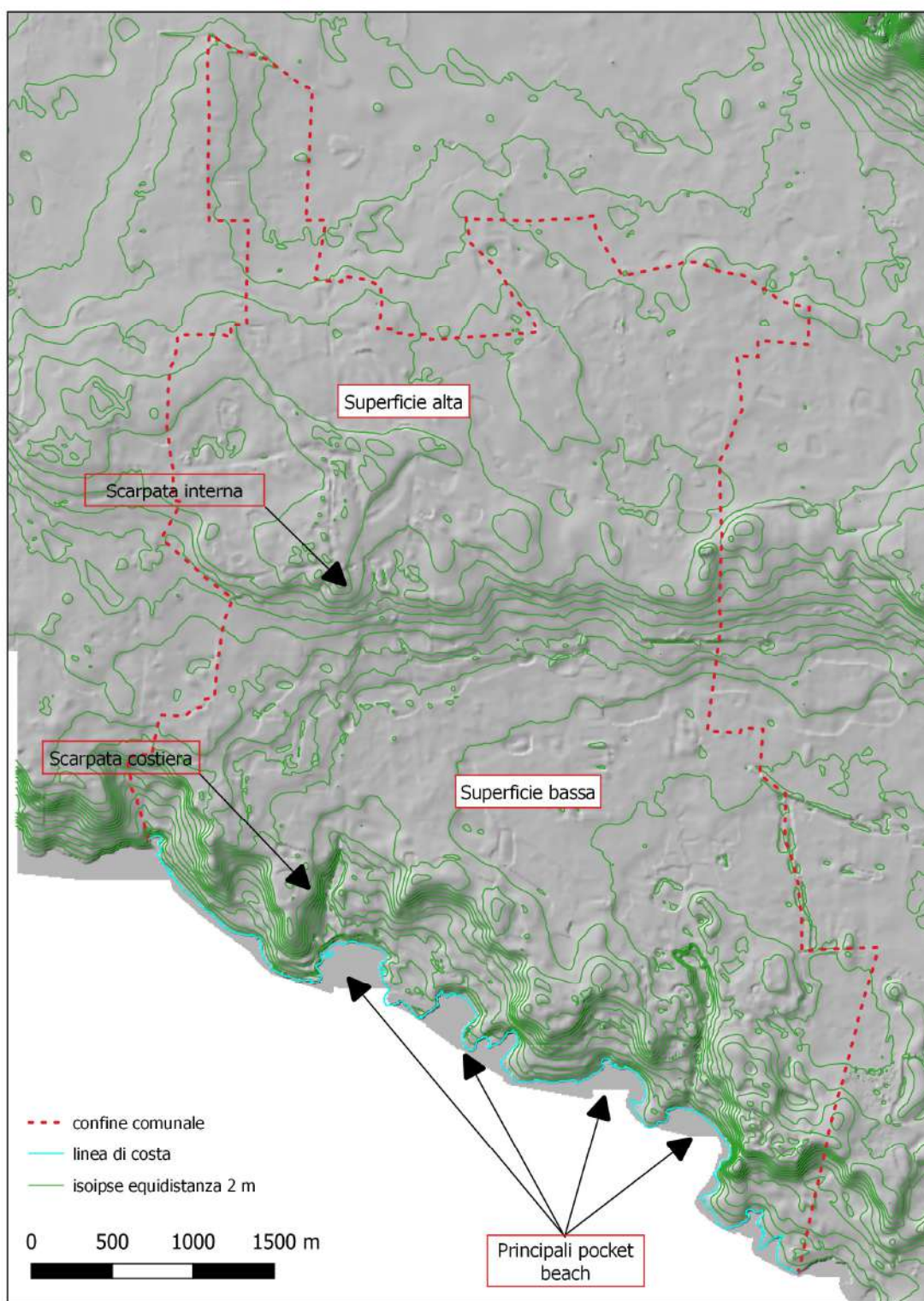


Fig. 2.4 – Schema morfologico – altimetrico del territorio comunale

3 – ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO E LITOLOGICO

3.1 – Caratteri geologico-stratigrafici

Per il territorio di interesse, almeno fermandosi alla consultazione della Carta Geologica d'Italia manca un chiaro e moderno quadro sull'assetto geologico d'insieme. Questo territorio, infatti, ricade in un settore della regione pugliese non particolarmente studiato sotto l'aspetto geologico tra l'altro posto anche al confine tra il Foglio 202 Taranto, il Foglio 203 Brindisi ed il Foglio 213 Maruggio della Carta Geologica d'Italia tra i quali non vi è sempre coerenza sulle informazioni stratigrafiche, cronologiche e tettoniche ed anche sull'andamento degli stessi limiti geologici.

Il territorio di Pulsano, tuttavia, è anche confinante con un'area incentrata sull'abitato di Taranto che è invece molto conosciuta sotto l'aspetto geologico dato che, ormai da ben oltre un secolo, numerosi studiosi, non solo italiani, vi hanno rivolto il loro interesse soprattutto per la presenza di depositi del Pliocene e del Pleistocene caratterizzati da un ricco e significativo contenuto paleontologico.

Le prime descrizioni geologiche dell'area della città di Taranto, infatti, sono di Fuchs (1874), di Mayer (1877), e di Di Stefano & Viola (1892), mentre il primo completo studio sulla geologia di Taranto fu scritto dall'allora direttore del locale ufficio del Genio Militare, il Colonnello Verri, e dal paleontologo De Angelis d'Ossat (1899). Proprio quest'opera, in un certo senso illuminante, servì da base ai brevi cenni sull'area riportati in uno studio a carattere regionale di De Giorgi (1922) e a molti dei lavori successivi, anche moderni. In tempi ben più recenti Martinis & Robba (1971), nella nota illustrativa della Carta Geologica d'Italia, hanno fornito il primo quadro d'insieme moderno dell'assetto geologico dell'area (Figura 3.1.1).

Le prime indicazioni tettonico-strutturali dell'area tarantina erano però già state pubblicate da Zorzi & Reina (1962) che riconobbero la presenza di fratture con allungamento NO-SE, considerate successivamente da Carissimo *et alii* (1964) prosecuzione di faglie di importanza regionale. Negli stessi anni Martinis (1970) e Martinis & Robba (1971) ricostruirono un quadro strutturale della zona e avanzarono l'ipotesi che nell'area vi fossero evidenze di tettonica quaternaria.

Dato che il territorio di interesse ha un assetto geologico-geomorfologico simile a quello dell'area tarantina, è possibile dunque, richiamando le conoscenze geologiche relative a quest'ultima, delinearne un quadro conoscitivo più moderno.



Figura 3.1.1 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 (la linea tratteggiata rossa rappresenta il limite del territorio comunale)

Esso vede uno schema geologico generale caratterizzato dalla presenza su rocce calcareo-dolomitiche di età mesozoica (Cretaceo sup.), costituenti il substrato geologico dell'area e non affioranti nei limiti del territorio comunale, di lembi continui ma di spessore variabile di depositi marini del Pliocene sup.- Pleistocene (Mastronuzzi & Sansò, 2003) (Fig 3.1.2).

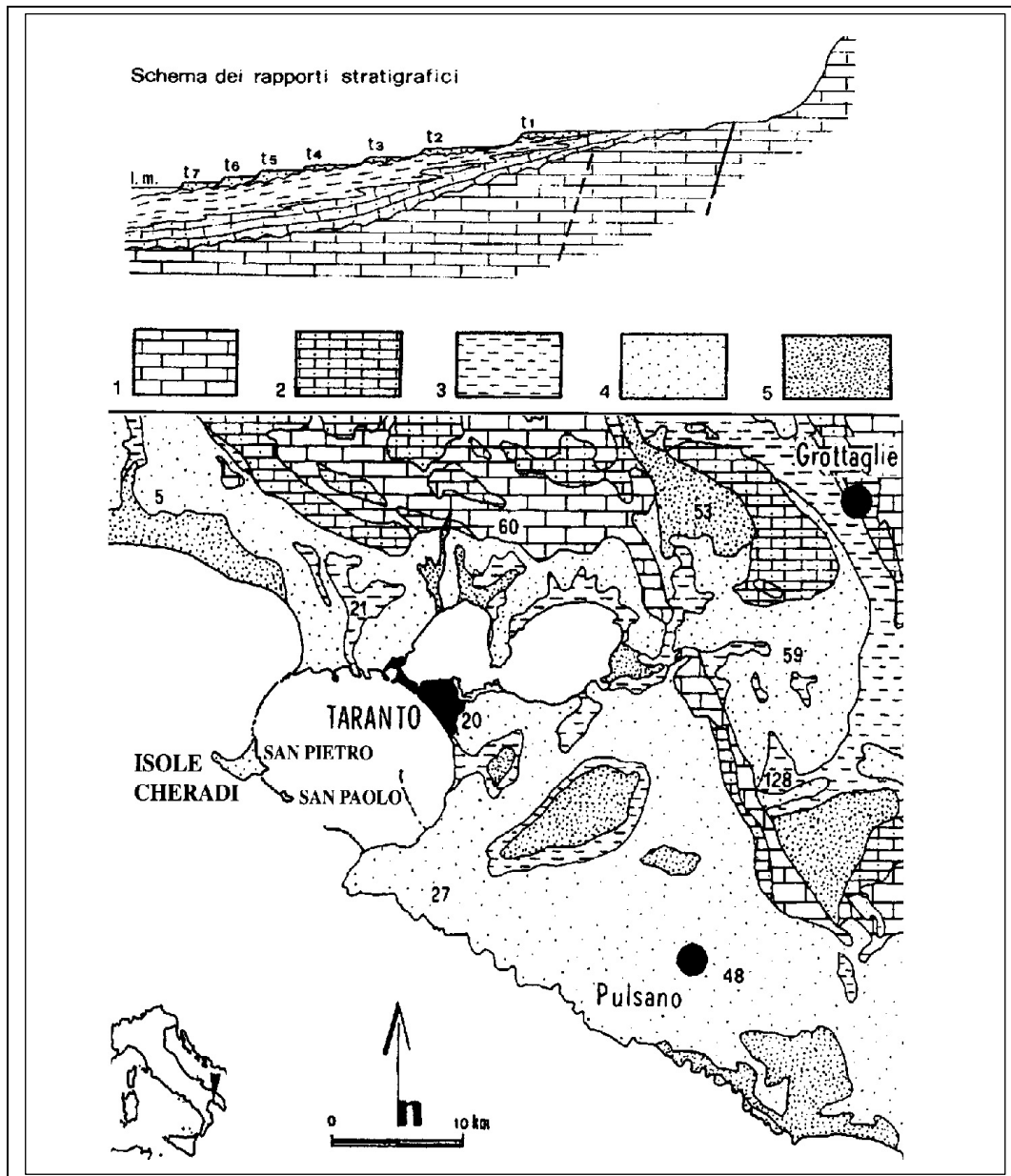


Fig. 3.1.2 – Carta geologica schematica dell'area di Taranto; 1 – Unità Cretacee; 2 – Unità Plio-Pleistoceniche (Calcareniti di Gravina); 3 – Unità Plio-Pleistoceniche (Argille subappennine); 4 – Unità Pleistoceniche (Depositi dei Terrazzi Marini); 5 - Depositi olocenici delle spiagge e delle aree alluvionali; t_1 - t_7 Superfici dei terrazzi marini. (da Mastronuzzi e Sansò, 1993)

Dal punto di vista strettamente geodinamico questa porzione del territorio pugliese ricade in corrispondenza del margine occidentale dell'avampaese apulo (p.e.: Carissimo *et alii*, 1962; A.G.I.P. Mineraria, 1968; Morelli *et alii*, 1969; Channel & Horvat, 1976; Channel *et alii*, 1979; Cassinis *et alii*, 1979; D'Argenio *et alii*, 1980; Ricchetti, 1981; Finetti, 1982; Auroux *et alii*, 1985; Moscardini & Merlini, 1986; Ciaranfi *et alii*, 1987; Anderson & Jackson, 1987; Mongelli *et alii*, 1987; Bossio *et alii*, 1989b; Tozzi, 1993; Doglioni *et alii*, 1994).

Nei limiti dell'area di interesse la serie geologica affiorante è rappresentata dalle seguenti unità (si veda Fig. 3.1.2).

- Unità cretacee

Sono le rocce più antiche della serie geologica e sono costituite, come recitano le Note Illustrative al Foglio n. 202 della Carta Geologica d'Italia, da "... *calcari compatti, talora ceroidi, biancastri e grigi con intercalati calcari dolomitici e dolomie compatti, nocciola o grigio scuri; la stratificazione è sempre distinta. I resti fossili sono talora abbondanti con Hippurites lapeirousei Goldf., H. sulcatus Defr., Radiolites angeoides Lam., R. squamosus D'Orb., Biradiolites lumbricoides Douv., Durania martellii Par., Bouronia retrolata (Astre), Medella acuticostata Torre. Le microfaune sono in genere scarse con Miliolidae, Ophthalmidiidae e talora Ostracodi; eccezionalmente sono presenti Dicyclina schlumbergeri Mun.Chalm., Cuneolina pavonia parva Hen., Aeolisaccus kotori Rad. ...*". Differenti in facies ed in età queste rocce sono il prodotto di una sedimentazione in ambiente di piattaforma fra il continente e l'oceano, in mari caldi ricchi di vita. Sono inseriti nel gruppo dei *Calcari delle Murge* (Campobasso *et alii*, 1972; Ricchetti, 1975; 1981) che rappresenta l'ossatura di tutta la regione pugliese, poggiante sulla crosta continentale. Queste rocce nella zona del tarantino sarebbero riferibili al Cretaceo superiore – Senoniano secondo Cantelli (1960); secondo Martinis & Robba (1971) l'età dei calcari affioranti in questa area invece è compresa nell'intervallo Turoniano - Senoniano con possibile presenza del Cenomaniano. In base a tale evidenza i calcari affioranti nell'area vasta che insiste intorno all'abitato di Pulsano sarebbero riferibili alla formazione del *Calcare di Altamura*.

Questa unità non affiora nei limiti del territorio comunale ma si rinviene ubiquitariamente nel sottosuolo a diverse decine di metri di profondità (il ribassamento del tetto del substrato cretaceo

aumenta spostandosi dall'entroterra verso la costa); gli affioramenti più vicini invece sono quelli in corrispondenza dei centri urbani di Lizzano e di San Crispieri.

- Unità del Plio-Pleistocene

Sui carbonati mesozoici si conservano tipi litologici ascrivibili cronologicamente al Pliocene medio e al Pleistocene inferiore che costituiscono dei lembi continui con spessore variabile da pochi metri fino ad alcune decine di metri. Si tratta di depositi costituiti da calcareniti, sabbie ed argille di origine marina.

I termini più antichi sono rappresentati da depositi calcarenitici, indicati anche come “*tufi*” calcarei e noti localmente con il termine “*zuppigno*”; essi appartengono alla formazione della *Calcarenite di Gravina* (Robba, 1969) e poggiano sui calcari con la interposizione di un conglomerato discontinuo. Le calcareniti, essenzialmente bioclastiche, sono “... *in genere fini, pulverulente, a volte molto compatte, soprattutto nella parte inferiore, bianco giallastre...*”. Sono spesso riccamente fossilifere e contengono Lamellibranchi, Brachiopodi, Scafopodi, Briozoi, Coralli ed Echinidi tra cui *Turritella tricarinata tricarinata* (Broc.), *Argobuccinum marginatum* (Mart.), *Murex brandaris* L., *Nassarius prismaticus* (Broc.), *Aequipecten opercularis* (L.), *Arctica islandica* (L.), *Spondylus crassica* (Lam.). Fra la microfauna nella parte sommitale è frequente la fauna fredda a *Hyalinea balthica* (Schr.).

Le calcareniti sono riferite ad una fase di trasgressione marina e di terrazzamento iniziata nel Pliocene e protrattasi nel Pleistocene, che ha abraso il substrato calcareo e depositato le sabbie calcaree, successivamente parzialmente diagenizzate. Dal punto di vista cronostratigrafico la successione affiorante nel tarantino è attribuita genericamente al Plio-Pleistocene (Ricchetti, 1970).

Nell'area di interesse le *Calcareniti di Gravina* sono presenti solo nel sottosuolo. L'affioramento più vicino è quello su cui si estende l'abitato di Faggiano. Nel sottosuolo lo spessore della *Calcarenite di Gravina* oscilla tra poco più di 10 m in prossimità della costa e 35 – 45 m nei settori più interni.

Sulle *Calcareniti di Gravina*, eteropiche con esse, si rinvencono argille grigio-azzurre o giallo-verdastre riferibili alla formazione delle *Argille subappennine*. Si tratta di argille marnose e siltose, marne argillose e talora decisamente sabbiose, di colore grigio azzurro al taglio fresco o grigio verdino; se alterate assumono una colorazione bianco-giallastra. I termini più argillosi, plastici ed

impermeabili, si trovano nella parte bassa dell'unità, mentre verso l'alto prevalgono i litotipi limosi fino a sabbiosi. La successione raggiunge spessori anche superiori a 1000 metri in alcune zone della Fossa Bradanica mentre nella zona di Pulsano lo spessore è variabile tra poco meno di 20 metri nei settori interni del territorio fino a oltre 50 m spostandosi verso costa.

Anche le argille hanno in più luoghi un ricco contenuto fossilifero fra cui *Turritella tricarinata pliorescens* Scalia, *Arctica islandica* (L.), *Callista chione* (L.), *Peplum clavatum* (Poli), *P. septemradiatum* (Mul.). Molto frequentemente il passaggio fra calcareniti ed argille è marcato dalla presenza di Brachiopodi. Fra la microfauna nella parte sommitale è frequente la fauna fredda a *Hyalinea balthica* (Schr.). Nelle argille sono particolarmente ben conservati gli ittioliti cioè i fossili di pesci (*Carcharodon rondeleti* M.H.; *Hippocampus antiquorum* Leach; *Zeus faber* L., *Scomber scomber* L., *Seriola dumerili* Risso, *Balistes capriscus* Gm., *Merluccius vulgaris* Flem.) e di mammiferi marini come il *Tursiops tursio* Fabbr. De Gasparis (1903) dedicò una monografia alle alghe delle argille attribuite al Pleistocene inferiore, mentre la ricca ittiofauna attirò l'attenzione di Bassani (1905), che attribuì le argille al Pleistocene inferiore, e di Pantanelli (1911), che le definì semplicemente post - plioceniche, e ancora di D'Erasmo (1922), che tornò ad attribuirle al Pleistocene inferiore. Ben più tardi Moncharmont Zei (1957) attribuì gli ittioliti e i foraminiferi delle argille di Taranto ad un generico Pleistocene. Proprio nell'area del capoluogo ionico le argille sono state riferite prima al Pliocene finale (Robba, 1969), poi mediante determinazioni del contenuto di nannofossili calcarei ai livelli più recenti al Siciliano (Mazzei, 1985). L'età di questa unità giunge almeno sino a un milione 150mila anni, come indicano le datazioni assolute di un livello cineritico contenuto nella sua parte alta (Capaldi et alii, 1979). In Ciaranfi et alii (1993) le *Argille Subappennine* sono attribuite al Siciliano.

Nei limiti dell'area di interesse le *Argille Subappennine* sono presenti nel sottosuolo. La Carta geologica d'Italia riporta 2 distinti affioramenti di tale unità in corrispondenza del Fosso le Cannedde e lungo la fascia costiera. In questo lavoro tuttavia i depositi pelitico sabbiosi affioranti in tali località sono stati attribuiti alle unità del Pleistocene medio (depositi marini terrazzati).

- Depositi di terrazzo pleistocenici

I terreni plio-pleistocenici sinora descritti sono coperti da sottili spessori di calcarenite tipo “*panchina*”, indicata localmente come “*mazzaro*” o “*carparo*” (in funzione dell'aspetto, del colore,

delle dimensioni e della natura dei granuli, del grado di resistenza) eteropiche con livelli sabbiosi calcarei più o meno ricchi in argilla. Si tratta di depositi di mare poco profondo, potenti fino a 10 m, estremamente eterogenei per facies deposizionale e litologica, rappresentati da sabbie bioclastiche sciolte, areniti e calcareniti bioclastiche, sabbie e limi, marne calcaree, biocostruzioni algali, inerme e biostromi, calcareniti eterometriche, calcareniti conchigliari, conglomerati. Generalmente hanno spessore esiguo (non superiore ad alcuni metri) e colorazione bianco - giallastra sino a rosato o bruno e mostrano assetto massivo o grossolanamente stratificato. Rappresentano lembi residui di coperture sedimentarie accumulate nel corso di una o più ingressioni marine provocate dalle variazioni del livello del mare combinate con il sollevamento della regione. Nel tarantino i depositi terrazzati più antichi contengono vulcanoclasti provenienti dalle prime fasi eruttive del Monte Vulture (Pleistocene medio) mentre i più recenti sono caratterizzati da ricche faune ad ospiti senegalesi che hanno permesso, anche grazie a datazioni assolute, la loro attribuzione allo stadio isotopico 5 della curva di Shackleton e Opdike (1973) cioè al Pleistocene superiore – Tirreniano di circa 125-80 ka¹.

Nel caso specifico i depositi di terrazzo affioranti nel perimetro del confine comunale di Pulsano, sulla base di quanto riscontrato da vari ricercatori nella adiacente area di Taranto (Belluomini et alii, 2002), possono essere attribuiti con riferimento a quelli affioranti in prossimità della costa e di quota più bassa al substage 5e-c (96000 – 123000 anni BP). Quelli che affiorano in corrispondenza della superficie di quota 20 – 30 m (superficie “bassa” di Figura 2.4) invece sono pre-tirreniani e quindi potrebbero essere riferiti al OIS 7 (243000 anni BP) e forse OIS 9 (337000 anni BP) (Dai Pra & Stearns, 1977; Hearty & Dai Pra 1992) mentre i depositi affioranti in corrispondenza della superficie posta a 38 – 40 m di quota (superficie “alta” di figura 2.4), su cui sorge l’abitato di Pulsano, sono ancora più antichi (Fig. 3.1.3a e 3.1.3b)

¹I depositi tirreniani affioranti nei dintorni di Taranto sono ben noti in letteratura scientifica per l’elevato numero di esposizioni e per la ricchezza di fossili - in particolare il corallo *C. caespitosa* e il gasteropode *S. bubonius*, quest’ultimo caratteristico di un mare ben più caldo di quello attuale. Hanno facies diverse da luogo a luogo. Queste sono rappresentate da sabbie ciottolose sterili verso Punta Rondinella, sabbie limose e marne con estese biocostruzioni tipo reef di *C. coespitosa* presso Santa Teresiola, travertini fitoermali presso il Galeo, sabbie lagunari a cerastoderma a Nord della stazione, sabbie a Nord del Mar Piccolo, presso Solito Corvisea – Cimino - il Fronte, sabbie laminate con bioturbazioni da locomozione di *Echinocardium cordatum* (Pennant) entro il perimetro della città vecchia, sabbie a laminazione incrociata di spiaggia e di duna presso le Lamie – Masseria San Pietro e subito a valle dell’abitato di San Giorgio, sabbie e calcareniti con numerose *Pinna nobilis* Linneo sulle Isole Chéradi e calcareniti ad alto contenuto algale a Capo San Vito e con *S. bubonius* a Punta Penna, presso Il Fronte, presso Masseria Pantaleo e presso il quartiere Tamburi di Taranto.

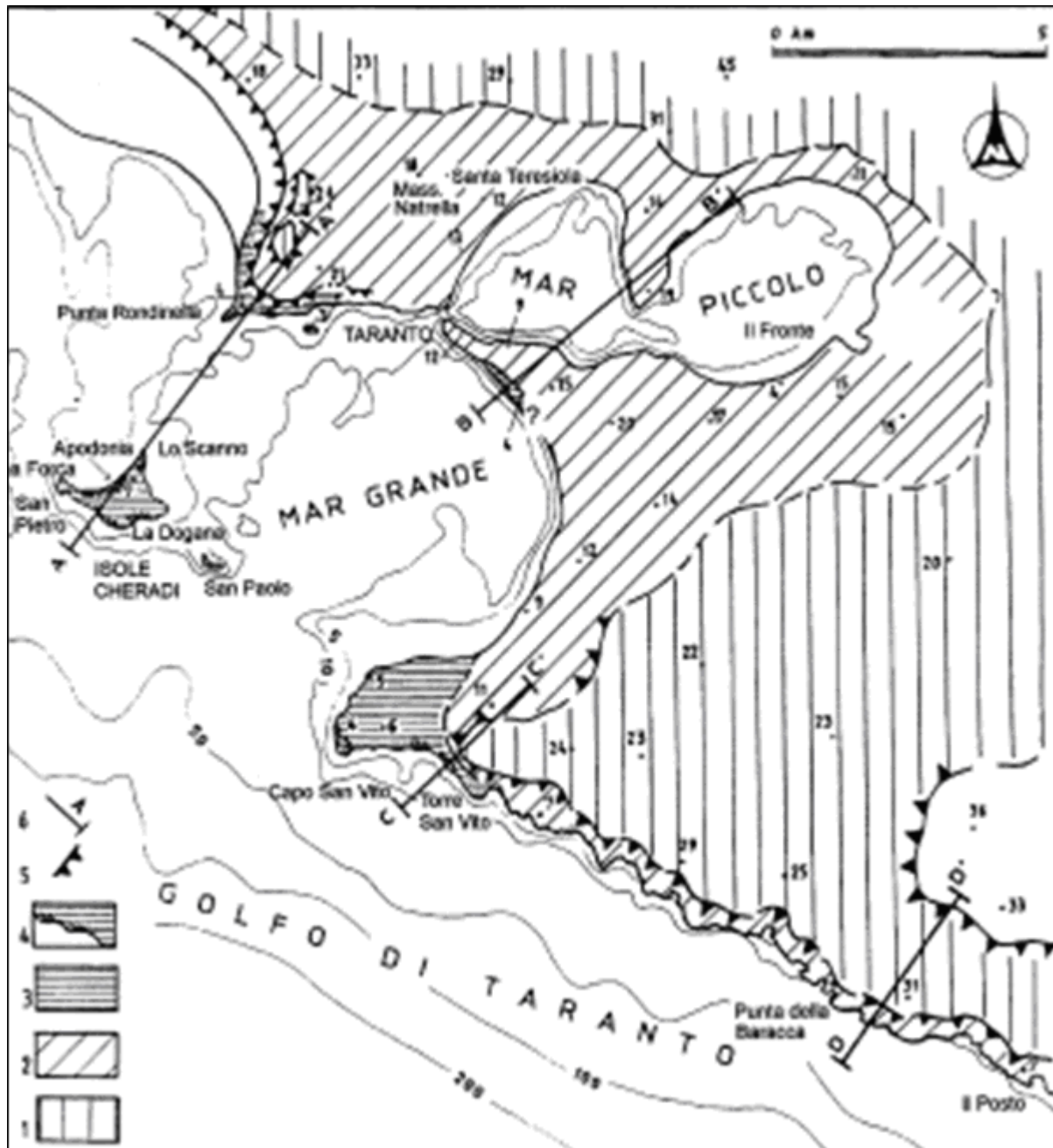


Fig. 3.1.3a – Estensione ed attribuzione cronologica delle superfici dei terrazzi marini e dei relativi depositi: 1 – Depositi pretirreniani (MIS 9?); 2 – Depositi del Tirreniano (MIS 5.5); 3 – Depositi del Tirreniano (MIS 5.1); 4 – Depositi marini successivi; 5 – falesie abbandonate; 6 – Tracce di sezioni geologiche.(da Belluomini et al., 2002 - modificata)

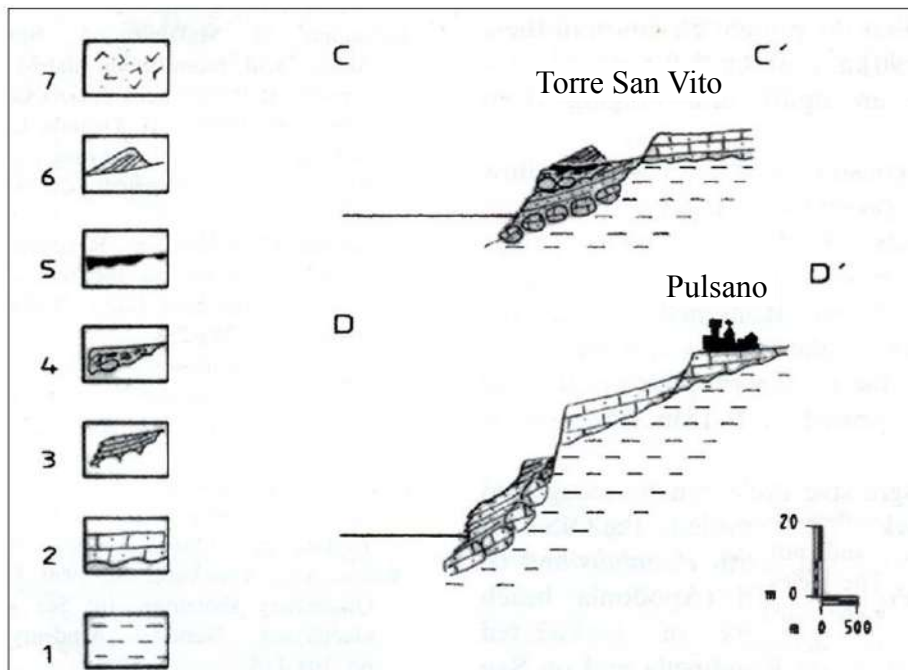


Fig. 3.1.3b – Sezioni geologiche di Fig. 3.1.3a. 1 - Argille subappennine; 2 – Depositi del OIS7; 3 Depositi del substage 5e – c; 4 – Depositi del substage 5a; 5 – Depositi del OIS 3; 6 – Depositi eolici olocenici

- Depositi recenti

Le calcareniti pleistoceniche sopra descritte sono ricoperte lungo costa da depositi eolici recenti ed attuali, da depositi di spiaggia e da limi di retroduna.

I depositi di duna sono costituiti da sabbie bioclastiche grigie o grigio-rossastre, parzialmente cementate, caratterizzate da una evidente stratificazione incrociata ad alto angolo alle quali localmente sono intercalati livelli decimetrici di suolo bruno. I depositi di retroduna sono invece rappresentati da limi terrigeni di colore marroncino.

3.2 – Caratteri tettonici e strutturali

Le caratteristiche tettoniche dell'area studiata sono piuttosto semplici come appare dallo schema strutturale di Figura 3.2.1 tratto dalle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000. In generale per l'intera area vasta in cui ricade il territorio di Pulsano si osserva sempre una corrispondenza tra struttura e morfologia pertanto le aree altimetricamente elevate

corrispondono sempre con gli alti strutturali al cui nucleo affiora il basamento calcareo del Cretaceo.

Il più rilevante di questi alti morfologico strutturali è quello compreso grossomodo tra Crispiano e Lizzano (prosecuzione della dorsale di Mottola - Crispiano), allungato in direzione NNO-SSE e separato dai più continui affioramenti calcarei del settore NE del Foglio 202 dalla cosiddetta sinclinale di Mottola-Lizzano. Il rilievo morfostrutturale di Crispiano - Lizzano è delimitato da evidenti scarpate di faglia (faglie normali il cui rigetto è sconosciuto) ed ha al suo nucleo il calcare di Altamura che affiora con assetto monoclinale. Oltre alle faglie visibili in affioramento che delimitano il rilievo di Lizzano - Crispiano si ritiene che nel settore compreso tra questo e la costa esistano altre strutture sepolte dai depositi pleistocenici (non è chiaro se queste strutture interessino anche i terreni pliocenici), come ad esempio quella che passa proprio in corrispondenza dell'abitato di Pulsano - si vedano le Fig. 3.2.1 e 3.2.2, che dislocano e ribassano sempre più in profondità il substrato calcareo cretaceo coerentemente con lo stile strutturale della regione (il ribassamento del tetto del substrato cretaceo aumenta spostandosi progressivamente dall'entroterra verso la costa).

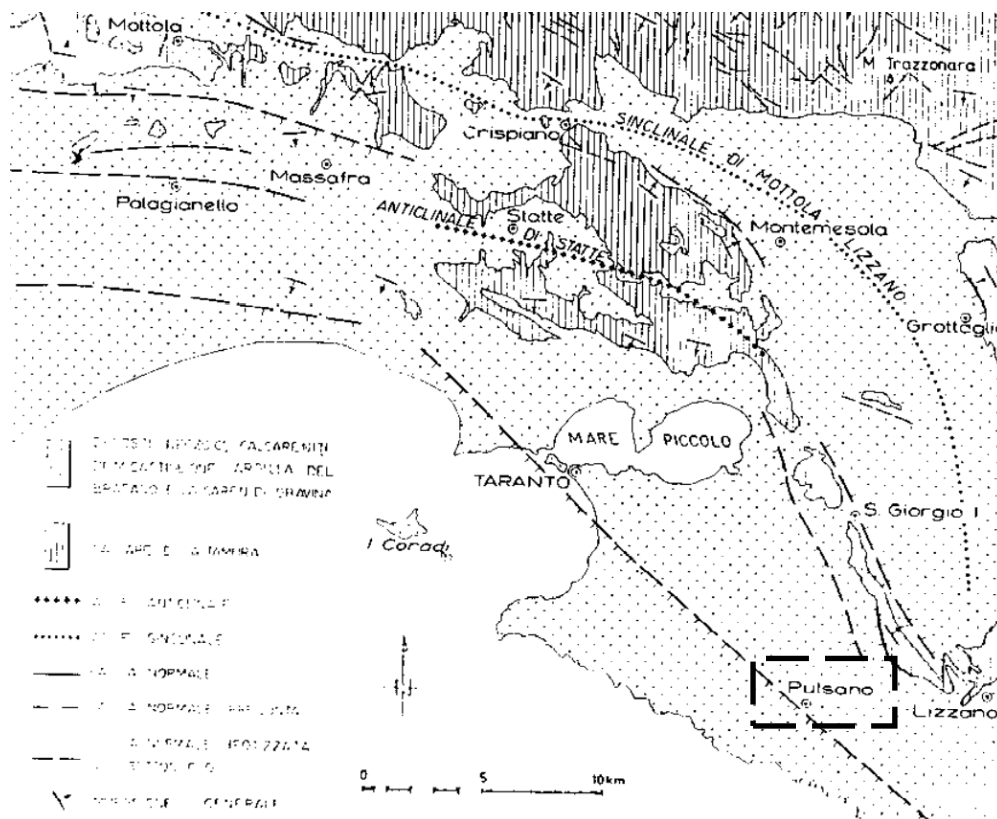


Fig. 3.2.1 – Schema tettonico del Foglio 202 della Carta Geologica d'Italia (Note Illustrative)

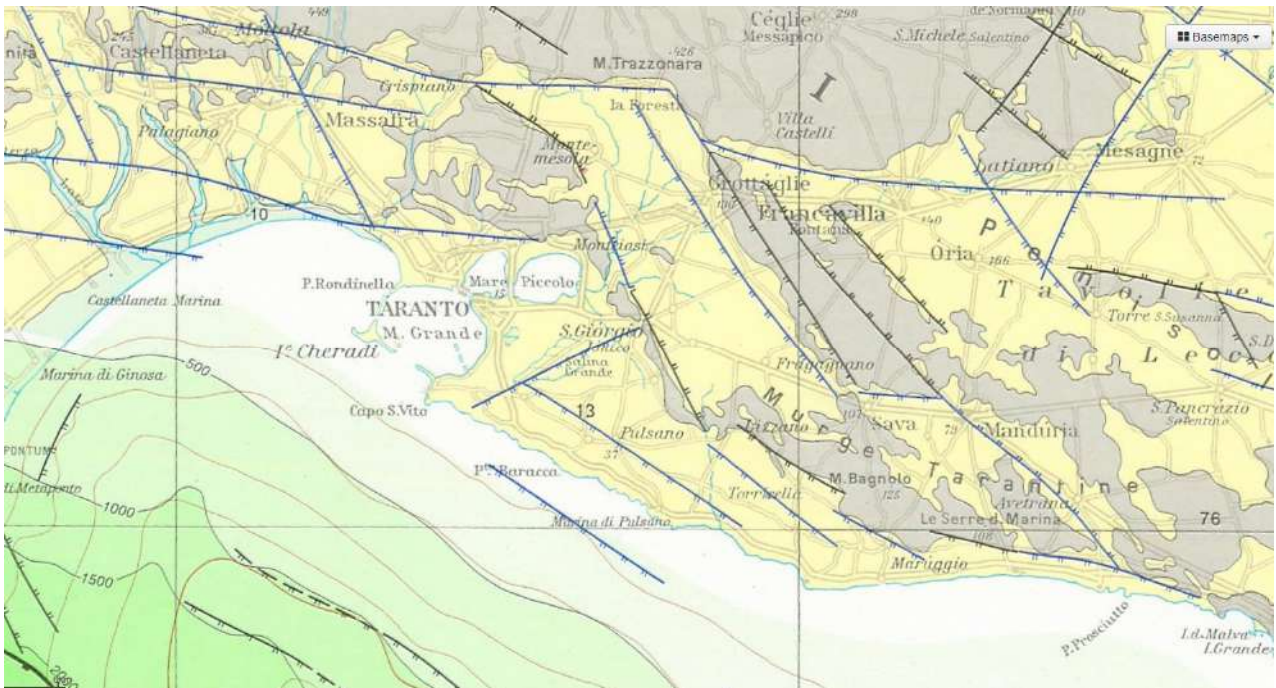


Fig. 3.2.2 – Stralcio della Carta strutturale dell'Italia in scala 1:50000 (Fonte ISPRA)

Le unità Pleistoceniche non sembrerebbero essere interessate da queste strutture; esse, infatti, hanno giacitura orizzontale e non sono per nulla deformate. Grazie alla loro presenza è stato possibile, attraverso analisi geologiche e geomorfologiche dettagliate e datazioni assolute (V. De Santis, M. Caldara, T. Torres, J. E. Ortiz & Y. Sánchez-Palencia - 2018), eseguite applicando la racemizzazione degli amminoacidi -AAR- alle conchiglie di ostracodi e l'epimerizzazione delle isoleuine -D-alle/L-Ile- alle conchiglie di Glicimeris sp, calcolare la velocità di sollevamento (uplift) dell'area di Taranto da circa 250000 anni BP ad oggi.

Nel settore occidentale rispetto all'abitato di Taranto i tassi calcolati sono: MIS 7.3 - 0,65 mm/a, MIS 5.5 - 0,39 mm/a, MIS 5.3 - 0,31 mm/a; nel settore centrale i tassi di sollevamento sono: MIS 7.3 - 0,485 mm/a, MIS 7.1 - 0,37 mm/a e MIS 5.5 - 0,35 mm/a, MIS 5.3 - 0,26 mm/a. In ultimo per il settore orientale in cui ricade l'area di interesse i tassi calcolati sono: MIS 7.3 - 0,39 mm/a, MIS 5.5 - 0,25 mm/a e MIS 5.3 - 0,21 mm/a.

Questi dati evidenziano che, successivamente al sollevamento che ha interessato l'intera regione pugliese nella prima parte del Pleistocene medio, si manifesta un evidente rallentamento. In particolare per tutto il settore tarantino si registra nel tempo un'uniforme tendenza decrescente al

sollevamento, almeno a partire del MIS 7.3, che si manifesta però anche nello spazio in quanto per lo stesso periodo temporale di riferimento il tasso di sollevamento è minore ad Ovest che ad Est

3.3 – Caratteri litologici

Le unità affioranti o che si rinvengono nei primi metri di sottosuolo nei limiti del territorio comunale di Pulsano sono riferibili ai depositi di terrazzo del Pleistocene medio, alle Argille subappennine del Pleistocene inferiore ed ai depositi costieri e di retroduna recenti.

I depositi di terrazzo, che sostanzialmente affiorano su quasi tutto il territorio comunale, sono rappresentati superiormente prevalentemente da calcareniti bioclastiche tenere, alquanto disomogenee per tessitura e grado di diagenesi, che si trovano in eteropia con sabbie bioclastiche sciolte, areniti, sabbie e limi, marne calcaree, biocostruzioni algali, inerme e biostromi, calcareniti conchigliari e conglomerati. Questa parte superiore ha generalmente spessore esiguo (non superiore ad alcuni metri) e colorazione bianco - giallastra sino a rosato o bruno ed è di aspetto massivo o grossolanamente stratificato. Verso il basso invece tendono a prevalere termini sciolti, non cementati, rappresentati prevalentemente da sabbie calcareo – marnose, sabbie limose e sabbie limoso-argillose. Nel complesso l'intera successione riferibile ai depositi di terrazzo ha potenza non superiore ad una ventina di metri.

Le Argille subappennine sotto l'aspetto puramente litologico sono argille marnose e siltose, marne argillose talora decisamente sabbiose; hanno colore grigio azzurro al taglio fresco o grigio verdino mentre se alterate assumono una colorazione bianco-giallastra. I termini più argillosi, plastici ed impermeabili, si costituiscono la parte stratigraficamente più bassa dell'unità, mentre verso l'alto, per spessori anche di 10 – 15 m, prevalgono i litotipi limosi fino a sabbiosi (o contenenti evidenti e frequenti intercalazioni sabbiose e limoso-sabbiose).

In ultimo, i depositi recenti sono costituiti da sabbie bioclastiche grigie o grigio-rossastre, parzialmente cementate, caratterizzate da una evidente stratificazione incrociata ad alto angolo alle quali localmente sono intercalati livelli decimetrici di suolo bruno. I depositi di retroduna sono invece rappresentati da limi terrigeni di colore marroncino.

4 – ASSETTO IDROGEOLOGICO ED IDROSTRUTTURALE

4.1 – Inquadramento regionale

Prima di definire nel dettaglio i caratteri idrogeologici del territorio di Pulsano, si ritiene utile richiamare brevemente alcune nozioni fondamentali sull'assetto idrogeologico della parte meridionale della Puglia. In questo territorio gli studi e le ricerche condotti da numerosi studiosi, confermati poi dai risultati delle perforazioni dei pozzi per acqua effettuate su tutto il territorio da privati e da enti pubblici (Consorzi di bonifica, Ente Irrigazione di Puglia e Basilicata, ecc.), hanno dimostrato che nel basamento carbonatico mesozoico, attraversato da una fitta rete di fessure e di condotte carsiche, circola una potente falda d'acqua dolce, detta falda di base o profonda, sostenuta dalle acque marine di invasione continentale sulle quali l'acqua dolce galleggia grazie alla sua minore densità. La falda "profonda" è, infatti, almeno nella porzione interna della parte peninsulare della Puglia in equilibrio dinamico con l'acqua marina di invasione continentale secondo la legge di Ghyben-Herzberg².

L'alimentazione della falda è garantita dalle acque di pioggia ricadenti direttamente sulle rocce carbonatiche affioranti e dai deflussi sotterranei dovuti alle perdite degli acquiferi superficiali. L'acquifero carsico in questione trova il suo naturale equilibrio attraverso gli sversamenti che avvengono lungo la costa (dove esistono numerose sorgenti), verso cui le acque si muovono in virtù di un gradiente idraulico diretto dall'interno verso mare.

Alla falda profonda, localmente, seguono verso l'alto, una o più falde superficiale le cui caratteristiche idriche sono variabili di luogo in luogo in funzione dell'assetto geologico locale. Esse rappresentano comunque una risorsa idrica non trascurabile.

4.2 – Caratteri di permeabilità dei terreni costituenti la locale serie geologica

Da quanto scritto nel precedente paragrafo emerge chiaramente che l'assetto idrogeologico ed idrostrutturale di un territorio dipende direttamente dalle caratteristiche delle rocce che ne costituiscono la locale serie geologica ed in particolare dalla loro "permeabilità". La diversa natura

² Gli studi condotti hanno dimostrato che la separazione tra l'acqua dolce e l'acqua salata non è netta, ma avviene attraverso una zona di transizione di acqua salmastra con salinità crescente rapidamente con la profondità. Teoricamente la potenza di questa zona di transizione, valutata in diverse decine di metri nelle parti più interne della penisola, si dovrebbe ridurre fino ad annullarsi nelle zone costiere. Nella realtà comunque si osserva che tale previsione non si verifica e anche lungo costa tale zona di transizione conserva un suo spessore rilevante.

delle rocce affioranti nel territorio di interesse, infatti, si riflette sulla circolazione idrica profonda che per l'appunto è condizionata essenzialmente dalla cosiddetta "permeabilità" delle rocce, cioè dalla loro attitudine a lasciarsi attraversare dall'acqua per effetto di un gradiente idraulico in condizioni normali di temperatura e pressione. In funzione della variazione di tale proprietà è possibile suddividere la serie geologica in varie unità, dette unità idrogeologiche, e in definitiva caratterizzare la circolazione idrica sotterranea.

Ai fini della ricerca in corso, quindi, merita particolare attenzione proprio la definizione del tipo di permeabilità delle rocce affioranti e del relativo coefficiente di permeabilità (K).

In letteratura si riconoscono 3 tipi fondamentali di permeabilità: per porosità (o interstiziale), per fessurazione, per carsismo. In natura questi 3 tipi di permeabilità spesso coesistono; quindi, con riferimento a quanto sopra scritto, le rocce costituenti la serie geologica nell'area vasta in cui ricade il territorio di Pulsano possono essere distinte in:

- rocce esclusivamente permeabili per porosità interstiziale

la permeabilità per porosità di interstizi, o porosità primaria, è tipica di rocce la cui tessitura è caratterizzata dalla presenza di spazi intergranulari, tra loro comunicanti, che consentono l'accumulo e il movimento delle acque; queste rocce sono rappresentate dalle calcareniti e sabbie del Pleistocene medio (Depositi di terrazzo) e dai depositi olocenici (complesso di spiaggia e duna).

- rocce permeabili per porosità interstiziale e per fessurazione e carsismo

si tratta di rocce litoidi, carbonatiche, permeabili per porosità primaria e fratturate, dunque permeabili anche attraverso le discontinuità secondarie che le attraversano. Quest'ultimo fenomeno, ovviamente, comporta la carsificazione dell'ammasso roccioso e quindi la formazione di ulteriori vuoti (cavità carsiche) attraverso cui l'acqua può muoversi; queste rocce sono rappresentate dalle calcareniti del Pliocene superiore – Pleistocene (*Calcarenite di Gravina*) che nell'area in studio si rinvenivano solo nel sottosuolo e che localmente non sono molto permeabili perchè generalmente sono poco fratturate e carsificate e poco porose.

- rocce permeabili per fessurazione e carsismo

si tratta di rocce litoidi, carbonatiche, con bassissima porosità primaria, fratturate, dunque permeabili esclusivamente attraverso le discontinuità secondarie che le attraversano e quindi

anche attraverso le eventuali cavità carsiche originatesi a partire dalle fessure; queste rocce sono rappresentate dai calcari dolomitici del Cretaceo.

In seno alla serie geologica affiorante vi sono inoltre anche rocce del tutto impermeabili, che non permettono il passaggio dell'acqua, come quelle ascrivibili alla parte bassa della successione delle Argille subappennine³, e rocce poco o per nulla permeabili come quelle che costituiscono la parte alta delle Argille subappennine o le lenti limoso argillose che si rinvengono in seno ai depositi di terrazzo pleistocenici o anche i terreni di retroduna.

L'analisi dei caratteri idrogeologici della serie geologica può essere completato con la definizione del coefficiente di permeabilità (K), cioè quella costante di proporzionalità che lega la velocità di filtrazione al gradiente idraulico nella Legge di Darcy. K si determina in laboratorio o meglio in situ per le terre ed esclusivamente in situ per le rocce litoidi attraverso la realizzazione di pozzi o pozzetti superficiali.

Nel corso della ricerca non è stato possibile procedere all'esecuzione di tali prove, di seguito, pertanto, sono riportati valori di K desunti dalla letteratura o ottenuti dallo scrivente nel corso di precedenti indagini condotte in aree contermini a quella di interesse o aventi lo stesso assetto geologico-stratigrafico. Il valore di K ascrivibile alla successione cretacea è ben noto in letteratura e, considerando anche le cadenti piezometriche nell'area di interesse, può essere stimato dell'ordine di 10^{-2} - 10^{-3} m/s. Alle calcareniti plio-pleistoceniche corrisponde un K pari a 10^{-4} ÷ 10^{-5} m/s nel caso esse siano permeabili, altrimenti gli si può attribuire lo stesso valore delle *Argille subappennine* (impermeabili) quindi inferiore a 10^{-9} m/s. Ai depositi di terrazzo pleistocenici si può attribuire un valore di K compreso tra 10^{-5} e 10^{-6} m/s mentre ai depositi olocenici si può assegnare un K dell'ordine di 10^{-6} e 10^{-7} m/s.

4.3 –Unità idrogeologiche ed assetto idrostrutturale

Sulla base di quanto sopra scritto è possibile suddividere la successione litostratigrafica che costituisce la serie geologica in diverse unità idrogeologiche che rivestono un diverso ruolo idrostrutturale. Queste, dalla più profonda a quella più superficiale, sono:

³Come si evince dalle stratigrafie conservate presso l'Ente per lo Sviluppo dell'Irrigazione e la Trasformazione Fondiaria in Puglia, Lucania ed Irpinia (E.I.P.L.I.) nel sottosuolo è possibile rinvenire volumi rocciosi del tutto impermeabili anche in seno ai calcari dolomitici del Cretaceo. Tale circostanza è dovuta alla presenza molto localizzata di volumi di roccia non fratturata.

- unità calcareo - dolomitica, corrispondente alla successione carbonatica del Cretaceo, permeabile essenzialmente per fessurazione e carsismo, di spessore indefinito e con grado di permeabilità variabile da mediamente a molto permeabile; è sede della falda di base circolante in pressione;
- unità calcarenitica, corrispondente alla Calcarenite di Gravina, è poco permeabile; ha uno spessore massimo di poche decine di metri, funge da aquitardo;
- unità argillosa, corrispondente alle Argille subappennine, è impermeabile e potente fino anche a 100 m, funge da acquiclude;
- unità calcarenitico - sabbiosa, corrispondente alle calcareniti e sabbie del Pleistocene medio, è permeabile e potente fino a poco più di 10 m, è sede della falda di base circolante a pelo libero;
- unità limoso – sabbiosa, corrisponde ai depositi olocenici, è scarsamente permeabile e funge da aquitardo;

Unità litostratigrafica	Litotipo prevalente	Età	Permeabilità		Ruolo idrostrutturale	Unità idrogeologica
			Tipo	Grado		
Depositi recenti	Sabbie e limi	Olocene	Porosità interstiziale	Poco permeabile	Aquitardo	Unità limoso-sabbiosa
Depositi di terrazzo pleistocenici	Calcareniti e sabbie calcareo - marnose	Pleistocene medio		Da poco a mediamente permeabile	Acquifero	Unità calcarenitico - sabbiosa
Argille subappennine	Argille grigio-azzurre	Pleistocene inferiore		Impermeabile	Aquiclude	Unità argillosa
Calcarenite di Gravina	Calcareniti bioclastiche	Pliocene superiore – Pleistocene inferiore	Porosità interstiziale e carsismo	Poco permeabile – impermeabile	Aquitardo - acquiclude	Unità calcarenitica
Calcare di Altamura	Calcari e calcari dolomitici	Cretaceo	Fessurazione e carsismo	Da poco a molto permeabile	Acquifero	Unità calcareo-dolomitica

Da quanto sopra scritto consegue un modello idrogeologico dell'area di interesse relativamente semplice (Fig. 4.3.1). In sintesi, esso si compone di un acquifero profondo, sede della cosiddetta falda di base o profonda, confinato superiormente dai terreni impermeabili (Argille subappennine), il cui tetto è posto fino anche ad oltre 100 di profondità sotto il livello del mare e da un acquifero

superficiale, sede di una falda sospesa che circola a pelo libero con verso di deflusso da terra verso mare (Fig. 4.3.2).

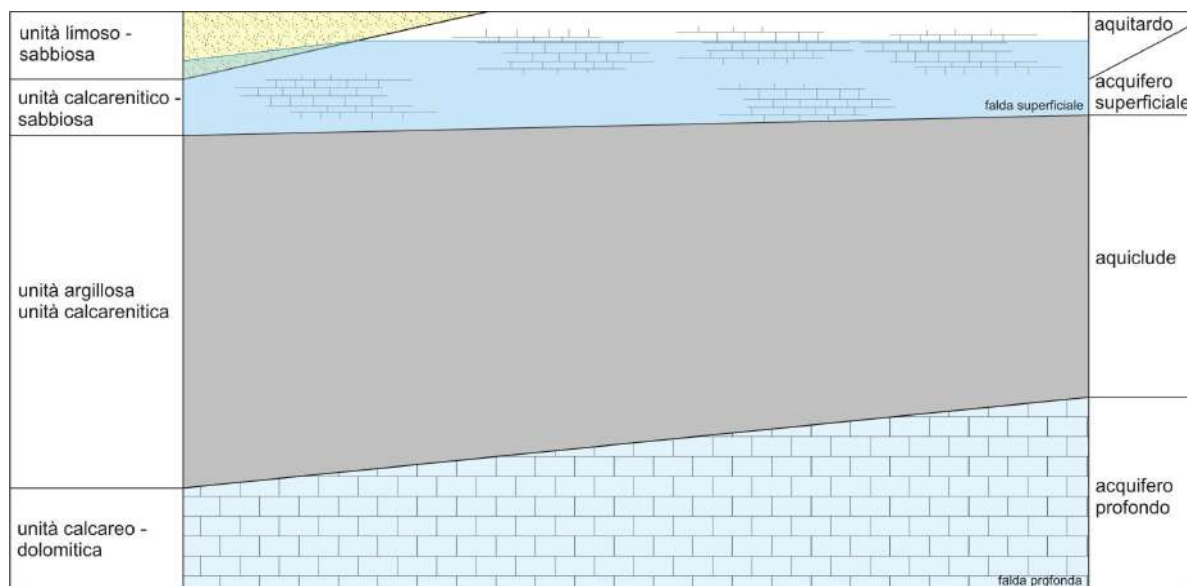


Fig. 4.3.1 – Schema idrogeologico dell'area di interesse (la sezione è tagliata da mare verso l'entroterra). Si noti lo spessore decrescente dell'acquicluda e dell'acquifero superficiale.

4.4 – Acquifero profondo e falda di base

Secondo il PTA il territorio di Pulsano ricade nel cosiddetto acquifero della Murgia (codice AC-0000-16-020) ed in particolare ne costituisce un settore marginale caratterizzato da carichi idraulici non alti e prossimo al limite ideale, che viene fatto coincidere con l'allineamento Taranto – Brindisi, con l'adiacente acquifero del Salento (codice AC-0000-16-030) (si veda Figura 4.3.2 e 4.4.1).

L'unità idrogeologica che costituisce tale acquifero è generalmente caratterizzata dagli affioramenti delle rocce calcaree mesozoiche; nei limiti del sito di interesse invece tali rocce sono estesamente ricoperte per trasgressione da sedimenti calcarenitici ed argillosi neogenico - quaternari. Rispetto ai caratteri generali noti dell'acquifero murgiano, infatti il settore tarantino rappresenta una particolarità connessa all'evidenza che, per motivi tettonici, i calcari ospitanti la falda profonda si rinvengono dislocati a notevoli profondità sotto una coltre di terreni argillosi di copertura che possono raggiungere talora spessori da alcune decine di metri ad oltre cento.

La distribuzione dei caratteri di permeabilità delle rocce carbonatiche mesozoiche che costituiscono l'acquifero murgiano è legata principalmente all'evoluzione del fenomeno carsico.

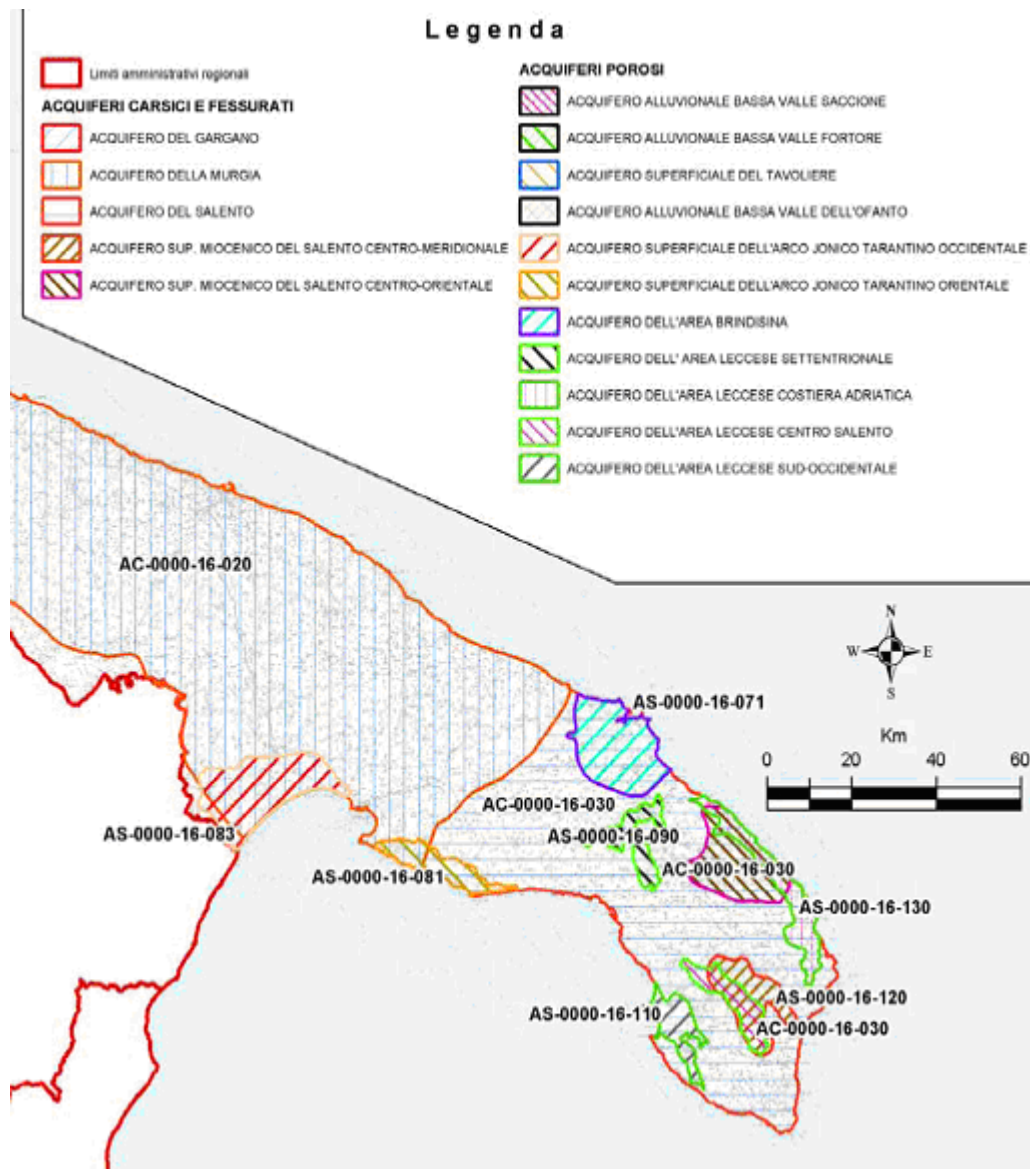


Fig. 4.3..2 – Campi di esistenza degli acquiferi fessurati e porosi della Puglia centrale e meridionale (stralcio della Figura 1.4.1 del Piano di Tutela delle Acque della regione Puglia DOCUMENTO DI SINTESI - novembre 2005).

Detto fenomeno non ha ovviamente avuto ovunque la stessa intensità ed è stato condizionato dalle ripetute e sostanziali variazioni di quota subite dal livello di base della circolazione idrica sotterranea pertanto esistono aree e volumi rocciosi fortemente carsificati affianco ad aree e volumi rocciosi praticamente intatti dove, ovviamente la permeabilità dell'acquifero è molto bassa. Nel complesso dunque l'acquifero murgiano (che talora è anche limitato al tetto da rocce praticamente impermeabili) è dotato di una permeabilità d'insieme relativamente bassa (se

paragonata a quella riconosciuta nel Salento) e le acque di falda che lo impegnano sono generalmente costrette a muoversi in pressione, spesso a notevole profondità al di sotto del livello mare, con carichi idraulici ovunque alti e sensibilmente variabili lungo la verticale dell'acquifero. Anche le cadenti piezometriche, con le quali la falda defluisce verso il mare, sono alte (2÷8 per mille).

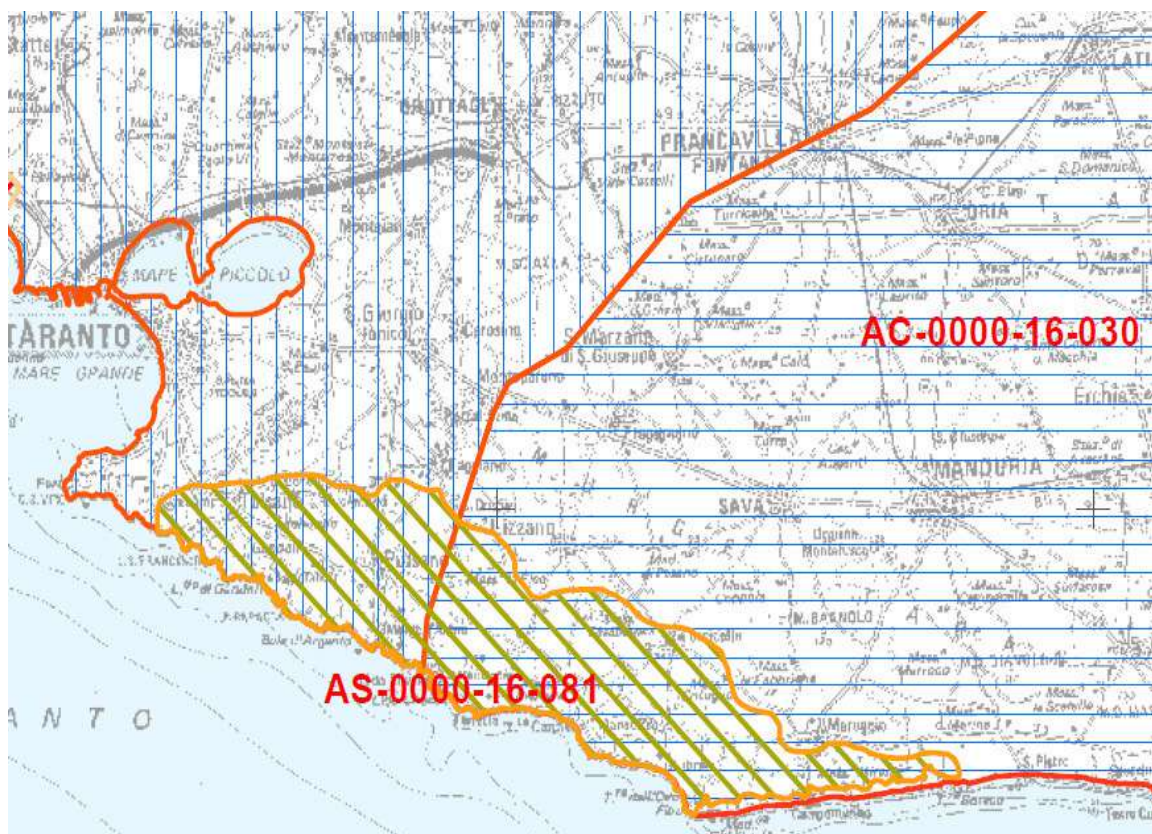


Fig. 4.4.1 – Stralcio della Tavola 6.1.B del PTA - CORPI IDRICI SOTTERRANEI SIGNIFICATIVI. La legenda è quella di Fig. 4.3.2

I massimi carichi piezometrici si riscontrano nelle aree più interne dell'altopiano murgiano, ove si raggiungono valori di circa 200 m s.l.m., ma non di rado carichi idraulici di 10÷15 m s.l.m. si osservano anche in aree situate ad appena pochi chilometri dalla linea di costa. L'irregolare distribuzione della permeabilità in senso verticale fa sì che la parte più alta della falda risulti talora frazionata in più livelli idrici sovrapposti, spesso modesti e separati da orizzonti rocciosi

praticamente impermeabili e solo a luoghi permeabili, non di rado dotati di carichi idraulici e di mobilità sensibilmente diversi.

Con riferimento al settore territoriale in cui ricade il territorio comunale di Pulsano si rileva dall'andamento della superficie piezometrica della falda profonda riportato sul PTA della Regione Puglia che il deflusso avviene nel complesso da Nord a Sud ed è condizionato da alcuni evidenti spartiacque idrogeologici; con specifico riferimento al territorio di Pulsano quello più significativo è lo spartiacque allungato tra l'abitato di Rocca Forzata e Lido Silvana (Fig. 4.4.2).

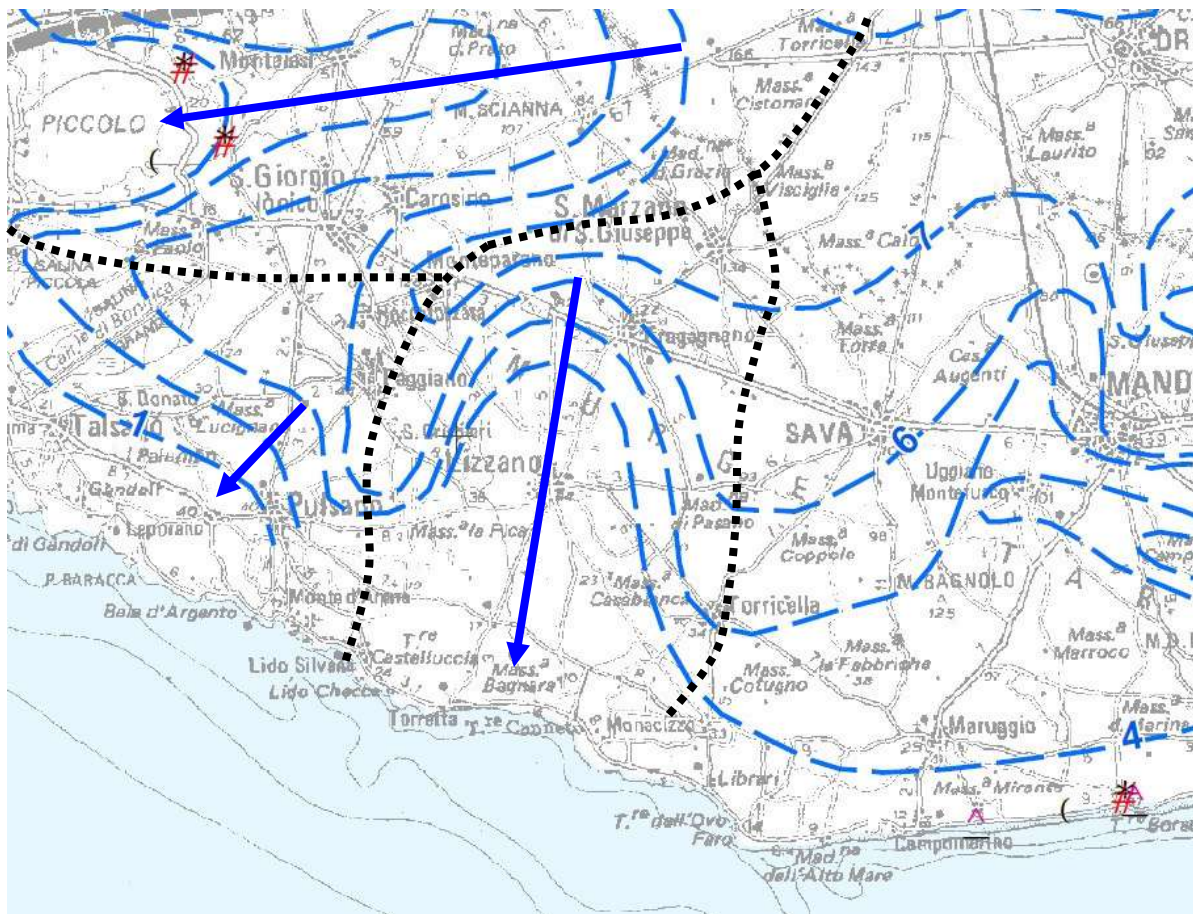


Fig.4.4.2 – Carta delle isopieze della falda profonda (stralcio del PTA della Regione Puglia-modificato). Si noti l'evidente asse di deflusso che passa proprio sulla verticale del centro abitato di Lizzano (le linee azzurre indicano gli assi di deflusso; le linee tratteggiate nere materializzano gli spartiacque idrogeologici)

Di fatto, questo spartiacque idrogeologico separa due evidenti sottobacini; quello orientale, incentrato sull'abitato di Lizzano è tagliato da Nord a Sud da un evidente asse di deflusso che esercita un forte drenaggio sulla falda (si noti la profonda deformazione delle isopieze in Fig 4.4.2).

La presenza di questo asse così evidente potrebbe essere correlata all'esistenza di strutture tettoniche sepolte che interessano il basamento cretaceo e che esercitano un forte condizionamento sul deflusso della falda. Il sottobacino occidentale, in cui ricadono i territori di Pulsano e Talsano, presenta invece un andamento delle isopieze più omogeneo (queste ultime sono infatti grossomodo subparallele alla linea di costa); in questo settore la falda ha verso di scorrimento da NE a SW.

La falda profonda è ubiquitariamente in pressione dato che il letto dell'aquiclude che delimita superiormente l'acquifero profondo è sempre al di sotto del livello del mare. La posizione di questo limite condiziona profondamente la circolazione idrica in questo settore. Tale fatto emerge chiaramente anche dal semplice confronto tra i dati sullo spessore dei sedimenti impermeabili plio-pleistocenici e le profondità di rinvenimento della falda profonda. E' evidente lo sbarramento imposto dall'impermeabile al libero deflusso delle acque sotterranee lungo la fascia costiera. La presenza dei depositi impermeabili, quindi, produce una serie di effetti e condizionamenti, a volte contrastanti, riassumibili nei punti di seguito elencati:

- limitazione dell'area di ricarica ai settori esterni al territorio comunale dove affiorano i calcari mesozoici o la Calcarenite di Gravina (direttamente sovrapposta ai calcari);
- sbarramento al libero deflusso sotterraneo delle acque con aumento della profondità della quota di rinvenimento della falda idrica profonda spostandosi da terra verso mare;
- protezione elevata in relazione al rischio d'inquinamento dalla superficie rispetto alle attività potenzialmente inquinanti che si svolgono in superficie nei limiti del territorio comunale (per la presenza del potente pacco di argille sovrapposto all'acquifero profondo);
- presenza nell'acquifero di acqua prevalentemente salata anche a distanza dalla costa.

In sintesi da quanto riportato in Fig. 3.4.2 si evince che le modalità di circolazione della falda profonda sono condizionate dallo stato di fratturazione e carsificazione delle rocce mesozoiche che possono variare notevolmente anche in breve spazio, dalla presenza di strutture tettoniche sepolte e dei terreni impermeabili al tetto del substrato cretaceo.

La base dell'acquifero è indefinita in quanto rappresentata da livelli delle stesse rocce calcareo-dolomitiche che, con l'incremento della profondità, presentano un grado di fratturazione, porosità d'insieme e permeabilità via via decrescente. Comunque, al di sotto dello strato di acqua dolce, si rinviene l'acqua marina di intrusione continentale; lo spessore del corpo di acqua dolce aumenta procedendo dalla costa verso l'interno. Al contatto acqua dolce-acqua salata, situato a profondità via

via maggiori al crescere della quota piezometrica, si individua una zona detta di transizione o zona di diffusione. In tale zona si verificano fenomeni di miscelamento per diffusione molecolare caratterizzata dal passaggio di elettroliti da zone a maggiore concentrazione salina a zone a minore concentrazione.

4.5 –Acquifero superficiale e falda superficiale

La presenza dell’acquifero superficiale è riconosciuta dal PTA che lo denomina “ACQUIFERO SUPEFICIALE DELL'ARCO JONICO TARANTINO ORIENTALE” con codice AS-0000-16-081 (Fig. 4.3.2 e Fig. 4.4.1); si tratta di un acquifero superficiale costiero che interessa il settore litoraneo compreso tra Talsano e Torre Borraco. Nei limiti di tale acquifero, i cui rapporti con le contigue acque marine non sono ben chiari, è presente una zona di ricarica, caratterizzata dai maggiori carichi idraulici, coincidente grossomodo con il territorio circostante l’abitato di Pulsano⁴. Almeno nel settore più occidentale dell’acquifero le acque di falda hanno un deflusso a scala regionale di tipo centrifugo rispetto a tale alto idrogeologico (Fig. 4.5.1).

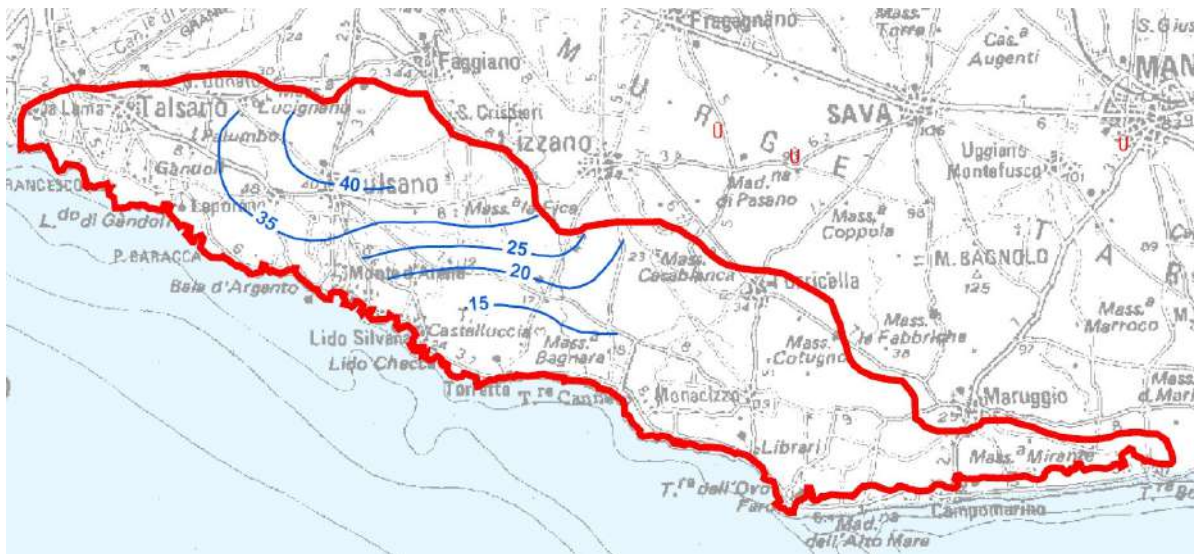


Fig. 4.5.1 – Carta delle isopieze della falda superficiale e limiti dell’acquifero (stralcio del PTA della Regione Puglia). Si noti l’evidente zona di ricarica coincidente con l’area di Pulsano (alto idrogeologico).

⁴ Importanti aree di ricarica puntuale possono essere individuate nelle numerose depressioni chiuse che interessano il territorio comunale di Pulsano nel settore compreso tra l’abitato e la costa. In queste depressioni, infatti, grazie alle naturali pendenze del suolo convergono le acque di pioggia che qui, per la elevata permeabilità dei terreni affioranti (calcareniti poco diagenizzate dei terrazzi marini del Pleistocene superiore) rapidamente vengono assorbite nel sottosuolo e rinnovano la falda superficiale.

La falda superficiale è direttamente alimentata dalle acque di pioggia pertanto la sua superficie freatica subisce tra il semestre autunno-invernale ed il semestre primaverile-estivo delle oscillazioni in senso verticale. In particolare, la superficie freatica si alza, avvicinandosi al piano campagna, durante i mesi piovosi e si abbassa, allontanandosi dal piano campagna, durante il semestre secco. L'abbassamento e l'innalzamento ed il raggiungimento delle quote massime e minime si determinano ovviamente un po' in ritardo rispetto all'inizio del periodo piovoso e del periodo secco.

Nel corso dello studio non sono state condotte misure per quantificare l'entità delle oscillazioni verticali della superficie freatica che dipendono oltre che dall'entità complessiva delle precipitazioni e dalla loro distribuzione temporale e spaziale, anche dalla natura litologica dei terreni e quindi dalla variabilità della permeabilità che in seno all'acquifero superficiale è alquanto marcata in ragione della forte eterogeneità litologica che costituisce tale corpo (parte alta dei Depositi marini pleistocenici).

La superficie freatica della falda superficiale viene a giorno in corrispondenza del Fosso di Pulsano e del Fosso Le Canne dove esistono, riportate anche sulla cartografia IGM del 1947 (Tavoletta 202 II SE "Pulsano"), alcune polle sorgentizie. Qui le modalità di affioramento della falda superficiale sono schematizzate in Fig. 4.5.2.

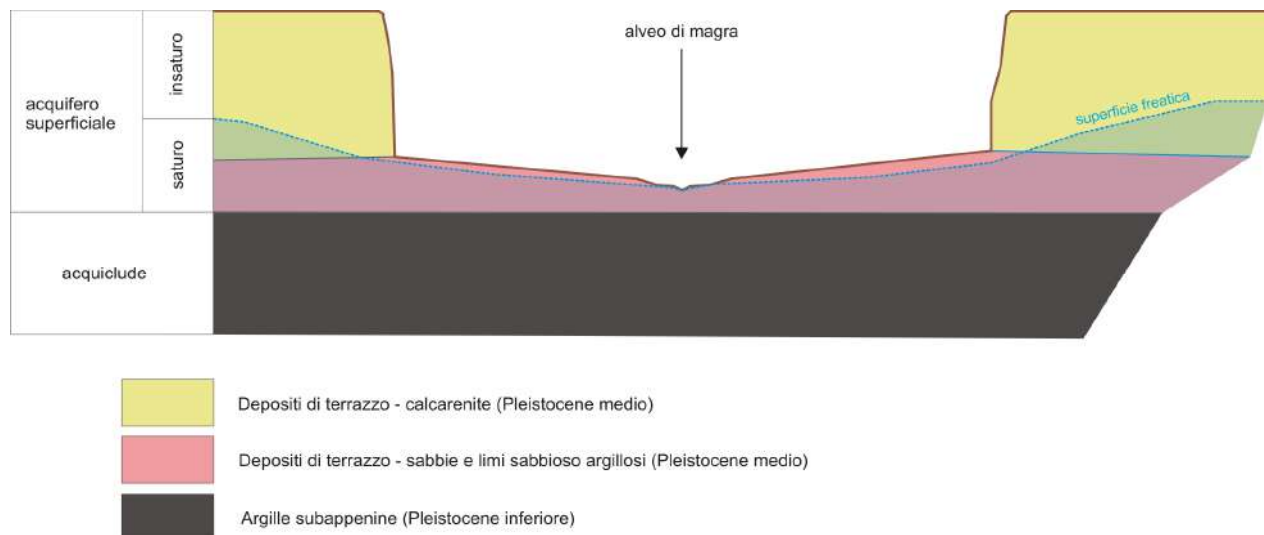


Fig. 4.5.2 - Schema idrogeologico e geologico – stratigrafico del tratto di monte del Fosso Le Canne (le altezze sono esagerate rispetto alle distanze in piano)

La falda superficiale, almeno nei limiti dell'area di interesse, non rappresenta un corpo continuo; come verificato durante il rilevamento idrogeologico condotto, infatti, in seno all'acquifero, in funzione della variabilità litologica che caratterizza i terreni di terrazzo, esistono volumi rocciosi anidri o comunque non acquiferi (si tratta probabilmente di limi particolarmente argillosi e/o calcareniti poco permeabili) che non permettono l'esistenza di acqua gravifica.

4.6 – Considerazioni conclusive sulla circolazione idrica sotterranea

Nei limiti del settore studiato la configurazione geometrica degli acquiferi, il loro spessore, l'andamento delle direttrici di principale deflusso delle acque, i rapporti intercorrenti tra le acque di falda e le acque marine, risentono delle particolari modalità con le quali le differenti facies carbonatiche più o meno permeabili ed i terreni impermeabili sono distribuiti nello spazio e vengono a contatto stratigrafico e/o tettonico tra loro.

Da questa considerazione, consegue che, a fronte di uno schema idrogeologico dell'area relativamente semplice, si registra un movimento delle acque nel sottosuolo complesso. Analogamente non semplici da comprendere sono i rapporti intercorrenti tra le acque di falda e le acque marine che, nella parte più prossima alla linea di riva, sicuramente invadono sia l'acquifero profondo che quello superficiale. Presumibilmente, proprio in ragione di tale evidenza si può ipotizzare che, analogamente a quanto accade anche in altre zone costiere, lo scarico a mare delle acque dolci continentali avvenga attraverso flussi sotterranei concentrati la cui posizione non è nota. Nel caso specifico un significativo vettore attraverso cui avviene lo scarico delle acque della falda superficiale può essere rappresentato dal Fosso Le canne e dal Fosso di Pulsano per l'effetto di drenaggio che esercitano sulla falda superficiale secondo lo schema di Fig. 4.4.2.

4.7 – Vulnerabilità della falda superficiale e della falda profonda

Per vulnerabilità si intende la facilità o meno con cui le sostanze inquinanti si possono introdurre, propagare e persistere in un acquifero. La vulnerabilità di un acquifero dipende da numerosi fattori che possono essere distinti in due gruppi, fattori naturali e fattori indotti.

Tra i fattori naturali il più determinante è rappresentato dalla litologia e dalle conseguenti caratteristiche idrogeologiche con particolare riferimento alla permeabilità e alla velocità di deflusso delle acque. L'infiltrazione di un inquinante nel sottosuolo ad opera delle acque

superficiali avviene essenzialmente per gravità ed è direttamente connessa alla permeabilità dei litotipi attraversati. Un inquinante può arrivare in falda attraverso le discontinuità presenti in seno all'ammasso roccioso, attraverso meati e cavità carsiche nel caso di rocce carsificate, attraverso gli spazi intergranulari intercomunicanti nel caso di rocce porose.

Un altro fattore importante è rappresentato dallo spessore della zona di aerazione che rappresenta il mezzo che un inquinante deve attraversare prima di arrivare alla falda. La presenza di un corpo poco permeabile rappresenta quindi un importante elemento per la protezione della falda. Un altro importante fattore è rappresentato dalla morfologia della superficie topografica che può favorire una infiltrazione concentrata.

I fattori non connessi alla dinamica naturale sono quelli innescati direttamente o indirettamente dalla attività umana. La contaminazione delle acque può avvenire, infatti, a causa di scarichi industriali, scarichi di reflui urbani, di acque di altra provenienza, dalla presenza di discariche ed accumuli di rifiuti ed infine anche in seguito ad emungimento incontrollato (salsificazione). Sono fonte di inquinamento anche i prodotti largamente utilizzati in agricoltura e dispersi sul suolo o sulle piante (pesticidi, diserbanti, fertilizzanti, ecc.).

La definizione della vulnerabilità degli acquiferi necessita della conoscenza puntuale degli aspetti sopra ricordati e dei fenomeni connessi alla interazione di un inquinante con l'acquifero; pur tuttavia, sulla base dell'assetto idrogeologico del territorio di interesse è possibile fare le seguenti significative considerazioni:

- nei limiti del territorio comunale di Pulsano l'acquifero profondo, poiché la successione carbonatica cretacea è costantemente ricoperta dalle Argille subappennine (che hanno anche spessore considerevole), ha un grado di protezione molto alto per cui la vulnerabilità della falda che lo impegna è estremamente bassa;
- diversamente, l'acquifero superficiale essendo direttamente sottoposto alla superficie topografica e caratterizzato con un valore molto basso della soggiacenza, ha invece un grado di protezione molto basso; di conseguenza la vulnerabilità della falda superficiale è estremamente alta.

4.8 – Rapporti con il PTA

Il Piano per la Tutela delle Acque (PTA) della Regione Puglia è stato approvato come Progetto di Piano, ai sensi dell'art. 121 del Decreto Legislativo n. 152/2006 e s.m.i., con Delibera della Giunta Regionale n. 883 del 19 giugno 2007. In seguito a modifiche e integrazioni (apportate con D.G.R. n. 1441/2009 – BURP n. 130 suppl. del 24 agosto 2009) il Piano e i relativi emendamenti alle linee guida allegate sono stati approvati con Delibera del Consiglio della Regione Puglia n. 230 del 20.10.2009. Successivamente il piano è stato aggiornato con Delibera di Giunta Regionale n. 1333 del 16 luglio 2019.

Il PTA identifica e definisce scelte strategiche per la salvaguardia e l'uso delle risorse idriche regionali che vengono organizzate in “misure di salvaguardia”; tali misure sono operative dal 2007 ossia dalla data di adozione del Piano e vertono intorno a tre temi generali quali:

- misure di tutela quali-quantitativa dei corpi idrici sotterranei;
- misure di salvaguardia per le zone di protezione speciale idrogeologica;
- misure integrative.

Le prescrizioni contenute nel Piano sono di carattere immediatamente vincolante per le amministrazioni, per gli Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati, a decorrere dalla data di adozione.

Al fine di limitare la progressione del fenomeno di contaminazione salina dell'acquifero che rischia di causare un progressivo e diffuso aumento del tenore salino rendendo inutilizzabile la risorsa, il Piano ha individuato una zona di tutela quali-quantitativa, zona interessata da prelievi per il soddisfacimento dei diversi usi per la quale sono prescritti i seguenti provvedimenti:

- in sede di rilascio della concessione, ovvero in fase di verifica e/o rinnovo, dovrà essere imposto all'utilizzatore l'installazione di un limitatore di portata e di un misuratore di portata;
- dovrà essere imposta la chiusura di tutti i pozzi scavati e/o eserciti senza autorizzazione;
- potrà essere consentito l'uso dell'acqua di falda per l'innaffiamento di verde pubblico o condominiale non eccedente i 5.000 mq;
- nelle aree già individuate come vulnerabili da nitrati di origine agricola, con Deliberazione di G.R.n. 2036 del 30.12.2005, è fatto divieto d'uso a scopo potabile delle acque di falda.

Nelle aree di cui alla Tavola B del PTA - Aree interessate da contaminazione salina:

- è sospeso il rilascio di nuove concessioni per il prelievo di acque dolci di falda da utilizzare a fini irrigui o industriali;
- è consentito il prelievo di acque marine di invasione continentale per usi produttivi (itticoltura, mitilicoltura) per impianti di scambio termico o dissalazione a condizione che:
 - le opere di captazione siano realizzate in maniera tale da assicurare il perfetto isolamento del perforo nel tratto di acquifero interessato dalla circolazione di acque dolci e di transizione;
 - venga indicato preventivamente il recapito finale delle acque usate nel rispetto della normativa vigente;
- in sede di rinnovo della concessione, devono essere sottoposte a verifica le quote di attestazione dei pozzi al di sotto del livello mare, con l'avvertenza che le stesse non risultino superiori a 20 volte il valore del carico piezometrico in quota assoluta (riferita al l.m.m.);
- in sede di rilascio o di rinnovo della concessione, nel determinare la portata massima emungibile occorre considerare che la stessa non determini una depressione dinamica del carico piezometrico assoluto superiore al 30% del valore dello stesso carico e comunque tale che le acque estratte abbiano caratteristiche qualitative compatibili con le caratteristiche dei terreni e delle colture da irrigare.

Sulla base delle risultanze delle attività di studio integrato dei caratteri del territorio e delle acque sotterranee sono stati delimitati comparti fisico-geografici del territorio regionale, meritevoli di tutela perché di strategica valenza per l'alimentazione dei corpi idrici sotterranei: le Zone di protezione speciale idrogeologica di tipo "A", "B", "C" e "D" (di cui alla Tavola A del Piano di Tutela delle Acque – si veda Fig. 4.8.1).

Le Zone di Protezione Speciale Idrogeologica – Tipo "A" individuate sugli alti strutturali centro occidentali del Gargano, su gran parte della fascia murgiana nord occidentale e centro orientale sono aree afferenti ad acquiferi carsici complessi ritenute strategiche per la Regione Puglia in virtù del loro essere aree a bilancio idrogeologico positivo, a bassa antropizzazione ed uso del suolo non intensivo.

Le Zone di Protezione Speciale Idrogeologica – Tipo "B" sono aree a prevalente ricarica afferenti anch'esse a sistemi carsici evoluti (caratterizzati però da una minore frequenza di rinvenimento delle principali discontinuità e dei campi carsici, campi a doline con inghiottitoio) ed interessate da

un livello di antropizzazione modesto ascrivibile allo sviluppo delle attività agricole, produttive, nonché infrastrutturali. In particolare esse sono tipizzate come:

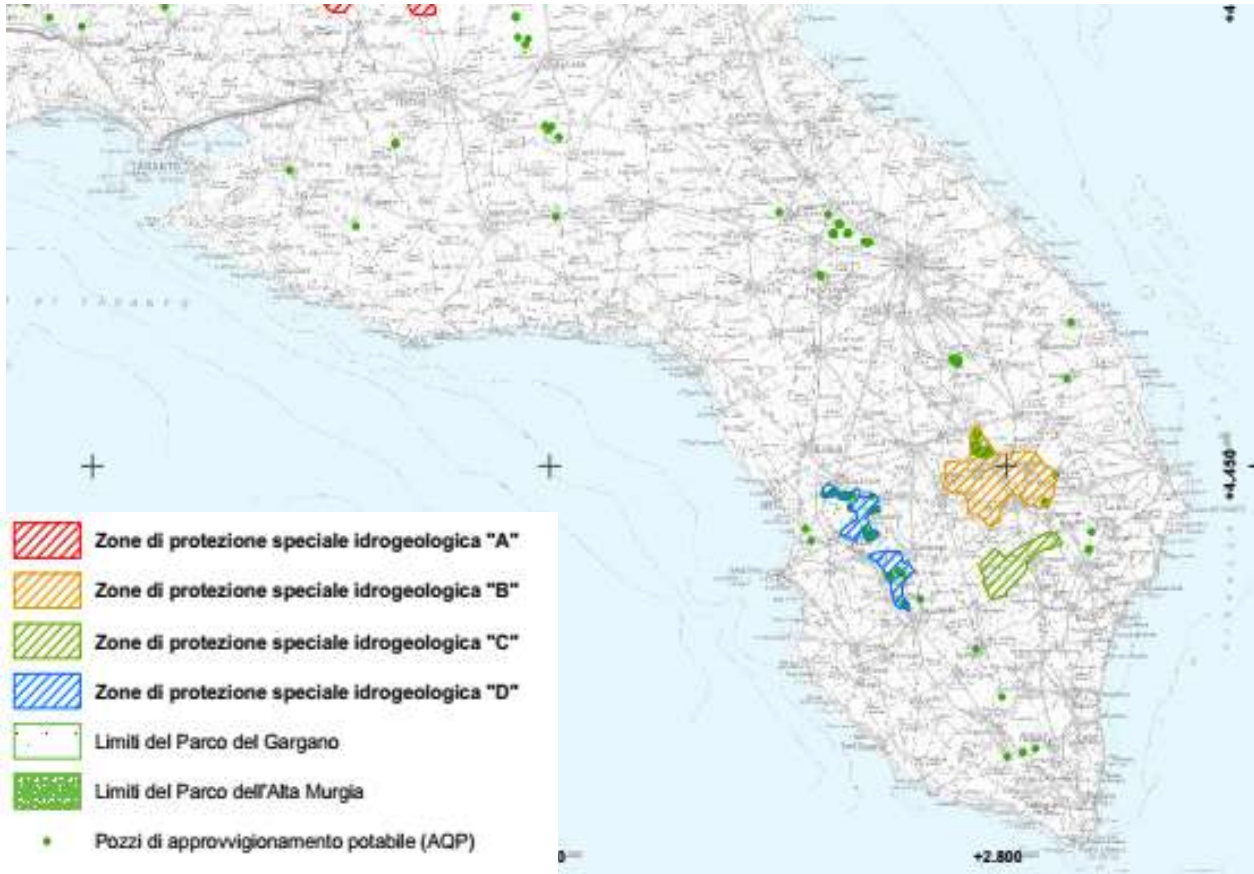


Fig. 4.8.1 - Stralcio della Tavola A del PTA

B1- le aree ubicate geograficamente a Sud e SSE dell'abitato di Bari, caratterizzate da buone condizioni quali-quantitative dell'acquifero afferente e pertanto meritevoli di interventi di controllo e gestione corretta degli equilibri della risorsa;

B2 – le aree individuate geograficamente appena a Nord dell'abitato di Maglie (nella cui propaggine settentrionale è ubicato il centro di prelievo da pozzi ad uso potabile più importante del Salento), interessate da fenomeni di sovrasfruttamento della risorsa.

Le Zone di Protezione Speciale Idrogeologica – Tipo "C" individuate a SSO di Corato-Ruvo, nella provincia di Bari e a NNO dell'abitato di Botrugno nel Salento, sono aree a prevalente ricarica afferenti ad acquiferi strategici, in quanto risorsa per l'approvvigionamento idropotabile, in caso di programmazione di interventi in emergenza.

Le Zone di Protezione Speciale Idrogeologica – Tipo “D” individuate nel Salento sono aree in corrispondenza di bacini di ricarica di campi pozzi del comparto idropotabile, in considerazione del già riscontrato depauperamento quali-quantitativo della risorsa idrica. Il criterio di salvaguardia e di attenzione che si propone di adottare è un criterio certamente meno rigido rispetto alle zone di tipo A, B e C, ma comunque mirato all’individuazione di misure di forte filtro per nuove concessioni di derivazione per una risorsa già fortemente compromessa.

Il territorio comunale di Pulsano si trova a cavallo tra l’acquifero carsico della Murgia e quello del Salento, in un’ “Area di contaminazione salina”. All’interno di questo territorio non ricade alcuna Zona di Protezione Speciale Idrogeologica, così come cartografate nella Tavola A allegata al Piano.

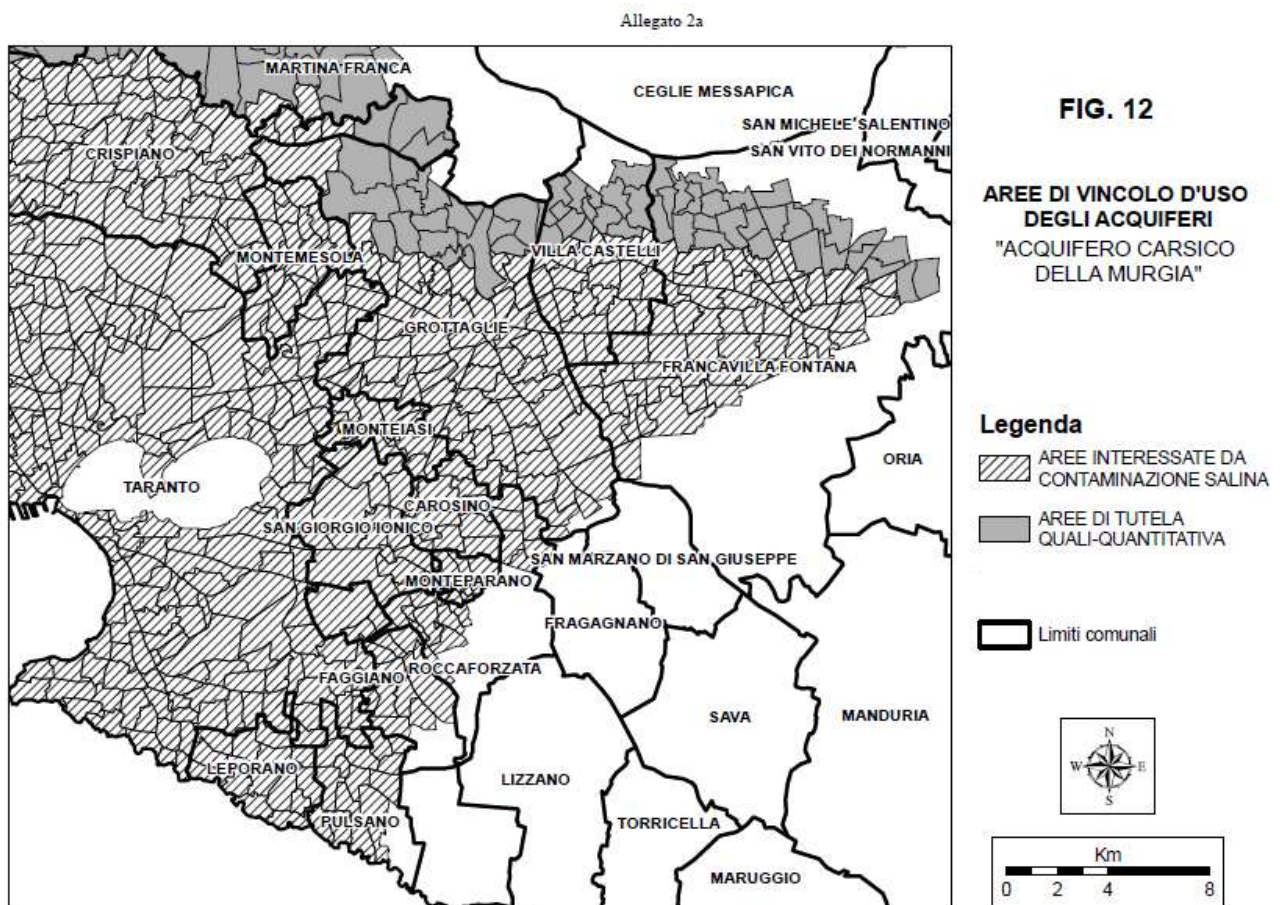


Fig. 4.8.2 - Stralcio della Figura 12 delle NTA PTA

Allegato 2a

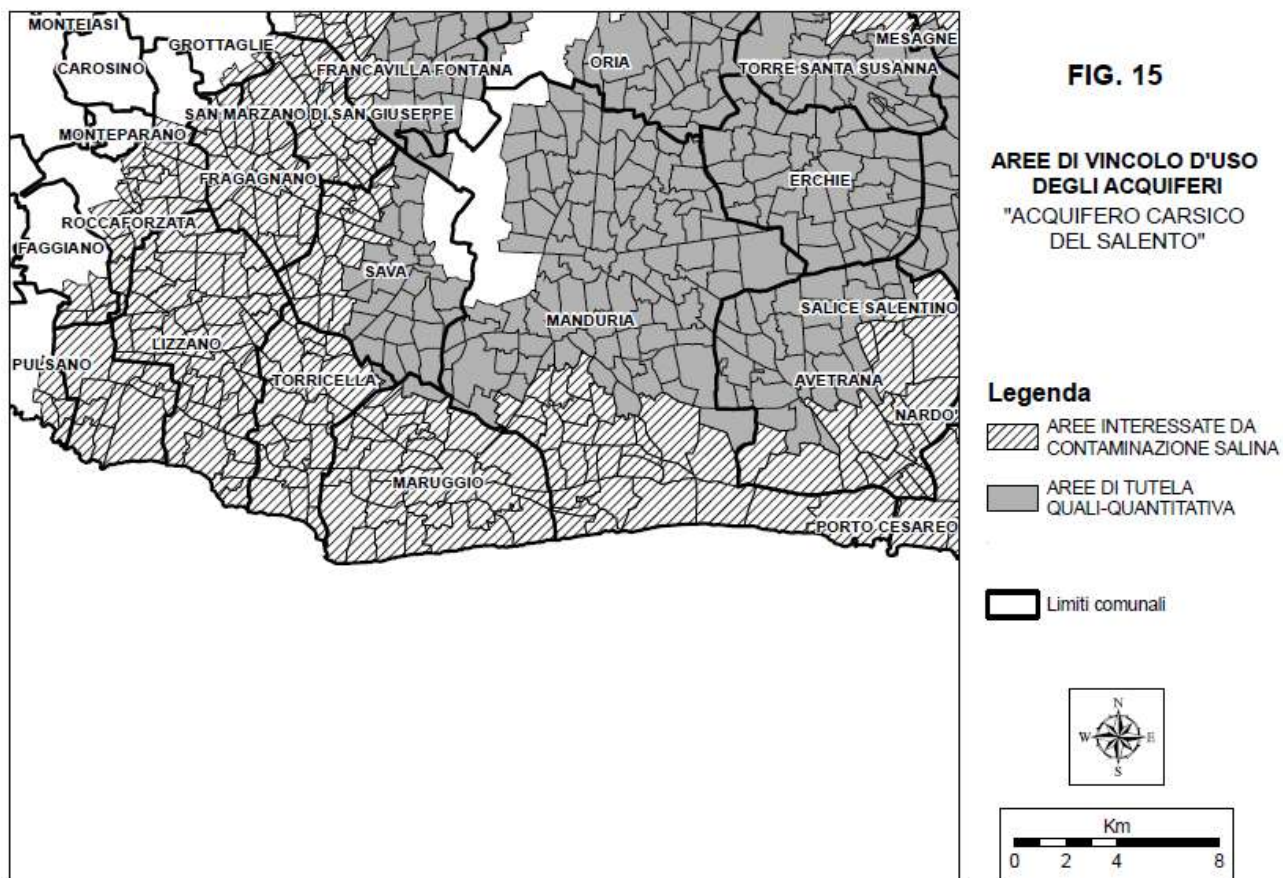


Fig. 4.8.3 - Stralcio della Figura 15 delle NTA PTA

5 – ASSETTO GEOMORFOLOGICO

5.1 – Inquadramento regionale

Il territorio costiero compreso tra Taranto e Porto Cesareo è contraddistinto dal paesaggio dei terrazzi marini. Si tratta di diverse superfici disposte a gradinata digradante verso mare e verso questo debolmente inclinate. Verso Taranto le diverse superfici sono distinte per quota, età e caratteri del deposito che le costituisce ed i versanti che le separano hanno andamento circa parallelo alla linea di riva attuale (essi sono appena percettibili dove modellati in formazioni argillose e sabbiose o piuttosto ripidi ed a gradoni, alti fino a qualche metro, dove modellati su calcari o calcareniti). L'andamento delle scarpate e la natura dei depositi che costituiscono i terrazzi sono la prova dell'origine marina degli stessi. I terrazzi, infatti, si sono originati per la interazione fra le oscillazioni glacioeustatiche del livello del mare ed i sollevamenti legati alla tettonica regionale verificatisi nel corso del Pleistocene medio e superiore.

Purtroppo, solo per il territorio immediatamente limitrofo alla città di Taranto è possibile definire un chiaro quadro cronologico degli eventi che portarono alla formazione della gradinata (Belluomini et alii, 2002).

La gradinata di terrazzi è incisa da diversi solchi erosivi dove tuttora si raccolgono le acque di pioggia che defluiscono verso il mare. Il loro attuale assetto è probabilmente quello raggiunto con il MIS 2 (circa 20mila anni dal presente), quando il progressivo abbassamento del livello del mare, iniziato - pur con momentanei ed alternati periodi di stazionamento - con la fine del Tirreniano (125mila anni da oggi), raggiunse il suo massimo e quindi fu massima anche l'energia del rilievo e la capacità erosiva da parte delle acque superficiali⁵. La rete idrografica attuale è quindi la porzione rimasta emersa di un reticolo idrografico molto più esteso oggi sepolto dal mare.

5.2 – Il paesaggio fisico e la dinamica ambientale

Il paesaggio fisico dell'area di interesse è relativamente giovane poichè il substrato geologico non è più antico del Pleistocene medio. Tale paesaggio è contraddistinto dalla presenza delle due evidenti, ampie superfici suborizzontali e pianeggianti poste una a 38 – 40 m di quota (superficie “alta” di

⁵ Successivamente al Tirreniano il livello del mare si è progressivamente abbassato sino a raggiungere una posizione ben più bassa dell'attuale in corrispondenza della isobata -120/-140. In queste condizioni l'energia del rilievo è aumentata in maniera drastica tanto da permettere che tutta la gradinata di terrazzi fosse intagliata da numerose incisioni fluviali e/o torrentizie.

figura 2.4, su cui sorge l'abitato di Pulsano) e l'altra a 20 – 30 m di quota (superficie “bassa” di Figura 2.4). Queste spianate sono separate da una netta scarpata, allungata grossomodo in direzione Est – Ovest mentre la più bassa delle due è, a sua volta, delimitata sul lato mare da una seconda scarpata, anch'essa molto evidente, denominata in questo lavoro “scarpata costiera” (Fig. 2.4 e si confronti inoltre Fig. 4.4). Queste due superfici rappresentano la parte più evidente di una successione di terrazzi marini la cui porzione oggi emersa si completa con un ultimo terrazzo prossimo al livello mare e molto meno esteso delle precedenti superfici (si veda lo schema di Figura 3.3.1a e 3.3.1b). Questi terrazzi sulla base di quanto riscontrato da vari ricercatori nella adiacente area di Taranto (Belluomini et alii, 2002), possono essere inquadrati cronologicamente come segue:

- terrazzo basso in prossimità della costa - substage 5e-c (96000 – 123000 anni BP) (Beluomini et alii, 2002);
- terrazzo intermedio (superficie di quota 20 – 30 m) - OIS 7 (243000 anni BP) e forse OIS 9 (337000 anni BP) (Dai Pra & Stearns, 1977; Hearty & Dai Pra 1992; Beluomini et alii, 2002);
- terrazzo alto (superficie posta a 38 – 40 m di quota) – età maggiore dell'OIS 9 (Beluomini et alii, 2002).

Le due evidenti scarpate che delimitano verso mare le due superfici più alte, nel quadro della ricostruzione geomorfologica proposta sopra, sono delle antiche ripe di abrasione marina abbandonate dal mare (relitte); la più alta in quota delle due è associata al terrazzo di 20 - 30 m slm e quindi è stata modellata anch'essa durante l'OIS 7 (243000 anni BP) o forse OIS 9 (337000 anni BP) mentre la più bassa è associata al terrazzo più recente e quindi è databile al substage 5e-c (96000 – 123000 anni BP). Le due ripe di abrasione relitte sono state in parte rimodellate dai processi erosivi che ne hanno ridotto la pendenza e modificato parzialmente l'andamento del ciglio. Questo ultimo effetto è stato determinato dall'azione delle acque incanalate ed è particolarmente evidente per la scarpata più bassa. Il suo ciglio, infatti, diversamente da quello della scarpata più alta che è rettilineo e subparallelo alla linea di costa attuale, ha un andamento ondulato e presenta numerose rientranze.

In effetti, sulla gradinata di terrazzi marini si è sovrapposta una rete idrografica. Questo evento geomorfologico si è probabilmente verificato successivamente al MIS 5 e fino al MIS 2 (20000 anni BP); in questo intervallo di tempo, infatti, è accaduto che il livello del mare si è abbassato

progressivamente fino a raggiungere la quota minima di 120 – 140 m sotto quello attuale (proprio nel MIS 2) e ciò ha comportato un progressivo ampliamento delle terre emerse (esteso grossomodo fino alla attuale isobata 120 – 140 m) e l'incremento della energia del rilievo con conseguente formazione di una rete idrografica esoreica (cioè con sbocco in mare) ben articolata (Fig. 5.2.1) che oggi nella sua parte terminale è integralmente sott'acqua (infatti, successivamente al MIS 2 il livello del mare è risalito fino a portarsi sulla posizione attuale).

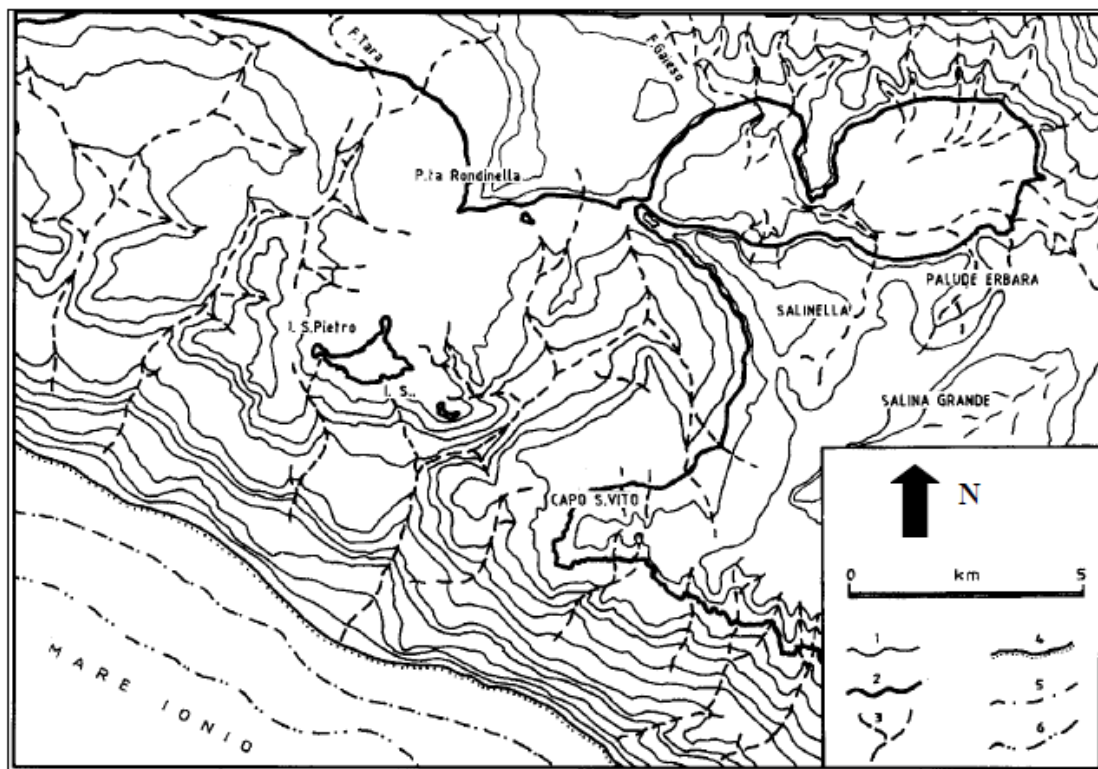


Fig. 5.2.1 – Schema morfologico del paesaggio della zona di Taranto circa 20000 anni BP. 1 – curve di livello (eq. 10 m); 2 – attuale linea di costa; 3 – reticolo idrografico relitto (attualmente in gran parte sommerso) - 4 – Linea di costa durante l'ultimo massimo glaciale (20000 anni BP); 5 – isobata attuale di -200 m; 6 – isobata attuale di -300 m. (da De Vitis S., Mastronuzzi G., Mauz B. Sansò P., Tuccimei P., Vesica P., 2004 - *The Historical Taranto Tyrrhenian deposits - Last interglacial Period, OIS 5*)

La rete idrografica attuale deriva direttamente da questa appena descritta e ne rappresenta, al netto di alcuni adattamenti rispetto all'attuale livello di base (attuale posizione del livello del mare), la porzione più di monte, che non è stata sepolta dalle acque del Mare Ionio.

Nei limiti del territorio di Pulsano la rete idrografica esoreica appena descritta si vede poco; sono sicuramente riconducibili ad essa le due incisioni del fosso Le Canne e del Fosso di Pulsano⁶ oltre che piccoli solchi erosivi che incidono la cosiddetta “scarpata costiera”. Tutti questi probabilmente facevano parte di un reticolo che interessava una porzione di territorio oggi quasi integralmente sommersa e di cui rappresentavano le aste fluviali di monte.

La rete idrografica che invece interessa estesamente il territorio comunale è composta da piccoli reticoli endoreici incentrati su modeste depressioni topografiche che si rinvergono diffusamente sia sul terrazzo di quota 20 – 30 m slm (superficie “bassa” di Figura 2.4) sia su quello più alto (superficie “alta” di Figura 2.4).

L’organizzazione geometrica attuale di questa rete idrografica è il prodotto oltre che della naturale conformazione altimetrica della superficie topografica anche e soprattutto di tutte le trasformazioni morfologiche conseguenti alla antropizzazione del territorio, indotte quindi dall’uso agricolo del suolo ed in seguito alla costruzione di strade, muri perimetrali, edifici, superfici impermeabili, canali di scolo, ecc.. Queste rappresentano sovente degli sbarramenti che hanno modificato l’andamento dei compluvi e dei displuvi ed hanno anche causato una importante modificazione delle pendenze naturali e della permeabilità del suolo.

Una delle più evidenti modificazioni dell’assetto idrografico naturale è quella prodotta con la realizzazione del canale artificiale che dall’abitato di Pulsano si innesta nel Fosso naturale che sfocia sulla pocket beach compresa tra località il Posto e Monte d’Arena (Fosso di Pulsano). Questa opera idraulica, riportata già sulla Tavoletta IGM del 1947, attraversa un vasto settore interno del territorio comunale che naturalmente avrebbe un drenaggio endoreico, raccogliendone le acque di pioggia che vi precipitano e convogliandole verso mare. In questo canale, la cui la parte di monte è stata tombata in seguito all’espansione del centro urbano, si innesta la rete di raccolta delle acque piovane a servizio della porzione NE del centro urbano.

In ragione di tutto quanto sopra scritto è quindi possibile affermare che la rete idrografica endoreica è una rete naturale che si è sicuramente originata in seguito alla emersione dei terrazzi marini (successivamente all’OIS 7 o OIS 9) ed alla formazione, per effetto del carsismo, delle numerose depressioni, più o meno pronunciate ed evidenti che sono state cartografate nella carta

⁶ Entrambe queste incisioni, hanno una caratteristica conformazione a “scatola” della sezione trasversale; tutte e due infatti hanno pareti laterali sub verticali, intagliate nei depositi di terrazzo in facies calcarenitica, e fondo piatto attestato nei sottostanti depositi limoso-argillosi.

geomorfologica allegata ma anche che la sua organizzazione e la sua dinamica attuali sono il risultato di tutte le trasformazioni dell'ambiente naturale prodotte dall'uomo soprattutto a partire dagli anni 50 del secolo scorso. Si sottolinea che la rete idrografica endoreica e le depressioni intorno a cui si è sviluppata costituiscono un sistema geomorfologico attivo la cui dinamica può determinare condizioni di pericolosità geologica latu sensu.

L'assetto geomorfologico della costa è contraddistinto dalla presenza delle pocket beach e del complesso di spiaggia, duna, retroduna. I depositi associati a questi ambienti (già descritti al Paragrafo 3 della presente Relazione) ricoprono quelli calcarenitici del Pleistocene medio. In origine essi erano probabilmente più continui lateralmente. Laddove sono stati scalzati dai processi erosivi (indotti naturalmente o per cause antropiche), è stata riportata a giorno la costa rocciosa che si presenta quasi dappertutto come costa rocciosa digradante piana e localmente come una bassa falesia.

Il complesso spiaggia – duna – retroduna, sotto l'aspetto geomorfologico, è considerato come un ambiente di transizione posto all'interfaccia fra l'ambiente marino e quello continentale propriamente detti. È una sorta di zona cuscinetto, mobile e in continuo cambiamento, in cui si smorzano le dinamiche prevalenti nell'uno e nell'altro ambiente e in cui la loro interazione definisce forme e corpi sedimentari peculiari che nel loro insieme individuano un "sistema di spiaggia". Esso è costituito da:

- spiaggia sommersa;
- spiaggia emersa, che nella visione comune rappresenta la "spiaggia" volgarmente detta cioè il luogo fisico frequentato dai bagnanti;
- duna, dove si accumulano i materiali che per la continua azione delle onde assumono dimensioni tali da poter essere trasportati dal vento e qui vengono trattenuti dalla copertura floro-vegetazionale;
- zona di retroduna che rappresenta la parte più distale del sistema, dove si dissipano l'energia eolica e marina durante gli eventi estremi.

Queste parti del "sistema spiaggia" sono tutti ambienti interagenti e funzionali fra di loro.

Le spiagge della costa di Pulsano dal punto di vista geografico-fisico e geomorfologico sono classificate come *pocket beach*; si tratta cioè di spiagge racchiuse all'interno di insenature rocciose più o meno profonde individuate da due promontori che ne costituiscono il limite naturale, dove per

una serie di fenomeni geografico – fisici si determina la cattura e l'imbrigliamento di sedimenti sabbiosi. Queste spiagge sono quindi costruite prevalentemente con sedimenti autoctoni, originati cioè dai locali processi di demolizione del substrato roccioso e da quelli di disfacimento e successiva rielaborazione dei gusci e degli scheletri delle popolazioni biocenotiche dei fondali. La mobilità dei sedimenti è generalmente limitata alla migrazione continua di masse sabbiose dalla spiaggia sommersa alla spiaggia emersa e viceversa, in funzione della stagione meteomarina, ed ai trasferimenti che avvengono tra spiaggia emersa e duna e viceversa, al prevalere dei venti diretti da mare o da terra.

Perché si individui e persista nel tempo una qualunque spiaggia – e quindi anche una *pocket beach* - occorre che nell'arco di un tempo significativamente lungo il bilancio sedimentario fra il materiale accumulato e quello asportato sia positivo. Questo intervallo temporale, rispetto alle energie in gioco in un sistema di spiaggia, dovendo essere considerato come il tempo in cui si verificano tutti i casi energetici di vento e di mare che possono interessare la spiaggia considerata, è pari ad almeno un anno. E' evidente quindi che perché una spiaggia persista nel tempo deve verificarsi che ogni anno il suo bilancio sedimentario sia positivo cosicché, ogni anno, il materiale accumulato costituisce una riserva e si costruisca il corpo sedimentario della spiaggia.

Con l'individuarsi della spiaggia si origina anche la duna, alimentata dalla aliquota più fine delle sabbie presenti sulla spiaggia emersa, prelevate dal vento e accumulate sulla prima vegetazione.

Le dune costiere rappresentano un'area in cui le sabbie sono bloccate e non più coinvolte nella normale dinamica della spiaggia. Questo fenomeno, apparentemente con ricadute negative sul bilancio sedimentario della spiaggia propriamente detta, determina invece la costruzione di una barriera rispetto ad altri possibili trasporti verso terra (perdite) e una riserva strategica di alimentazione della spiaggia quando, per la normale variabilità del regime energetico, il prevalere del moto ondoso tende ad azzerarne l'estensione della parte emersa. In questa circostanza la duna rappresenta una riserva di sabbia per la spiaggia che persiste solo grazie all'alimentazione fornita dalla duna stessa. La presenza della duna impedisce che le sabbie trasportate dal vento si accumulino nell'area di retroduna perdendosi definitivamente alla dinamica propria della spiaggia.

Nei limiti dell'area di interesse le spiagge sono bordate piccoli cordoni dunali, molto degradati, imbrigliati tra la linea di riva e l'ambiente urbano o la strada litoranea mentre il retroduna è sovente occupato da costruzioni e parcheggi. Nel complesso le dune si presentano degradate sia per effetto

del camminamento sia per azione diretta da parte del mare che in diversi tratti, durante le mareggiate, ne incide il piede a causa della forte riduzione dell'ampiezza della spiaggia.

Secondo il modello proposto da Dini et alii (2002) questi depositi eolici si sarebbero messi in posto durante la fase di dunazione di età medio-olocenica (Fig. 5.2.2), sarebbero coevi quindi dei più conosciuti depositi di Campomarino, Torre Zozzoli, Torre Sabea, Torre San Vito di seguito brevemente descritti.

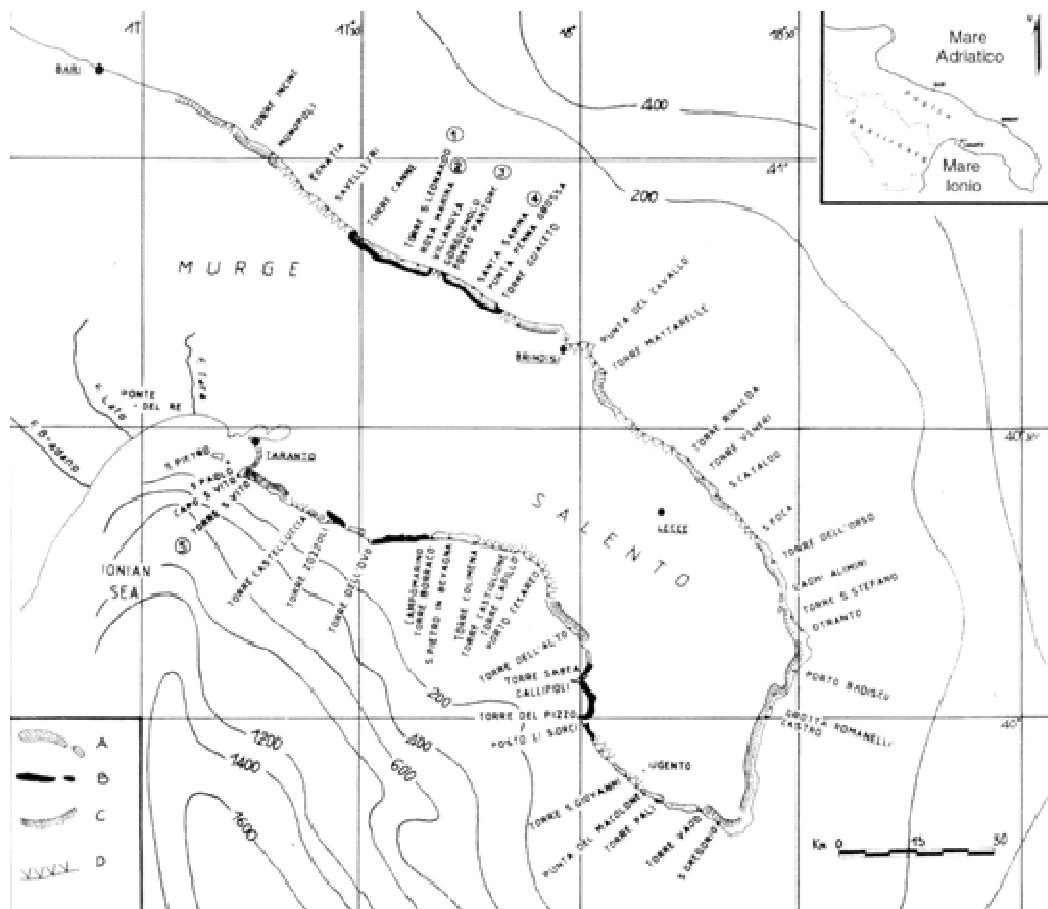


Figura 5.2.2 - Principali aree di affioramento dei depositi eolici olocenici riconosciuti lungo la costa della Puglia meridionale; A depositi eolici di età greco – romana; B Depositi eolici di età medio – olocenica; C coste rocciose a falesia; D coste rocciose digradanti

Nei dintorni di Torre Sabea, l'unità eolica medio-olocenica copre un suolo rosso contenente i resti di un villaggio neolitico; una datazioni ha restituito per questo livello un'età convenzionale di 7900±50 anni BP (Mastronuzzi et alii, 1989). Campioni di Helix sp. raccolti nei pressi di Torre San Vito in una duna che si è sviluppata a ridosso di una falesia intagliata nei depositi marini del terrazzo

riferibile all'ultimo periodo interglaciale, hanno rivelato una età ^{14}C di 6386 ± 70 anni BP. Cotecchia et alii (1969) a Torre Zozzoli hanno datato un livello di suolo per mezzo del radiocarbonio su *Helix* sp. a 5360 ± 115 anni BP mentre una eolianite data a 6780 ± 125 anni BP copre i depositi dell'ultimo interglaciale in località Posto li Sorci.

In ultimo, i depositi di Campomarino hanno permesso di meglio definire la quota relativa del livello del mare durante la fase di dunazione medio-olocenica. In questa località affiora, infatti, una sequenza continua caratterizzata alla base da un livello di beach-rock con tessitura packstone composta essenzialmente da frammenti di alghe coralline rosse, molluschi, echinoidi, briozoi, foraminiferi bentonici e intraclasti. Il cemento isopaco, altamente magnesiaco, forma un orlo di cristalli uniformi che aderisce radialmente alla superficie dei granuli. La beach rock si estende in alto sino a circa 65 cm al di sopra il limite delle alghe brune per sfumare in sedimenti di spiaggia emersa. Questi sono contraddistinti nei primi livelli da ciottoli minuti e laminazione incrociata a basso angolo e poi da depositi eolici con rari resti di gasteropodi polmonati (*Helix* sp.). Un guscio di *Helix* sp. ha restituito un età AMS convenzionale di 6600 anni BP (7546 ± 21 età calibrata BP).

L'ambiente di retroduna è caratterizzato da depositi limoso-sabbiosi brunastri è integralmente occupato dai coltivi o dalle abitazioni private ed ha quindi perso integralmente i suoi caratteri di naturalità.

Nei limiti del territorio comunale la costa rocciosa rappresenta il tipo costiero prevalente; essa è esclusivamente bassa, intagliata nelle calcareniti pleistoceniche e può essere o una costa rocciosa digradante piana o una costa a falesia bassa. In corrispondenza del primo morfotipo la linea di riva:

- è segnata da un gradino basso la cui genesi è connessa prevalentemente al complesso di processi biochimici che si realizzano sul livello del mare
- risultare indefinita laddove la costa è del tutto piatta ed individuata da una superficie litostrutturale o anche di erosione, debolmente immergente verso mare e soggetta al flutto montante ed alla risacca ed all'alta e bassa marea.

I tratti a falesia sono caratterizzati invece dalla presenza di un gradino verticale intagliato nelle calcareniti di terrazzo che ha una altezza di pochi metri rispetto al fondale che si presenta poco profondo e caratterizzato dalla presenza (al piede del gradino) di blocchi di crollo.

In corrispondenza del piede sommerso del gradino si possono aprire profonde cavità di interstrato dovute a carsismo (si veda anche quanto riportato al Capitolo 9 della presente Relazione

Geologica). Le falesie sono chiaramente orientate secondo le principali famiglie di frattura e per alcuni tratti corrispondono a veri e propri piani di frattura

Lungo la linea di costa sono stati riconosciuti anche basi gradini erosivi ed estesi tratti (posti alle spalle di questi gradini morfologici o delle falesie) dove l'ammasso roccioso, per diversi metri verso l'entroterra, si presenta completamente disarticolato in blocchi le cui dimensioni e geometria riflettono l'articolazione della rete di fratture tanto che la stessa costa assume un aspetto ruderale.

Il contesto geologico-strutturale e geomorfologico sopradescritto permette di ipotizzare per i gradini erosivi e le falesie in parola una evoluzione più complessa rispetto a quella "classica" che vede il moto ondoso come agente principale della morfogenesi di questi particolari versanti. Il meccanismo evolutivo di una falesia (o di un più modesto gradino erosivo), infatti, può essere classicamente schematizzato come segue (Fig. 5.2.3):

- il moto ondoso, in corrispondenza del livello medio del mare, produce il modellamento di un solco (solco di battente) che si approfondisce nel tempo (Fig. 5.2.3 fasi 1 e 2);
- il graduale approfondimento del solco determina una sempre più accentuata instabilità dell'ammasso roccioso sovrastante fino a comportarne il crollo e la formazione di una nuova superficie di distacco, la falesia, in posizione arretrata rispetto a quella originaria (Fig. 5.2.3 fasi 3 e 4);
- il corpo di frana, rappresentato anche da blocchi di dimensioni metriche, si accumula al piede della falesia proteggendola temporaneamente da una ulteriore azione erosiva del moto ondoso ed impedendo la formazione del solco di battente che ricomincerà solo dopo la completa erosione dei blocchi franati dando inizio ad un nuovo ciclo di arretramento (Fig. 8 fasi 5 e 6).

L'evoluzione di una falesia può essere quindi delineata come un processo ciclico, composto da una lunga fase di preparazione in cui si verifica l'erosione del corpo di frana e il modellamento del solco di battente, seguito da una fase "catastrofica" rappresentata dal distacco di una frana da crollo. I tempi e le modalità con cui questo ciclo si compie dipendono da fattori meteomarini quali ad esempio l'energia del moto ondoso, la frequenza ed intensità delle mareggiate, la morfologia del primo fondale, dalle locali condizioni litostrutturali del corpo roccioso (caratteristiche fisico-meccaniche del corpo roccioso, grado di fratturazione, giacitura degli strati e delle fratture, ecc.)

nonché dalle caratteristiche morfologiche (altezza della falesia, profilo caratteristico, solchi e superfici strutturali, ecc.).

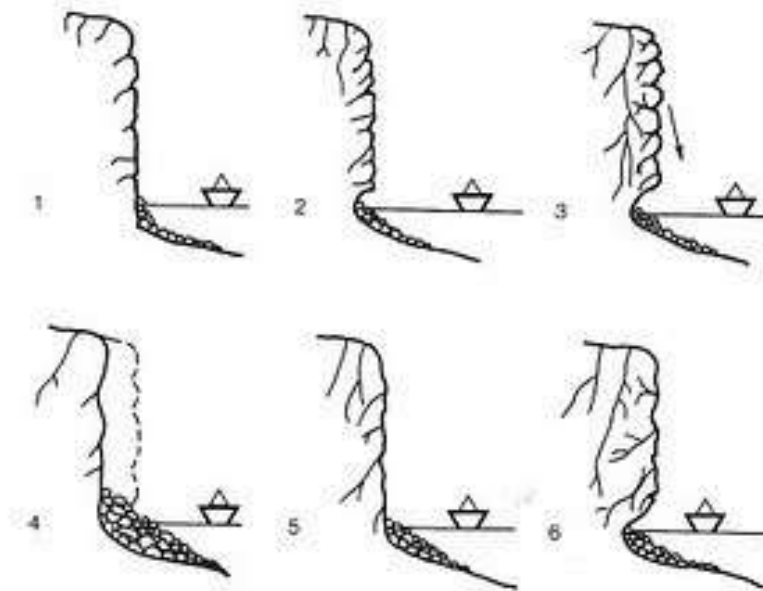


Fig. 5.2.3 – Schema evolutivo tipo di una falesia

Nel caso specifico del litorale di Pulsano, invece, oltre al modello sopra descritto è possibile ipotizzare anche che la dinamica evolutiva di diversi tratti di costa a falesia o con gradino erosivo sia molto condizionata dalla diffusa carsificazione dell'ammasso roccioso. Un possibile meccanismo genetico di queste scarpate vede, infatti, operare congiuntamente il processo carsico ed il moto ondoso. Il primo determina una marcata disarticolazione dell'ammasso roccioso in corrispondenza della costa per effetto dei processi di ipercarsismo⁷ e della gravità mentre il secondo, in occasione degli eventi meteomarini più intensi, riesce a rimuovere i blocchi rocciosi disarticolati portando alla luce le superfici di distacco (coincidenti con i principali piani di fratturazione).

L'ipercarsismo è anche il processo responsabile della formazione delle doline da crollo presenti lungo costa (probabilmente anche alcune delle insenature che oggi ospitano le pocket beach erano

⁷ Il processo è innescato dalla miscelazione, che si determina lungo costa, tra le acque dolci della falda superficiale, che si muovono dall'entroterra verso mare, e le acque salate di intrusione marina e determina una diffusa carsificazione dell'ammasso roccioso nella porzione immediatamente sottostante la piezometrica con la conseguente formazione di ampie cavità tabulari che destabilizzano il soprasuolo.

in origine grandi doline da crollo il cui lato mare è stato “sfondato” dal moto ondoso; si rileva che doline da crollo sono state riconosciute anche sul primo fondale antistante la costa).

Le doline da crollo, denominate “spunnulate” in settori costieri prossimi a quello di studio (Torre Colimena, Porto Cesareo e Nardò, dove sono molto più diffuse), sono sprofondamenti del suolo connessi alla presenza di cavità carsiche che in molti casi ospitano nel loro perimetro uno specchio d’acqua di falda, generalmente salmastra data la vicinanza al mare. Le doline da crollo sono spesso allineate lungo le principali direttrici tettoniche e rappresentano la manifestazione superficiale della presenza nel sottosuolo di vasti sistemi carsici subsuperficiali la cui evoluzione (per opera del carsismo e della gravità) può anche interferire con la geometria della linea di costa condizionandone l’andamento topografico (si possono originare ad esempio anche profonde insenature).

Queste doline si originano per la formazione nel sottosuolo di ampie cavità tabulari che, per effetto dell’ipercarsismo, possono rapidamente collassare provocando un abbassamento della superficie del suolo con la conseguente formazione di una depressione sulla loro verticale.

In territori contermini a quello di interesse l’ex Autorità di Bacino della Puglia ha perimetrato queste forme carsiche attribuendo ai territori dove sono presenti condizioni di pericolosità geologica, capaci di interferire con il normale uso del territorio e che impongono una attenta valutazione delle modalità di fruizione dello stesso.

Le doline da crollo costiere, tuttavia, non costituiscono solo un elemento di pericolosità del territorio ma sono anche oggetto di tutela idrogeologica ai sensi del D.Lgs. 152/2006 (parte terza) ed appartengono al corpo del patrimonio speleologico salvaguardato dalla Regione Puglia con la L.R. 33/2009. In territori diversi da quello di interesse alcune di esse sono cartografate sul PPTR e sono oggetto di tutela da parte di tale piano. Esse, inoltre, sotto l’aspetto naturalistico possono ospitare habitat tutelati dalla Direttiva “Habitat” 92/43/CEE corrispondenti nello specifico alle “Grotte non ancora sfruttate a livello turistico” (codice Natura 2000: 8310), “Grotte marine sommerse o semisommerse” (8330), “Lagune costiere” (1150, un habitat prioritario) e all’habitat delle specie dei seguenti vertebrati dell’allegato II della direttiva: *Aphanius fasciatus* e *Emys orbicularis*. Inoltre, nelle spunnulate è stata riscontrata la presenza di specie incluse nell’allegato IV, quali *Bufo viridis*, *Lacerta viridis* e *Podarcis sicula* (BASSO in MAINARDI, 1988; BIANCHI et al., 1994).

5.3 – Considerazioni conclusive sui caratteri geomorfologici del territorio comunale e sulla sua conservazione

Gli elementi geomorfologici del territorio di Pulsano di rilievo maggiore sono:

1. le depressioni endoreiche ed il reticolo idrografico esoreico ed endoreico,
2. le doline da crollo presenti lungo costa
3. le diverse insenature costiere occupate dalle pocket beach con i loro sistemi di spiaggia, duna, retroduna (per semplicità di seguito denominato “sistema spiaggia”).

L'importanza del primo elemento è determinato esclusivamente da aspetti connessi al corretto uso del territorio ed alla pericolosità che lo stesso può esprimere. È importante che la pianificazione in atto:

- riconosca le corrette strategie e modalità di uso del territorio al fine di tutelare l'integrità della rete idrografica e di preservarne se non implementarne la funzionalità;
- riconosca i limiti di uso del territorio imposti dalla pericolosità geologica determinata dalla dinamica idrologica in atto.

Analoghe considerazioni valgono per il secondo elemento cui però è anche associato un valore paesaggistico ed ambientale. Le doline da crollo costiere, infatti, non costituiscono solo un elemento di pericolosità del territorio ma sono anche oggetto di tutela da parte di diverse leggi, appartengono al corpo del patrimonio speleologico regionale salvaguardato dalla Regione Puglia con la L.R. 33/2009 e possono ospitare habitat tutelati. In territori diversi da quello di interesse alcune di esse sono cartografate sul PPTR e sono oggetto di tutela da parte di tale piano.

Al terzo elemento, in ultimo, si associa un indubbio valore paesaggistico, ambientale ma anche economico (connesso alla frequentazione turistica della spiaggia ed alle attività commerciali ad essa correlate). Si tratta tuttavia di un elemento estremamente vulnerabile dato che esso, per diversi fattori, in parte antropici, in parte naturali, come in tanti altri tratti di costa regionale, è esposto ad una profonda azione erosiva e degradativa che ne mina la stessa esistenza.

Per la sua tutela è opportuno avviare una ragionata politica di gestione ed utilizzo. I presupposti su cui si deve basare tale azione sono di ordine generale e pratico e non possono prescindere dalla conoscenza dei processi che determinano la dinamica del sistema “spiaggia”. Questi processi sono connessi ad azioni naturali quali il moto ondoso, le correnti di deriva litoranee, il vento e, in conseguenza della antropizzazione sempre più spinta della costa ed alle trasformazioni subite dai

territori interni, sono anche connessi ad azioni antropiche dirette ed indirette, consapevoli ed inconsapevoli.

In ragione dello svolgersi di questi processi si verifica che il sistema spiaggia - duna - retroduna è integro quando si definisce un bilancio sedimentario positivo, unica condizione che assicuri la persistenza del sistema nel tempo. Quindi deve verificarsi che gli ambienti di cui si compone il sistema sono a loro volta integri e sede di processi attivi; pertanto la spiaggia sommersa deve alimentare la spiaggia emersa, la spiaggia emersa deve dissipare l'energia del moto ondoso e rifornire di sabbia le dune, le dune devono fermare le sabbie che altrimenti si perderebbero nel retroduna.

Nel caso specifico del litorale di Pulsano, si può rilevare che tutti gli ambienti di cui si compone il sistema “spiaggia” di ogni pocket beach non sono affatto integri. È evidente, infatti, che sia la spiaggia emersa che le dune sono sottoposte ad una rilevante azione erosiva ed è altrettanto evidente che il retroduna è stato completamente trasformato con la antropizzazione ed edificazione della costa. In tutti questi ambienti si è determinato un radicale squilibrio nei processi che originariamente ne determinavano la dinamica geomorfologica con la conseguenza che tutto il sistema spiaggia è attualmente esposto ad una profonda azione degradativa.

Una delle principali cause di questa condizione (da intendersi come fattore strutturale di debolezza) è rappresentato dall'irrigidimento del sistema spiaggia – duna – retroduna conseguentemente alla urbanizzazione diffusa dei luoghi ed alla presenza della litoranea che ha annullato le capacità propria del sistema di adattarsi a al mutare delle condizioni ambientali.

6 – PERICOLOSITA' GEOLOGICA

6.1 - Premessa

La superficie terrestre è costantemente interessata dall'azione contemporanea dei processi endogeni ed esogeni. I primi, quelli che si sviluppano all'interno della Terra, si manifestano attraverso le attività tettonica, sismica e vulcanica e sono capaci di liberare enormi quantità di energia. I processi esogeni, che invece operano sulla superficie terrestre, modificano la morfologia del territorio attraverso l'erosione, il trasporto e la sedimentazione, il distacco e l'accumulo di frane.

Alcuni processi avvengono talmente lentamente da non poter essere apprezzati dall'occhio umano, come ad esempio i fenomeni di subsidenza per consolidazione dei sedimenti (sia naturale sia indotta da processi antropici); tanti altri, invece, sono capaci di indurre con estrema velocità modificazioni della morfologia di un territorio (è il caso di frane, valanghe, alluvioni, terremoti ed eruzioni vulcaniche). Questi ultimi, più frequentemente dei primi, possono rappresentare dei veri e propri pericoli soprattutto quando non vi è coscienza che essi possano verificarsi o sono sottovalutati e quindi mancano azioni preventive di tutela del territorio o una adeguata politica di utilizzo dello stesso.

Tutti questi fenomeni determinano ciò che si chiama "Pericolosità geologica". Con questo termine si intende la probabilità che in una data zona si verifichi un evento geologico di una determinata intensità (quindi potenzialmente dannoso) in un determinato intervallo di tempo.

I fenomeni naturali legati a dinamiche endogene (terremoti e attività vulcanica) il cui svolgimento si esplica su una scala temporale significativa in relazione alla vita e alle attività umane fanno parte della "tettonica attiva" e determinano quella che può essere detta "Pericolosità tettono-vulcanica". La pericolosità sismica è un aspetto di questa e di essa e delle "faglie capaci" (ovvero le faglie che potenzialmente possono produrre dislocazioni e deformazioni in superficie) con riferimento al territorio di interesse si è trattato ai successivi paragrafi 6.2, 6.3 e 6.4.

I fenomeni naturali legati a dinamiche esogene (frane e alluvioni) invece determinano quella che viene detta "Pericolosità geologico-idraulica". Questa pericolosità che è definita dalla probabilità che in un determinato territorio si verifichino eventi quali frane, alluvioni, inondazioni costiere (spesso indotte da particolari eventi atmosferici), subsidenza, ecc. di una determinata intensità in un determinato intervallo di tempo. Quello che comunemente viene definito "dissesto idrogeologico",

o più propriamente “dissesto geologico-idraulico”, spesso è la conseguenza diretta dei naturali processi evolutivi del territorio, quando non sia provocato dalle attività antropiche.

6.2 – Sismicità del territorio comunale

Con il progresso delle conoscenze sismotettoniche realizzatosi nel corso degli ultimi decenni, una certa idea secondo cui la Puglia meridionale rappresenta nel suo complesso un’area in cui il rischio sismico è relativamente basso è andata soggetta ad un processo di revisione critica e di ridefinizione dei limiti entro cui il senso di tale “relatività” deve essere inteso. Non vi è dubbio che rispetto ad altre aree italiane la Puglia meridionale è interessata da livelli di scuotimento sismico con caratteristiche di minore pericolosità, quanto più sotto l’aspetto della ricorrenza temporale.

Ciò è una conseguenza della peculiare struttura di questa regione che rappresenta un lembo emerso di una placca relativamente rigida e poco deformabile, la Placca adriatica, che però è circondata da regioni strutturalmente più deformabili, sicché lungo i suoi bordi, marcati da una cintura di catene montuose (Appennini, Alpi, Dinaridi, Albanidi, Ellenidi) vengono a scaricarsi, preferenzialmente sotto forma di terremoti ma non solo, gli stress tettonici associati alla complessa interazione tra i continenti africano ed europeo. Per tutto ciò la pericolosità sismica del territorio pugliese meridionale, cioè la probabilità che in esso siano risentiti effetti sismici di livello tale da poter produrre un danno, è tutt’altro che trascurabile per due ordini di motivi. In primo luogo perché aree sismogenetiche capaci di generare terremoti molto forti anche con un’elevata ricorrenza temporale sono presenti entro distanze che sono tutt’altro che di sicurezza ed in secondo luogo perché un’attività sismica con potenzialità di danno, seppure con frequenza temporale più bassa, è presente anche all’interno dello stesso territorio regionale (si osservi la Fig. 6.2.1, estratta dal database DISS relativo alle potenziali strutture sismogenetiche con magnitudo maggiore di 5,5).

Rispetto alla vigente zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valenzise 2004 - Fig. 6.2.2) si rileva che il territorio di Pulsano non è lontano dalla Zona 926 (si tratta di una zona di rottura ad andamento E-W caratterizzata da terremoti di magnitudo medio-bassa (tra cui gli eventi di Potenza del 1990 e 1991) con classe di profondità compresa nell’intervallo 12-20 km e profondità efficace di 13 km.

Con riferimento alla presenza di faglie capaci, ovvero le faglie che potenzialmente possono produrre dislocazioni e deformazioni in superficie, si rileva che dalla consultazione del WebGis del

progetto ITHACA (Italy HAZard from Capable faults) non risulta la presenza di tali strutture che interessino il territorio comunale (Fig. 6.2.3).

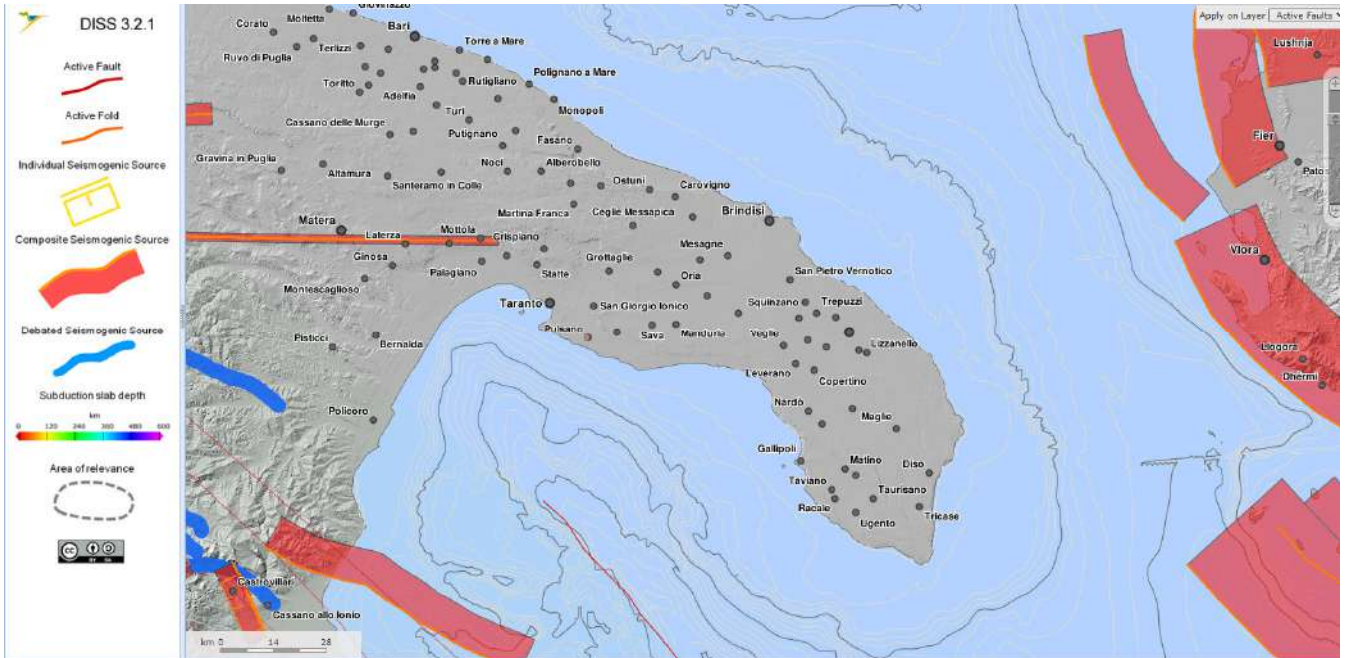


Fig. 6.2.1 - Potenziali strutture sismogenetiche con magnitudo maggiore di 5,5

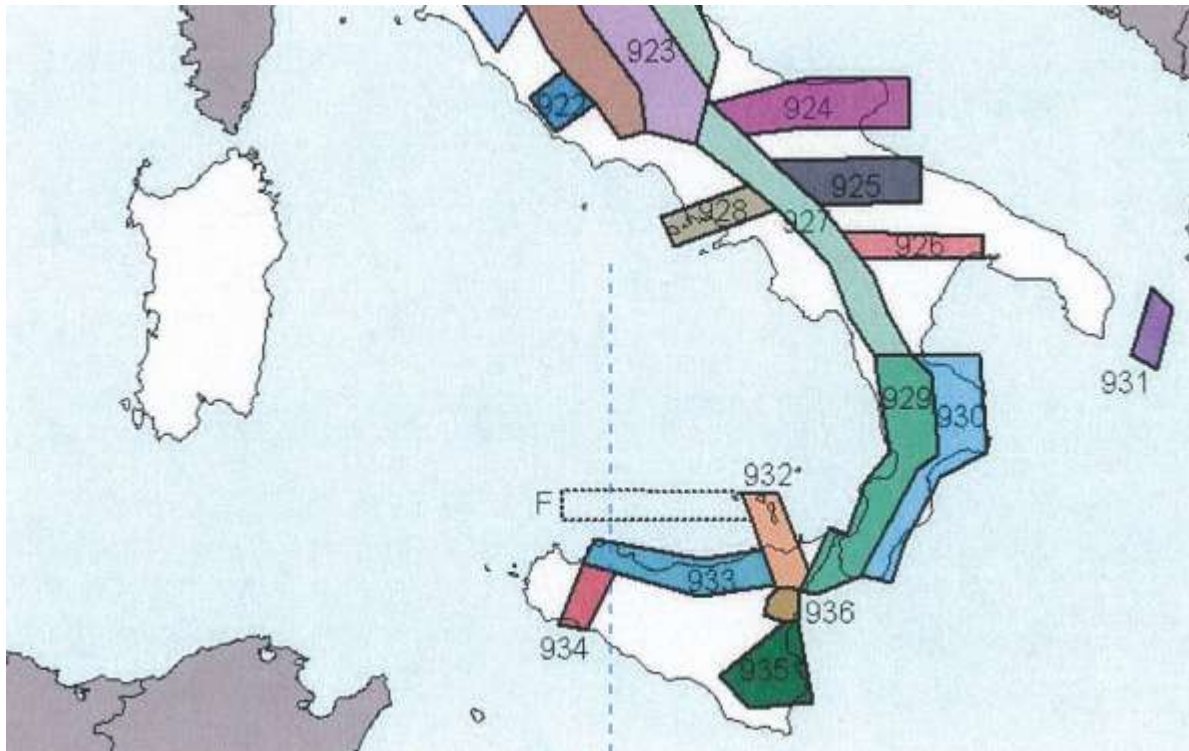


Fig. 6.2.2 - Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valenzise 2004)

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

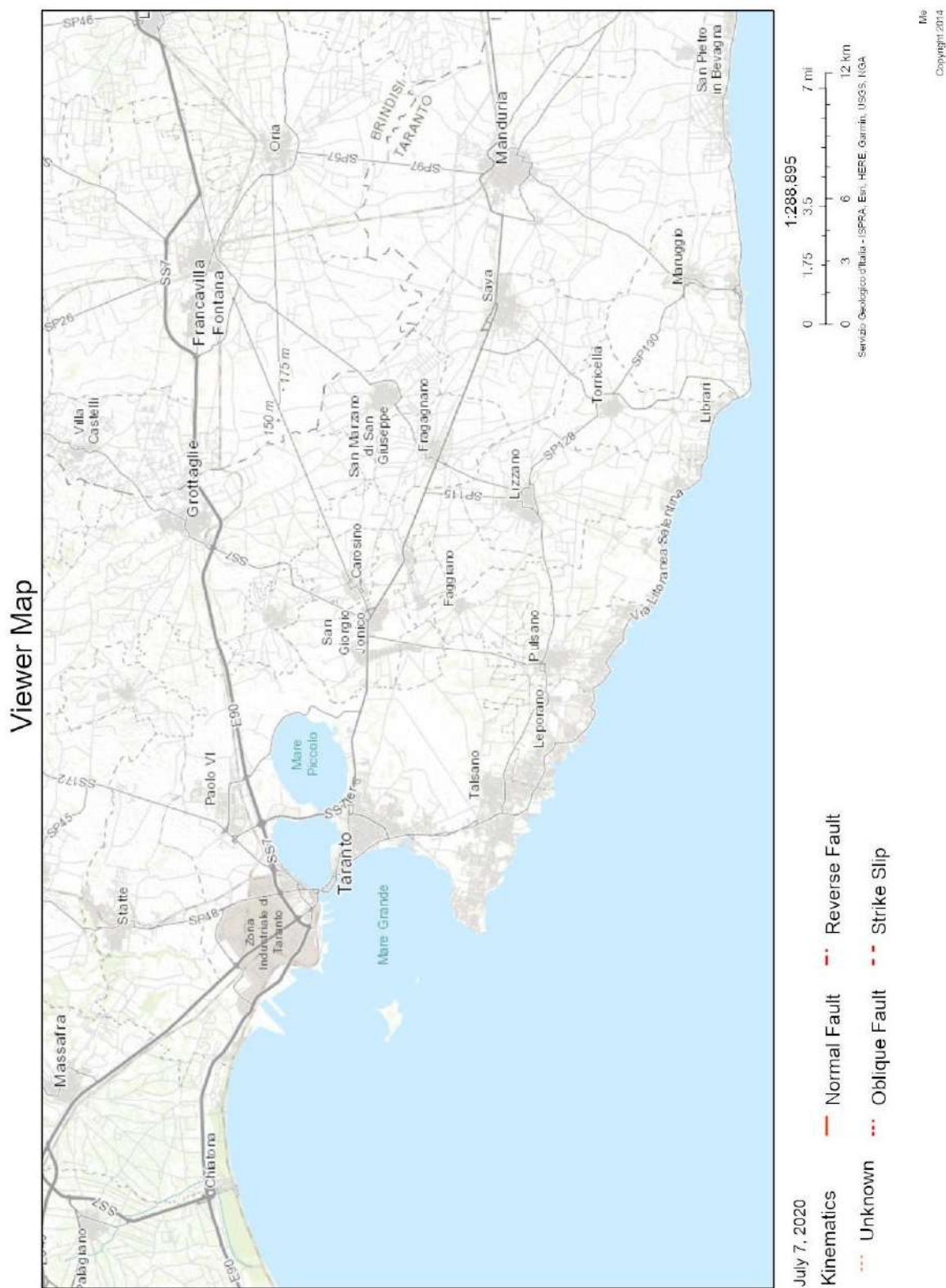


Fig. 6.2.3 - *Faglie capaci dal WebGis del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults)*

6.3 - Sismicità storica

Relativamente al Comune di Pulsano si rileva che gli eventi sismici riportati nel Database Macrosismico Italiano pubblicato dall'INGV sono solo i 5 riportati in figura 6.3.1, verificatisi tutti in epoca storica.

Pulsano

PlaceID	IT_62494
Coordinate (lat, lon)	40.384, 17.355
Comune (ISTAT 2015)	Pulsano
Provincia	Taranto
Regione	Puglia
Numero di eventi riportati	5

Effetti	In occasione del terremoto del							NMDP	Io	Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			
4	1909	01	20	19	58		Salento	32	5	4.51
NF	1966	07	06	04	24		Alta Murgia	46	4	4.26
4	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	1988	04	13	21	28	2	Golfo di Taranto	272	6-7	4.86
2	1994	01	07	18	30	1	Golfo di Taranto	26		4.03

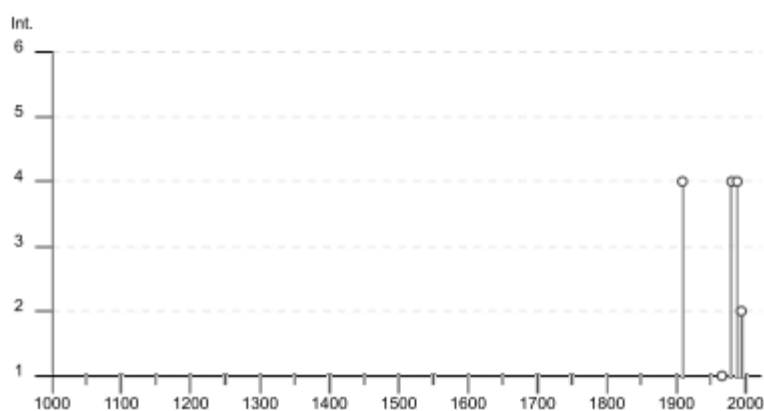


Fig. 6.3.1 – Sismicità storica del Comune di Pulsano

In realtà la Puglia meridionale è stata interessata da molti più eventi, anche di intensità forte. Tra questi si possono ricordare quello de 05/12/1456 con epicentro nell'Appennino centro-meridionale, quello del Salento del 13/12/1710, quello del 20/02/1743 con epicentro nello Ionio; quest'ultimo causò circa 200 morti, per la maggior parte a Nardò, ma ebbe effetti rilevanti anche a Francavilla Fontana, Manduria, Taranto, Brindisi, Galatina. Questo evento ha avuto caratteristiche molto particolari. Esso è stato associato ad un terremoto che colpì le isole ioniche greche, dove causò un

centinaio di morti, e che ebbe un'area di risentimento anormalmente ampia da Trento a Messina, da Malta al Peloponneso. E' stato ipotizzato che la sorgente sismogenetica di questo terremoto sia da collocarsi nel tratto Sud del Canale d'Otranto, tuttavia la distribuzione delle intensità risentite sul territorio salentino appare poco congruente con questa ipotesi e farebbe piuttosto pensare ad una sorgente collocata nel Golfo di Taranto, forse riattivata in concomitanza con l'evento greco. Del resto i dati di sismologia strumentale hanno evidenziato la presenza nel Golfo di Taranto di un'attività di energia moderata con epicentri in mare non distanti dalle coste del Salento, come nel caso della scossa di magnitudo 4,6 al largo di Gallipoli del 7/5/1983. Dati supplementari sulla possibile presenza di una sismicità che interesserebbe le coste occidentali della Puglia peninsulare sono stati posti all'attenzione degli studiosi anche sulla base di evidenze geologiche ed archeologiche.

6.4 – Pericolosità sismica

La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.

Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi di input (quali catalogo dei terremoti, zone sorgente, relazione di attenuazione del moto del suolo, ecc.) e dei parametri di riferimento (per esempio: scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, finestra temporale, ecc.).

La stima quantitativa della pericolosità sismica rappresenta un elemento fondamentale per l'applicazione di normative finalizzate alla minimizzazione del danno sismico. Essa, infatti, permette di suddividere il territorio in aree omogenee dal punto di vista della probabilità di superamento, entro un determinato arco di tempo, di certi livelli "pericolosi" di scuotimento sismico. Sulla base di una tale zonazione è possibile quindi differenziare i livelli di precauzione da adottare in maniera da contenere la probabilità di un danno sismico entro un limite accettabilmente basso, compatibilmente con le risorse che possono essere investite nella prevenzione.

La classificazione sismica del territorio italiano ha avuto inizio dopo il disastroso terremoto di Reggio Calabria e Messina del 1908 che causò 86000 vittime. Il R.D. 193 del 1909, emanato subito dopo questo evento, stabiliva, infatti, le norme tecniche obbligatorie per le riparazioni, le

costruzioni e ricostruzioni degli edifici pubblici e privati e definiva l'elenco dei Comuni sottoposti all'osservanza di tali norme.

In Italia nel corso degli anni sono stati redatti diversi documenti e testi di Legge fino alla l'Ordinanza PCM 3274/2003 (GU n.108 dell'8 maggio 2003) con la quale si è avviato un processo per la stima della pericolosità sismica secondo dati, metodi, approcci aggiornati e condivisi e utilizzati a livello internazionale. Per la prima volta si è delineato un percorso per il quale venivano definite le procedure da seguire, il tipo di prodotti da rilasciare e l'applicazione dei risultati. Questa iniziativa ha portato alla realizzazione della Mappa di Pericolosità Sismica 2004 (MPS04) che descrive la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante.

Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, la mappa MPS04 è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell'Ordinanza PCM 3519/2006 (G.U. n.105 dell'11 maggio 2006).

La legislazione nazionale prevede che l'aggiornamento delle zone sismiche spetti alle singole Regioni e Province Autonome, sulla base di criteri definiti a scala nazionale. In seguito all'Ordinanza PCM 3519/2006, le Regioni e Province Autonome che volessero aggiornare tale elenco devono basarsi sui valori di accelerazione proposti dalla mappa di pericolosità sismica MPS04 per individuare le soglie che definiscono il limite tra una zona sismica e un'altra.

Successivamente, nell'ambito del progetto INGV-DPC S1 (2005-2007), sono state rilasciate una serie di mappe di pericolosità sismica per diverse probabilità di eccedenza in 50 anni, basate sullo stesso impianto metodologico e sugli stessi dati di input di MPS04. Inoltre sono state prodotte mappe per gli stessi periodi di ritorno anche in termini di accelerazioni spettrali. Per ogni punto della griglia di calcolo (che ha una densità di 20 punti per grado, circa un punto ogni 5 km) sono oltre 2200 i parametri che ne descrivono la pericolosità sismica. Questa mole di dati ha reso possibile la definizione di norme tecniche nelle quali l'azione sismica di riferimento per la progettazione è valutata punto per punto e non più solo per 4 zone sismiche, cioè secondo solo 4 spettri di risposta elastica. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici quindi ha emanato nuove Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC08) con il D.M. del 14 gennaio 2008 (G.U. n.29 del 04/02/2008) successivamente modificate con il decreto MIT del 17 gennaio 2018 (G.U. n. 42 del

20/2/2018) (NTC2018) nelle quali la definizione dell'azione sismica di riferimento si basa sui dati rilasciati da INGV e dal Progetto S1.

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni dunque hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche. Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, invece, per ogni costruzione è stato necessario riferirsi ad una accelerazione "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi.

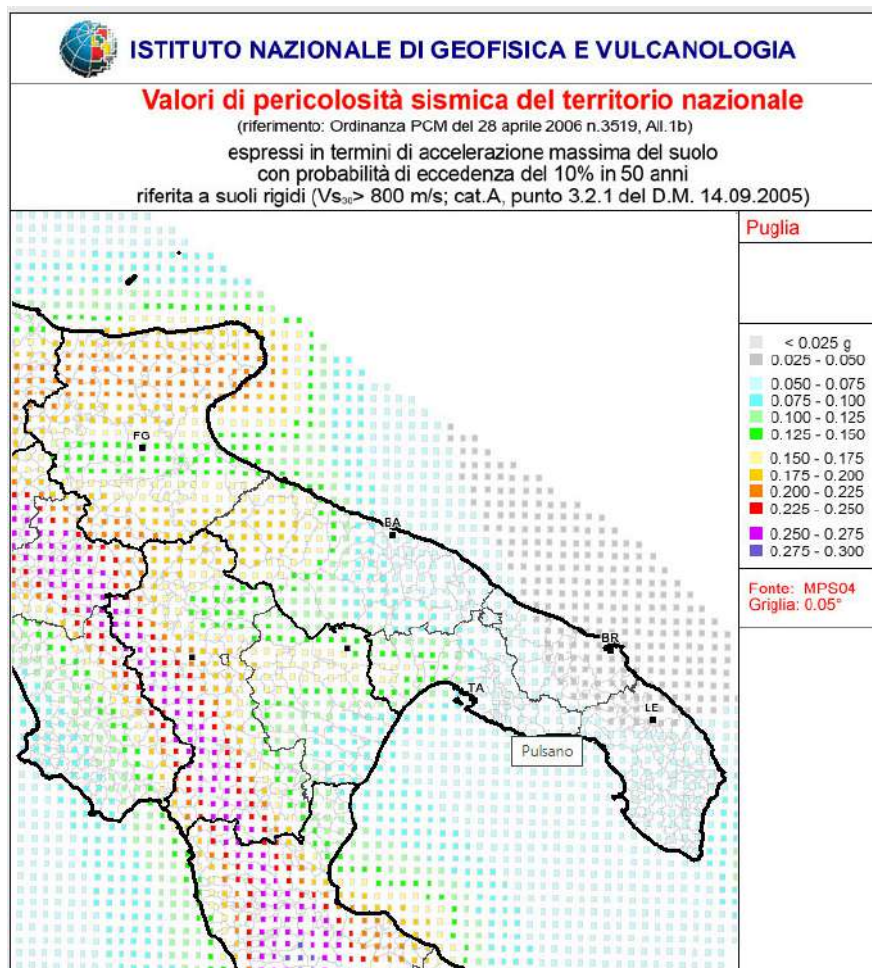


Fig. 6.4.1 – Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.). Nel caso specifico di Pulsano si rileva che questo comune ricade in zona 4, con un'accelerazione orizzontale massima convenzionale (ag) su suolo di categoria A $\leq 0.05g$.

6.5 - Pericolosità geologico-idraulica

Questa pericolosità è definita dalla probabilità che in un determinato territorio si verifichino eventi quali frane, alluvioni, inondazioni costiere (spesso indotte da particolari eventi atmosferici), subsidenza, ecc. di una determinata intensità in un determinato intervallo di tempo.

Con riferimento al territorio comunale la pericolosità geologico-idraulica è stata analizzata rispetto ai seguenti fenomeni geomorfologico-idraulici:

- frane (pericolosità geomorfologica) che inducono anche subsidenza,
- alluvioni (pericolosità idraulica).

Nei limiti del territorio comunale il franamento è un fenomeno che può interessare esclusivamente i tratti di costa rocciosa (non sono state riconosciute altre porzioni di territorio comunale soggette a tale fenomeno):

1. per la presenza nel sottosuolo di cavità carsiche,
2. in corrispondenza delle basse falesie cartografate.

Le cavità carsiche di cui al punto 1 si originano per effetto dell'ipercarsismo (si veda anche quanto riportato al capitolo 9 della presente relazione); esse, nella loro evoluzione, possono collassare determinando uno sprofondamento improvviso (fenomeno noto in letteratura come sinkholes). Questo repentino abbassamento della superficie topografica origina ciò che al capitolo 5 del presente elaborato è stato chiamato "dolina da crollo", cioè una depressione di forma circolare in pianta al cui interno può, in alcuni casi, affiorare la superficie freatica della falda (ciò conferisce alla depressione l'aspetto di un piccolo laghetto). Nei limiti del territorio di Pulsano non sono noti a memoria d'uomo fenomeni di formazione di sinkholes; lungo costa però sono state riconosciute diverse doline da crollo (alcune piccole insenature sabbiose potrebbero derivare esse stesse da doline da crollo sfondate lateralmente dal mare) e sono presenti delle grotte censite nel Catasto delle Grotte e della Cavità artificiali della Puglia (www.catasto.fspuglia.it), pertanto si può ritenere con

certezza che il fenomeno sia attivo. La presenza delle doline da crollo e delle grotte non è riportata nel PAI.

La falesia di cui al punto 2 è in realtà un modesto gradino verticale alto pochi metri, intagliato nelle calcareniti di terrazzo, che si affaccia su un fondale poco profondo, caratterizzato dalla presenza (al piede del gradino) di blocchi di crollo.

In corrispondenza del piede sommerso del gradino si possono aprire profonde cavità di interstrato dovute a carsismo. L'ammasso roccioso in cui è intagliato il gradino, per distanze anche superiori a diversi metri dal ciglio della scarpata, si presenta spesso completamente disarticolato in blocchi le cui dimensioni e geometria riflettono l'articolazione della rete di fratture tanto che la stessa costa assume un aspetto ruderale. Questo contesto geologico-strutturale permette di ipotizzare per le falesie in questione una evoluzione più complessa rispetto a quella "classica" che vede il moto ondoso come agente principale della morfogenesi. Nel caso specifico, invece, è possibile ipotizzare che la dinamica evolutiva della scarpata sia condizionata anche dalla diffusa carsificazione dell'ammasso roccioso oltreché dall'azione del moto ondoso. Un possibile meccanismo genetico di questi gradini morfologici vede, infatti, operare congiuntamente il processo carsico ed il moto ondoso. Il primo determina una marcata disarticolazione dell'ammasso roccioso in corrispondenza della costa per effetto dell'ipercarsismo e della gravità mentre il secondo, in occasione degli eventi meteomarini più intensi, riesce a rimuovere i blocchi rocciosi disarticolati portando alla luce le superfici di distacco (coincidenti con i principali piani di fratturazione). Il tratto di costa interessato dai dissesti sopra descritti non è cartografato nel PAI.

Con riferimento alla pericolosità idraulica si rileva che nei limiti del territorio comunale, l'attuale andamento plano-altimetrico della superficie topografica determina l'esistenza di diverse aree depresse chiuse (anche in corrispondenza dell'area urbana) intorno alle quali esiste una rete di drenaggio (la cui presenza e geometria rispondono in parte a fattori naturali ed in parte alle trasformazioni indotte del territorio prodotte dall'uomo).

Oltre a questa rete di drenaggio endoreica esistono anche due reticoli a deflusso esoreico; il Fosso di Pulsano ed il Fosso Le Canne. Il primo ha un bacino idrico molto più esteso del secondo in quanto è stato connesso idraulicamente ad un'ampia porzione di territorio originariamente endoreico attraverso un canale scavato (già riportato nella cartografia IGM del 1946).

La rete idrografica endoreica (e le depressioni intorno a cui si è sviluppata) e quella esoreica costituiscono un sistema geomorfologico attivo la cui dinamica può determinare condizioni di pericolosità geologica. Attraverso tale rete, infatti, si muovono e distribuiscono sul territorio le acque di pioggia (la dinamica idrologica di questa rete idrografica è direttamente determinata dalla piovosità); pertanto, in occasione di eventi particolarmente intensi (precipitazioni brevi e intense o precipitazioni persistenti nel tempo), si potrebbero verificare eventi di allagamento nei limiti delle aree chiuse sottese ai reticoli endoreici e fenomeni di piena in corrispondenza dei tratti terminali (costieri) della rete esoreica⁸.

Il PAI vigente riconosce esclusivamente aree a pericolosità idraulica in corrispondenza del tratto terminale del Fosso Le Canne mentre nella Carta Idrogeomorfologica redatta dall'ex AdB Puglia è riportata parte della rete idrografica esoreica. Anche il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) elaborato dal Distretto idrografico dell'Appennino Meridionale ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e dell'art. 7 comma 8 del D.Lgs 49/2010 (il secondo ciclo del PGRA relativo al quinquennio 2016-2021 è stato adottato dalla Conferenza Istituzionale il 20.12.2019 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 98 del 14.04.2020) non riporta con riferimento al territorio comunale di Pulsano aree a pericolosità idraulica (fluviale o costiera) e definisce per questo territorio un numero di abitanti potenzialmente esposti a rischio alluvione pari a 5.

⁸ Si tenga conto che entrambi i reticoli esoreici sfociano all'interno di baie sabbiose di indubbio interesse turistico e paesaggistico.

7 – CLIMA METEOMARINO

Poiché Pulsano è un comune costiero si è ritenuto opportuno sviluppare lo studio del clima meteo marino. Tale attività è stata condotta utilizzando i dati ondametrici e mareografici presenti nella banca dati di www.idromare.it, sezione dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) che pubblica i dati registrati dalla Rete Ondametrica Nazionale RON e dalla Rete Mareografica Nazionale RMN. In questo modo è stato possibile inquadrare le caratteristiche ondametriche proprie del tratto costiero di interesse. In particolare, sono stati analizzati i dati della boa ondametrica di Crotona nel periodo 1989-2007 e della stazione Mareografica di Taranto nel periodo 1991-2012. Il moto ondoso a cui è sottoposto il paraggio in questione ricade in un settore di traversia grossomodo ampio 137° , compreso fra 127°N e 264°N . Limitatamente a tale settore è stato calcolato l'estensione del fetch a circa 685 miglia nautiche in direzione 169°N .

Il clima ondoso è mostrato in Fig. 7.1. Le mareggiate più frequenti e le più intense provengono da 120°N - 170°N . Le onde con maggiore altezza a largo superano i 5 m ma, dato l'andamento dei fondali, dissipano la loro energia man mano che si avvicinano al litorale. Le mareggiate provenienti dal settore 0° - 30°N hanno una frequenza inferiore rispetto a quelle provenienti da Sud e l'altezza delle onde non supera i 4 m al largo a causa del limitato fetch; queste mareggiate, però, generano spesso fenomeni erosivi lungo i litorali.

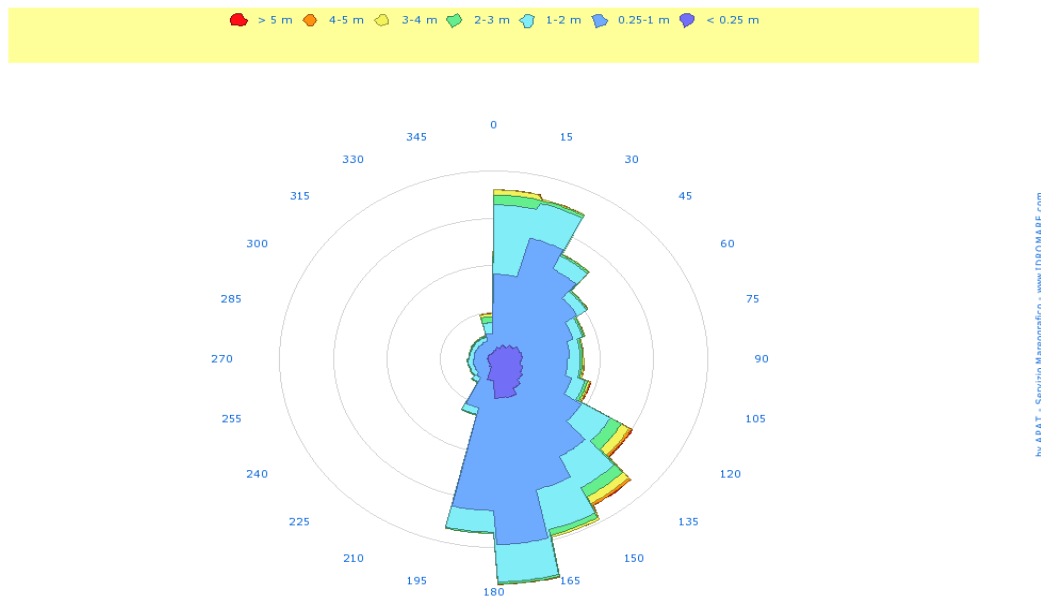


Fig. 7.1 – Il clima ondoso della boa di Crotona nel Periodo 1989-2007 (www.idromare.it)

– Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio Marittimo – Agricoltura

In Fig. 7.2 è riportata l'altezza delle mareggiate in funzione del periodo di picco relativamente alla boa di Crotona nel periodo 1989-2007. Gli eventi estremi che hanno interessato le coste di interesse hanno registrato altezze d'onda di 6,5 m con periodo di 12 m.

Sull'ordinata il parametro Altezza significativa spettrale del moto ondoso (misurata in m),
sull'ascissa il parametro Periodo di picco (misurata in sec)
I rilevamenti sono su base trioraria
Rilevamenti: attesi 52592, mancanti -58943 (-53% attesi), Calme totali (<=0.5): 52576 (47% effettivi)

sec	<=1.5	<=3	<=4.5	<=6	<=7.5	<=9	<=10.5	<=12	<=13.5	<=15	<=16.5	<=18	>18	TOT
m														
>9.5														0
<=9.5														0
<=9														0
<=8.5														0
<=8														0
<=7.5														0
<=7														0
<=6.5								2						2
<=6							6	13	1				1	21
<=5.5							17	24	2					43
<=5						22	109	32	8				1	172
<=4.5						39	148	49	10				1	247
<=4					10	161	278	103	5				1	558
<=3.5					149	411	443	82					2	1087
<=3				3	303	372	339	35					2	1054
<=2.5				125	1035	814	529	34	1			1	4	2543
<=2			5	1343	2822	1758	488	21	2				2	6441
<=1.5		1	708	5844	5216	2364	305	13					6	14457
<=1		467	10469	11807	7155	1589	238	29		2		1	576	32333
<=0.5		7144	20591	13252	5176	1290	314	17	12	11	16	31	4722	52576
TOT	0	7612	31773	32374	21866	8820	3214	454	41	13	16	33	5319	111534

*Fig. 7.2 – Rilevamenti su base trioraria della boa di Crotona nel periodo 1989-2007
(www.idromare.it)*

8 – CARATTERI CLIMATICI

Il Comune di Pulsano ricade in un ambito territoriale che, come tutta l'area costiera tarantina, gode di condizioni climatiche tipiche della regione mediterranea, quindi caratterizzate, in linea di massima, da piovosità ridotta e intervallo di variazioni termiche stagionali contenuto. Rispetto all'area del capoluogo di provincia, in questo settore si registrano comunque precipitazioni medie più elevate. Esso, come tutto il territorio regionale risente in modo evidente dell'andamento orografico. Così i valori di piovosità sono leggermente più elevati man mano che si procede dalla costa verso l'entroterra, mentre le temperature variano di poco fra le aree interne e quelle costiere, certamente influenzate dalla presenza del mare. Analogamente i maggiori valori di umidità si riscontrano lungo la fascia costiera, mentre le aree interne e collinari risentono dei venti dei quadranti settentrionali che tendono a deumidificare le masse d'aria lì persistenti.

L'area di interesse ricade tra la I e la V delle undici zone climatiche in cui è stata suddivisa la Puglia (Fig. 8.1) e la cui geometria e distribuzione è influenzata più dall'orografia che dall'esposizione e dalla distanza dal mare.

8.1 - Regime anemometrico

La stazione meteorologica dalla quale sono stati attinti i dati relativi ai venti è ubicata presso Capo San Vito, in prossimità della costa e proprio da tale località prende il nome. I dati rappresentano una media mensile di circa trenta anni (1930- 1963) in cui sono indicate le frequenze medie mensili in percentuale dedotte da tre osservazioni giornaliere e la velocità del vento in km/h. Le frequenze medie percentuali in funzione della direzione di provenienza sono state rappresentate mediante dei diagrammi a rosa dei venti suddivisi per stagioni; la velocità del vento sempre in funzione della direzione di provenienza è stata rappresentata, invece, mediante degli istogrammi.

I dati mostrano chiaramente che i venti più forti, ma anche i più frequenti sono il Maestrale e la Tramontana soprattutto in Autunno-Inverno, l'Ostro e lo Scirocco maggiormente in Primavera-Estate. Frequente, ma non molto intenso, soprattutto nei mesi più freddi è anche il Grecale mentre il Libeccio è meno frequente ma più intenso di quest'ultimo.

La percentuale delle calme registrate è stata di circa il 10-11% in Autunno-Inverno e leggermente più elevata in Primavera-Estate. Da un esame di dettaglio del dato si può concludere che i venti

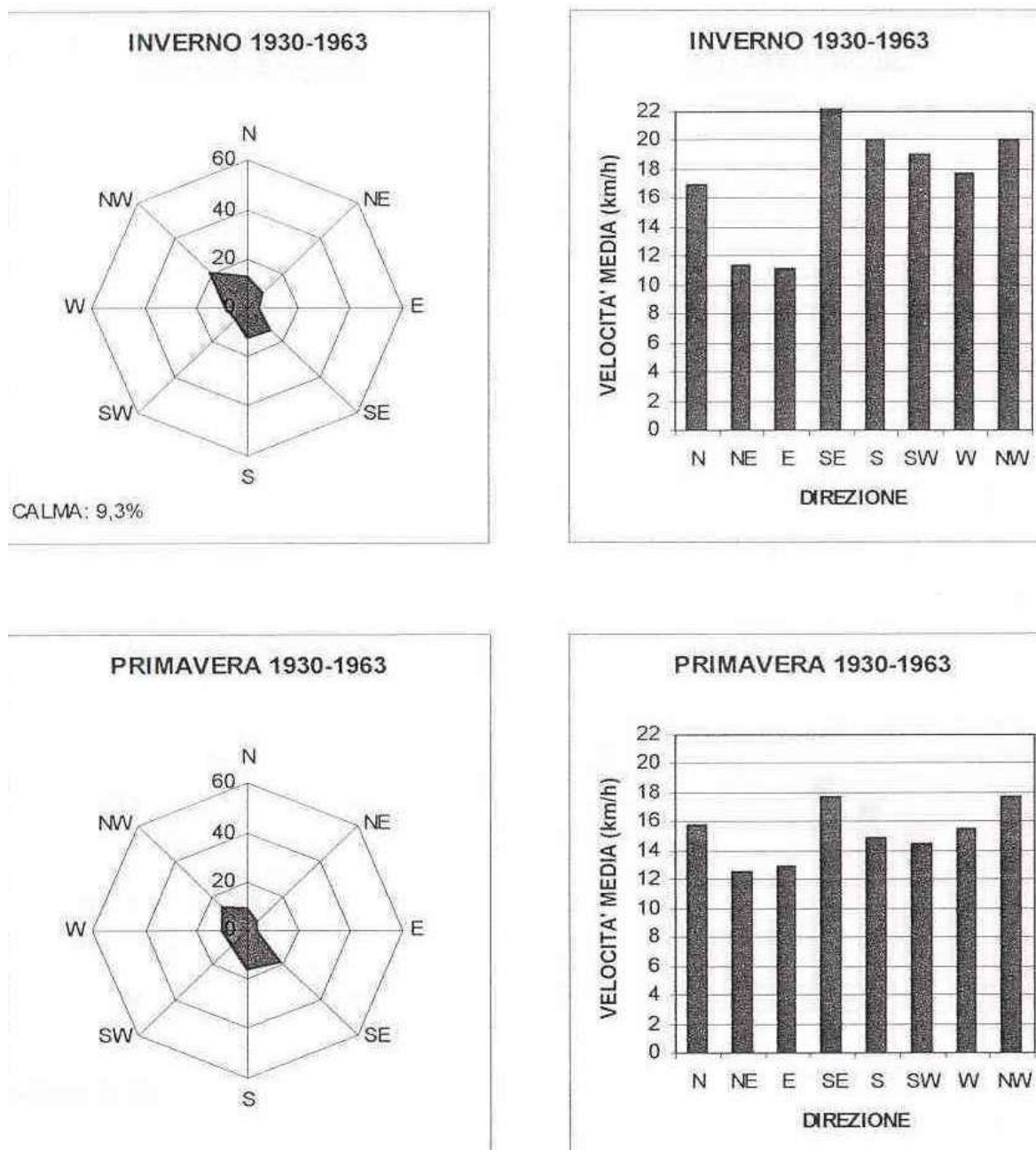


Fig. 8.1.1 – Venti per stagione relativi alla stazione di Capo San Vito – Taranto.

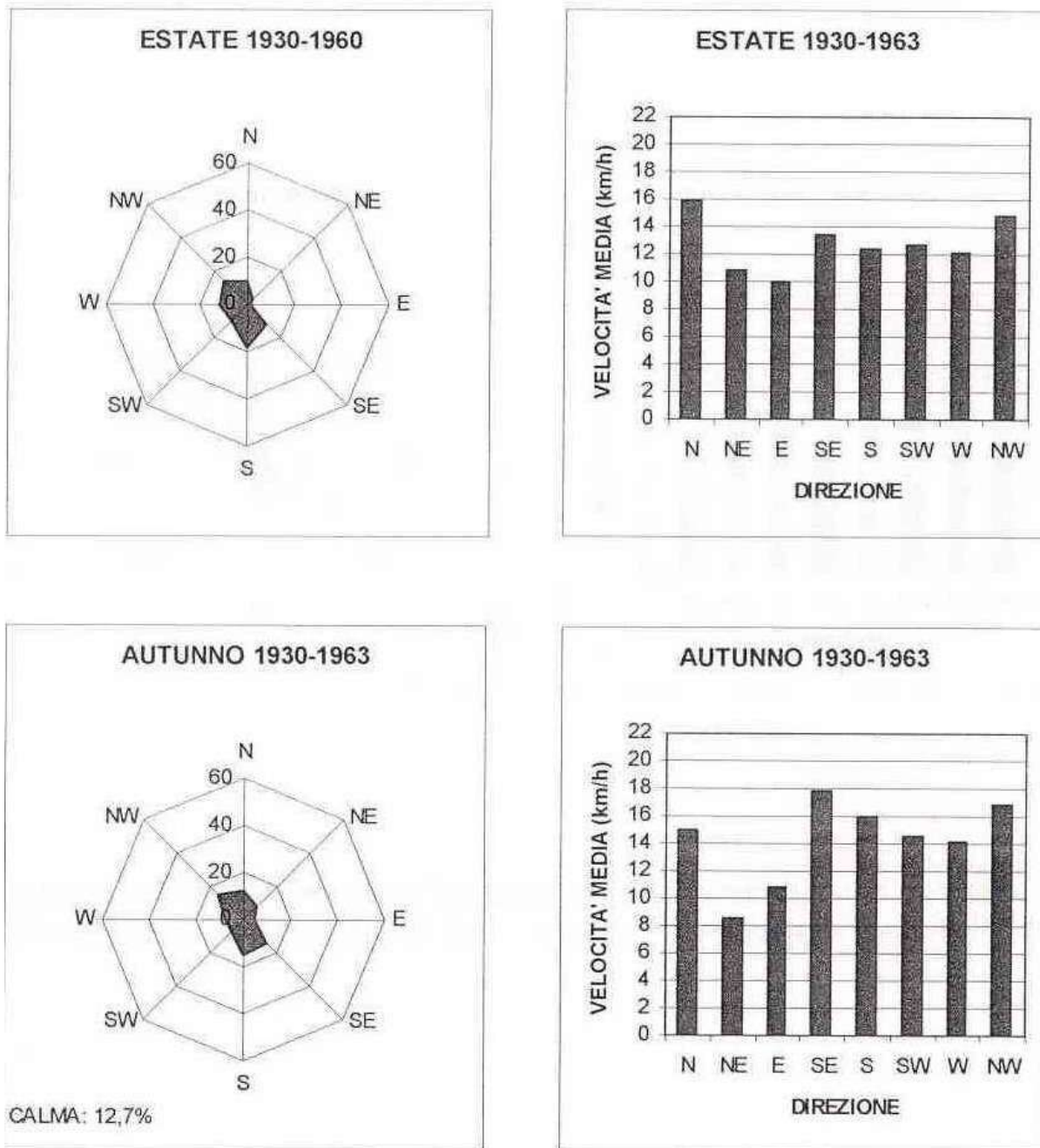


Fig. 8.1.2 – Venti per stagione relativi alla stazione di Capo San Vito – Taranto.

8.2 - Regime termico

Per studiare il regime termico sono stati presi in considerazione i dati relativi alla stazione meteorologica di Manduria (79 m s.l.m.) per il periodo complessivo di 52 anni (1950-2001).

In Tabella 8.2.1 sono riportati i valori medi mensili di temperatura (espressi in °C) nonché le temperature medie massime e medie minime mensili. In Fig. 8.2.2 i valori medi sono stati graficizzati per evidenziarne l'andamento nel corso dell'anno.

L'andamento dei valori medi (Fig. 8.2.2) evidenzia nei mesi più freddi (Dicembre, Gennaio e Febbraio) temperature comprese tra 9 e 10°C, mentre nei periodi estivi (Giugno, Luglio e Agosto) i valori medi di temperatura risultano essere sostanzialmente più maggiori oscillando fra i 22°C e i 25°C.

Il valore medio della temperatura annua si aggira intorno a 16,7 °C; le temperature medie minime assumono valori intorno 5° in gennaio mentre i valori medi massimi raggiungono 31 °C in pieno periodo estivo (luglio e agosto).

ANNO	Gennaio			Febbraio			Marzo			Aprile			Maggio			Giugno			Luglio			Agosto			Settembre			Ottobre			Novembre			Dicembre			Anno		
	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med	max	min	med
1950	11,7	5,3	8,5	15,5	6,7	11,1	17,9	7,7	12,8	20,8	9,6	15,2	20,7	11,7	19,2	32,6	19,2	25,9	34,6	23,3	29,0	32,4	22,9	27,7	27,5	17,7	22,6	23,0	12,6	17,8	17,0	5,6	11,3	14,4	4,6	9,5	22,8	12,2	17,3
1951	12,7	7,6	10,2	14,1	8,9	11,5	15,4	7,7	11,6	18,9	9,7	14,3	23,9	14,8	19,4	29,6	19,6	24,6	31,2	21,3	26,3	31,8	22,1	27,6	28,2	19,4	23,8	20,2	12,8	16,5	18,3	11,4	14,9	14,0	6,5	10,3	21,5	13,5	17,5
1952	12,1	4,6	8,4	11,3	5,0	8,2	15,1	7,9	11,5	22,0	11,3	16,7	25,4	13,0	18,3	36,7	19,1	24,9	35,2	21,4	27,3	34,5	22,8	28,7	28,9	19,3	24,1	22,5	14,4	18,5	16,0	8,9	12,5	13,9	7,9	10,9	22,0	13,0	17,5
1953	10,4	3,9	7,3	12,8	3,9	8,4	14,8	4,5	9,7	20,3	10,5	15,4	23,9	13,6	18,8	28,6	18,6	25,6	32,2	21,4	27,4	30,0	20,3	25,6	28,2	18,1	23,2	22,4	15,3	18,9	16,0	8,3	12,3	14,2	6,5	10,4	21,3	12,1	16,7
1954	10,9	3,2	7,1	11,4	4,2	8,1	15,6	9,0	12,3	18,0	9,1	13,6	21,6	12,3	17,0	30,6	19,1	24,9	31,6	19,6	25,6	33,7	20,6	27,2	29,2	18,2	24,1	22,2	12,6	17,4	15,6	9,2	12,4	13,7	6,9	10,3	21,3	12,0	16,6
1955	14,0	8,4	11,2	15,4	8,0	11,7	14,9	8,5	10,7	17,3	7,1	12,2	25,8	13,7	19,8	29,1	16,8	23,0	32,0	20,1	26,1	28,9	17,9	23,6	26,3	15,9	21,1	21,8	13,3	17,6	16,8	9,3	13,1	15,4	6,7	11,1	21,5	11,9	16,7
1956	13,2	4,6	8,9	9,2	2,3	5,8	10,3	9,1	9,2	18,1	8,9	13,5	23,8	11,8	17,8	27,1	15,6	21,4	32,4	18,8	25,6	33,6	21,1	27,4	29,2	17,3	23,3	21,5	11,5	16,5	17,4	9,1	13,3	13,1	5,3	9,2	21,0	11,0	16,0
1957	11,8	3,9	7,9	15,5	8,8	11,2	16,3	6,4	11,4	19,4	9,9	14,7	22,3	11,9	17,1	25,5	19,1	24,3	31,9	20,9	26,4	32,4	19,7	26,1	27,5	16,4	21,9	21,3	14,8	18,1	17,2	9,8	13,5	12,1	5,2	8,7	21,4	12,1	16,7
1958	11,8	4,4	8,1	14,7	6,6	10,7	13,7	5,8	9,8	16,5	8,3	12,4	22,9	14,2	20,1	27,5	14,8	22,1	33,1	20,6	26,9	32,6	21,6	27,1	26,7	16,7	21,7	22,3	13,4	17,9	17,6	10,9	14,5	15,5	8,8	12,2	21,5	12,3	16,9
1959	11,9	3,3	7,6	13,2	3,9	8,6	16,7	8,9	12,8	17,7	9,1	13,4	23,0	12,4	17,7	27,0	14,3	21,7	30,6	20,8	25,3	31,9	20,8	26,4	25,6	16,2	20,9	20,1	11,2	15,7	16,4	9,5	13,0	14,9	7,7	11,3	20,8	11,6	16,2
1960	12,4	6,0	9,2	14,3	7,1	10,7	15,2	8,4	11,8	18,7	9,6	14,2	22,2	13,4	17,8	27,5	17,5	22,5	29,9	19,2	24,6	32,7	20,7	26,7	25,7	17,2	21,5	22,9	9,0	16,0	18,8	10,8	14,8	15,2	8,8	12,0	21,3	12,3	16,8
1961	12,5	5,8	9,2	13,8	5,0	9,0	16,7	7,6	12,2	21,3	11,1	16,7	23,1	13,2	18,2	28,9	18,4	23,7	30,7	20,4	25,6	31,2	20,8	25,6	2,3	17,7	10,0	22,3	12,5	17,9	17,8	11,5	14,7	14,0	7,2	10,6	19,5	12,7	16,1
1962	13,2	6,4	9,8	13,2	4,2	8,2	13,8	6,5	10,2	19,6	10,0	14,8	23,7	13,3	18,5	27,5	17,3	22,4	31,9	20,9	26,0	33,8	21,8	27,8	28,3	18,3	23,3	22,2	15,1	18,7	17,3	11,1	14,2	12,3	5,5	8,9	21,3	12,5	16,9
1963	10,2	4,2	7,2	12,0	5,0	8,5	13,9	6,0	10,0	18,7	10,2	14,5	23,2	12,9	18,1	27,8	17,9	22,9	31,6	21,4	26,5	31,9	20,3	26,1	28,2	18,1	23,2	20,6	13,5	17,1	19,0	11,9	15,5	14,7	9,0	11,9	21,0	12,5	16,8
1964	11,6	3,9	7,8	13,0	5,4	9,2	15,1	8,9	12,0	18,6	9,7	14,2	23,9	13,7	18,8	28,5	18,0	23,3	29,8	14,2	22,1	29,6	19,7	24,7	26,3	16,4	21,4	21,2	13,7	17,5	16,6	10,3	13,5	13,9	7,7	10,8	20,7	11,8	16,2
1965	12,4	5,7	9,1	10,3	2,8	6,6	15,3	7,0	11,2	17,7	9,6	13,7	22,1	12,6	17,4	29,5	18,0	23,8	32,9	20,9	26,9	32,1	19,2	24,2	24,5	17,7	22,1	22,8	12,7	17,8	19,0	9,8	14,4	15,0	7,2	11,1	21,1	11,9	16,5
1966	11,6	3,6	7,6	16,0	7,7	11,9	14,8	6,6	10,7	20,3	11,0	13,7	23,5	13,4	18,5	28,5	18,1	23,3	31,3	20,6	25,7	32,5	21,6	26,8	27,9	17,6	22,8	24,3	15,4	19,9	17,1	6,0	12,6	12,0	6,0	9,0	21,7	12,4	17,0
1967	12,1	3,6	7,9	12,8	5,0	8,9	16,4	8,0	12,2	18,2	9,1	13,7	25,1	13,8	19,5	27,5	16,0	21,8	32,7	21,3	27,0	31,9	20,2	26,1	28,3	17,5	22,9	24,8	14,8	19,8	18,7	10,1	14,4	13,6	6,0	9,8	21,8	12,1	17,0
1968	11,2	2,6	6,9	14,7	7,7	11,2	15,8	6,6	11,2	21,8	11,3	16,5	23,5	15,5	20,5	27,5	17,4	22,5	31,5	20,4	26,0	29,2	18,8	24,6	26,5	17,4	22,0	23,2	13,0	18,1	17,5	10,4	14,0	17,3	7,5	10,5	21,5	12,3	16,9
1969	12,3	5,1	8,7	13,9	6,1	10,0	15,4	7,7	11,6	19,0	9,3	14,2	26,2	15,6	20,9	27,6	14,9	22,3	29,7	18,8	24,3	30,9	19,5	25,2	27,2	18,3	22,8	24,2	13,1	18,7	20,7	11,3	16,0	13,6	5,2	9,4	21,7	12,2	17,0
1970	14,9	6,6	10,8	14,3	5,6	10,0	16,2	7,0	11,6	20,5	9,7	15,1	22,6	11,2	16,9	29,7	18,2	24,0	32,0	20,5	26,3	32,8	20,7	26,8	29,0	17,9	23,5	22,6	12,1	17,4	19,1	9,3	14,2	15,3	6,3	10,8	22,4	12,1	17,3
1971	15,8	7,5	11,7	14,3	5,3	9,8	14,7	5,3	10,0	21,3	10,4	15,8	26,9	14,8	20,9	28,3	17,9	23,1	29,3	19,6	24,5	32,2	21,5	26,9	33,6	15,5	19,6	20,0	11,4	15,7	15,5	7,9	11,7	13,6	6,3	10,0	21,3	12,0	16,6
1972	12,8	7,4	10,1	13,5	8,2	10,9	16,7	8,9	12,8	18,6	11,5	15,1	23,3	14,0	18,7	28,7	18,8	23,8	29,5	20,0	24,8	29,2	19,9	24,6	24,2	16,3	20,3	17,4	10,8	14,1	16,8	9,4	13,1	13,3	7,0	10,2	20,3	12,7	16,5
1973	12,4	7,4	9,9	12,5	6,0	9,3	12,6	5,5	9,1	16,1	8,2	12,3	23,5	13,9	19,7	26,6	17,2	21,9	30,8	24,4	25,6	30,0	19,7	24,9	27,3	18,7	23,0	22,0	14,2	18,3	16,6	7,7	12,2	12,9	6,5	9,7	20,4	12,1	16,3
1974	13,2	5,9	9,6	14,1	8,9	10,5	15,7	7,4	11,6	16,7	9,3	13,0	22,0	13,0	17,5	26,5	17,5	22,0	31,4	19,6	22,5	31,5	21,2	26,4	28,9	18,1	22,5	20,1	11,1	15,6	16,4	8,0	12,2	13,8	5,8	9,8	20,7	12,0	16,3
1975	12,7	4,1	8,4	12,0	3,9	8,0	-	-	-	18,7	9,5	14,1	23,7	14,4	19,1	27,2	15,0	21,1	30,4	19,8	25,1	32,3	20,9	24,7	29,2	19,1	24,2	21,8	12,3	17,6	16,3	12,8	14,6	14,0	7,0	10,5	-	-	-
1976	12,6	4,2	8,4	13,1	5,9	9,5	13,9	6,1	10,0	17,4	9,0	13,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1977	13,2	7,5	10,4	14,4	8,9	11,7	16,8	9,5	13,2	17,4	9,9	13,7	22,6	14,5	18,6	26,3	17,1	21,7	28,7	20,1	24,4	28,5	19,1	23,8	23,5	15,8	19,7	21,1	13,5	17,3	17,4	10,9	14,2	13,1	6,8	10,0	20,3	12,8	16,5
1978	12,5	6,9	9,7	13,2	7,7	10,5	15,5	8,5	12,0	16,7	10,4	13,6	20,9	12,9	16,9	26,9	17,7	22,3	28,3	18,9	23,6	29,7	20,5	25,1	23,9	16,1	20,0	19,4	13,7	16,6	15,5	8,5	11,9	15,0	9,6	12,3	19,8	12,6	16,2
1979	11,8	3,8	8,8	13,1	8,0	10,6	13,8	8,9	12,4	16,4	9,6	13,0	22,2	13,7	18,0	26,5	17,6	22,1	27,6	19,3	22,5	28,9	18,4	22,7	25,1	16,1	20,6	20,2	13,9	17,1	15,0	9,7	12,4	14,1	7,7	10,9	19,6	12,4	16,0
1980	10,0	5,0	7,9	11,9	5,6	8,8	14,3	7,7	11,0	15,7	7,9	11,8	18,9	12,0	15,5	19,8	19,9	24,8	29,9	16,8	23,8	30,8	20,8	25,4	26,2	17,2	21,7	20,8	13,9	17,4	16,5	10,9	13,7	12,1	5,8	9,0	19,2	11,9	15,5
1981	10,4	4,8	7,6	12,2	5,8	9,0	17,1	9,4	13,3	19,8	11,4	15,6	21,9	13,5	17,7	28,2	18,9	23,6	27,5	18,9	23,2	29,4	20,3	24,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982	14,2	8,1	11,2	12,5	6,6	9,6	14,7	8,4	11,6	17,8	10,8	14,3	22,4	15,1	19,3	29,0	19,6	24,3	29,8	20,6	25,2	30,0	21,0	25,5	28,5	19,6													

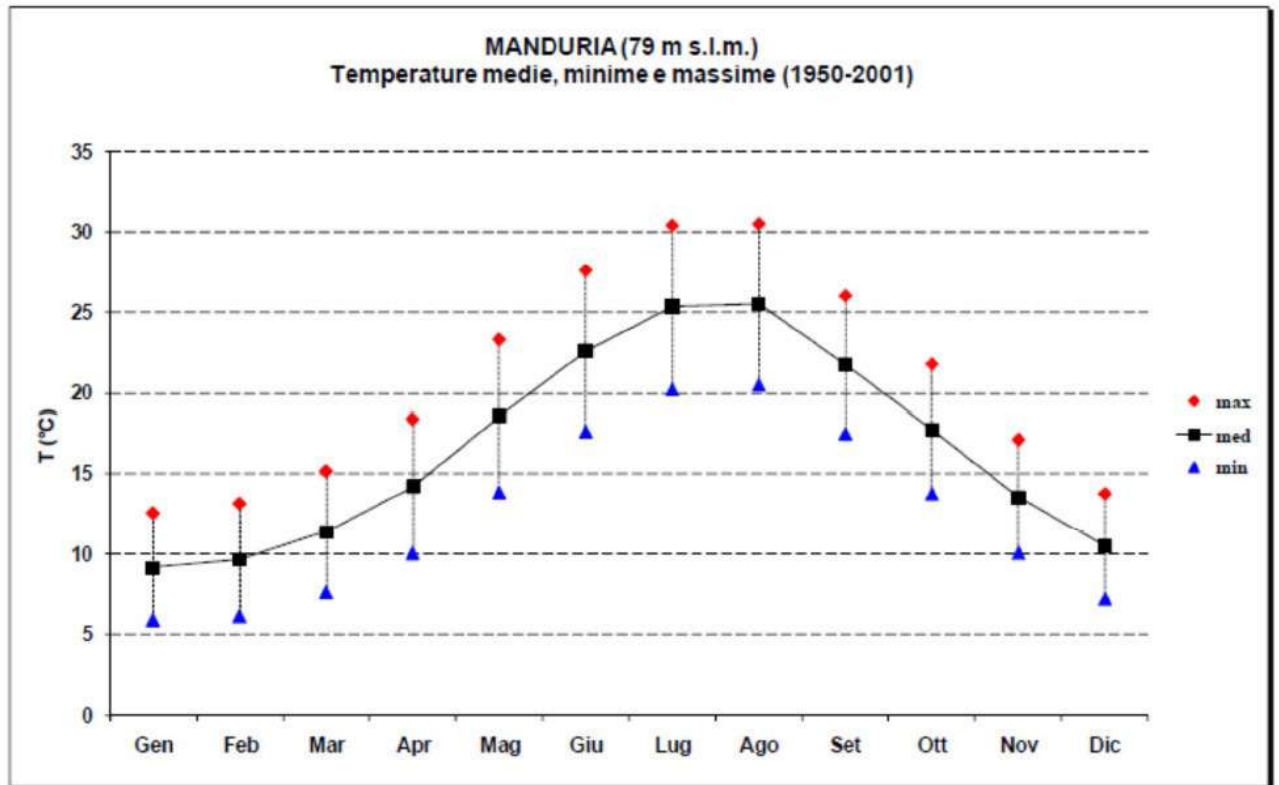


Fig. 8.2.2 – Andamento annuale delle temperature medie, minime e massime registrate nella stazione meteorologica di Manduria.

8.3 - Regime pluviometrico

Per l'analisi dei dati pluviometrici mensili ed annuali ci si è riferiti alla stazione pluviometrica di Manduria (79 m s.l.m.), distante circa 20 km dall'abitato di Pulsano. Questi si riferiscono ad un intervallo di tempo di 51 anni (1950-2000). Nella Tab. 8.3.1 sono riportati i valori mensili e annuali relativi alla quantità di pioggia caduta (mm) ed ai corrispondenti giorni di precipitazione.

L'analisi dei valori riportati in tabella e delle relative elaborazioni statistiche, evidenzia quanto segue:

- il mese che in media presenta il maggior quantitativo di pioggia è novembre (83,8 mm), seguito da dicembre (77,2 mm) e da ottobre (69,5mm);
- il mese che in media presenta il maggior numero di giorni piovosi è dicembre (8,2 gg), seguito da gennaio (7,7 gg) e da novembre (7,4 gg);

- il mese che in media presenta il minimo di piovosità, espresso come millimetri di pioggia, è giugno (21,2 mm in 2,7 gg), seguito da luglio (26,1 mm in 2,5 gg) ed infine da agosto (27,1 mm in 2,5 gg);
- sulla base del cinquantennio di osservazione considerato, si rileva che il livello medio annuo delle precipitazioni risulta pari a 616,6±151,6 mm con mediamente 65,7±11,4 giorni di pioggia per anno. I valori minimi e massimi assoluti di piovosità annua registrati nel periodo considerato vanno da 267 mm a 1053 mm di pioggia, variando tra i 40 ed i 99 giorni piovosi per anno.

ANNO	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre		Anno	
	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi
1950	25	2	27	2	19	3	17	3	38	7	32	1	0	0	12	1	16	2	40	3	44	4	114	12	384	40
1951	126	12	59	8	55	5	17	6	23	4	3	1	39	4	14	2	71	6	101	12	106	5	64	4	678	69
1952	87	7	37	9	41	3	9	2	14	6	0	0	71	6	0	0	26	4	42	2	91	13	132	9	350	61
1953	65	9	25	6	2	1	24	4	44	5	19	4	13	2	43	1	13	3	84	13	60	7	194	7	586	62
1954	107	11	127	11	167	13	41	4	71	9	24	2	57	2	0	0	6	2	76	6	84	12	44	6	804	78
1955	106	13	34	6	58	9	59	3	0	0	28	2	19	3	70	4	98	9	100	11	78	5	20	3	670	70
1956	15	5	352	17	45	7	21	6	32	2	12	6	5	1	0	0	57	3	33	2	131	8	95	8	688	65
1957	156	11	1	1	51	5	10	3	18	4	0	0	11	1	30	3	29	4	137	9	102	10	89	12	634	63
1958	55	7	2	1	75	9	55	8	31	7	26	2	2	1	6	1	70	4	27	4	219	12	41	7	669	63
1959	54	6	0	0	43	6	100	7	74	9	33	4	24	4	48	4	38	4	34	5	108	10	38	5	594	64
1960	80	6	195	5	127	9	94	10	16	5	22	1	19	3	0	0	12	5	46	6	69	5	104	10	784	65
1961	117	11	25	6	11	3	27	6	30	3	2	1	9	1	8	1	0	0	139	5	50	8	49	5	467	50
1962	27	7	35	6	107	9	48	7	18	2	6	1	28	4	1	0	18	3	45	7	131	9	103	14	567	69
1963	48	9	78	11	67	6	31	8	81	8	54	7	83	3	28	2	60	4	195	9	47	4	113	10	687	83
1964	54	5	54	6	92	12	23	5	32	8	39	5	12	3	7	4	36	4	117	13	153	7	87	11	696	81
1965	77	11	49	6	28	4	10	4	7	2	1	0	9	0	95	4	62	7	15	2	46	7	82	6	472	33
1966	146	14	12	3	86	10	45	5	58	8	6	0	48	5	12	1	116	6	62	7	109	12	56	10	757	81
1967	49	12	36	4	27	3	42	8	29	3	27	3	71	6	65	3	95	5	47	4	36	5	116	11	640	67
1968	69	8	46	7	27	4	8	3	67	5	73	9	1	1	29	3	6	2	154	12	162	14	162	14	638	71
1969	64	7	46	11	160	15	25	4	21	3	35	7	20	4	70	5	159	8	30	4	42	4	139	20	811	92
1970	127	11	24	6	89	9	5	2	49	6	5	1	3	2	5	2	85	6	147	7	23	4	55	9	617	65
1971	97	8	67	8	84	12	44	7	32	3	2	2	15	3	1	1	132	8	4	2	36	9	24	3	544	67
1972	181	15	145	15	26	5	35	8	25	4	1	0	154	7	58	3	143	7	208	11	7	2	70	5	1053	82
1973	113	12	94	13	136	11	53	8	10	1	50	4	3	2	85	5	78	5	31	6	23	3	48	6	726	76
1974	73	8	100	10	24	7	114	12	37	4	6	1	1	0	0	0	85	4	75	10	62	8	96	6	688	73
1975	19	2	95	8	48	7	11	3	16	4	14	4	22	2	10	4	169	10	108	10	108	10	131	7	645	61
1976	35	5	81	8	107	8	34	7	66	6	46	3	41	6	31	6	4	2	79	7	260	4	41	10	819	74
1977	41	5	72	4	9	2	46	3	10	2	46	3	0	0	14	2	60	6	7	3	74	6	54	6	433	42
1978	100	12	58	8	46	10	58	7	36	7	1	1	0	0	23	2	68	7	99	7	1	1	40	11	536	73
1979	63	9	70	12	35	5	89	5	4	2	41	4	0	0	110	4	11	3	72	6	182	10	26	6	701	66
1980	138	13	5	3	155	9	10	2	96	10	27	3	1	1	19	2	74	3	64	6	72	9	70	7	723	68
1981	53	6	81	11	15	3	12	2	9	3	7	2	12	2	89	4	33	7	30	3	28	6	69	11	379	62
1982	10	4	76	9	145	12	38	6	13	2	10	1	31	2	10	2	16	4	68	7	114	6	72	7	603	62
1983	11	2	16	7	40	3	3	2	6	2	122	9	52	4	37	3	45	6	68	6	62	9	133	12	601	65
1984	35	9	124	10	38	10	66	7	18	3	0	0	3	1	59	6	14	4	74	6	59	9	115	11	399	76
1985	77	11	20	3	51	11	35	3	28	4	1	0	3	1	1	0	1	1	85	9	98	11	10	1	410	55
1986	46	6	94	13	111	10	5	2	11	3	15	2	157	6	4	1	64	3	28	6	25	4	6	3	500	61
1987	36	6	44	7	135	15	22	3	51	9	6	2	2	1	0	0	49	3	82	7	102	12	30	7	650	72
1988	71	9	46	7	59	10	45	4	25	2	42	5	0	0	0	0	72	4	79	6	27	7	45	6	511	60
1989	20	3	2	0	13	2	46	7	11	5	20	9	18	4	3	1	17	4	43	5	7	4	23	2	267	19
1990	16	2	13	4	17	1	40	7	19	5	0	0	0	0	83	4	19	1	22	4	140	8	115	13	484	49
1991	31	5	97	6	30	6	151	10	15	4	7	2	42	5	2	1	30	6	39	2	44	6	35	4	323	57
1992	21	4	36	1	39	4	127	11	9	3	34	6	45	5	0	0	14	4	59	4	14	2	77	7	475	51
1993	28	3	25	7	138	11	18	5	66	7	0	0	8	1	2	1	32	6	119	5	167	14	70	9	672	69
1994	118	10	96	10	3	1	52	7	31	5	2	1	59	3	8	2	7	1	16	3	62	-	89	-	340	-
1995	52	6	22	5	63	6	36	5	24	4	2	1	46	4	114	15	26	5	2	1	70	11	222	12	695	75
1996	137	12	184	10	145	11	53	9	23	6	17	4	17	1	20	4	96	10	150	10	85	6	95	12	1019	95
1997	67	4	13	2	21	3	32	8	2	1	32	4	8	1	12	4	80	3	162	12	122	9	68	8	560	59
1998	65	7	78	6	49	8	19	2	69	6	1	0	19	1	23	4	36	4	12	7	139	7	73	9	593	61
1999	93	8	14	6	27	4	42	8	2	1	45	6	43	4	43	3	63	4	27	4	44	7	47	6	487	61
2000	5	1	59	7	38	3	40	4	20	6	21	2	0	0	0	0	26	3	95	9	48	8	14	6	411	51
MEDIA	61,6	7,7	66,6	6,9	62,4	7,9	41,2	5,6	39,1	4,5	21,2	1,7	26,1	1,5	27,1	1,5	47,9	4,3	63,3	6,3	43,8	7,4	77,2	8,2	616,6	65,7
Dev.st.	42,6	3,6	32,3	3,8	46,6	3,8	32,6	2,6	22,8	2,4	23,2	1,5	33,6	2,0	29,9	1,5	38,9	2,1	49,3	3,1	37,4	3,1	43,3	3,6	212,6	11,4

Tab. 8.3.1 – Precipitazioni medie mensili e numero di giorni piovosi registrati dalla stazione meteorologica di Manduria (79 m s.l.m.) per il periodo 1950-2000

Nella Fig. 8.3.2 sono graficizzati i valori medi mensili di piovosità rispettivamente espressi come millimetri di pioggia e come numero di giorni piovosi, evidenziandone l'andamento medio nel corso dell'anno.

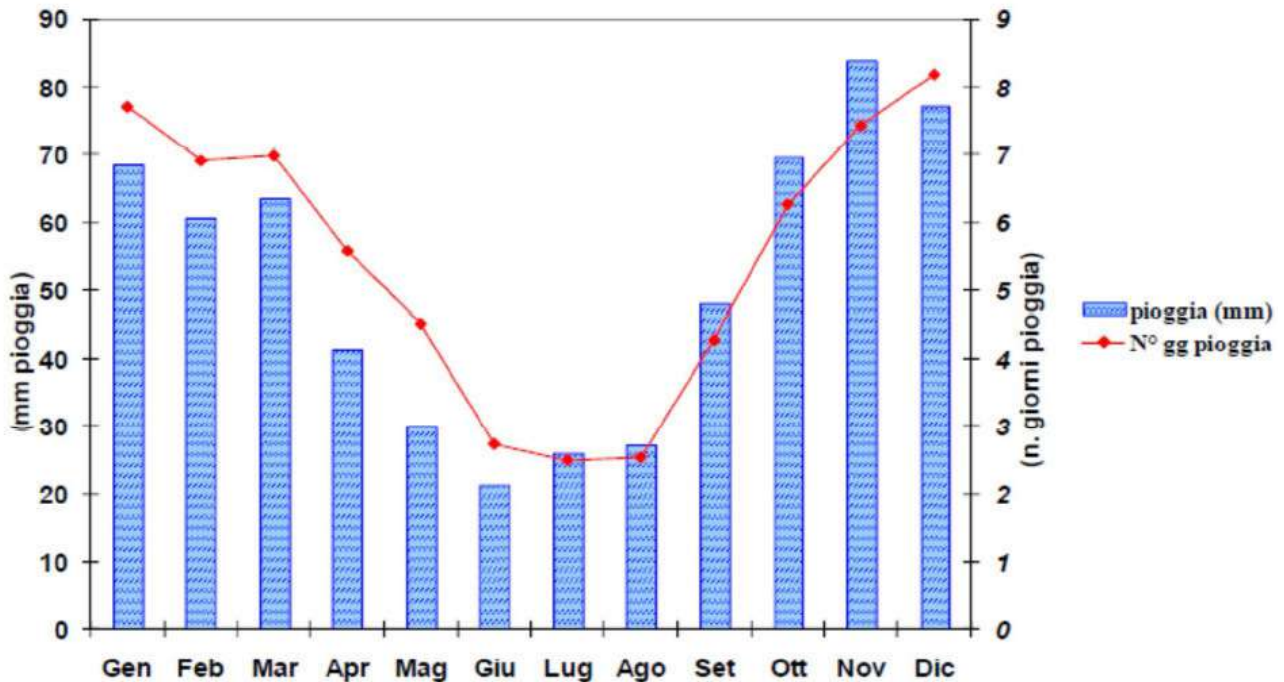


Fig. 8.3.2 – Andamento medio annuale della piovosità nella stazione meteorologica di Manduria.

In Tab 8.3.3 si riportano, in ultimo, i dati relativi alle precipitazioni di massima intensità e alle precipitazioni intense registrate per intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive e relativi al periodo 1962÷2000. Si ha così modo di rilevare come la precipitazione di massima intensità registrata nel suddetto periodo abbia raggiunto i 16,8 mm in 5'(18/6/1988), mentre quella in più ore consecutive abbia fatto registrare valori massimi pari a 66,6 mm nella prima ora (9/11/1962), a valori compresi tra 93,2 e 110,8 mm rispettivamente nelle prime 3, 6 e 12 ore consecutive (3/10/1972) ed infine un valore massimo di 122,2 mm in 24 ore consecutive di pioggia, secondo quanto registrato dal pluviografo in data 17/8/1995.

In conclusione si rileva che i dati medi a scala regionale esprimono per tutta l'area tarantina una certa variabilità delle precipitazioni a scala pluriennale, che si manifesta con periodi di deficit che si protraggono per più anni, anche nei mesi autunnali ed invernali, cui si contrappongono eventi eccezionali che possono comportare la caduta anche di centinaia di millimetri di pioggia in

intervalli temporali ridotti sia nel corso dei mesi autunno-invernali che primaverili-estivi (come accade, apparentemente con maggiore frequenza, nel corso degli ultimi anni).

N°	ANNO	Max intensità			1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
		mm	data	minuti	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
1	1962	62,6	09/11/1962	40	66,6	09/11/1962	72,0	09/11/1962	72,2	09/11/1962	76,2	08/11/1962	79,2	08/11/1962
2	1963	48,0	04/10/1963	40	52,0	04/10/1963	56,2	04/10/1963	56,6	04/10/1963	67,0	04/10/1963	87,8	09/10/1963
3	1964	27,2	05/10/1964	15	30,8	05/10/1964	30,8	05/10/1964	42,2	01/11/1964	59,2	11/11/1964	73,0	11/11/1964
4	1965	35,0	19/08/1965	20	37,8	19/08/1965	53,0	20/08/1965	53,2	20/08/1965	53,2	20/08/1965	54,0	20/08/1965
5	1966	15,2	04/11/1966	15	32,2	04/11/1966	34,4	04/11/1966	39,6	04/11/1966	39,8	04/11/1966	42,0	04/11/1966
6	1967	21,2	15/09/1967	15	30,2	21/08/1967	54,4	15/09/1967	56,4	15/09/1967	73,0	15/09/1967	73,0	15/09/1967
7	1968	13,4	16/06/1968	10	18,6	10/06/1968	25,6	09/11/1968	38,6	09/11/1968	39,0	09/11/1968	41,0	09/11/1968
8	1969	14,8	05/09/1969	10	35,0	11/09/1969	42,4	11/09/1969	48,4	11/09/1969	81,0	11/09/1969	101,8	11/09/1969
9	1970	18,8	18/09/1970	15	37,0	17/09/1970	40,0	17/09/1970	50,2	12/01/1970	60,6	17/10/1970	87,4	17/10/1970
10	1972	-	-	-	60,2	25/09/1972	92,2	03/10/1972	96,6	03/10/1972	110,8	03/10/1972	117,4	02/10/1972
11	1973	27,2	03/08/1973	30	34,2	03/08/1973	37,0	03/08/1973	41,6	30/03/1973	56,0	30/03/1973	67,6	30/03/1973
12	1974	24,2	22/02/1974	40	30,0	22/02/1974	39,8	22/02/1974	46,0	31/12/1974	69,0	31/12/1974	79,4	30/12/1974
13	1975	17,0	06/06/1975	20	28,6	16/10/1975	45,8	13/10/1975	60,0	16/10/1975	64,6	16/10/1975	68,4	02/12/1975
14	1976	14,6	06/07/1976	15	17,0	06/07/1976	33,8	14/03/1976	42,0	14/03/1976	51,2	18/11/1976	82,0	18/11/1976
15	1977	21,4	01/09/1977	30	35,0	26/11/1977	45,0	26/11/1977	45,4	26/11/1977	45,4	26/11/1977	45,6	26/11/1977
16	1978	29,0	07/09/1978	20	27,8	07/09/1978	32,8	07/09/1978	33,0	07/09/1978	46,2	07/09/1978	46,2	07/09/1978
17	1979	48,0	17/08/1979	50	49,0	17/08/1979	52,2	17/08/1979	52,2	17/08/1979	52,2	17/08/1979	63,4	03/11/1979
18	1980	51,8	25/09/1980	30	51,8	25/09/1980	51,8	25/09/1980	51,8	25/09/1980	62,2	15/03/1980	67,6	06/03/1980
19	1981	9,4	28/09/1981	20	12,6	06/09/1981	15,6	13/01/1981	18,2	25/02/1981	22,2	26/02/1981	33,2	25/02/1981
20	1982	-	-	-	-	-	-	-	48,4	28/11/1982	58,6	28/11/1982	78,4	28/11/1982
21	1984	15,2	15/08/1984	15	23,8	26/02/1984	32,8	26/02/1984	41,8	01/10/1984	41,8	01/10/1984	41,8	01/10/1984
22	1986	51,4	03/07/1986	30	59,6	03/07/1986	82,2	03/07/1986	82,2	03/07/1986	82,2	03/07/1986	82,2	03/07/1986
23	1987	-	-	-	-	-	-	-	31,6	15/11/1987	45,4	15/11/1987	56,4	15/11/1987
24	1988	16,8	19/06/1988	5	30,0	21/09/1988	36,8	21/09/1988	53,4	21/10/1988	54,6	21/10/1988	55,2	21/10/1988
25	1989	12,8	01/06/1989	10	20,6	01/06/1989	20,6	01/06/1989	21,0	01/06/1989	21,0	01/06/1989	23,4	31/05/1989
26	1990	13,6	08/08/1990	10	29,6	08/08/1990	42,0	08/08/1990	42,0	08/08/1990	42,0	08/08/1990	49,4	14/11/1990
27	1991	-	-	-	-	-	-	-	42,0	12/02/1991	66,6	12/02/1991	70,8	12/02/1991
28	1992	8,6	13/06/1992	5	20,0	14/02/1992	27,4	14/10/1992	41,2	08/12/1992	-	-	-	-
29	1993	11,0	03/10/1993	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	1993	20,4	03/10/1993	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	1993	25,6	03/10/1993	30	38,0	03/10/1993	43,0	03/10/1993	43,0	03/10/1993	51,0	02/11/1993	85,6	03/10/1993
32	1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	1995	27,0	30/07/1995	15	35,2	30/07/1995	40,8	30/07/1995	43,0	17/08/1995	62,2	17/08/1995	122,2	17/08/1995
34	1995	30,4	30/07/1995	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	1996	28,0	18/09/1996	15	37,4	18/09/1996	39,8	18/06/1996	68,8	08/10/1996	84,0	07/02/1996	101,2	07/02/1996
36	1996	32,2	18/09/1996	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	1997	6,2	02/06/1997	5	22,6	23/11/1997	50,8	23/11/1997	69,0	23/11/1997	69,2	23/11/1997	77,0	23/11/1997
38	1997	10,6	23/11/1997	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	1997	15,8	23/11/1997	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	1998	4,6	15/07/1998	5	14,6	15/07/1998	24,2	22/11/1998	29,0	22/11/1998	43,4	22/11/1998	76,0	22/11/1998
41	1998	10,2	15/07/1998	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	1998	13,6	21/08/1998	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	1999	9,0	05/09/1999	5	27,8	30/07/1999	29,4	30/07/1999	29,4	30/07/1999	44,4	02/01/1999	52,2	02/01/1999
44	1999	21,6	17/06/1999	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	1999	22,4	17/06/1999	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	2000	7,0	02/05/2000	5	15,2	02/05/2000	16,6	02/05/2000	20,8	10/04/2000	29,2	10/04/2000	33,8	10/02/2000
47	2000	11,0	02/05/2000	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	2000	14,4	02/05/2000	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MED		21,8			33,2		41,9		48,3		57,0		68,2	
MIN		13,6	21/08/1998	30	22,6	06/09/1981	15,6	13/01/1981	18,2	25/02/1981	21,0	01/06/1989	23,4	31/05/1989
MAX		16,8	19/06/1988	5	66,6	09/11/1962	92,2	03/10/1972	96,6	03/10/1972	110,8	03/10/1972	122,2	17/08/1995

Tab. 8.3.3 - Precipitazioni di massima intensità registrate per intervalli di ore consecutive dalla stazione meteorologica di Manduria (79 m s.l.m.) nel periodo 1962-2000. I riquadri ombreggiati indicano gli eventi di maggiore intensità assoluta

8.4 – Umidità relativa

Per quanto riguarda questo parametro, sono disponibili solo i dati relativi alla stazione meteorologica di Talsano per il periodo di tempo 1973-1998.

L'umidità media relativa rappresenta la percentuale di vapore acqueo presente rispetto al valore di saturazione a determinate condizioni di temperatura e pressione. Dai valori medi mensili di circa 25 anni si osserva che i periodi più umidi sono quelli invernali, con l'importante conseguenza della mitigazione delle temperature del luogo, mentre quelli più secchi sono quelli estivi (Fig. 8.4.1).

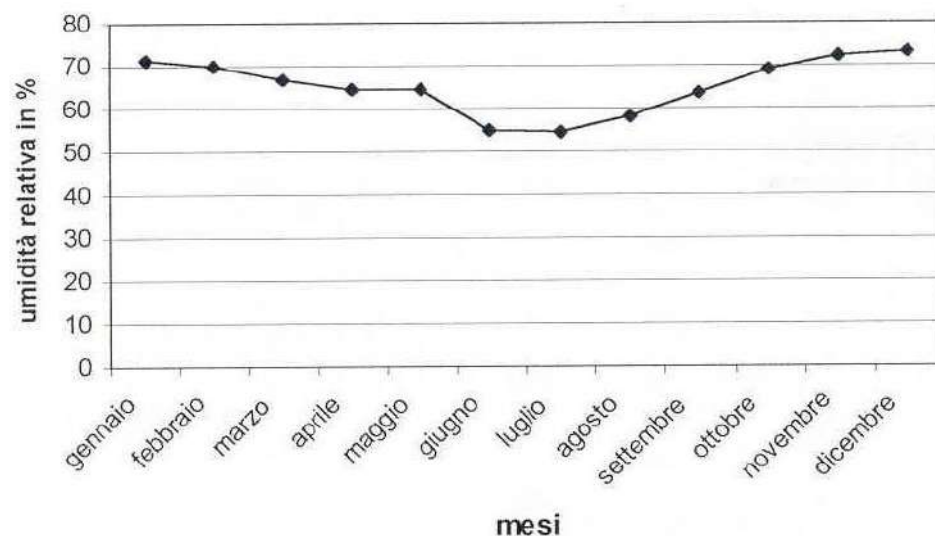


Fig. 8.4.1 – Umidità relativa misurata presso la stazione meteorologica di Talsano (1973-1998).

8.5 – Considerazioni conclusive

Alla luce di quanto scritto, emerge che la vera costante climatica nell'area è rappresentata dalla presenza di un'estate prevalentemente arida, caratterizzata dalla concomitanza di precipitazioni scarse, temperature elevate e lungo periodo diurno di irraggiamento solare. L'inizio del periodo di aridità varia a seconda delle annate, ma spesso ha luogo nei bimestri marzo-aprile o maggio-giugno, concludendosi in genere fra settembre ed ottobre. L'aridità climatica va a sovrapporsi anche ad un consistente livello di aridità pedologica, dovuta essenzialmente alla natura calcarea del territorio.

9 – CATASTO DELLE GROTTA E DELLE CAVITA' ARTIFICIALI DELLA PUGLIA

Dalla fine degli anni '70 la Federazione Speleologica Pugliese conserva e aggiorna l'archivio delle informazioni sulle grotte della Regione Puglia. In questo Catasto sono riportate oltre alla denominazione, ubicazione, descrizione e la topografia di ogni cavità conosciuta anche altre preziose informazioni a carattere geologico, biologico, storico-architettonico, ecologico e bibliografico. Il Catasto contiene informazioni su oltre 2300 cavità naturali ed artificiali

Nell'ambito del progetto per l'attuazione della Legge Regionale 4 dicembre 2009, n. 33 “ Tutela e valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico” – PO FESR PUGLIA 2007 – 2013 ASSE IV LINEA 4.4 Azione 4.4.1 Attività E è stato possibile trasferire tutta la mole di dati cartacei raccolta dagli speleologi pugliesi in oltre 70 anni di attività nel WebGis disponibile all'indirizzo [www:catasto.fspuglia.it](http://www.catasto.fspuglia.it). La consultazione di questo webgis è aperta a tutti.

Attraverso il catasto delle grotte è stato accertato che nei limiti del territorio comunale di Pulsano sono conosciute 4 cavità naturali e 6 cavità artificiali.

Le prime sono:

- Grotta marina del Gran Caos PU1438
- Grotta del Fischio PU1439
- Grotta Infestata PU1440
- Vora di Monte d'Arena PU1441

Di queste trovano ubicazione sul WebGis solo la PU 1438 e la PU 1441; le altre due non sono state ritrovate durante le attività di aggiornamento del 2013. Di tutte le grotte esiste comunque il rilievo topografico (pianta e sezione) (Fig. 9.1, 9.2, 9.3 e 9.4) e le coordinate di ingresso (rilevate però all'epoca dell'accatastamento sulla Tavoleta IGM previa ubicazione sommaria e quindi poco attendibili). Le grotte naturali sono tutte cavità di interstrato prossime alla linea di riva, aventi uno sviluppo planimetrico compreso tra pochi metri e qualche decina di metri, la cui genesi è da attribuire ai processi di ipercarsismo tipici delle coste rocciose basse pugliesi.

Gli spazi ipogei sono ingombri di blocchi di crollo e gli stessi ingressi principali sono sfondamenti determinati dal crollo della volta in corrispondenza delle porzioni più ampie delle cavità (sinkhole). Di questo fenomeno e delle condizioni di pericolosità geologica ad esso associate si è già scritto nei precedenti paragrafi.

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura



Fig. 9.1 – Pianta e sezione della PU 1438 (www.catasto.fspuglia.it)

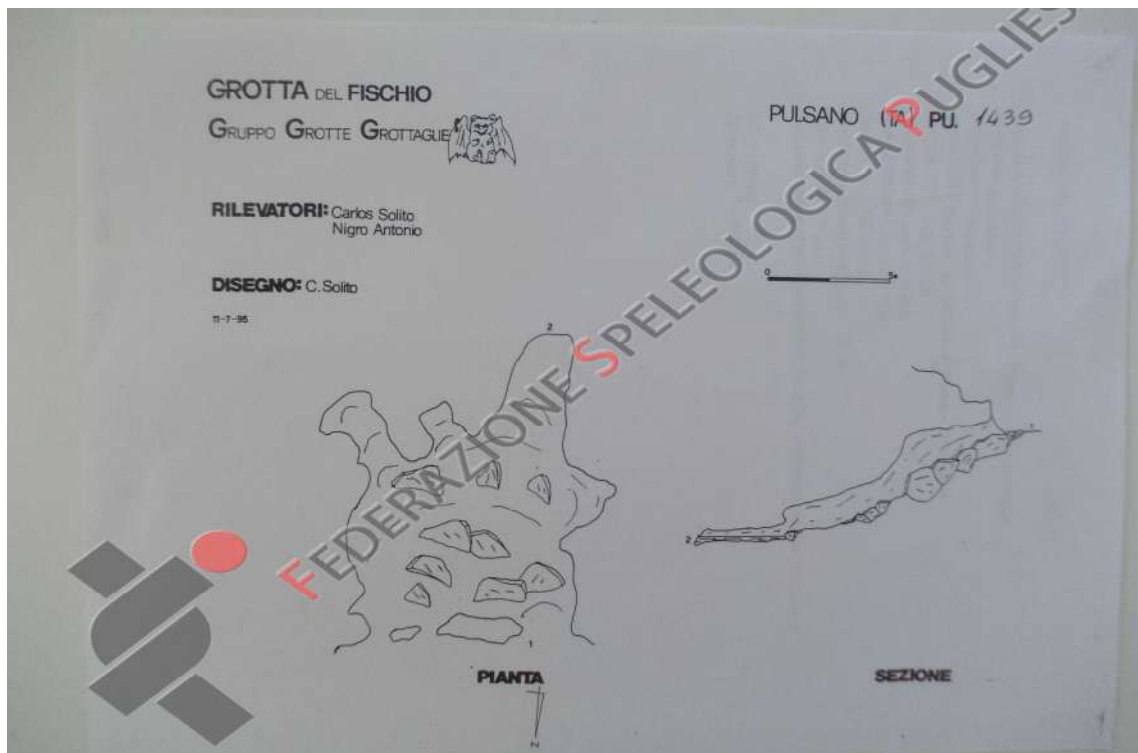


Fig. 9.2 – Pianta e sezione della PU 1439 (www.catasto.fspuglia.it)

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura



Fig. 9.3 – Pianta e sezione della PU 1440 (www.catasto.fspuglia.it)



Fig. 9.4 – Pianta e sezione della PU 1441 (www.catasto.fspuglia.it)

Le cavità artificiali conosciute sono invece:

- Frantoio Cappuccio PU CA 506
- Frantoio Giaquinto PU CA 507
- Pozzo Ingegna Le Tomaie PU CA 508
- Ingegna delle Arcate PU CA 509
- Ingegna dell'Angolo PU CA 514
- Tomba a grotti cella Torre Castelluccia PU CA 522

Tutte le cavità riportate in elenco sono ubicate sul webgis del Catasto grotte. Non di tutte le cavità esiste però il rilievo topografico (pianta e sezione).

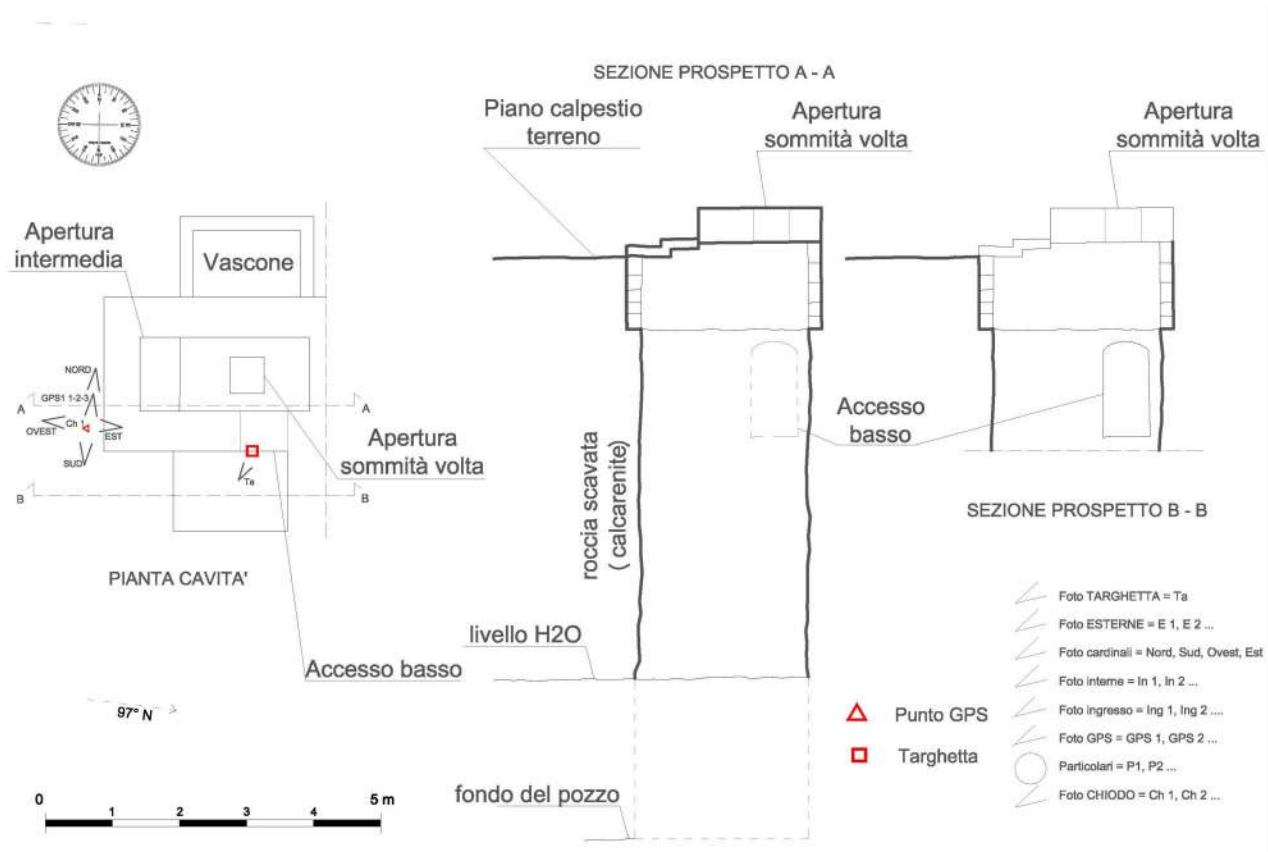
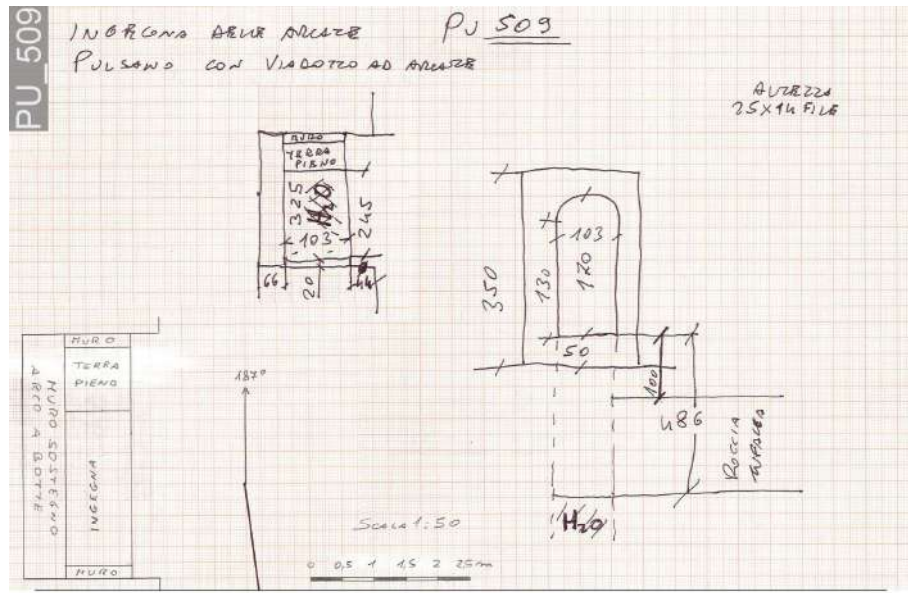


Fig. 9.5 - Pianta e sezione della PU CA 508 (www.catasto.fspuglia.it)

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura



Progetto "Catasto delle Grotte e delle cavità artificiali"
 Codice MIRWEB C.P.FE4.400088 - CUP B39E10005710004



UNIONE EUROPEA
 PO FESR 2007 2013
 Asse IV - Linea d'intervento 4.4
 Azione 4.4.1 - Attività E



FEDERAZIONE
 SPELEOLOGICA
 PUGLIESE



REGIONE PUGLIA
 Area Politiche per la Mobilità e la Qualità Urbana
 Servizio Assetto del Territorio
 Ufficio Parchi e Tutela della Biodiversità

Fig. 9.6 – Schizzo di pianta e sezione della PU CA 509 (www.catasto.fspuglia.it)

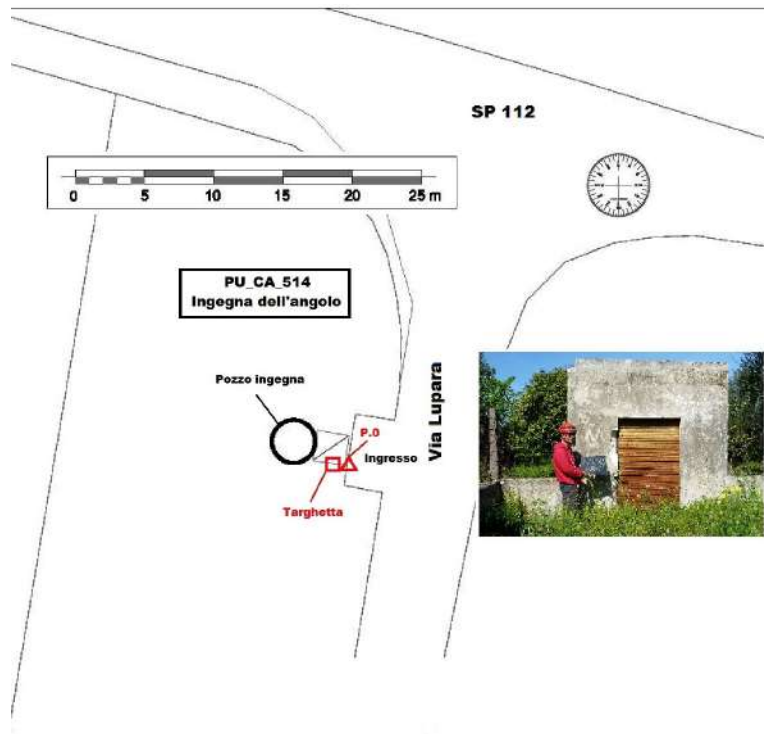


Fig. 9.7– Schizzo della pianta della PU CA 514 (www.catasto.fspuglia.it)

10 – VINCOLISTICA GEOLOGICA

Tale aspetto è stato valutato con riferimento al PAI vigente, al Piano di Gestione Acque (PGA), al Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), alla carta Idrogeomorfologica, al PTA ed al Vincolo Idrogeologico.

L’Autorità di Bacino della Regione Puglia (oggi Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino meridionale Sede Puglia) ha perimetrato nel PAI (approvato con Delibera del Comitato Istituzionale dell’Autorità di bacino della Puglia n. 39 del 30 novembre 2005) le diverse aree del territorio regionale a pericolosità idraulica suddividendole come segue in relazione al tempo di ritorno dei possibili eventi dannosi:

- AP aree ad alta probabilità di inondazione
- MP aree a moderata probabilità di inondazione
- BP aree a bassa probabilità di inondazione

Analogamente sono state perimetrare le aree a pericolosità geomorfologica:

- PG3 aree a pericolosità da frana molto elevata
- PG2 aree a pericolosità da frana elevata
- PG1 aree a pericolosità da frana media e moderata

Con riferimento a questa classificazione si rileva che nei limiti del territorio comunale di Pulsano sono state cartografate esclusivamente aree a pericolosità idraulica in corrispondenza dell’impronta della parte terminale del Fosso Le Canne (Fig. 10.1). In questa area trovano applicazione gli articoli 7, 8 e 9 delle NTA del PAI.

Con riferimento alla Carta Idrogeomorfologica (Fig. 10.2) si rileva che nei limiti del territorio comunale le uniche due emergenze di tipo carsico individuate sono la grotta denominata “Vora di Monte d’Arena” (PU 1441) e quella denominata “Grotta marina del Gran Caos” (PU1438)⁹ (nel Catasto delle Grotte e delle Cavità Artificiali della Puglia sono presenti invece 4 cavità naturali). La suddetta carta riporta i cordoni dunali presenti nelle insenature sabbiose e individua anche parte della rete idrografica esoreica. I cordoni dunali e le grotte sono tutelati dal PPTR ed in particolare dagli articoli 56 e 55 mentre con riferimento esclusivo alle grotte trova applicazione anche la L.R. 33/2009. Per i tratti cartografati della rete idrografica esoreica invece trovano applicazione gli

⁹ Tale individuazione non trova riscontro nel PAI che non riporta aree a pericolosità geomorfologica nei limiti del territorio comunale sebbene in corrispondenza della fascia costiera siano presenti cavità carsiche di interstrato molto superficiali e alcune doline da crollo.

articoli 6 e 10 delle NTA del PAI e l'articolo 47 delle NTA del PPTR (poiché questi tratti sono riconosciuti come RER). Questa porzione di rete idrografica non è riconosciuta nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) elaborato dal Distretto idrografico dell'Appennino Meridionale ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e dell'art. 7 comma 8 del D.Lgs 49/2010 (il secondo ciclo del PGRA relativo al quinquennio 2016-2021 è stato adottato dalla Conferenza Istituzionale il 20.12.2019 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 98 del 14.04.2020). Lo stesso piano inoltre non riporta aree a pericolosità idraulica (fluviale o costiera) e riconosce per il territorio di Pulsano un numero di abitanti potenzialmente esposti a rischio da alluvione pari a 5 (Fig. 10.3).

Con riferimento al PTA della Regione Puglia si rileva che il territorio comunale è ricompreso integralmente in una zona di contaminazione salina (Fig. 4.8.2 e 4.8.3) ed in esso non ricade alcuna Zona di Protezione Speciale Idrogeologica, così come cartografate nella Tavola A allegata al Piano..

Nelle aree di contaminazione salina:

- a) è sospeso il rilascio di nuove concessioni per il prelievo di acque dolci di falda da utilizzare a fini irrigui o industriali;
- b) è consentito il prelievo di acque marine di invasione continentale per usi produttivi, (itticoltura, mitilicoltura) per impianti di scambio termico o dissalazione a condizione che:
 - le opere di captazione siano realizzate in maniera tale da assicurare il perfetto isolamento del perforo nel tratto di acquifero interessato dalla circolazione di acque dolci e di transizione;
 - venga indicato preventivamente il recapito finale delle acque usate nel rispetto della normativa vigente;
- c) In sede di rinnovo della concessione, devono essere sottoposte a verifica le quote di attestazione dei pozzi al di sotto del livello mare, con l'avvertenza che le stesse non risultino superiori a 20 volte il valore del carico piezometrico in quota assoluta (riferita al l.m.m.).
- d) In sede di rilascio o di rinnovo della concessione, nel determinare la portata massima emungibile occorre considerare che la stessa non determini una depressione dinamica del carico piezometrico assoluto superiore al 30% del valore dello stesso carico e comunque tale che le acque estratte abbiano caratteristiche qualitative compatibili con le caratteristiche dei terreni e delle colture da irrigare.

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

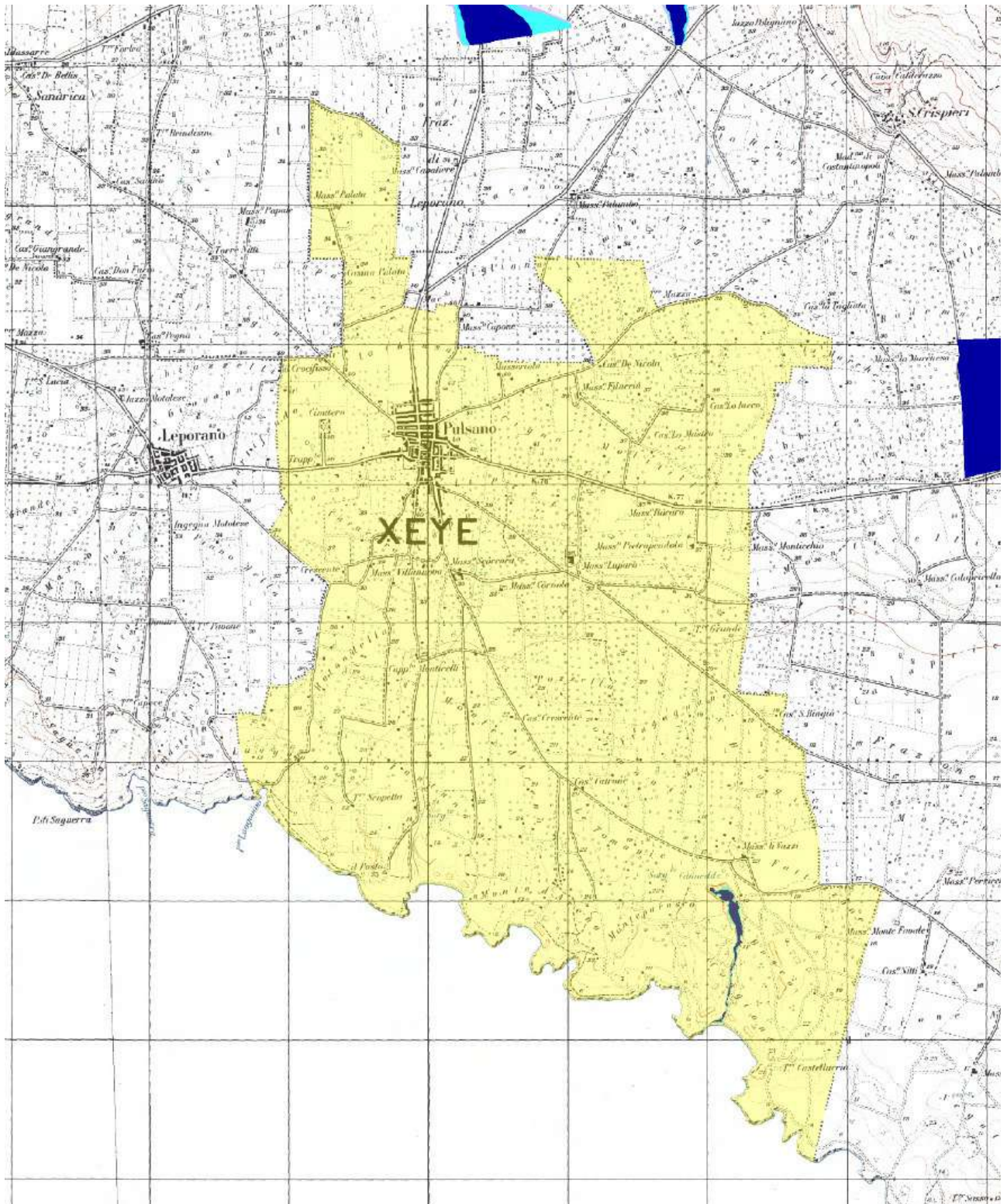


Fig. 10.1 - Stralcio del PAI vigente

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

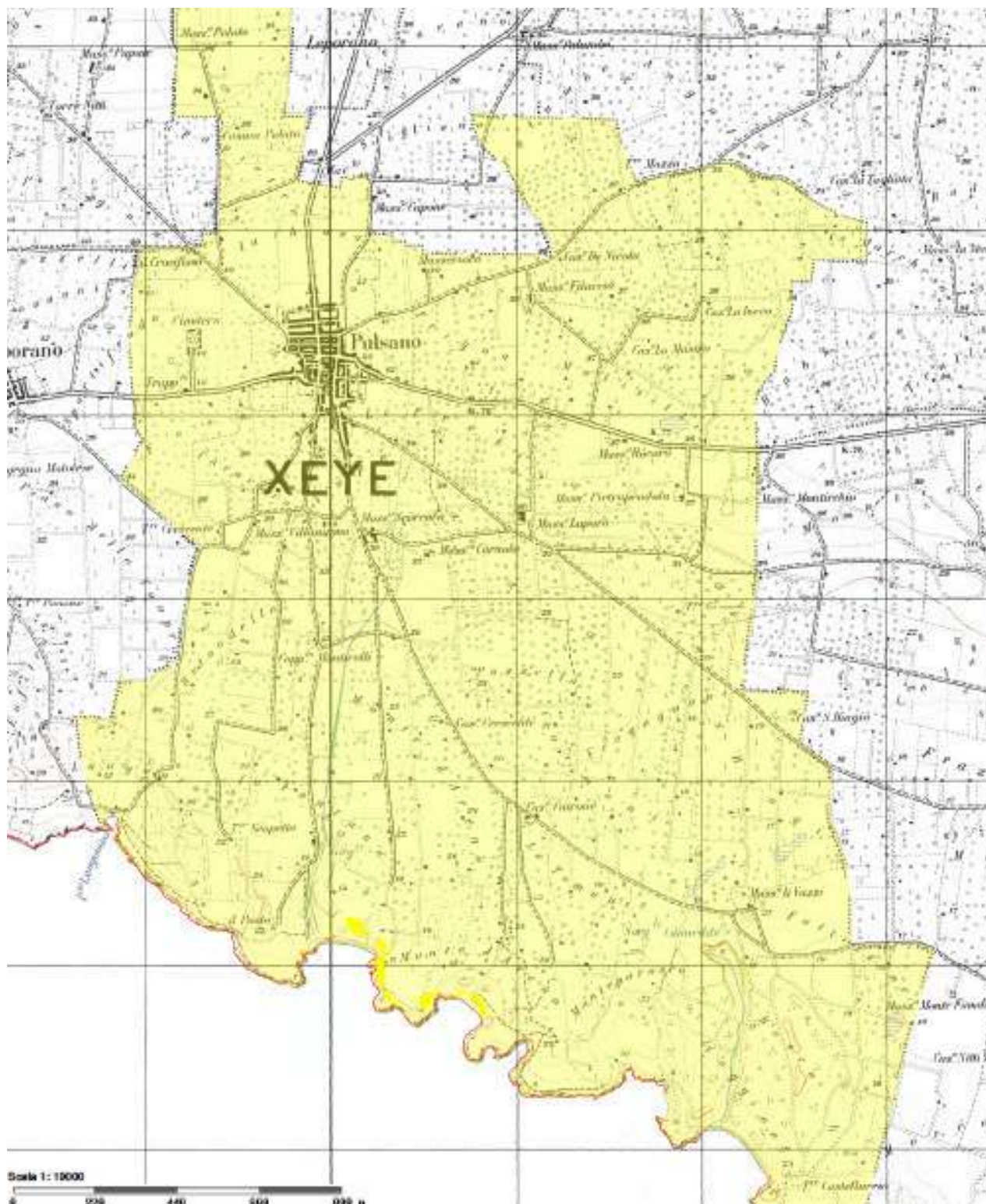






Fig. 10.2a - Stralcio della carta Idrogeomorfologica


- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio Marittimo – Agricoltura

Forme di versante



Linee


-  Orlo di scarpata delimitante forme semisplanate
-  Asse di dispiuvio


-  Cresta affilata
-  Nicchia di distacco

-  Cresta smussata

Polygoni


-  Corpo di frana
-  Area a calanchi e forme similari

-  Cono di detrito

-  Area interessata da dissesto diffuso






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 tombato
-  Recapito finale di bacino endoreico
-  Sorgenti
-  Canali lagunari

-  Corso d'acqua episodico






-  Corso d'acqua obliterato




Forme Carsiche

-  Doline
-  Grotte naturali
-  Orlo di depressione carsica
-  Voragini

Forme ed elementi di origine marina

Tipo di costa

-  Costa rocciosa
-  Falesia
-  Rias
-  Spiaggia sabbiosa-ciottolosa
-  Cordoni dunari

-  Costa rocciosa con spiaggia ciottolosa al piede
-  Falesia con spiaggia ciottolosa al piede
-  Spiaggia sabbiosa




-  Costa rocciosa con spiaggia sabbiosa al piede
-  Falesia con spiaggia sabbiosa al piede
-  Spiaggia ciottolosa

Fig. 10.2b - Stralcio della carta Idrogeomorfologica - legenda

Per quanto riguarda il vincolo idrogeologico si rileva preliminarmente che esso è un mezzo di tutela volto al controllo dell'utilizzazione dei terreni montani e dei luoghi boscati, ricompresi nei bacini fluviali. L'apposizione del vincolo idrogeologico determina il divieto di apportare modificazioni o d'introdurre forme di utilizzazioni che possano far perdere stabilità ai terreni o turbare il regime delle acque. L'utilizzazione dei terreni e l'eventuale loro trasformazione, la qualità delle colture, il governo dei boschi e dei pascoli sono assoggettati, per effetto del vincolo, alle limitazioni stabilite dalle leggi in materia. Parimenti, a norma della legge speciale, possono essere sottoposti a limitazione nella loro utilizzazione i boschi che per la loro speciale ubicazione difendono terreni o fabbricati dalla caduta di valanghe, dal rotolamento dei sassi, dalla furia dei venti, e quelli ritenuti utili per le condizioni igieniche locali. La disciplina che regola l'utilizzo delle zone destinate a vincolo

idrogeologico è contenuta all'interno del R.D. 3267/1923 (riordino e riforma della legislazione in materia di boschi e di territori montani) e del R.D.L. n. 1126/1926 (regolamento per l'applicazione del R.D.L. 3267/1923). Inoltre, in seguito ad adozione deliberata dalla Giunta Regionale in data 03/03/2015, trova applicazione anche il REGOLAMENTO REGIONALE n.9 dell'11 marzo 2015 recante "Norme per i terreni sottoposti a vincolo idrogeologico", pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia n. 38 suppl. del 18-03-2015.

Tutta la porzione costiera del territorio di Pulsano è gravata da tale prescrizione vincolistica (Fig. 10.4). In tali territori si applica dunque la normativa precedentemente richiamata.

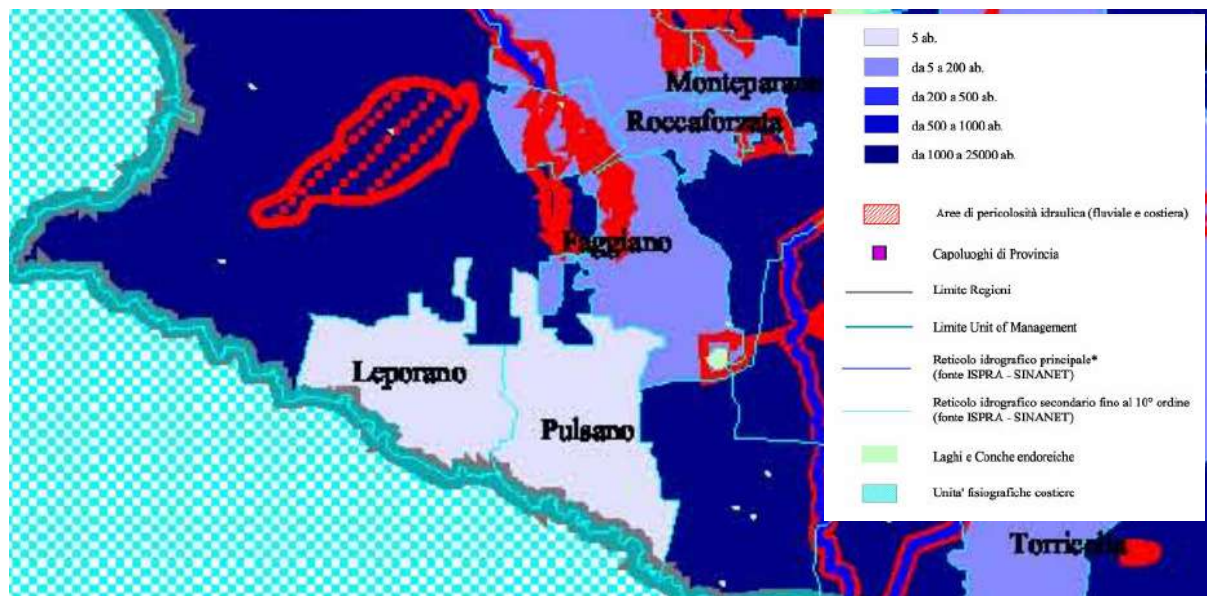


Fig. 10.3 – Stralcio del Piano di Gestione Rischio Alluvioni

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

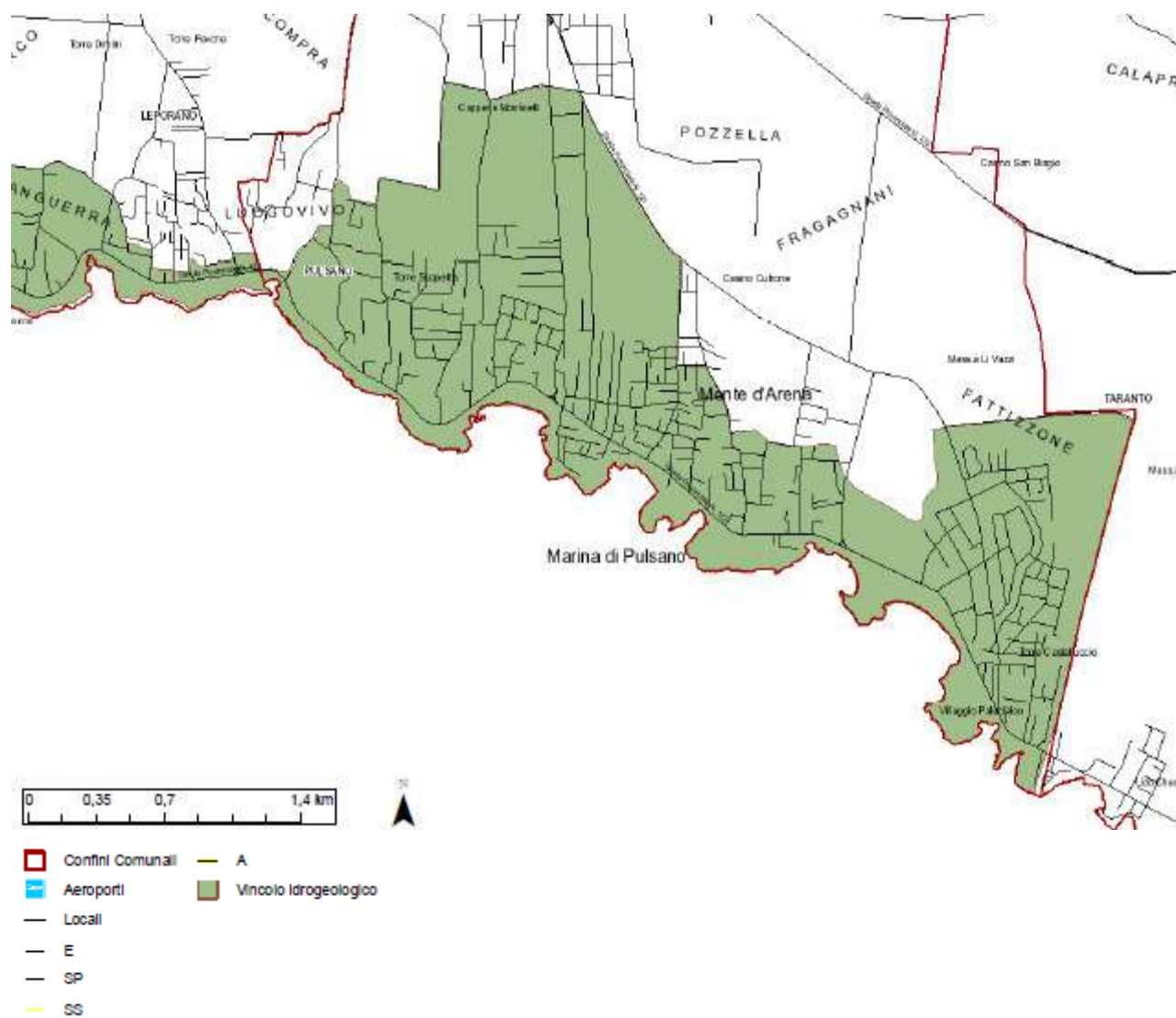


Fig. 10.4 – Aree del territorio comunale interessate dal Vincolo Idrogeologico

11 - CARATTERI GEOTECNICI E GEOMECCANICI DEI TERRENI E DELLE ROCCE AFFIORANTI SUL TERRITORIO COMUNALE

11.1 – Premessa

Per la definizione sintetica dei caratteri geologico-tecnici dei terreni e delle rocce affioranti nei limiti del territorio comunale si è fatto ricorso alla geofisica e quindi sono state scelte 4 aree tipo dove sono stati realizzati dei sondaggi di sismica a rifrazione e MASW (attraverso i sondaggi MASW è stata anche definita la categoria di suolo). Le aree tipo prescelte sono tutte limitrofe al centro urbano (Fig. 11.1.1).

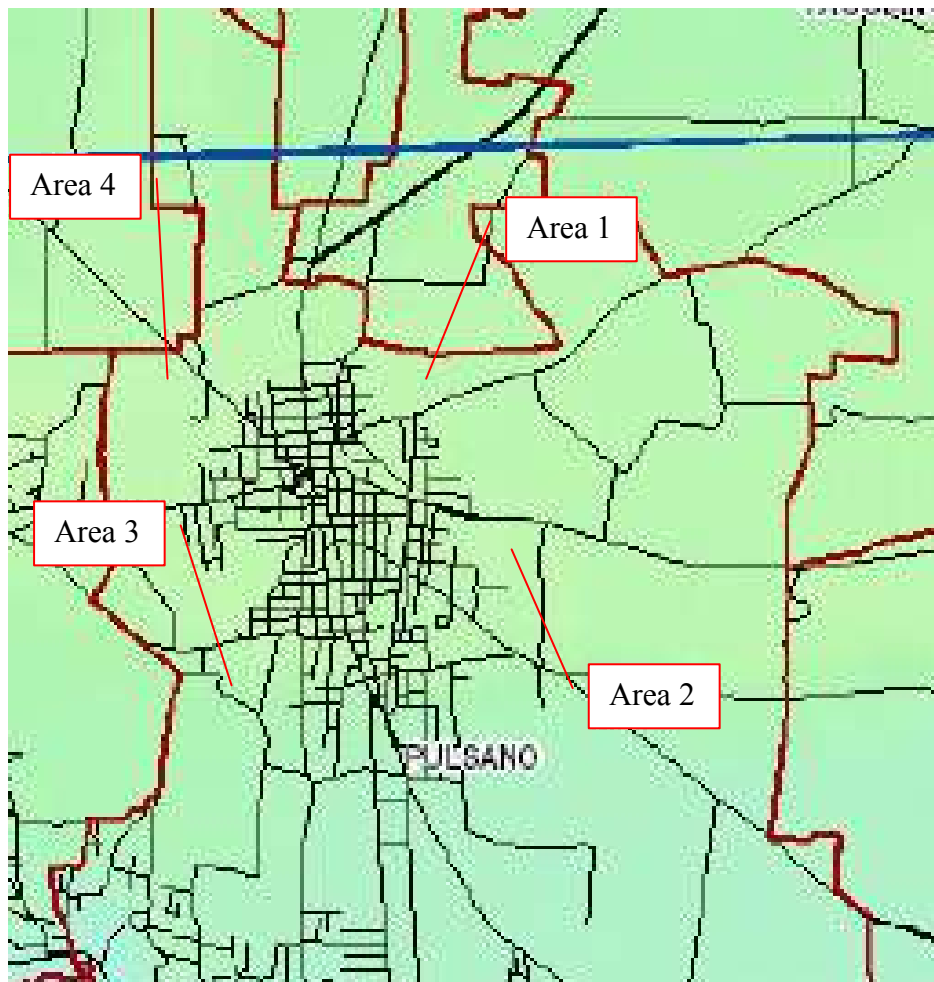


Fig. 11.1.1 – Ubicazione delle 4 aree tipo dove sono stati realizzati i sondaggi geofisici

Data la sostanziale uniformità litologica del territorio comunale tutte e 4 le aree tipo hanno lo stesso assetto litostratigrafico che, spostandosi dalla superficie topografica in profondità, vede la sovrapposizione nei primi 20 – 30 m di sottosuolo, di:

- A. terreni residuali limoso-sabbiosi più o meno argillosi, di varia potenza, sciolti e poco addensati o con debole coesione
- B. calcareniti eterogeneamente diagenizzate, porose e di aspetto massiccio (subordinatamente stratificate), intervallate a lenti di sabbie e limi
- C. limi sabbioso argillosi ed argille in genere poco coesivi

Il contatto tra i corpi A e B è netto mentre il passaggio tra i livelli B e C è in genere graduale.

I sondaggi sismici sono stati realizzati con un sismografo “DoReMi” multicanale della Sara Elettronica avente le seguenti caratteristiche:

- Memoria: 60 kBytes (30000 campioni) Frequenze selezionabili: da 500 a 20000 Hz (da 2 to 0.05 ms)
- Convertitore: tipo SAR a 16 bit (96 dB) Amplificatore: ultra-low noise con ingresso differenziale
- Banda passante: 2Hz - 200Hz
- Reiezione modo comune: >80dB
- Diafonia (crosstalk): zero, la trasmissione è digitale
- Dinamica del sistema
- Risoluzione: 7.6 μ V @ 27dB; 0.076 μ V @ 60dB
- Dinamica di base: 96dB (16 bit)
- S/N ratio fra 0.5 e 30Hz: >94dB (> 150dB con l'uso del PGA)

I dati sono stati elaborati con la finalità di determinare un modello geofisico del sottosuolo in termini di V_p e V_s e quindi ricavare per i vari corpi riconosciuti i principali parametri litotecnici. In particolare i sondaggi MASW hanno permesso di definire il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo secondo le normative tecniche nazionali ed internazionali.

11.2 – Indagini MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine geofisica non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s .

Il metodo sfrutta le onde superficiali di Rayleigh; queste durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e sono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno. La teoria del metodo parte dalla considerazione che nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere sfruttata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali ed in particolare per la costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s). Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare una proprietà critica per molti studi geotecnici: la rigidità superficiale.

L'intero processo di indagine comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali, la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza), l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore mentre l'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione tuttavia è necessario conoscere per i vari strati che costituiscono il sottosuolo indagato i valori approssimati del rapporto di Poisson e della densità. I sondaggi MASW sono stati eseguiti con un array lineare costruito con geofoni ad asse verticale e frequenza di taglio di 4.5Hz della Geospace.

La sorgente (massa battente) è stata posta esternamente all'array e per ogni scoppio sono state eseguite almeno 3 acquisizioni in modo da aumentare il rapporto segnale/rumore.

11.3 – Sismica a rifrazione

Il metodo della sismica a rifrazione è utilizzato per finalità di tipo litostratigrafico e per la caratterizzazione delle proprietà elastiche dei terreni. Questo metodo sfrutta la propagazione delle onde meccaniche nel sottosuolo; la tecnica di base consiste nel generare delle onde meccaniche mediante sorgenti poste in punti opportunamente scelti sulla superficie topografica e nel misurare i tempi impiegati dalle perturbazioni elastiche per raggiungere i geofoni, anch'essi opportunamente posizionati sulla superficie topografica. In particolare, l'esplorazione eseguita con il metodo della rifrazione si basa sull'analisi del tempo d'arrivo dell'onda diretta e delle onde di testa; queste ultime sono onde rifratte che si determinano nel caso in cui la velocità di propagazione delle onde è crescente con la profondità quando l'angolo di incidenza è critico.

I risultati delle indagini svolte sono stati restituiti come sezioni multistrato (ognuno caratterizzato da uno specifico valore di V_p). I geofoni verticali utilizzati per l'indagine sono della Geospace mod. GS11D 14.5Hz 4k Ω . L'energizzazione è stata ottenuta con una mazza da 5 kg. La distanza intergeofonica è stata fissata pari a 2,5. Sono stati realizzati 5 scoppi interfacciati tra di loro, indicati con i numeri 1, 2, 3, 4 e 5. I punti di scoppio 1 e 5 sono esterni allo stendimento. Per ogni posizione di scoppio si è proceduto ad un numero minimo di 4 acquisizioni.

11.4 – Definizione della categoria di suolo

Il DM 17 gennaio 2018 prescrive che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del D.M., 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 V_s . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al paragrafo 6.2.2 del D.M..

I valori di V_s 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 dell' i -esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

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 30,00 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H = 30,00$ metri nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II. Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al paragrafo 3.2.3 delle norme. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

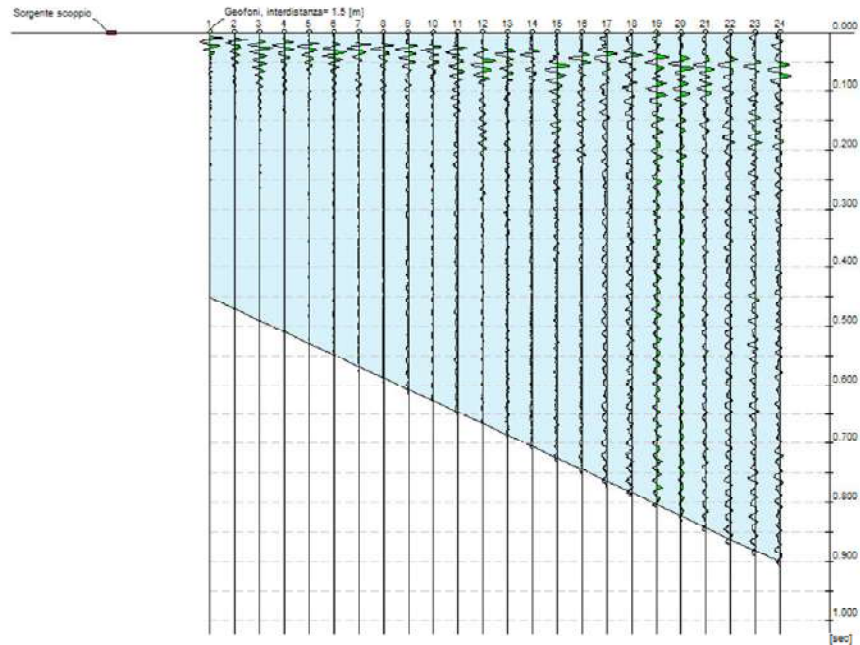
11.5 – Area 1

È stato realizzato un sondaggio MASW acquisito ed elaborato con le seguenti modalità:

<i>N. tracce</i>	24
<i>Durata acquisizione [msec]</i>	1024.0

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

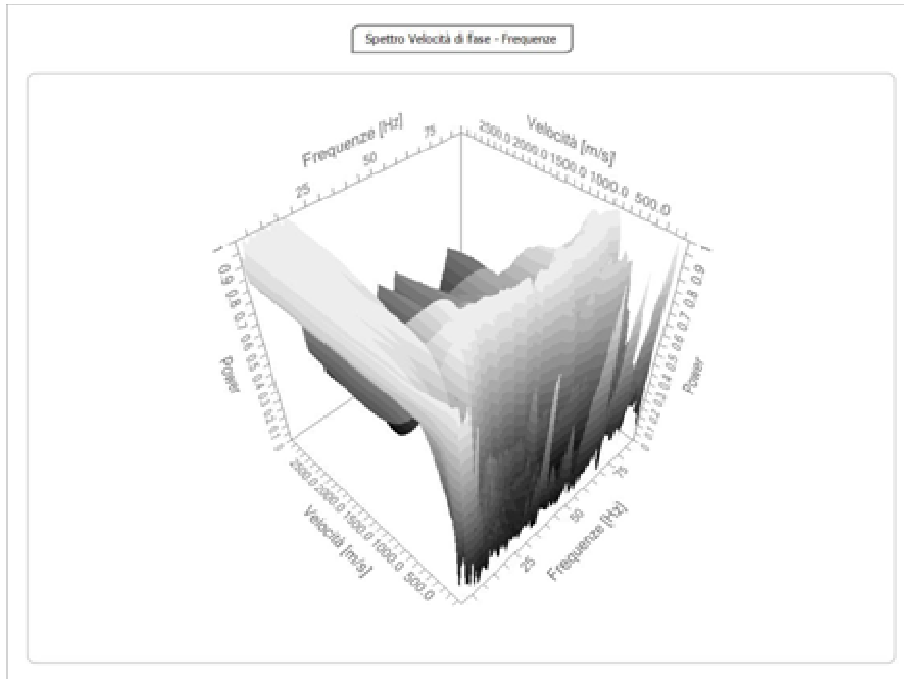
<i>Interdistanza geofoni [m]</i>	2.5
<i>Periodo di campionamento [msec]</i>	0.50



Analisi spettrale

<i>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</i>	1
<i>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</i>	90
<i>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</i>	50
<i>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</i>	3000
<i>Intervallo velocità [m/sec]</i>	1

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

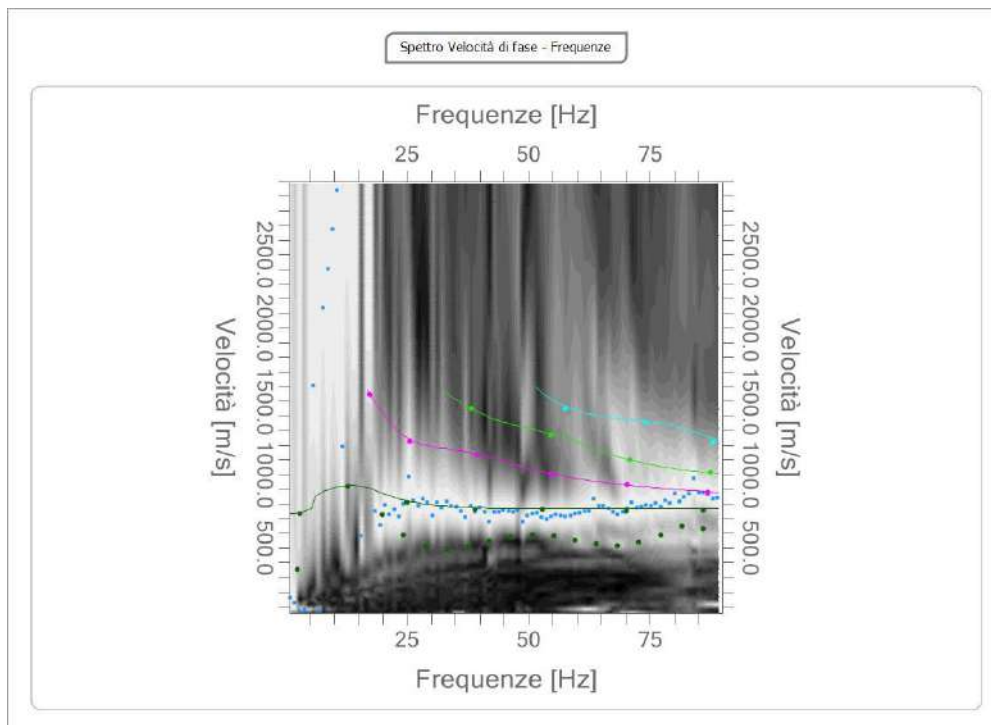


Curva di dispersione

<i>n.</i>	<i>Frequenza [Hz]</i>	<i>Velocità [m/sec]</i>	<i>Modo</i>
1	2.5	350.8	0
2	3.0	731.7	0
3	12.8	918.7	0
4	17.4	1546.1	1
5	20.0	726.9	0
6	24.4	589.3	0
7	25.0	810.1	0
8	25.6	1226.4	1
9	28.8	509.3	0
10	33.2	487.6	0
11	37.6	507.1	0
12	38.3	1449.6	2
13	39.1	761.9	0
14	39.4	1135.9	1
15	42.0	544.0	0
16	46.4	576.3	0
17	50.8	589.2	0
18	52.9	761.9	0
19	54.7	1003.2	1
20	54.7	1268.6	2
21	55.2	578.9	0

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

22	57.6	1449.6	3
23	59.6	552.1	0
24	64.0	524.2	0
25	68.4	514.1	0
26	70.2	749.8	0
27	70.4	930.8	1
28	70.9	1099.7	2
29	72.8	536.0	0
30	74.2	1353.1	3
31	77.2	589.5	0
32	81.6	645.8	0
33	86.0	631.9	0
34	86.0	755.8	0
35	87.0	876.5	1
36	87.5	1015.2	2
37	88.0	1220.3	3



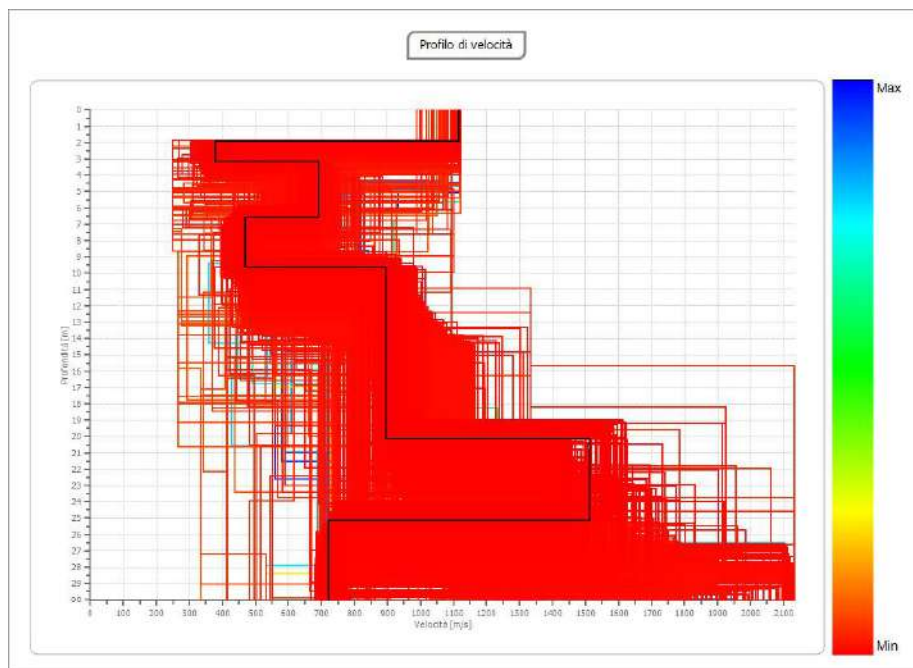
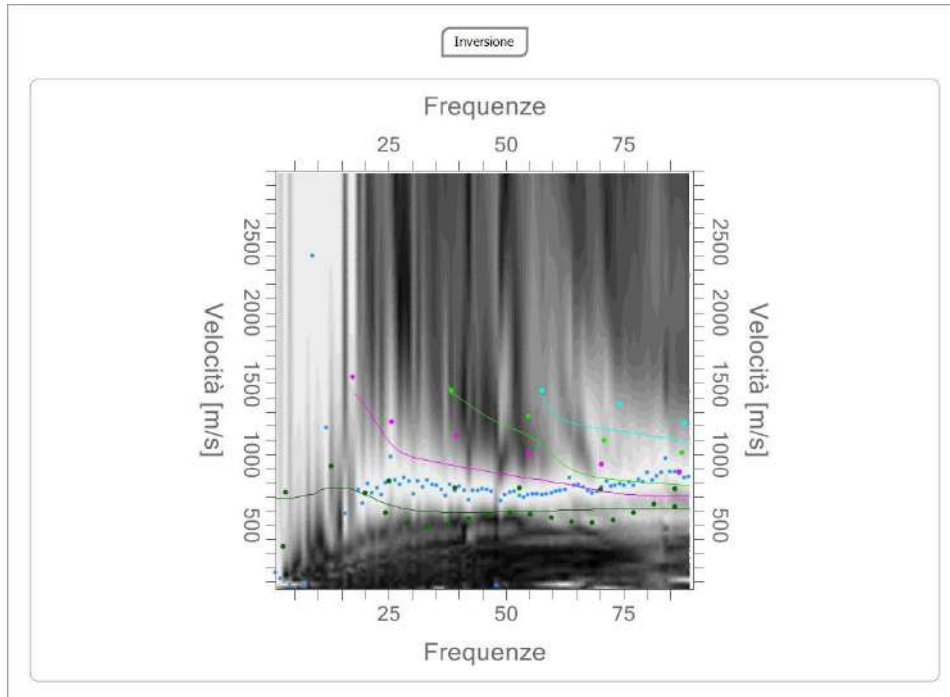
Inversione

<i>n.</i>	<i>Prof. [m]</i>	<i>Spessore [m]</i>	<i>Peso di volume [kg/mc]</i>	<i>Coeff. Poisson</i>	<i>Falda</i>	<i>Vp [m/sec]</i>	<i>Vs [m/sec]</i>
1	1.95	1.95	1960.0	0.32	No	2167.0	1114.9
2	3.15	1.19	1900.0	0.32	No	735.7	378.5
3	6.60	3.45	1950.0	0.32	No	1346.4	692.7

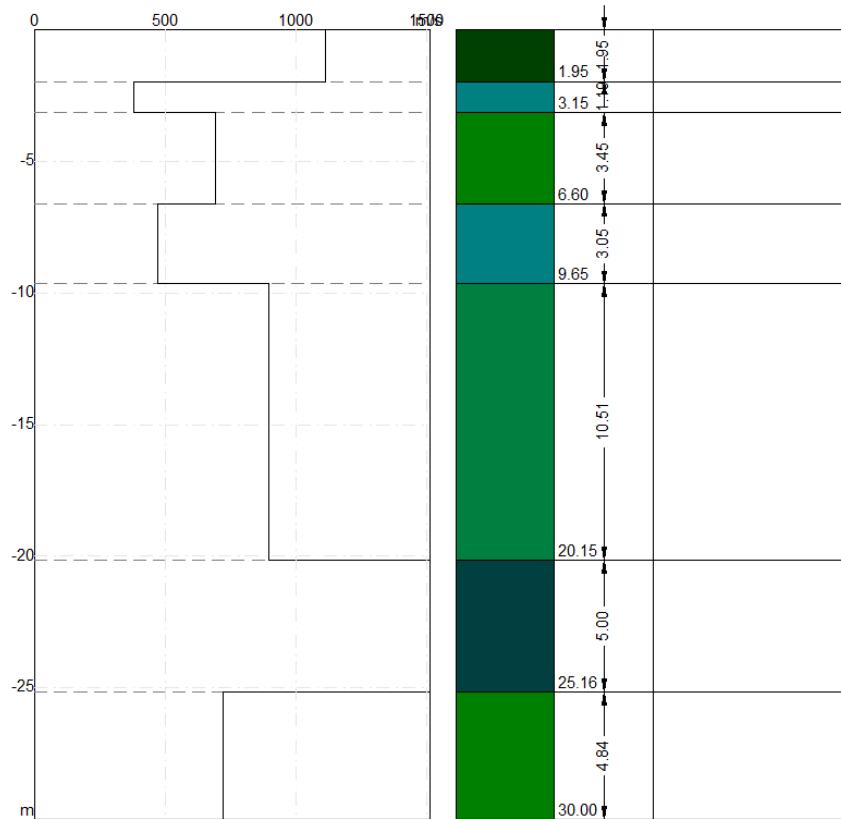
- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio Marittimo – Agricoltura

4	9.65	3.05	1940.0	0.32	No	912.5	469.5
5	20.15	10.51	2000.0	0.30	No	1674.7	895.2
6	25.16	5.00	2200.0	0.28	No	2736.0	1512.4
7	oo	oo	1890.0	0.33	No	1429.7	720.2

Percentuale di errore 2.429 %
 Fattore di disadattamento della soluzione 0.214



- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio Marittimo – Agricoltura



Parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G ₀ [MPa]	E _d [MPa]	M ₀ [MPa]	E _v [MPa]
1	1.95	1.95	1114.90	2166.98	1960.00	0.32	2436.28	9203.74	5955.36	6431.79
2	3.15	1.19	378.51	735.69	1900.00	0.32	272.21	1028.35	665.40	718.63
3	6.60	3.45	692.73	1346.42	1950.00	0.32	935.76	3535.08	2287.40	2470.39
4	9.65	3.05	469.47	912.48	1940.00	0.32	427.57	1615.28	1045.18	1128.80
5	20.15	10.51	895.16	1674.68	2000.00	0.30	1602.61	5609.12	3472.31	4166.78
6	25.16	5.00	1512.36	2735.96	2200.00	0.28	5031.90	16468.03	9758.83	12881.66
7	oo	oo	720.16	1429.69	1890.00	0.33	980.21	3863.17	2556.23	2607.35

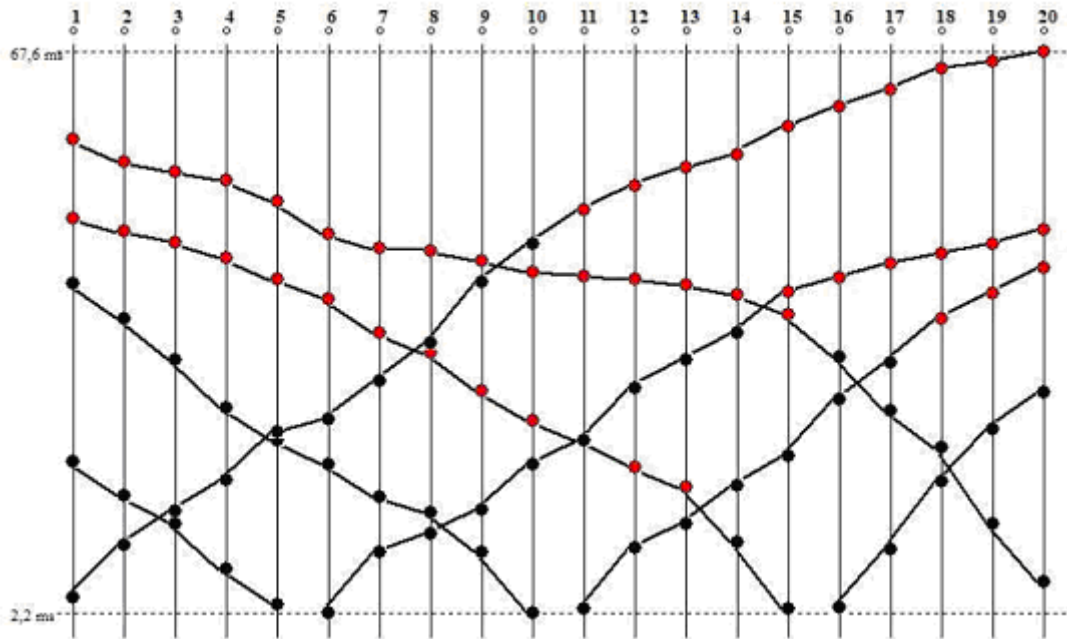
G₀: Mod. di deformazione al taglio; E_d: Mod. edometrico; M₀: Mod. di compressibilità volumetrica; E_v: Mod. di Young.

L'indagine MASW ha evidenziato per l'area in esame una profondità del bedrock rigido pari a 9,65 m pertanto si calcola Vs eq e considerando un piano di riferimento con z = 0 si ottiene una attribuzione del suolo alla Categoria "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".

11.6 – Area 2

Sono stati realizzati i seguenti 2 profili di sismica a rifrazione. I due profili sono uno perpendicolare all'altro e sono stati acquisiti con un stendimento realizzato con 20 geofoni spaziatati di 2,5 m.

Dromocrone



Modello a 2 strati

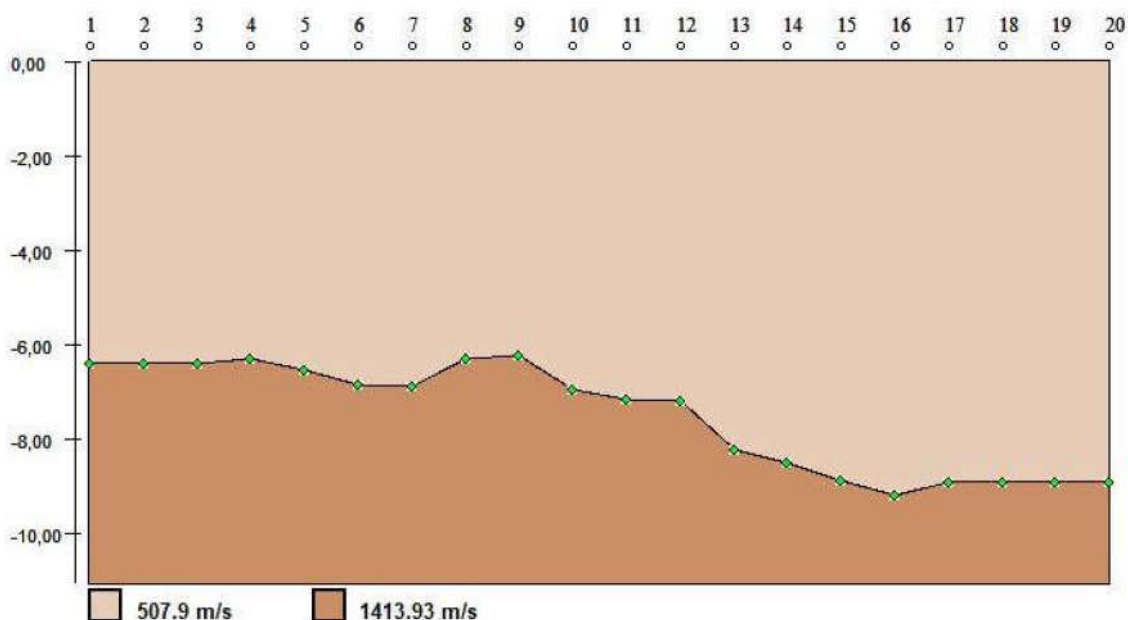
Velocità strato n.1 507,90 m/s

Velocità strato n.2 1413,93 m/s

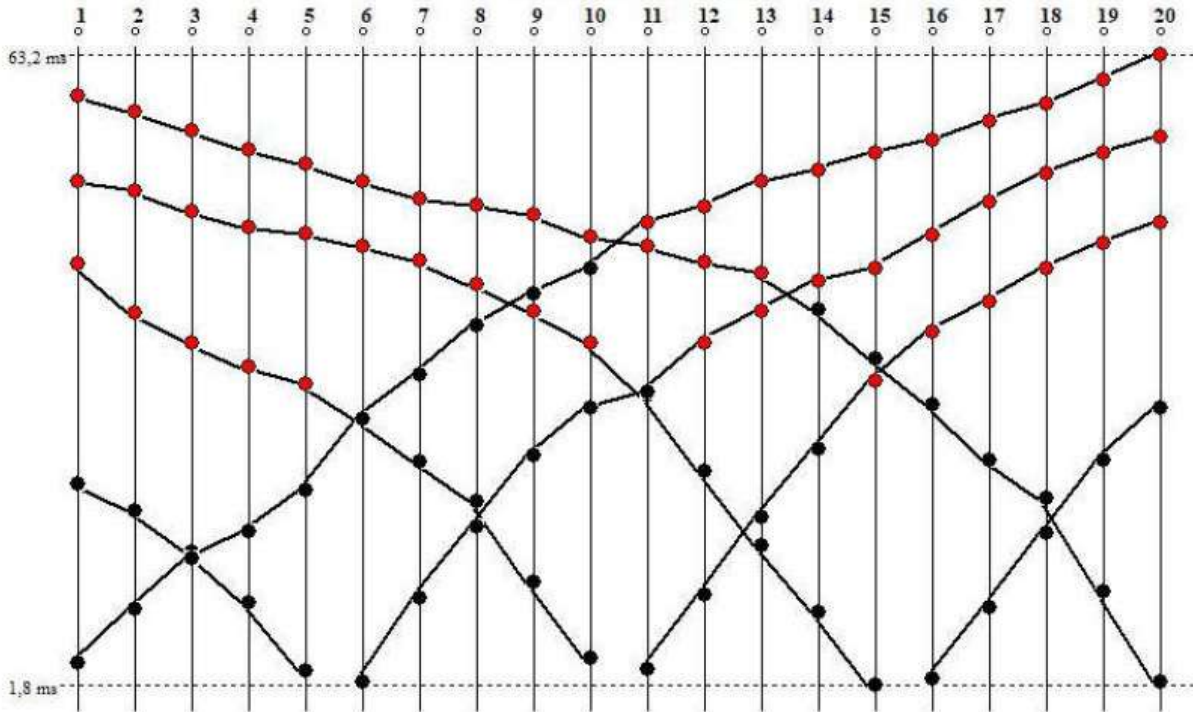
Geofono	Distanza (m) geofono	Quota (m) geofono	Profondità letto 1° strato
1	0,00	0,00	-6,43 mt
2	2,50	0,00	-6,43 mt
3	5,00	0,00	-6,43 mt
4	7,50	0,00	-6,30 mt
5	10,00	0,00	-6,55 mt
6	12,50	0,00	-6,85 mt

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

7	15,00	0,00	-6,89 mt
8	17,50	0,00	-6,32 mt
9	20,00	0,00	-6,24 mt
10	22,50	0,00	-6,96 mt
11	25,00	0,00	-7,16 mt
12	27,50	0,00	-7,21 mt
13	30,00	0,00	-8,23 mt
14	32,50	0,00	-8,52 mt
15	35,00	0,00	-8,90 mt
16	37,50	0,00	-9,23 mt
17	40,00	0,00	-8,92 mt
18	42,50	0,00	-8,92 mt
19	45,00	0,00	-8,92 mt
20	47,50	0,00	-8,92 mt



Dromocrone



Modello a 2 strati

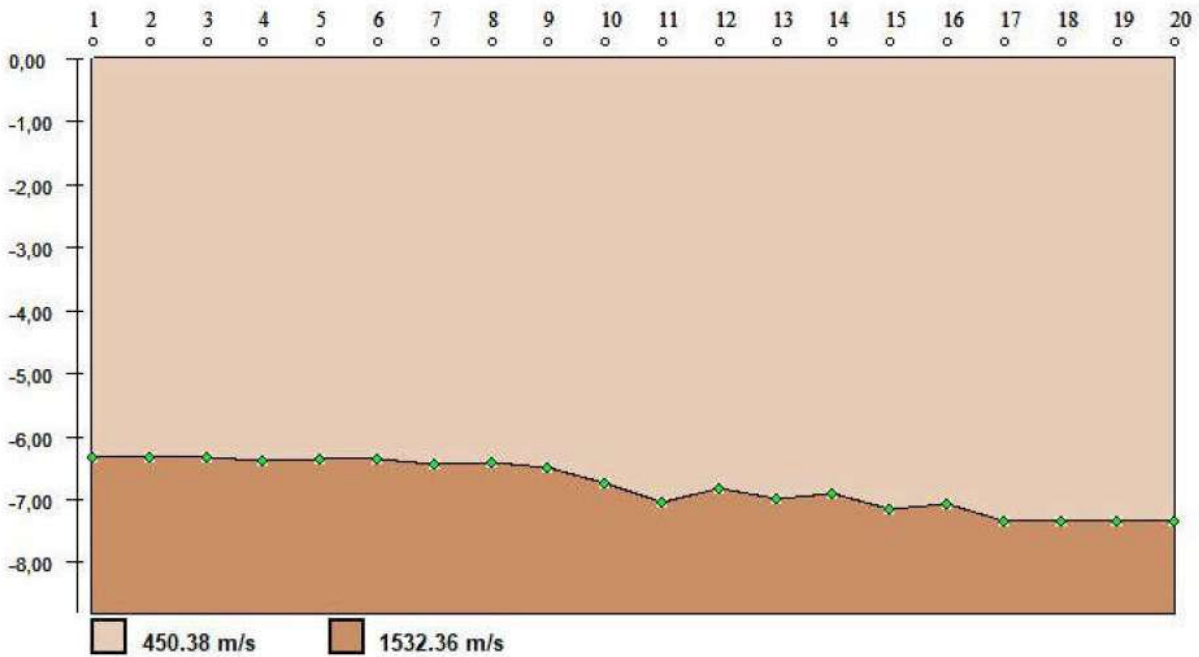
Velocità strato n.1 450,38 m/s

Velocità strato n.2 1532,36 m/s

Geofono	Distanza (m) geofono	Quota (m) geofono	Profondità letto 1° strato
1	0,00	0,00	-6,35 mt
2	2,50	0,00	-6,35 mt
3	5,00	0,00	-6,35 mt
4	7,50	0,00	-6,39 mt
5	10,00	0,00	-6,38 mt
6	12,50	0,00	-6,37 mt
7	15,00	0,00	-6,44 mt
8	17,50	0,00	-6,43 mt
9	20,00	0,00	-6,51 mt

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

10	22,50	0,00	-6,76 mt
11	25,00	0,00	-7,07 mt
12	27,50	0,00	-6,83 mt
13	30,00	0,00	-7,01 mt
14	32,50	0,00	-6,91 mt
15	35,00	0,00	-7,16 mt
16	37,50	0,00	-7,09 mt
17	40,00	0,00	-7,34 mt
18	42,50	0,00	-7,34 mt
19	45,00	0,00	-7,34 mt
20	47,50	0,00	-7,34 mt



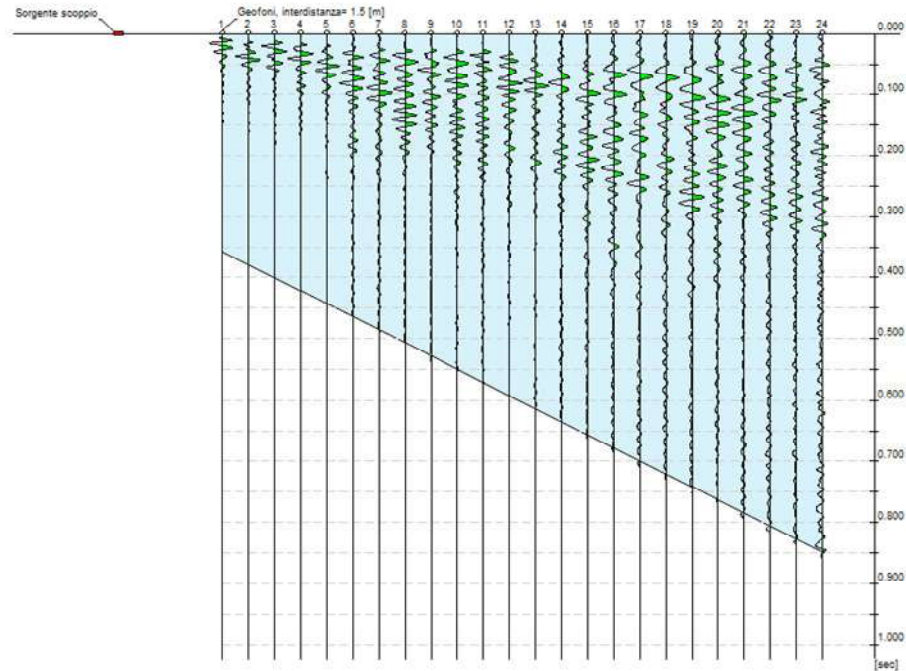
11.7 – Area 3

Sono stati realizzati 1 profilo di sismica a rifrazione ed 1 sondaggio MASW.

L'acquisizione ed elaborazione del sondaggio MASW è stata eseguita con le seguenti modalità:

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

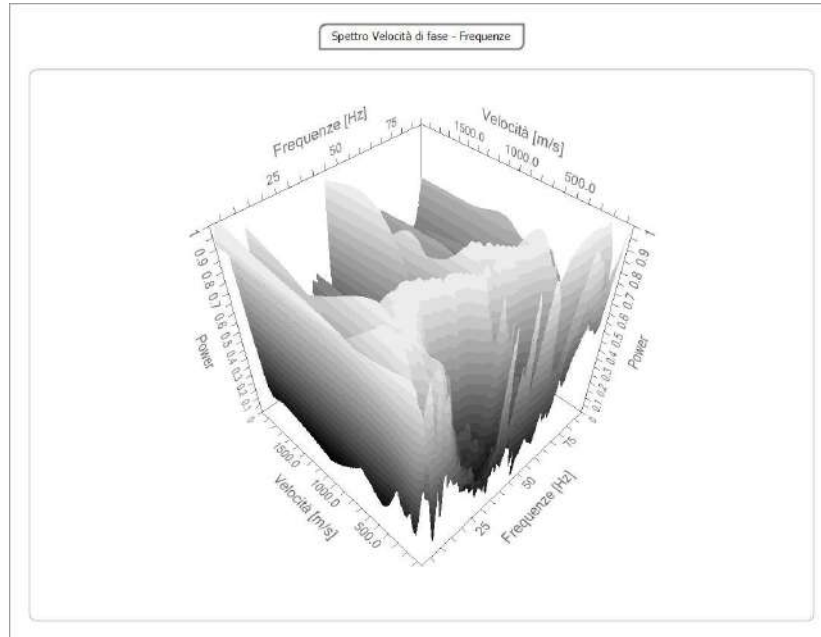
<i>N. tracce</i>	24
<i>Durata acquisizione [msec]</i>	1024.0
<i>Interdistanza geofoni [m]</i>	2.5
<i>Periodo di campionamento [msec]</i>	0.50



Analisi spettrale

<i>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</i>	1
<i>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</i>	90
<i>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</i>	50
<i>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</i>	2000
<i>Intervallo velocità [m/sec]</i>	1

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

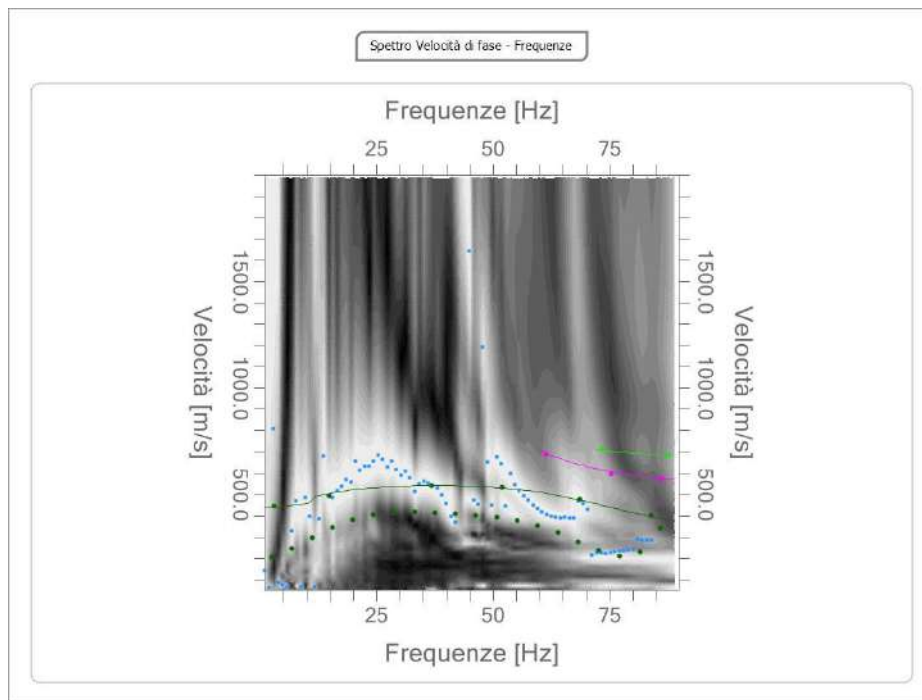


Curva di dispersione

<i>n.</i>	<i>Frequenza [Hz]</i>	<i>Velocità [m/sec]</i>	<i>Modo</i>
1	2.5	203.9	0
2	3.0	444.8	0
3	6.9	243.9	0
4	11.3	296.7	0
5	14.8	492.6	0
6	15.6	345.0	0
7	20.0	380.9	0
8	24.4	402.9	0
9	28.8	413.2	0
10	33.2	415.4	0
11	36.9	540.5	0
12	37.6	413.0	0
13	42.0	408.3	0
14	46.4	401.9	0
15	50.8	392.5	0
16	52.0	532.5	0
17	55.2	377.5	0
18	59.6	354.0	0
19	61.5	688.0	1
20	64.0	320.5	0
21	68.4	278.7	0
22	68.7	476.7	0
23	72.8	236.2	0

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

24	73.5	712.0	2
25	75.5	596.3	1
26	77.2	209.8	0
27	81.6	229.1	0
28	84.0	400.9	0
29	86.0	340.3	0
30	86.2	572.4	1
31	87.7	684.0	2



Inversione

<i>n.</i>	<i>Prof. [m]</i>	<i>Spessore [m]</i>	<i>Peso di volume [kg/mc]</i>	<i>Coeff. Poisson</i>	<i>Falda</i>	<i>Vp [m/sec]</i>	<i>Vs [m/sec]</i>
1	1.00	1.00	1780.0	0.35	No	762.0	366.0
2	2.00	1.00	1840.0	0.34	No	455.5	224.3
3	3.45	1.45	1900.0	0.32	No	1838.6	945.9
4	4.45	1.00	1850.0	0.34	No	1299.3	639.7
5	6.95	2.51	1900.0	0.32	No	684.1	352.0
6	oo	oo	1850.0	0.34	No	674.2	332.0

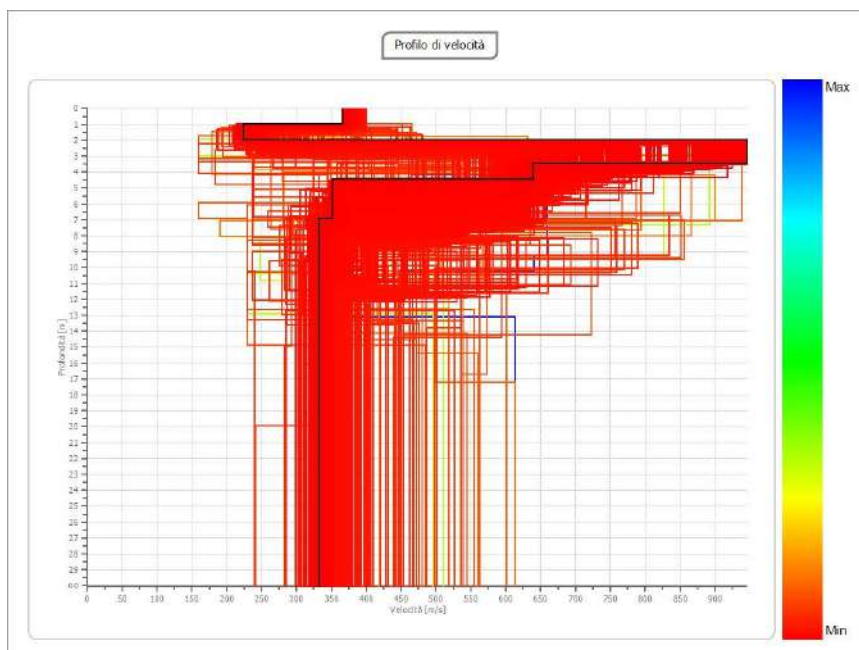
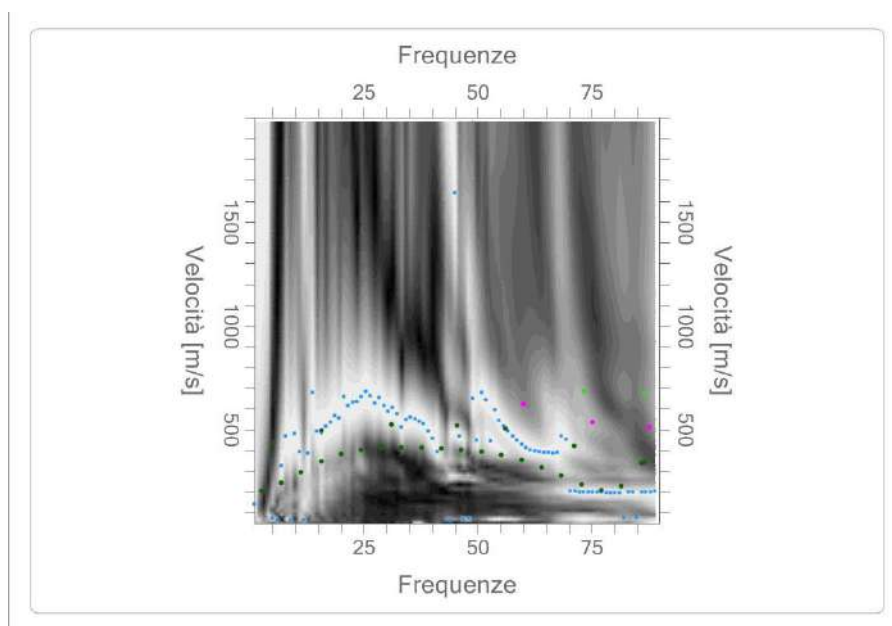
Percentuale di errore

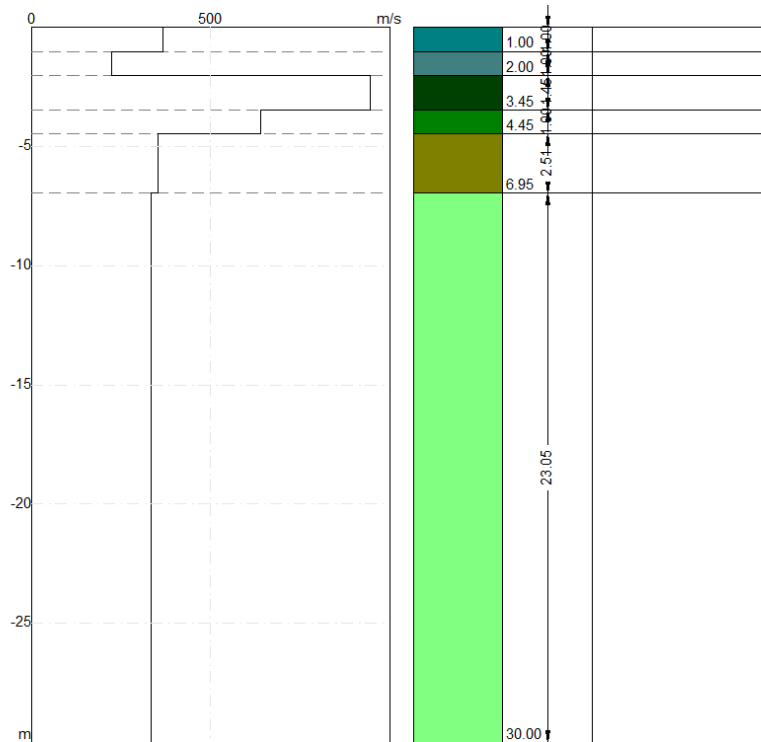
4.058 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.219

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura





Parametri geotecnici

<i>n.</i>	<i>Profondità</i> [m]	<i>Spessore</i> [m]	<i>V_s</i> [m/s]	<i>V_p</i> [m/s]	<i>Densità</i> [kg/mc]	<i>Coefficiente</i> <i>Poisson</i>	<i>G₀</i> [MPa]	<i>E_d</i> [MPa]	<i>M₀</i> [MPa]	<i>E_y</i> [MPa]
1	1.00	1.00	366.04	761.97	1780.00	0.35	238.49	1033.47	715.48	643.93
2	2.00	1.00	224.25	455.46	1840.00	0.34	92.53	381.69	258.32	247.99
3	3.45	1.45	945.94	1838.58	1900.00	0.32	1700.13	6422.72	4155.88	4488.35
4	4.45	1.00	639.71	1299.26	1850.00	0.34	757.08	3122.95	2113.51	2028.97
5	6.95	2.51	351.99	684.14	1900.00	0.32	235.40	889.28	575.42	621.45
6	oo	oo	331.96	674.22	1850.00	0.34	203.87	840.95	569.13	546.36

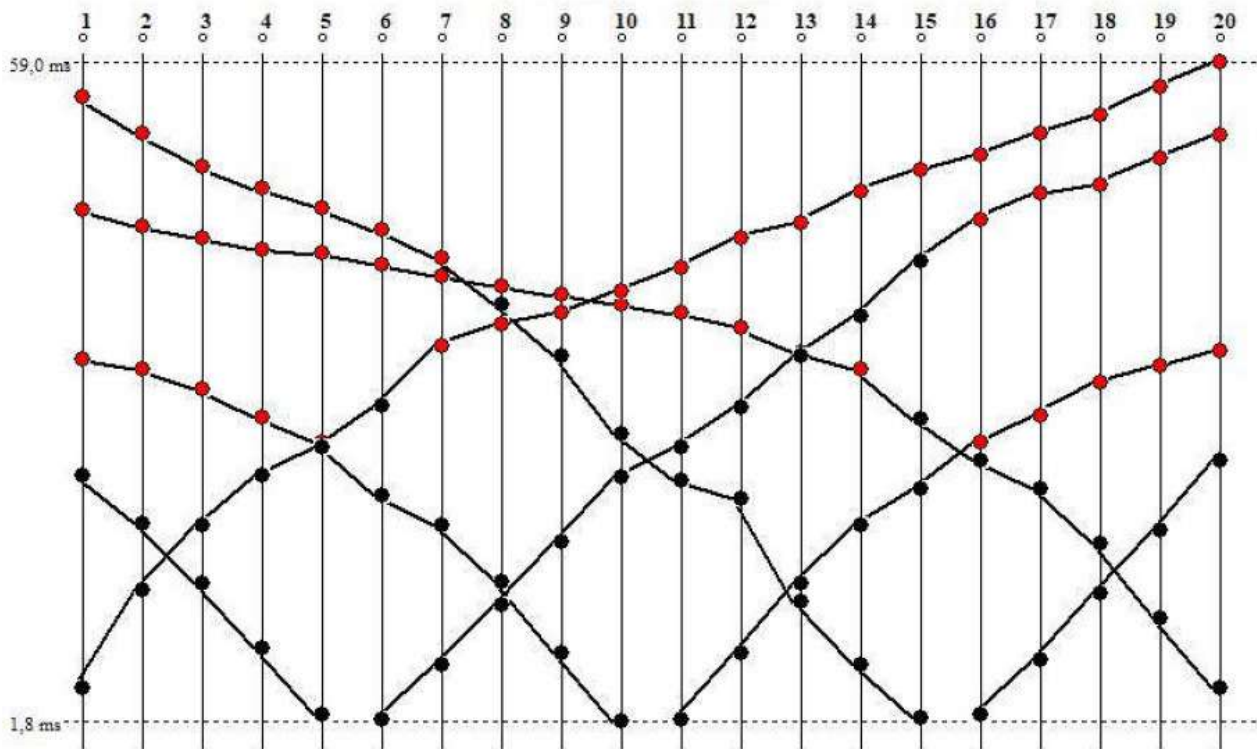
G₀: Mod. di deformazione al taglio; *E_d*: Mod. edometrico; *M₀*: Mod. di compressibilità volumetrica; *E_y*: Mod. di Young.

L'indagine MASW ha evidenziato per l'area in esame una profondità del bedrock rigido superiore a 30 m (lo strato n. 3 con *V_s* pari a 946 m/s non è ritenuto significativo) pertanto si calcola *V_{s30}* e considerando un piano di riferimento per *z* = 0 si ottiene una attribuzione del suolo alla Categoria "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”.

Il profilo sismico a rifrazione è stato realizzato con 20 geofoni spaziati di 2,5 m. e si sovrappone in parte al sondaggio MASW.

Dromocrone



modello a 2 strati

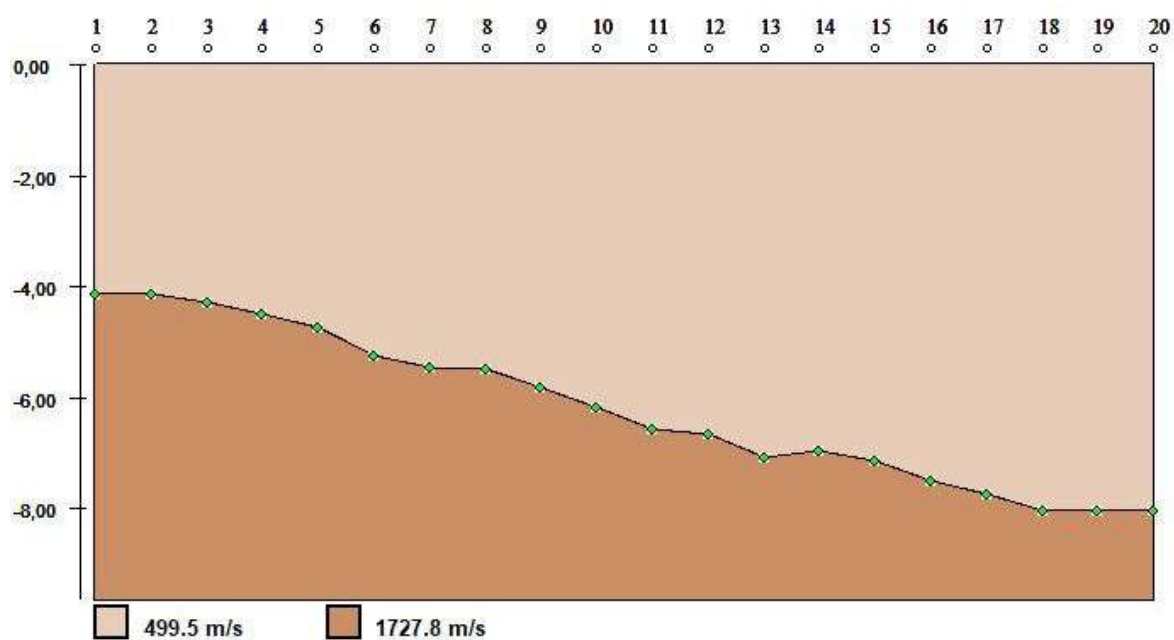
Velocità strato n.1 499,50 m/s

Velocità strato n.2 1727,80 m/s

Geofono	Distanza (m) geofono	Quota (m) geofono	Profondità letto 1° strato
1	0,00	0,00	-4,15 mt
2	2,50	0,00	-4,15 mt
3	5,00	0,00	-4,28 mt
4	7,50	0,00	-4,52 mt
5	10,00	0,00	-4,75 mt

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

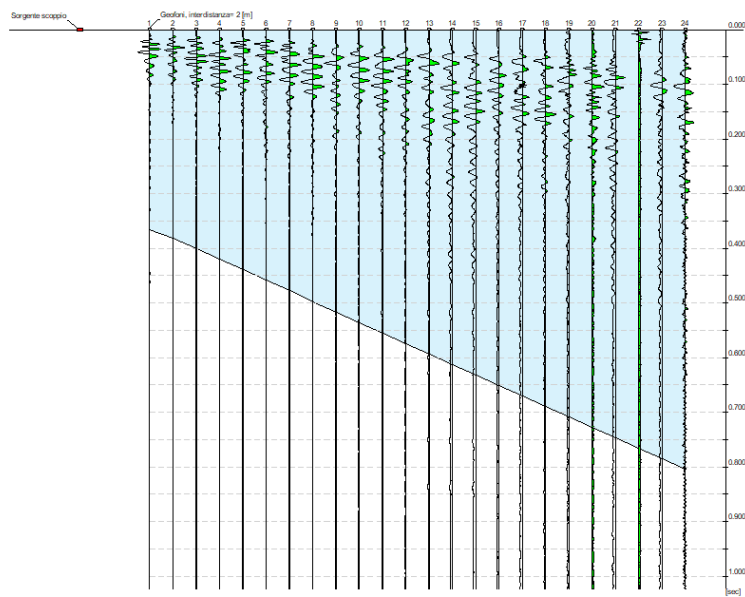
6	12,50	0,00	-5,26 mt
7	15,00	0,00	-5,47 mt
8	17,50	0,00	-5,49 mt
9	20,00	0,00	-5,84 mt
10	22,50	0,00	-6,20 mt
11	25,00	0,00	-6,57 mt
12	27,50	0,00	-6,67 mt
13	30,00	0,00	-7,10 mt
14	32,50	0,00	-6,98 mt
15	35,00	0,00	-7,15 mt
16	37,50	0,00	-7,51 mt
17	40,00	0,00	-7,75 mt
18	42,50	0,00	-8,04 mt
19	45,00	0,00	-8,04 mt
20	47,50	0,00	-8,04 mt



11.8 – Area 4

È stato realizzato un sondaggio MASW acquisito ed interpretato come di seguito riportato.

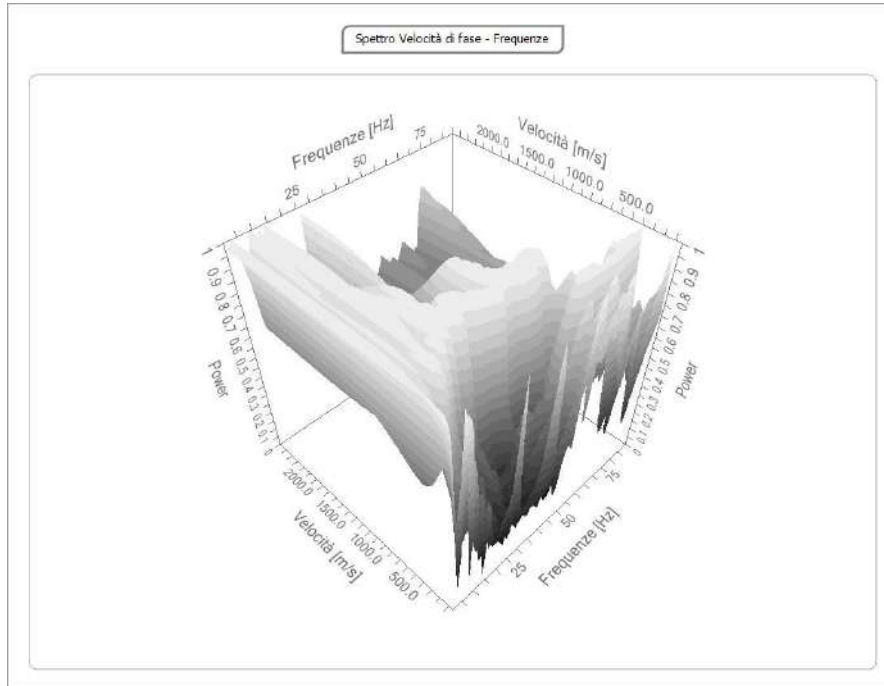
<i>N. tracce</i>	24
<i>Durata acquisizione [msec]</i>	1024.0
<i>Interdistanza geofoni [m]</i>	2.0
<i>Periodo di campionamento [msec]</i>	0.50



Analisi spettrale

<i>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</i>	1
<i>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</i>	90
<i>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</i>	50
<i>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</i>	2500
<i>Intervallo velocità [m/sec]</i>	1

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

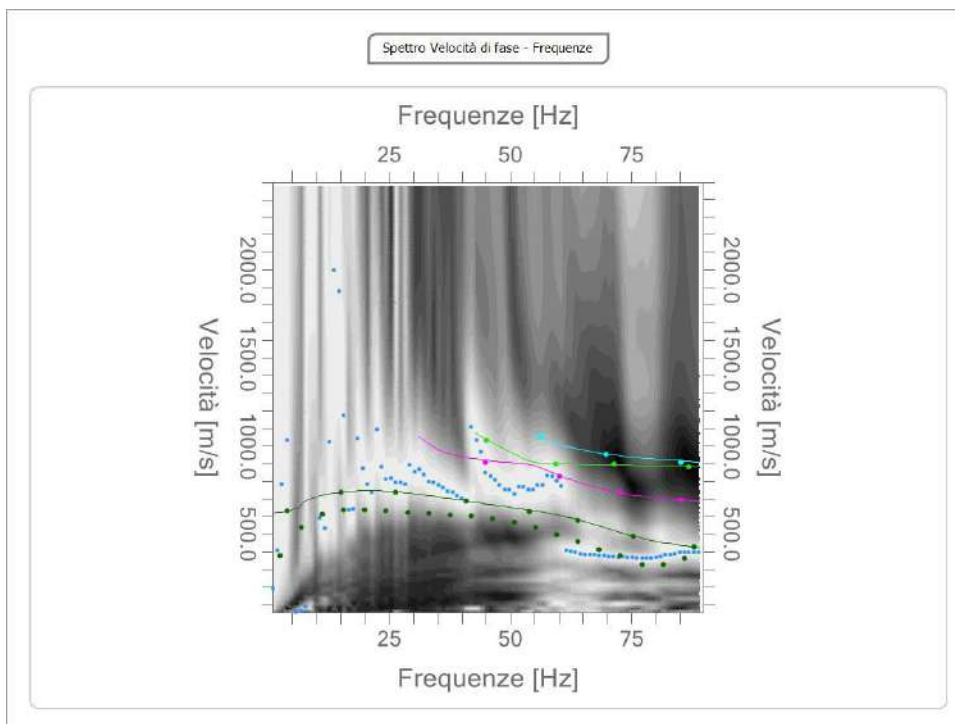


Curva di dispersione

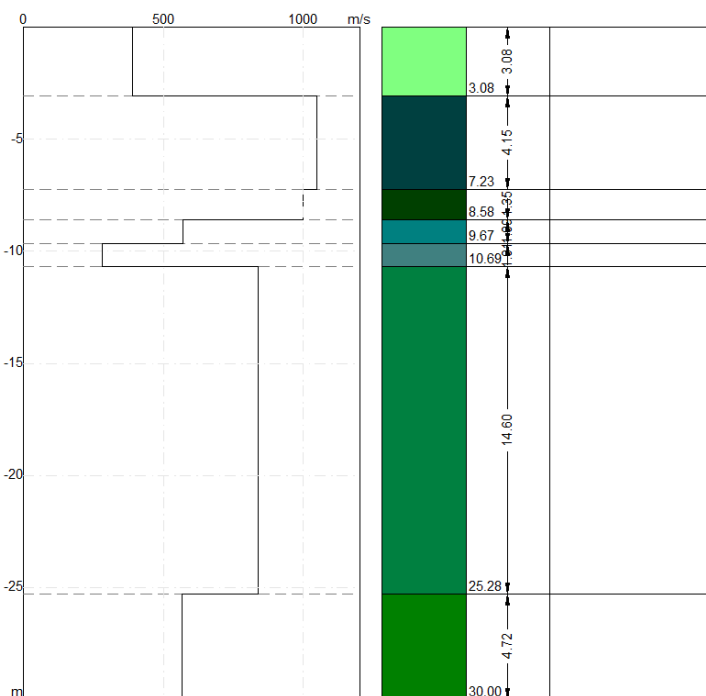
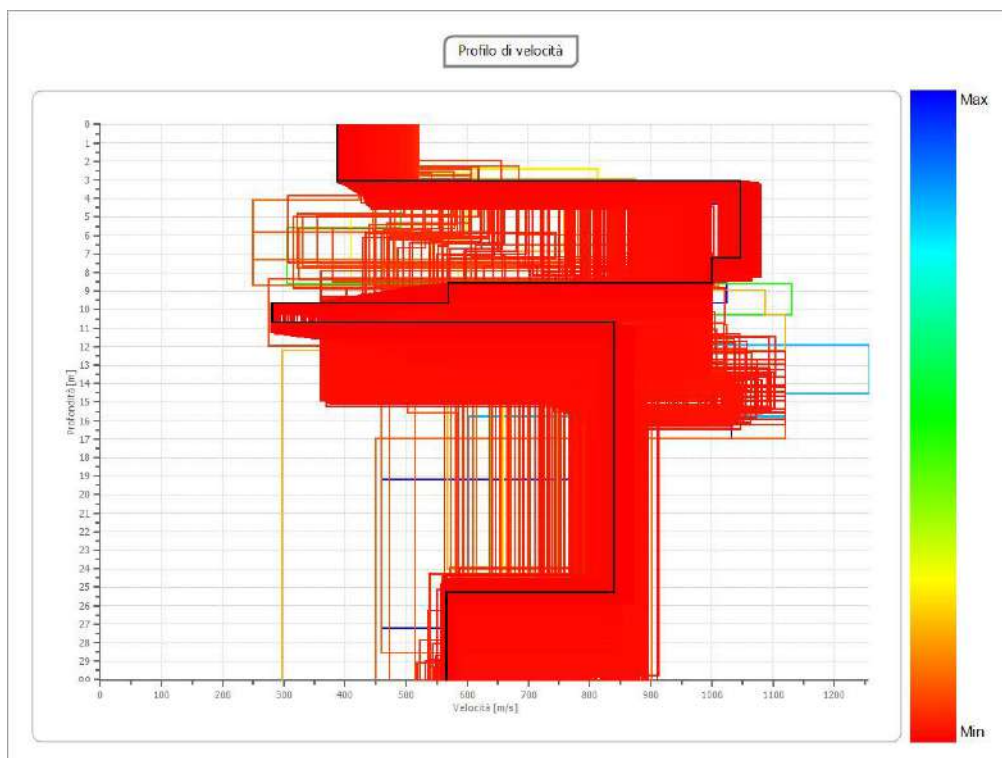
<i>n.</i>	<i>Frequenza [Hz]</i>	<i>Velocità [m/sec]</i>	<i>Modo</i>
1	2.5	374.2	0
2	3.9	631.2	0
3	6.9	537.5	0
4	11.3	612.5	0
5	15.0	736.4	0
6	15.6	637.6	0
7	20.0	638.2	0
8	24.4	630.1	0
9	26.3	736.4	0
10	28.8	621.0	0
11	33.2	613.8	0
12	37.6	607.4	0
13	40.9	686.3	0
14	42.0	599.2	0
15	44.9	906.7	1
16	45.1	1032.0	2
17	46.4	586.0	0
18	50.8	565.2	0
19	54.0	626.2	0
20	55.2	535.5	0
21	56.4	1052.0	3

- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura

22	59.5	896.7	2
23	59.6	497.6	0
24	60.2	826.6	1
25	64.0	454.4	0
26	64.0	576.1	0
27	68.4	410.9	0
28	69.8	951.8	3
29	71.5	896.7	2
30	72.7	736.4	1
31	72.8	373.2	0
32	75.5	485.9	0
33	77.2	327.7	0
34	81.6	327.6	0
35	85.3	691.3	1
36	85.3	906.7	3
37	86.0	358.0	0
38	87.0	881.7	2
39	88.0	425.8	0



- Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano -
 Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica - Demanio Marittimo - Agricoltura



Parametri geotecnici

<i>n</i>	<i>Profondità</i> [m]	<i>Spessore</i> [m]	<i>V_s</i> [m/s]	<i>V_p</i> [m/s]	<i>Densità</i> [kg/mc]	<i>Coefficiente</i> <i>Poisson</i>	<i>G₀</i> [MPa]	<i>E_d</i> [MPa]	<i>M₀</i> [MPa]	<i>E_y</i> [MPa]
1	3.08	3.08	387.79	787.60	1800.00	0.34	270.68	1116.56	755.65	725.42
2	7.23	4.15	1047.25	2035.49	1950.00	0.32	2138.63	8079.28	5227.77	5645.99
3	8.58	1.35	999.79	1984.83	1900.00	0.33	1899.22	7485.15	4952.86	5051.92
4	9.67	1.09	568.36	1063.30	2150.00	0.30	694.51	2430.78	1504.77	1805.73
5	10.69	1.01	280.24	544.70	1960.00	0.32	153.93	581.52	376.28	406.38
6	25.28	14.60	839.01	1598.88	2000.00	0.31	1407.89	5112.85	3235.67	3688.67
7	oo	oo	566.09	1149.74	1880.00	0.34	602.47	2485.17	1681.89	1614.61

G₀: Mod. di deformazione al taglio; *E_d*: Mod. edometrico; *M₀*: Mod. di compressibilità volumetrica;
E_y: Mod. di Young

L'indagine MASW ha evidenziato per l'area in esame una profondità del bedrock rigido superiore a 30 m (gli strati 2, 3 e 6 non sono ritenuti significativi) pertanto si calcola *V_{s30}* e considerando un piano di riferimento con *z = 0* si ottiene una attribuzione del suolo alla Categoria “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”.

12 – COMPATIBILITA' DELLE PREVISIONI DI PIANO RISPETTO ALL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

I dati acquisiti ed i rilievi eseguiti hanno permesso di definire l'assetto geologico-stratigrafico e litologico del territorio comunale, il suo assetto geomorfologico ed idrogeologico, le sue criticità ambientali e pericolosità geologiche (queste ultime determinate sia da processi geodinamici interni – sismicità – sia esterni - dissesto idrogeologico).

In generale l'assetto geomorfologico d'insieme del territorio di Pulsano è contraddistinto dalla presenza nella porzione interna di due ampie, evidenti superfici suborizzontali e pianeggianti disposte a gradinata e raccordate da una netta scarpata, allungata grossomodo in direzione Est – Ovest. Sulla superficie altimetricamente più alta si trova l'abitato di Pulsano (Fig. 4.4). La parte costiera del territorio comunale invece è caratterizzata dalla presenza di una seconda scarpata che raccorda la più bassa delle due superfici prima descritte al livello mare. La costa vera è propria è invece contraddistinta da alcune pocket beach con un evidente complesso di spiaggia, duna e retroduna, alquanto degradato per effetto della estensiva edificazione della costa, intervallate da tratti di costa rocciosa digradante piana.

Lo schema geologico generale di questa area è relativamente semplice e contraddistinto dalla presenza su rocce calcareo-dolomitiche di età mesozoica (non affioranti e costituenti il substrato geologico dell'area) di lembi continui di depositi marini di età Pliocenica e Pleistocenica (Mastronuzzi & Sansò, 2003) (Fig 3.1.2).

Le uniche rocce affioranti sono quelle Pleistoceniche rappresentate da calcarenite tipo “*panchina*”, indicata localmente come “*mazzaro*” o “*carparo*” (in funzione dell'aspetto, del colore, delle dimensioni e della natura dei granuli, del grado di resistenza) eteropiche con livelli sabbiosi calcarei più o meno ricchi in argilla. Si tratta di depositi di mare poco profondo estremamente eterogenei per facies deposizionale e litologica, rappresentati da sabbie bioclastiche sciolte, areniti e calcareniti bioclastiche, sabbie e limi, marne calcaree, biocostruzioni algali, inerme e biostromi, calcareniti eterometriche, calcareniti conchigliari, conglomerati. I depositi di terrazzo affioranti nel perimetro del confine comunale di Pulsano, sulla base di quanto riscontrato da vari ricercatori nella adiacente area di Taranto (Belluomini et alii, 2002), possono essere attribuiti con riferimento a quelli affioranti in prossimità della costa e di quota più bassa al substage 5e-c (96000 – 123000 anni BP). Quelli che affiorano in corrispondenza della superficie di quota 20 – 30 m (superficie “bassa” di

Figura 2.4) invece sono pre-tirreniani e quindi potrebbero essere riferiti al OIS 7 (243000 anni BP) e forse OIS 9 (337000 anni BP) (Dai Pra & Stearns, 1977; Hearty & Dai Pra 1992) mentre i depositi affioranti in corrispondenza della superficie posta a 38 – 40 m di quota (superficie “alta” di figura 2.4) , su cui sorge l’abitato di Pulsano, sono ancora più antichi (Fig. 3.1.3a e 3.1.3b)

I Caratteri di permeabilità della successione litologica che caratterizza il sottosuolo del territorio comunale, determina un assetto idrogeologico relativamente semplice (Fig. 4.3.1). In sintesi, esso si compone di un acquifero profondo, sede della cosiddetta falda di base o profonda, confinato superiormente dai terreni impermeabili (Argille subappennine), il cui tetto lungo costa è posto fino ad oltre 100 di profondità sotto il livello del mare e da un acquifero superficiale, sede di una falda sospesa che circola a pelo libero con verso di deflusso da terra verso mare (Fig. 4.3.2).

Il paesaggio è relativamente giovane essendo il substrato geologico non più antico del Pleistocene medio. Tale paesaggio è contraddistinto dalla presenza delle due evidenti, ampie superfici suborizzontali e pianeggianti separate da una netta scarpata, allungata grossomodo in direzione Est – Ovest che rappresentano la parte più evidente di una successione di terrazzi marini che si completa con un ultimo terrazzo prossimo al livello mare e molto meno esteso delle precedenti superfici (si veda lo schema di Figura 3.3.1a e 3.3.1b). Questi terrazzi sulla base di quanto riscontrato da vari ricercatori nella adiacente area di Taranto (Belluomini et alii, 2002), possono essere inquadrati cronologicamente come segue:

- terrazzo basso in prossimità della costa - substage 5e-c (96000 – 123000 anni BP) (Belluomini et alii, 2002);
- terrazzo intermedio (superficie di quota 20 – 30 m) - OIS 7 (243000 anni BP) e forse OIS 9 (337000 anni BP) (Dai Pra & Stearns, 1977; Hearty & Dai Pra 1992; Belluomini et alii, 2002);
- terrazzo alto (superficie posta a 38 – 40 m di quota) – età maggiore dell’OIS 9 (Belluomini et alii, 2002).

Le due evidenti scarpate che delimitano verso mare le due superfici più alte, nel quadro della ricostruzione geomorfologica proposta sopra, sono delle antiche ripe di abrasione marina abbandonate dal mare (relitte); la più alta in quota delle due è connessa al terrazzo di 20 - 30 m slm e quindi è stata modellata anch’essa durante l’OIS 7 (243000 anni BP) o forse OIS 9 (337000 anni BP) mentre la più bassa è connessa al terrazzo più recente e quindi è databile al substage 5e-c

(96000 – 123000 anni BP). Sulla gradinata di terrazzi marini si è sovrapposta una rete idrografica. Questo evento geomorfologico si è probabilmente verificato successivamente al MIS 5 e fino al MIS 2 (20000 anni BP); in questo intervallo di tempo, infatti, è accaduto che il livello del mare si è abbassato progressivamente fino a raggiungere la quota minima di 120 – 140 m sotto quello attuale (proprio nel MIS 2) e ciò ha comportato un progressivo ampliamento delle terre emerse (esteso grossomodo fino alla attuale isobata 120 – 140 m) e la conseguente formazione di una rete idrografica esoreica (cioè con sbocco in mare) (Fig. 5.2.1) che oggi nella sua parte terminale è integralmente sott'acqua (infatti, successivamente al MIS 2 il livello del mare è risalito fino a portarsi sulla posizione attuale).

La rete idrografica attuale deriva direttamente da questa appena descritta e ne rappresenta, al netto di alcuni adattamenti rispetto all'attuale livello di base, la porzione più di monte che non è stata sepolta dalle acque del Mare Ionio (fosso Le Canne e Fosso di Pulsano)

La rete idrografica che interessa estesamente il territorio comunale è composta da piccoli reticoli endoreici incentrati su modeste depressioni topografiche che interessano diffusamente sia il terrazzo di quota 20 – 30 m slm (superficie “bassa” di Figura 2.4) sia quello più alto (superficie “alta” di Figura 2.4).

L'organizzazione geometrica attuale di questa rete idrografica è il prodotto oltre che della naturale conformazione altimetrica della superficie topografica anche e soprattutto di tutte le trasformazioni morfologiche conseguenti alla antropizzazione del territorio indotte con la costruzione di strade, muri perimetrali, edifici, superfici impermeabili, canali di scolo, ecc.. Queste hanno causato una importante modificazione delle pendenze naturali, della permeabilità del suolo e dell'andamento dei dispiuvi. La rete idrografica endoreica è comunque una rete naturale che si è sicuramente originata in seguito alla emersione dei terrazzi marini (successivamente all'OIS 7 o OIS 9) ed alla formazione, per effetto del carsismo, delle numerose depressioni, più o meno pronunciate ed evidenti che sono state cartografate.

La rete idrografica endoreica e le depressioni intorno a cui si è sviluppata costituiscono un sistema geomorfologico attivo la cui dinamica può determinare condizioni di pericolosità geologica.

L'assetto geomorfologico della costa è contraddistinto dalla presenza delle pocket beach e del complesso di spiaggia, duna, retroduna. I depositi associati a questi ambienti ricoprono quelli calcarenitici del Pleistocene medio. In origine essi erano probabilmente più continui lateralmente.

Laddove sono stati scalzati dai processi erosivi, è stata riportata a giorno la costa rocciosa che si presenta quasi dappertutto come costa rocciosa digradante piana e localmente come una bassa falesia.

Le spiagge della costa di Pulsano dal punto di vista geografico–fisico e geomorfologico sono classificate come *pocket beach*; si tratta cioè di spiagge racchiuse all'interno di insenature rocciose più o meno profonde individuate da due promontori che ne costituiscono il limite naturale, dove per una serie di fenomeni geografico – fisici si determina la cattura e l'imbrigliamento di sedimenti sabbiosi. Queste spiagge sono quindi costruite prevalentemente con sedimenti autoctoni, originati cioè dai locali processi di demolizione del substrato roccioso e da quelli di disfacimento e successiva rielaborazione dei gusci e degli scheletri delle popolazioni biocenotiche dei fondali. La mobilità dei sedimenti è generalmente limitata alla migrazione continua di masse sabbiose dalla spiaggia sommersa alla spiaggia emersa e viceversa, in funzione della stagione meteomarina, ed ai trasferimenti che avvengono tra spiaggia emersa e duna e viceversa, al prevalere dei venti diretti da mare o da terra.

Secondo il modello proposto da Dini et *alii* (2002) questi depositi eolici si sarebbero messi in posto durante la fase di dunazione di età medio-olocenica (Fig. 5.2.2).

Nei limiti del territorio comunale la costa rocciosa rappresenta il tipo costiero prevalente; essa è esclusivamente bassa, intagliata nelle calcareniti pleistoceniche e può essere o una costa rocciosa digradante piana o una costa a falesia bassa. I tratti a falesia sono caratterizzati dalla presenza di un gradino verticale intagliato nelle calcareniti di terrazzo che ha una altezza di pochi metri e si affaccia su un fondale poco profondo, caratterizzato dalla presenza (al piede del gradino) di blocchi di crollo.

In corrispondenza del piede sommerso del gradino si possono aprire profonde cavità di interstrato dovute a carsismo (si veda anche quanto riportato al Capitolo 9 della presente Relazione Geologica).

I gradini erosivi sono chiaramente orientati secondo le principali famiglie di frattura e per alcuni tratti corrispondono a veri e propri piani di frattura; inoltre, l'ammasso roccioso in cui sono modellati, per distanze anche superiori a diversi metri dal ciglio della scarpata, si presenta spesso completamente disarticolato in blocchi le cui dimensioni e geometria riflettono l'articolazione della rete di fratture tanto che la stessa costa assume un aspetto ruderale.

Il contesto geologico-strutturale e geomorfologico sopradescritto permette di ipotizzare per le falesie in questione una evoluzione più complessa rispetto a quella "classica". Nel caso specifico delle basse falesie di Pulsano, infatti, la dinamica evolutiva della scarpata è condizionata anche dalla diffusa carsificazione dell'ammasso roccioso. Un possibile meccanismo genetico di questi gradini morfologici vede, infatti, operare congiuntamente il processo carsico ed il moto ondoso. Il primo determina una marcata disarticolazione dell'ammasso roccioso in corrispondenza della costa per effetto dell'ipercarsismo e della gravità mentre il secondo, in occasione degli eventi meteomarini più intensi, riesce a rimuovere i blocchi rocciosi disarticolati portando alla luce le superfici di distacco (coincidenti con i principali piani di fratturazione).

L'ipercarsismo è anche il processo responsabile delle doline da crollo cartografate, presenti lungo costa (probabilmente anche alcune delle insenature che oggi ospitano pocket beach erano in origine grandi doline da crollo il cui lato mare è stato "sfondato" dal moto ondoso. Le doline da crollo sono spesso allineate lungo le principali direttrici tettoniche e rappresentano la manifestazione superficiale della presenza nel sottosuolo di sistemi carsici subsuperficiali la cui evoluzione (per opera del carsismo e della gravità) può anche interferire con la geometria della linea di costa condizionandone l'andamento topografico (si possono originare ad esempio anche profonde insenature). Queste doline si originano per la formazione nel sottosuolo di ampie cavità tabulari che, per effetto dell'ipercarsismo, possono rapidamente collassare provocando un abbassamento della superficie del suolo con la conseguente formazione di una depressione.

La pericolosità geologica del territorio comunale è stata valutata sia in merito ai processi endogeni e quindi come pericolosità sismica e pericolosità collegata alla presenza di "faglie capaci" (ovvero faglie che potenzialmente possono produrre dislocazioni e deformazioni in superficie) sia come "Pericolosità geologico-idraulica". Quest'ultima rappresenta la probabilità che in un determinato territorio si verifichino eventi quali frane, alluvioni, inondazioni costiere, subsidenza, ecc. di una determinata intensità in un determinato intervallo di tempo.

Con riferimento al territorio comunale la pericolosità geologico-idraulica è stata analizzata rispetto ai seguenti fenomeni geomorfologico-idraulici:

- frane (pericolosità geomorfologica),
- alluvioni (pericolosità idraulica).

Il franamento è un fenomeno che può interessare esclusivamente i tratti di costa rocciosa (non sono state riconosciute altre porzioni di territorio comunale soggette a tale fenomeno):

1. per la presenza nel sottosuolo di cavità carsiche,
2. in corrispondenza delle basse falesie e gradini erosivi cartografati.

Le cavità carsiche di cui al punto 1 si originano per effetto dell'ipercarsismo (si veda anche quanto riportato al capitolo 9 della presente relazione); esse, nella loro evoluzione, possono collassare determinando uno sprofondamento improvviso (fenomeno noto in letteratura come sinkholes). Questo repentino abbassamento della superficie topografica origina ciò che al capitolo 5 del presente elaborato è stato chiamato "dolina da crollo. Nei limiti del territorio di Pulsano, a memoria d'uomo, non sono noti fenomeni di formazione di sinkholes; lungo costa però sono state riconosciute diverse doline da crollo e sono presenti delle grotte censite nel Catasto delle Grotte e della Cavità artificiali della Puglia (www.catasto.fspuglia.it), pertanto si può ritenere con certezza che il fenomeno sia attivo. La presenza delle doline da crollo e delle grotte non è riportata nel PAI.

La falesia di cui al punto 2 è in realtà un modesto gradino verticale alto pochi metri, intagliato nelle calcareniti di terrazzo, che si affaccia su un fondale poco profondo, caratterizzato dalla presenza (al piede del gradino) di blocchi di crollo. Questo tratto di costa non è cartografato nel PAI.

Con riferimento alla pericolosità idraulica si rileva che nei limiti del territorio comunale, l'attuale andamento plano-altimetrico della superficie topografica determina l'esistenza di diverse aree depresse chiuse (anche in corrispondenza dell'area urbana) intorno alle quali esiste una rete di drenaggio (la cui geometria ed organizzazione rispondono in parte a fattori naturali ed in parte alle trasformazioni indotte sul territorio dall'uomo).

Oltre a questa rete di drenaggio endoreica esistono anche due reticoli a deflusso esoreico; il Fosso di Pulsano ed il Fosso Le Canne. Il primo ha un bacino idrico molto più esteso del secondo in quanto è stato connesso idraulicamente ad un'ampia porzione di territorio originariamente endoreico attraverso un canale scavato (già riportato nella cartografia IGM del 1946).

La rete idrografica endoreica (e le depressioni intorno a cui si è sviluppata) e quella esoreica costituiscono un sistema geomorfologico attivo la cui dinamica può determinare condizioni di pericolosità geologica. In essa, infatti, si raccolgono e distribuiscono sul territorio le acque di pioggia (la dinamica idrologica di questa rete idrografica è direttamente determinata dalla piovosità); pertanto, in occasione di eventi particolarmente intensi (precipitazioni brevi e intense o

precipitazioni persistenti nel tempo), si potrebbero verificare eventi di allagamento nei limiti delle aree chiuse sottese ai reticoli endoreici e fenomeni di piena in corrispondenza dei tratti terminali (costieri) della rete esoreica.

Il PAI vigente riconosce esclusivamente aree a pericolosità idraulica in corrispondenza del tratto terminale del Fosso Le Canne mentre nella Carta Idrogeomorfologica redatta dall'ex AdB Puglia è riportata parte della rete idrografica esoreica.

In conclusione, in ragione di quanto rilevato e sopra descritto, con specifico riferimento a quanto stabilito dall'Art. 89 del DPR 380/01, si può ritenere che sebbene il territorio in esame sia caratterizzato da una dinamica geomorfologica attiva che può determinare localmente condizioni di pericolosità geomorfologica ed idraulica non sono state riconosciute condizioni strettamente ostative sotto il profilo geologico e geomorfologico rispetto alla pianificazione in atto pertanto essa risulta pienamente compatibile rispetto ai caratteri geologici e geomorfologici del territorio comunale. Ciò non toglie che qualsiasi specifico intervento dovrà comunque attuarsi in coerenza con le specifiche peculiarità del territorio e quindi in armonia con i processi di dinamica ambientale in atto nel rispetto degli equilibri su cui si regola il funzionamento dei due principali sistemi morfodinamici riconosciuti: la rete idrografica endoreica ed esoreica e il sistema costiero contraddistinto dalla presenza del complesso spiaggia, duna, retroduna ed interessato dal processo carsico. Particolare attenzione andrà posta quindi rispetto ai fenomeni determinati dal carsismo costiero. Si rimanda ai progettisti la discrezionalità sull'esecuzione di approfondimenti geognostici rispetto a tale fenomeno.

13 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio condotto ha permesso di riconoscere l'assetto geologico, idrogeologico e geomorfologico e le emergenze e le criticità ambientali presenti sul territorio del Comune di Pulsano. Questo territorio è caratterizzato da una dinamica geomorfologica attiva che può determinare localmente condizioni di pericolosità geomorfologica ed idraulica. Le uniche criticità emerse sono quelle determinate dalle depressioni endoreiche e dalla rete idrografica e connesse al carsismo costiero (doline da crollo e grotte).

L'importanza del primo elemento è determinato esclusivamente da aspetti connessi al corretto uso del territorio ed alla pericolosità che lo stesso può esprimere. È importante che la pianificazione in atto:

- riconosca le corrette strategie e modalità di uso del territorio al fine di tutelare l'integrità della rete idrografica e di preservarne se non implementarne la funzionalità;
- riconosca i limiti di uso del territorio imposti dalla pericolosità geologica determinata dalla dinamica idrologica in atto (allagamenti ed eventi di piena).

Analoghe considerazioni valgono per il secondo elemento cui però è anche associato un valore paesaggistico ed ambientale. Le doline da crollo costiere e le grotte, infatti, non costituiscono solo un elemento di pericolosità del territorio ma sono anche oggetto di tutela da parte di diverse leggi, appartengono al corpo del patrimonio speleologico regionale salvaguardato dalla Regione Puglia con la L.R. 33/2009 e possono ospitare habitat tutelati. In territori diversi da quello di interesse alcune doline da crollo sono cartografate sul PPTR e sono oggetto di tutela da parte di tale piano.

14 – BIBLIOGRAFIA

- Belluomini G., Caldara M., Casini C., Cerasoli M., Manfra L., Mastronuzzi G., Palmentola G., Sanso' P., Tuccimei P., Vesica P.L. (2002). *Age of Late Pleistocene shorelines, morphological evolution and tectonic history of Taranto area, Southern Italy*. Quaternary Science Reviews, 21, 4-6, 425-454.
- Blanc A.C. (1953). *Notes sur le Quaternaire marin des Pouilles*. In: *Excursion dans les Abruzzes, les Pouilles et sur la cote de Salerno*. IV Congr. Int. INQUA, 19-27 Aout, Roma – Pisa, 19-30.
- Blandamura G. (1925). *Choerades Insulae. Le Cheradi del Jonio*. Stab. Tip. Arcivescovile, Taranto, 288 pp.
- Boenzi F., Caldara M., Pennetta L. (1985). *La Trasgressione Tirreniana nei dintorni di Castellaneta (Taranto)*. Geologia Applicata e Idrogeologia, 20, 163-175.
- Bonifay E., Mars P. (1959). *Le Tyrrhénien dans le cadre de la chronologie quaternaire méditerranéenne*. Bulletin Società Géologique Francaise, ser.7, 1, 62-78
- Bossio A., Mazzei R., Monteforti B., Salvatorini G. (1989). *Studi sul Neogene e sul Quaternario della penisola salentina. II - Evoluzione paleogeografica dell'area di Leuca nel contesto della dinamica mediterranea*. Atti Conv. "Le conoscenze geologiche del territorio salentino", Quaderbo di Ricerche, Centro Studi Geotecnici e d'Ingegneria, Lecce, 11 (1987), 31-54.
- Caldara M., Centenaro E., Mastronuzzi G., Sansò P., Sergio A. (1998) - *Features and present evolution of Apulian Coast (Southern Italy)*. Journal of Coastal Research, SI, 26, 55-64.
- Caldara M., Laviano A. (1980). *Osservazioni Paleontologiche e Paleoecologiche su un deposito quaternario affiorante a Punta della Penna (Mar Piccolo - Taranto)*. Annali Università di Ferrara, Sez. IX, VI supplemento.
- Capaldi G., Civetta L., Lirer L., Munno R. (1979). *Caratteri Petrografici ed età K/Ar delle cineriti intercalate nelle formazioni argillose pleistoceniche della Fossa Bradanica*. Geologia Applicata ed Idrogeologia, XIV (III), 493-501.
- Cardellicchio N.(1992). *Monitoraggio in continuo dei fenoli in acque di scarico di cokeria*. Istituto Sperimentale Talassografico, CNR, Taranto. Atti del Congresso: Il monitoraggio automatico dell'Inquinamento Marino.
- Cardellicchio N., Annicchiarico C., Leone G., Marra C., Paterno P., Piraino S., Ragone P. (1991). *I mari di Taranto: problematiche di impatto ambientale*. Istituto Talassografico, CNR, di Taranto.
- Cardellicchio N., Paterno P., Marra C. (1989a). *Accumulo di mercurio e stagno in sedimenti e mitili del Golfo di Taranto*. Istituto Sperimentale Talassografico, CNR, Taranto.
- Cardellicchio N., Ragone P., Annicchiarico C., Rochira M. (1989b). *Inquinamento da idrocarburi policiclici aromatici nell'area costiera tarantina*. Istituto Sperimentale Talassografico, CNR, Taranto. Atti del Convegno Nazionale I.S.T.
- Channel J.E.T., D'Argenio B., Horvat F. (1979). *Adria, the African Promontory in Mesozoic Mediterranean paleogeography*. Earth Science, 15, 213-292.
- Channel J.E.T., Horvat F. (1976). *The African-Adriatic Promontory as a paleogeographical premise for Alpine Orogeny, plate movements in the Carpatho-Balkan Region*. Tectonophysics, 35.
- Chappell J. , Shackleton N.J. (1986). *Oxygen isotopes and sea-level*. Nature, 324,137-140.
- Ciaranfi N., Pieri P. , Ricchetti G. (1994). *Linee di costa e terrazzi marini pleistocenici nelle Murge e nel Salento: implicazioni neotettoniche*. Riassunti 77° Congr.Soc.Geol.It., Bari, 170-172.

- Ciaranfi N., Pieri P., Ricchetti G. (1988). *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale)*. Memorie Società Geologica Italiana., 41, 449-460.
- Cita M.B., Castradori D. (1994). *Workshop on marine section from the Gulf of Taranto (Southern Italy) usable as potential stratotypes for the GSSP of the Lower, Middle and Upper Pleistocene*. Il Quaternario, 7(2), 677-692.
- Cosentino D., Gliozzi E. (1988). *Considerazioni sulle velocità di soillevamento di depositi eutirreniani dell'Italia meridionale e della Sicilia*. Memorie Società Geologica Italiana 4: 653-665.
- Cotecchia V., Dai Pra G., Magri G. (1969). *Oscillazioni tirreniane e oloceniche del livello del mare nel Golfo di Taranto, corredate da datazioni con il metodo del radiocarbonio*. Geol. Appl. Idrog., 4. 93-148.
- Cotecchia V., Dai Pra G., Magri G. (1971). *Sul tirreniano della costa ionica salentina (Puglia). Datazione di un campione di Coralli con il metodo del Th230/U234*. Geol. Appl. Idrog., 6, 105-112.
- Cotecchia V., Dai Pra G., Magri G. (1977). *Morfogenesi litorale olocenica tra Capo Spulico e Taranto nella prospettiva della protezione costiera*. Geologia Applicata e Idrogeologia, 6.
- Cotecchia V., Magri G. (1967). *Gli spostamenti delle linee di costa quaternarie del Mar Ionio fra Capo Spulico e Taranto*. Geologia Applicata ed Idrogeologia, 2 (1967), 1-34.
- Dai Pra G, Hearty P.J. (1988). *I livelli marini pleistocenici del Golfo di Taranto. Sintesi Geocronostratigrafica e tettonica*. Memorie Società Geologica Italiana 41: 637-644.
- Dai Pra G, Hearty P.J. (1989). *Variazioni del livello del mare sulla costa ionica salentina durante l'olocene. Epimerizzazione dell'isoleucina in Helix sp.*. Memorie Società Geologica Italiana, 42, 311-320
- Dai Pra G. (1982). *The Late Pleistocene marine deposits of Torre Castiglione (Southern Italy)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 5, 115-119
- Dai Pra G., Stearns C.E. (1977). *Sul tirreniano di Taranto. Datazioni su coralli con il metodo del 230Th/234U*. Geol. Romana, 16, 231-242.
- D'Alessandro A., Iannone A. (1982). *Pleistocene carbonate deposits in the area of Monopoli (Bari Province): sedimentology and palaeocology*. Geologica Romana 21, 603-653.
- D'Alessandro A., Iannone A. (1984). *Prime considerazioni sedimentologiche e paleoecologiche su alcune sezioni della Calcarenite di Gravina (Pleistocene) nei pressi di Monopoli*. St. Geol. Geof., 27, 1-16.
- D'Argenio B., Horvat F., Channel J.E.T. (1980). *Paleotectonic evolution of Adria, the African promontory*. Mem. B.R.G.M., 115.
- De Castro Coppa M.G. (1971). *Segnalazione ed osservazioni su Acteonina knockeri (Smith) e Parastrophia garganica Montcharmont Zei nel Tirreniano di Taranto*. Bollettino Società Naturalisti in Napoli.
- De Castro Coppa M.G. (1972). *Osservazioni su Pycnodonta hyotis (Linneo) del Tirreniano di Taranto*. Bollettino Società Naturalisti in Napoli, 81, 207-224.
- De Giorgi C. (1922). *Descrizione geologica e idrografica della Provincia di Lecce*. R. Tipografia Ed. Salentina, Lecce.
- De Marco A., Dimuccio L.A., Mastronuzzi G., Mazzarella M., Sergio A. (2004). *Minerali di origine industriale nei sedimenti del litorale di Taranto*. Studi Costieri, 8, 121-133.

- De Nicola M. (1992). *Inquinamento dai metalli pesanti nell'ambiente marino*. Istituto Sperimentale Talassografico, CNR, Taranto. Atti del Congresso: Il monitoraggio automatico dell'Inquinamento Marino.
- De Santis V., Caldara M., Torres T., Ortiz J. E. & Sánchez-Palencia Y. (2018). *A review of MIS 7 and MIS 5 terrace deposits along the Gulf of Taranto based on new stratigraphic and chronological data* – Italian Journal of Geoscience, 137 (2018) f., 349-368
- Dépéret C. (1918). *Essai de coordination chronologique de temps Quaternaire*. Comptes Rendus hebdomadaires de l'Academie des Sciences, Paris 166, 480-486.
- Doglionti C, Mongelli F, Pieri P. (1994). *The Puglia uplift (SE Italy): An anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere*. Tectonics, 13 (5), 1309-1321.
- Gignoux M. (1911a). *Les couches à Strombus bubonius (Lmk.) dans la Méditerranée occidentale*. Compte Rendus des Séances de l'Academie des Sciences, 1-3.
- Gignoux M. (1911b). *Resultats généraux d'une étude des anciens rivages dans la Méditerranée occidentale*. Annales de l'Université de Grenoble, t.XXIII, 1, 1-21.
- Gignoux M. (1913). *Les Formations marines pliocènes et quaternaries dell'Italie du Sud et de la Sicilie*. Annales de l'Université de Lyon, n.s.l, 36. , 348 pp.
- Gigout M. (1960a). *Sur le Quaternaire marin de Tarente (Italie)*. Compte Rendus Accademie de Sciences, 250, 1094-1096.
- Gigout M. (1960b). *Sur le Quaternaire marin de Pulsano (Tarente, Italie)*. Compte Rendus Accademie de Sciences, 250, 881-883.
- Gigout M. (1960c). *Sur le Quaternaire marin de Gallipoli (Italie)*. Compte Rendus Accademie de Sciences., 250, 1295- 1297.
- Gigout M. (1962). *Sur le Tyrrhénien de la Méditerranée occidental*. Quaternaria, 6.
- Hearty P.J. (1986). *An inventory of last interglacial (s.l.) age deposits from the Mediterranean basin: a study of isoleucine epimerization and U-series dating*. Zeitschrift fur Geomorphologie, Suppl. Bd, 62, 61-59.
- Hearty P.J., Bonfiglio L., Violanti P.J., Szabo B.J. (1986). *Age of Late Quaternary marine deposits of Southern Italy determined by aminostratigraphy, faunal correlation and uranium-series dating*. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 92, 1, 149-164.
- Hearty P.J., Dai Pra G. (1985). *Aminostratigraphy on Th230/U234 dating of Quaternary shorelines in the Puglia region of Southeast Italy*. Proceeding of the Fifth International coral Reef Congress, Thaiti, 3, 163-169.
- Hearty P.J., Dai Pra G. (1992). *The age and Stratigraphy of middle Pleistocene and Younger deposits along the Gulf of Taranto (Southeast Italy)*. Journal of Coastal Research., 8(4), 82-105.
- Marzo P., Mastronuzzi G., Palmentola G., Sanso' P. (1997). *Le Isole Chéradi*. Rivista Marittima, XXXV, 99-118.
- Mastronuzzi G. (2001). *Indagine conoscitiva geologico ambientale del sistema del Mar Piccolo (Taranto): caratteri evoluzione, dinamica, valore e pericolosità di un potenziale geosito*. CD rom, Unione Europea, Commissione Europea – DG XVI, Azioni Innovatrici, Programma Terra, Progetto n. 55 Posidonia, Atelier Taranto, Comune di Taranto, VII Settore Governo del Territorio.
- Mastronuzzi G. (2006). *Evoluzione dell'orografia antica della città di Taranto*. Atti del Seminario “Dal Kastron bizantino al Castello aragonese”, 17 novembre 2004, Taranto, Castello Aragonese, Scorpione Editrice, Taranto, 123-140.

- Mastronuzzi G., Marzo P. (eds) (1999). *Le Isole Chéradi fra natura, leggenda e storia*. Fondazione Ammiraglio Michelagnoli - Università degli Studi di Bari, Stampasud, Mottola (Ta), 240 pp.
- Mastronuzzi G., Sanso' P. (1993b). *Inquadramento geologico e morfologico della Gravina di Riggio (Grottaglie, Taranto)*. Itinerari Speleologici, II, 7, 23-36.
- Mastronuzzi G., Sanso' P. (1998). *Morfologia e genesi delle Isole Chéradi e del Mar Grande (Taranto, Puglia, Italia)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 21, 131-138.
- Mastronuzzi G., Sansò P. (2002). *Pleistocene sea level changes, sapping processes and development of valleys network in Apulia region (southern Italy)*. Geomorphology, 46, 19-34.
- Mastronuzzi G., Sansò P. (eds) (2003). *Quaternary coastal morphology and sea level changes. Field Guide*. Puglia 2003, Final Conference – Project IGCP 437 UNESCO - IUGS, Otranto / Taranto - Puglia (Italy) 22-28 September 2003, G¹S Coast Coast – Gruppo Informale di Studi Costieri, Research Publication, 5, 184 pp, Brizio srl - Taranto.
- Mazzanti R., Parea G.C. (1977). *Erosione della “panchina “ sui litorali di Livorno e di Rosignano*. Bollettino Società Geologica Italiana., 96, 457-489.
- Mazzei R. (1985). *Le argille Pleistoceniche del Mar Piccolo (Taranto)*. Inquadramento biostratigrafico e cronostatigrafico sulla base dei nannofossili calcarei. Atti Società Toscana Scienze Naturali, A, 92, 199-208.
- Mirigliano G. (1953). *La macrofauna del Tirreniano di Gallipoli (Lecce)*. Boll. Zool., XX.
- Mirigliano G. (1956). *Il Tirreniano di Gallipoli (Lecce)*. Atti IV Congresso Internazionale Quaternario, II.
- Montcharmont – Zei M. (1957). *Foraminiferi e molluschi di un livello tirreniano presso Nova Siri Scalo (Matera)*. Bollettino Società Naturalisti in Napoli, 66, 53-68.
- Pagliarulo R., Bruno G. (1990). *Implicazioni tettonico - strutturali nella circolazione idrica profonda nell'area del Mar Piccolo di Taranto (Puglia)*. Bollettino Società Geologica Italiana., 109, 307-312.
- Piraino S., Fanelli G., Alabiso G., Brandini E., Buia M. C., Petrocelli A., Prato E., Saracino O. D., Pastore M. (1997). *Ecologia del settore marino antistante il Polo Industriale di Taranto*. Istituto Sperimentale Talassografico, CNR, Taranto. Atti del Congresso Nazionale di Chimica Ambientale.
- Ricchetti G. (1967). *Osservazioni preliminari sulla geologia e morfologia dei depositi quaternari nei dintorni del Mar Piccolo (Taranto)*. Atti Accademia Gioenia Scienze Naturali in Catania, 6, XVIII, 123-130.
- Ricchetti G. (1970). *Nuove osservazioni sui depositi Pliopleistocenici nei dintorni di Taranto. I “tufi” Calcarei con Arctica islandica*. Bollettino Società Geologica Italiana., 89.
- Ricchetti G. (1972). *Osservazioni geologiche e morfologiche preliminari sui depositi quaternari affioranti nel F. 203 (Brindisi)*. Bollettino Società Naturalisti in Napoli, LXXXI, 543-566.
- Ricchetti G. (1980). *Contributo alla conoscenza strutturale della Fossa bradanica e delle Murge*. Bollettino Società Geologica Italiana., 99, 421-430.
- Ricchetti G., Ciaranfi N., Luperto Sinni E., Mongelli F., Pieri P. (1988). *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'Avampese apulo*. Memorie Società Geologica Italiana, 41, 467-494.
- Robba E. (1969). *Il Plio-pleistocene della zona di Taranto*. Riv. Ital. Paleont., 75, 3.
- Shackleton N.J. (1987). *Oxygen isotopes, ice volume and sea level*. Quaternary Science Reviews, 6, 183-190.

- Shackleton N.J. , Opdyke N.D. (1973). *Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238: oxygen isotope temperature and ice volumes on a 105 year and 106 year scale*. Quaternary Research, 3, 39-55.
- Verri A., De Angelis D'ossat G. (1899). *Cenni sulla geologia di Taranto*. Bollettino Società Geologica Italiana., XVIII, 2, 179-210.
- Waelbroeck C., Labeyrie L., Michel E., Duplessy J.C., McManus J.F., Lambeck K., Balbon E., Labracherie M. (2002). *Sealevel and deep water temperature changes derived from benthic foraminifera isotopic records*. Quaternary Science Reviews, 21, 295-305.
- Zito et al. (1988).

APPENDICE 1 – Materiali e metodi per la redazione delle carte tematiche

Le carte tematiche sono state costruite attraverso il software QGis che permette di gestire dati georeferenziati. Nella fattispecie attraverso QGis è stato costruito un database geologico in cui sono stati raccolti tutti i dati (di carattere geologico e georeferenziati) derivanti dalla letteratura e dagli archivi tematici e quelli originali raccolti attraverso i diversi sopralluoghi condotti in situ.

La sovrapposizione per tema di tali informazioni ha permesso la costruzione delle seguenti tavole:

- *Assetto geologico-stratigrafico del territorio comunale Tavola A.G.S. 1 – Carta geologica*
- *Assetto geomorfologico del territorio comunale Tavola A.G. 1 – Carta geomorfologica*
- *Assetto geomorfologico del territorio comunale Tavola A.G. 2 – Rete idrografica*
- *Assetto geomorfologico del territorio comunale Tavola A.G. 3 – Carta del rilievo e dei caratteri altimetrici*
- *Assetto geomorfologico del territorio comunale Tavola A.G. 4 – Carta della pendenza del rilievo*
- *Assetto geomorfologico del territorio comunale Tavola A.G. 5 – Carta della esposizione dei versanti*
- *Assetto geomorfologico del territorio comunale Tavola A.G. 6 – Pericolosità geologica di base e suscettibilità al dissesto*
- *Assetto idrogeologico del territorio comunale Tavola A.I. 1 – Carta delle isopieze della falda profonda*
- *Assetto idrogeologico del territorio comunale Tavola A.I. 2 – Carta delle isofreatiche della falda superficiale*
- *Vincolistica geologica gravante sul territorio comunale Tavola V.G. 1 – Vincolistica geologica*

Le tavole nella versione originale sono stampate in formato A2 in scala 1:20000; come base topografica è stato utilizzato l'urbanizzato scaricabile dal SIT Puglia. Il repertorio cartografico utilizzato comprende immagini del SIT Puglia, immagini AIMA, del Portale Cartografico Nazionale, della piattaforma Google Maps ed Apple Maps.

Tavola A.G.S. 1 – Carta geologica

Tale carta riporta le aree di affioramento delle diverse unità litostratigrafiche affioranti (ogni unità potrebbe essere costituita da più tipi litologici). Essa rappresenta sostanzialmente una sintesi tra quanto riportato sulla carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 e quanto deriva dal rilevamento geologico condotto. Il quadro cronostratigrafico di riferimento è quello proposto da *Belluomini et al., 2002* per la contigua zona di Taranto descritto ampiamente in Relazione.

Tavola A.G. 1 – Carta geomorfologica

Per la sua costruzione sono stati utilizzati principalmente dati originali raccolti durante i vari sopralluoghi condotti in campo; vi sono riportate, attraverso opportuno simbolismo, le forme del paesaggio di tipo puntuale, lineare ed areale. La rete idrografica comprende le linee di impluvio riportate sulla cartografia ufficiale della Regione Puglia (CTR, carta idrogeomorfologica, Tavoleta IGM, ecc) e le linee di impluvio restituite attraverso l'elaborazione del DEM Puglia con pixel di 8m X 8m (queste ultime sono state poi adattate alla realtà sulla base della ortofoto Puglia 2016 grazie alla quale è stato possibile tenere conto della presenza di eventuali sbarramenti o altri condizionamenti antropici non rilevabili sul DEM).

Le aree endoreiche sono state cartografate attraverso opportuna elaborazione del DEM Puglia; si sottolinea che il perimetro che delimita ciascuna area rappresenta l'intersezione tra la superficie topografica (DEM Puglia) ed il piano orizzontale passante per la quota di massimo invaso della depressione (oltre la quale si verifica lo sversamento delle acque potenzialmente accumulate nell'invaso). Per ognuna di queste quindi l'area perimetrata corrisponde alla massima superficie allagabile (area di massimo invaso) e non all'area effettivamente allagabile (la cui determinazione può avvenire solo a valle di uno studio idrologico ed idraulico del territorio comunale). Ne deriva che non tutte e non integralmente le aree endoreiche riconosciute sono aree a pericolosità idraulica.

Il perimetro delle doline da crollo costiere deriva dai rilievi in situ e dalla consultazione del repertorio cartografico precedentemente indicato. Si sottolinea che, diversamente dal caso precedente, le doline da crollo corrispondono sempre e comunque ad aree a pericolosità idraulica. A tale proposito si mette ulteriormente in risalto che l'area potenzialmente pericolosa è sicuramente più estesa rispetto alla dolina cartografata; questa, infatti, rappresenta solo la manifestazione morfologica di un processo di dinamica ambientale che interessa il sottosuolo di un'area ben più

vasta rispetto alla dolina. L'estensione e consistenza di tali aree può essere definita solo attraverso uno studio geologico specifico.

Le informazioni sulle grotte naturali ed artificiali derivano dal Catasto delle Grotte della Puglia della Federazione Speleologica Pugliese. I depositi eolici cartografati derivano invece dalla perimetrazione riportata sulla Carta Idrogeomorfologica implementata e corretta sulla base dei rilievi in situ condotti.

Tavola A.G. 2 – Rete idrografica

In questa tavola sono state isolate le informazioni riportate in Tavola A.G. 1 relativamente alla rete idrografica. Essa comprende le linee di impluvio riportate sulla cartografia ufficiale della Regione Puglia (CTR, carta idrogeomorfologica, Tavoleta IGM, ecc) e le linee di impluvio restituite attraverso l'elaborazione del DEM Puglia con pixel di 8m X 8m (queste ultime sono state poi adattate alla realtà sulla base della ortofoto Puglia 2016 grazie alla quale è stato possibile tenere conto della presenza di eventuali sbarramenti o altri condizionamenti antropici non rilevabili sul DEM). Oltre alle linee di impluvio sono riportate anche le aree endoreiche.

Tavola A.G. 3 – Carta del rilievo, Tavola A.G. 4 – Carta delle pendenze, Tavola A.G. 5 – Carta della esposizione

Derivano da elaborazione del DEM Puglia con specifico software (GRASS GIS e SAGA GIS). La prima carta rappresenta un semplice artificio grafico che permette di meglio apprezzare la conformazione altimetrica del territorio comunale. La seconda rappresenta la variazione di pendenza della superficie topografica nei limiti del territorio comunale; le aree con maggiore pendenza corrispondono ai gradini morfologici ed alle scarpate. La terza esprime invece la variazione di esposizione della superficie topografica rispetto al Nord geografico (da questo parametro derivano in parte il soleggiamento e l'insolazione del territorio comunale).

Tavola A.G. 6 – Pericolosità geologica di base e suscettibilità al dissesto

Sono cartografate le porzioni di territorio comunale, riconosciute attraverso lo studio condotto, dove i processi geomorfologici in atto possono produrre dissesti o innescare fenomeni che richiedono una limitazione delle attività umane per la tutela della incolumità di cose e persone.

Queste aree sono potenzialmente pericolose e corrispondono con le doline da crollo, le grotte naturali ed artificiali, i segmenti costieri suscettibili al franamento, le aree endoreiche. Per la definizione della reale pericolosità di tali aree e della entità di tale situazione sarebbe necessario avviare studi specifici

Tavola A.I. 1 – Carta delle isopieze della falda profonda, Tavola A.I. 2 – Carta delle isofreatiche della falda superficiale

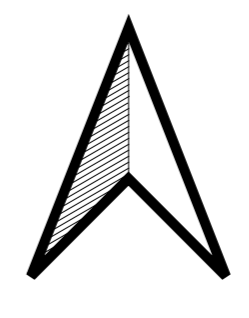
Derivano entrambe dal PTA della Regione Puglia. La prima è una superficie equipotenziale teorica ed esprime la quota (rispetto al livello mare) a cui si posizionerebbe la superficie della falda profonda all'interno di un pozzo emungente attestato in quest'ultima (si ricorda che la falda profonda si trova in pressione al di sotto delle Argille subappennine).

La seconda esprime invece la quota (riferita al livello mare) a cui si rinviene la superficie libera della falda superficiale contenuta nei depositi di terrazzo pleistocenici.

Tavola V. G. 1 – Vincolistica geologica


Sono riportate le aree sottoposte al giugno 2020 a vincoli derivanti da

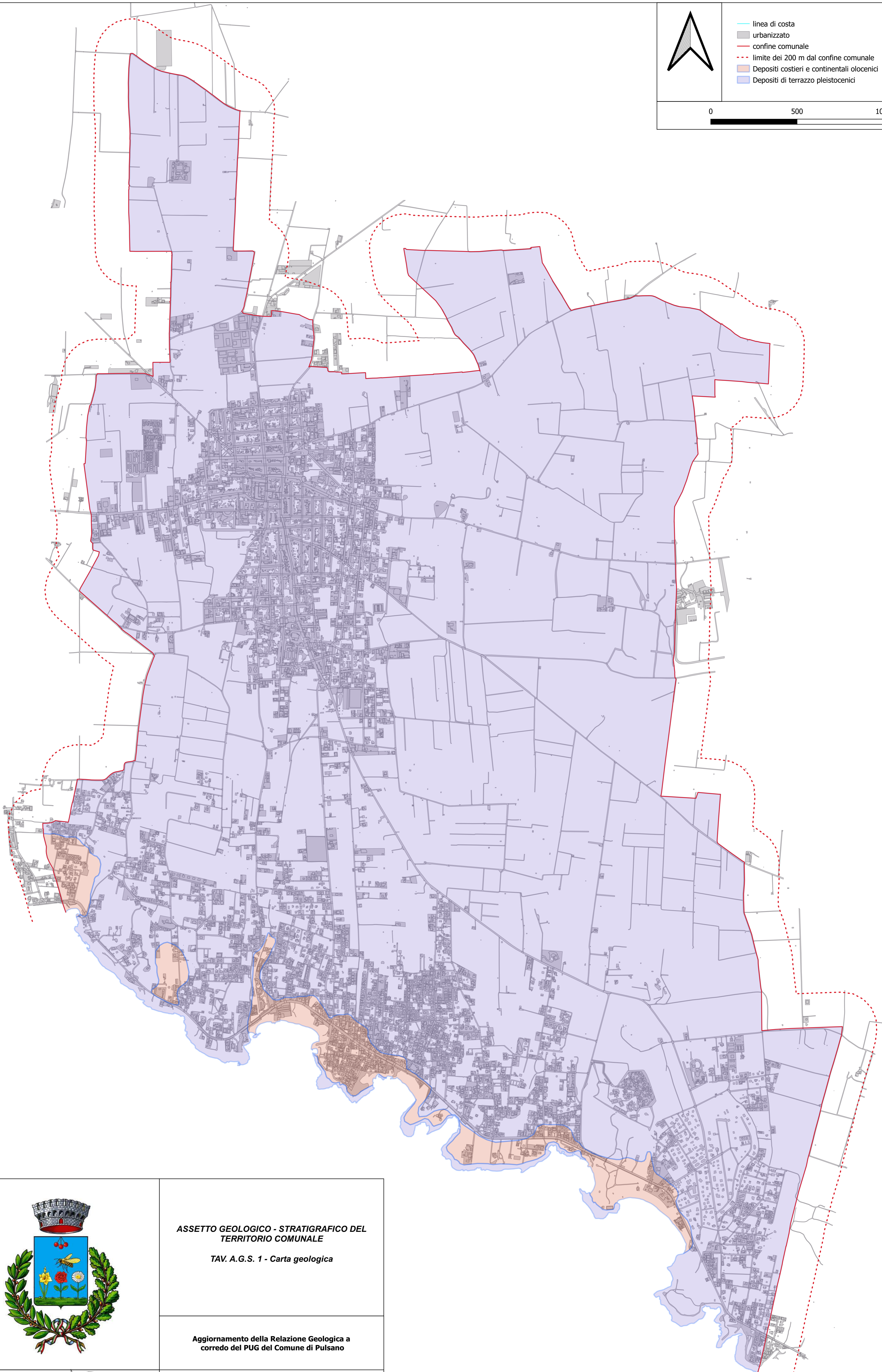
- PAI, Piano di Gestione Acque (PGA) e Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA),
- Carta Idrogeomorfologica,
- Piano di Tutela delle Acque (PTA)
- Vincolo Idrogeologico.



- linea di costa
- urbanizzato
- confine comunale
- limite dei 200 m dal confine comunale
- Depositi costieri e continentali olocenici
- Depositi di terrazzo pleistocenici

0 500 1000 m






COMUNE DI PULSANO



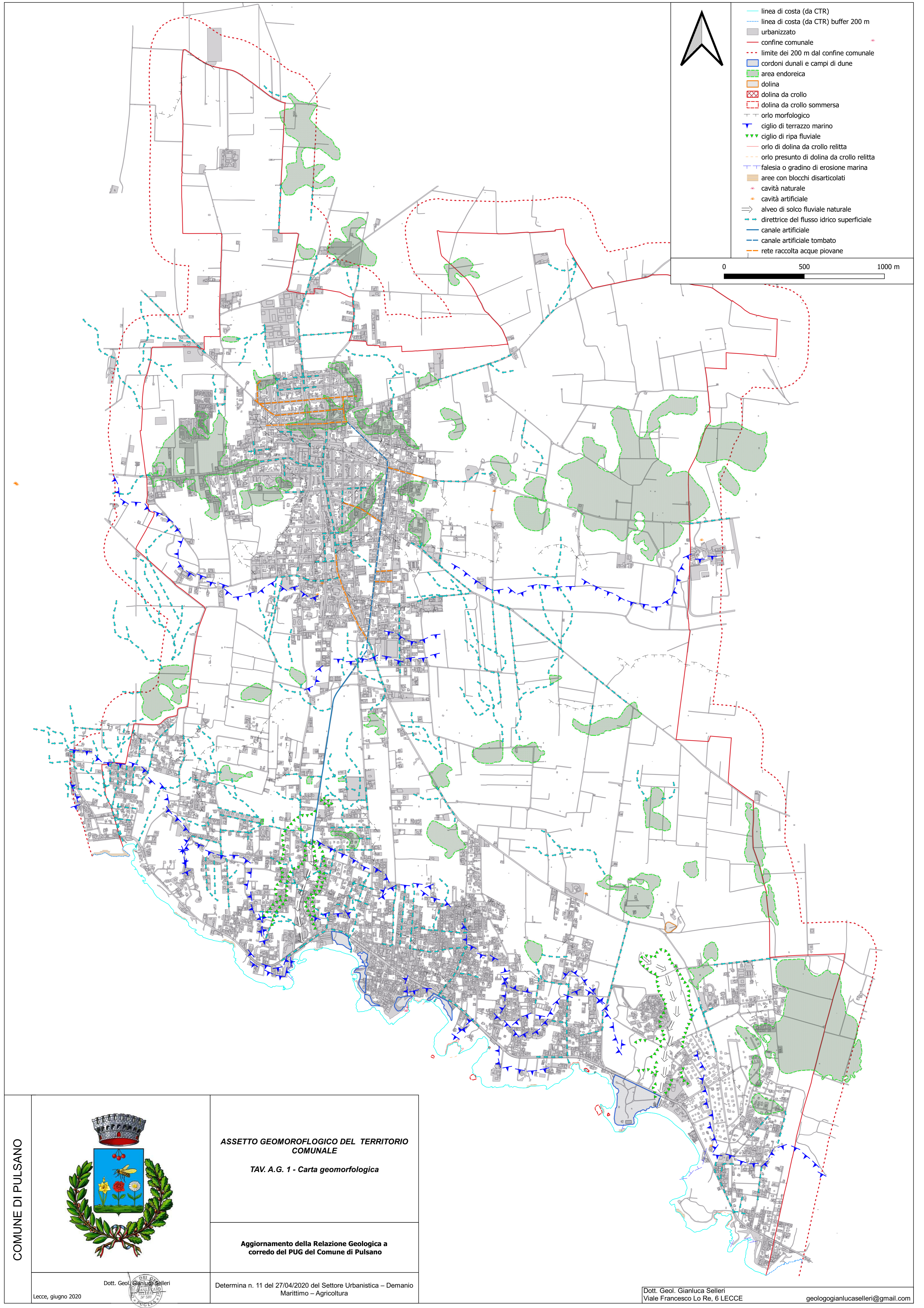
ASSETTO GEOLOGICO - STRATIGRAFICO DEL TERRITORIO COMUNALE
TAV. A.G.S. 1 - Carta geologica

Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano

Dott. Geol. 
 Lecce, giugno 2020

Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio
 Marittimo – Agricoltura

Dott. Geol. Gianluca Selleri
 Viale Francesco Lo Re, 6 LECCE
 geologogianlucaselleri@gmail.com



- linea di costa (da CTR)
- - - linea di costa (da CTR) buffer 200 m
- urbanizzato
- - - confine comunale
- - - limite dei 200 m dal confine comunale
- cordoni dunali e campi di dune
- area endoreica
- dolina
- dolina da crollo
- dolina da crollo sommersa
- - - orlo morfologico
- ▲ ciglio di terrazzo marino
- ▼ ciglio di ripa fluviale
- orlo di dolina da crollo relitta
- - - orlo presunto di dolina da crollo relitta
- - - falesia o gradino di erosione marina
- aree con blocchi disarticolati
- cavità naturale
- cavità artificiale
- ⇒ alveo di solco fluviale naturale
- - - direttrice del flusso idrico superficiale
- canale artificiale
- - - canale artificiale tombato
- rete raccolta acque piovane

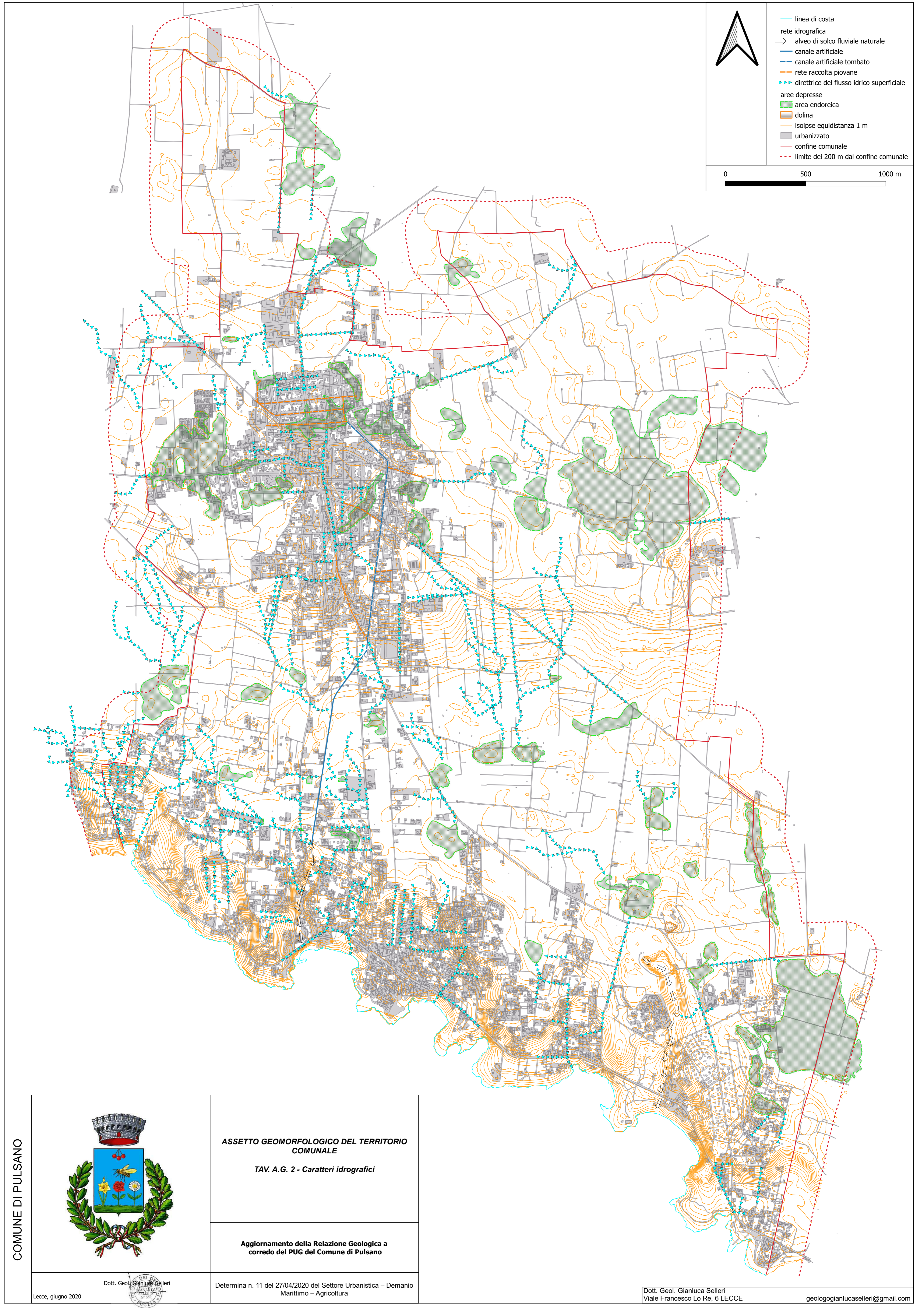
0 500 1000 m

COMUNE DI PULSANO



ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE
TAV. A.G. 1 - Carta geomorfologica

Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano



COMUNE DI PULSANO



ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

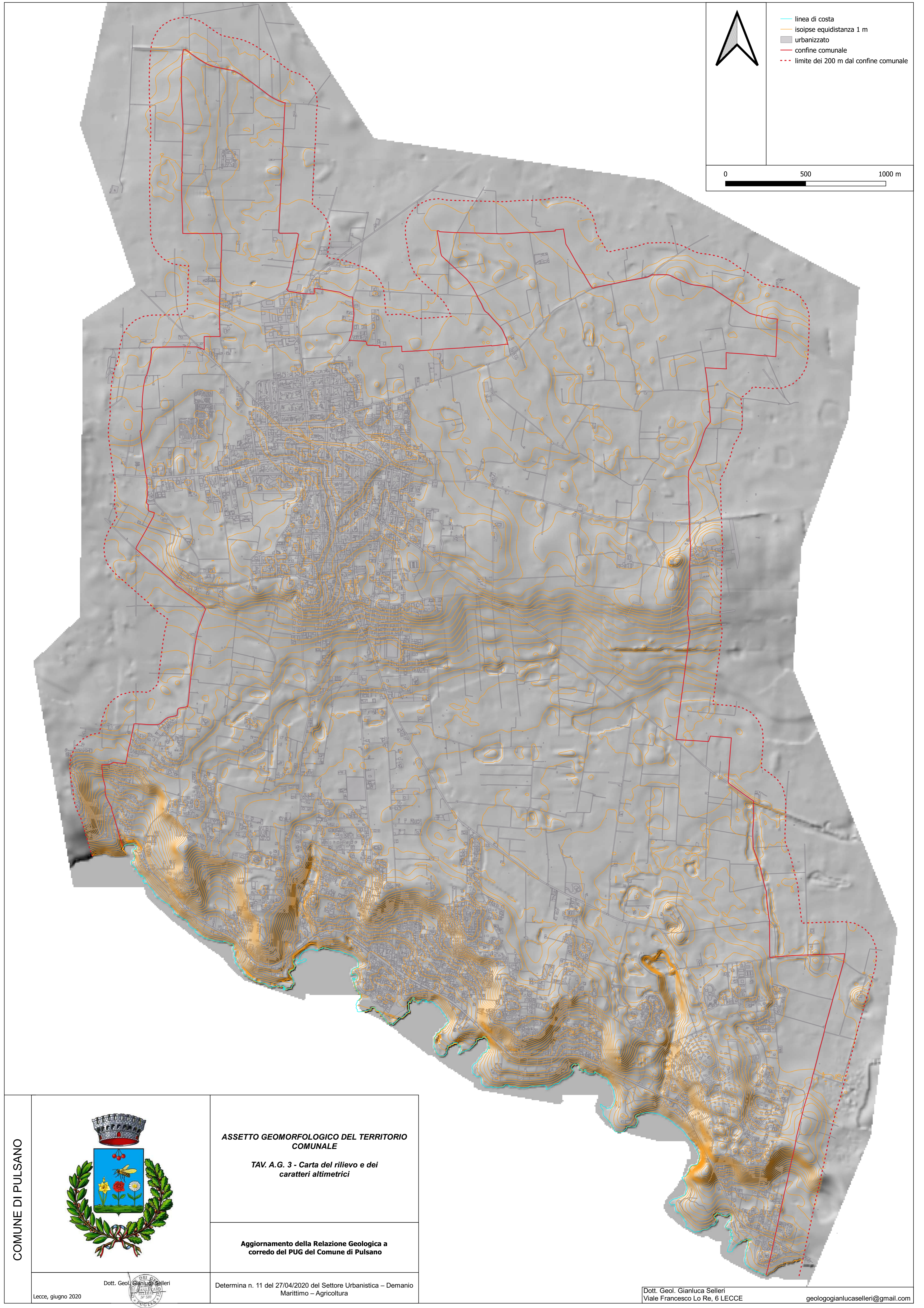
TAV. A.G. 2 - Caratteri idrografici

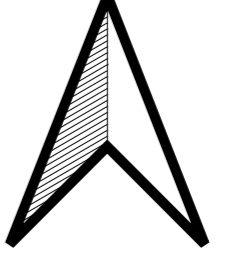
Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano

Dott. Geol. Gianluca Selli
 Lecce, giugno 2020

Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio
 Marittimo – Agricoltura

Dott. Geol. Gianluca Selli
 Viale Francesco Lo Re, 6 LECCE
 geologogianlucaselli@gmail.com





 — linea di costa
 — isopse equidistanza 1 m
 — urbanizzato
 — confine comunale
 - - limite dei 200 m dal confine comunale

0 500 1000 m

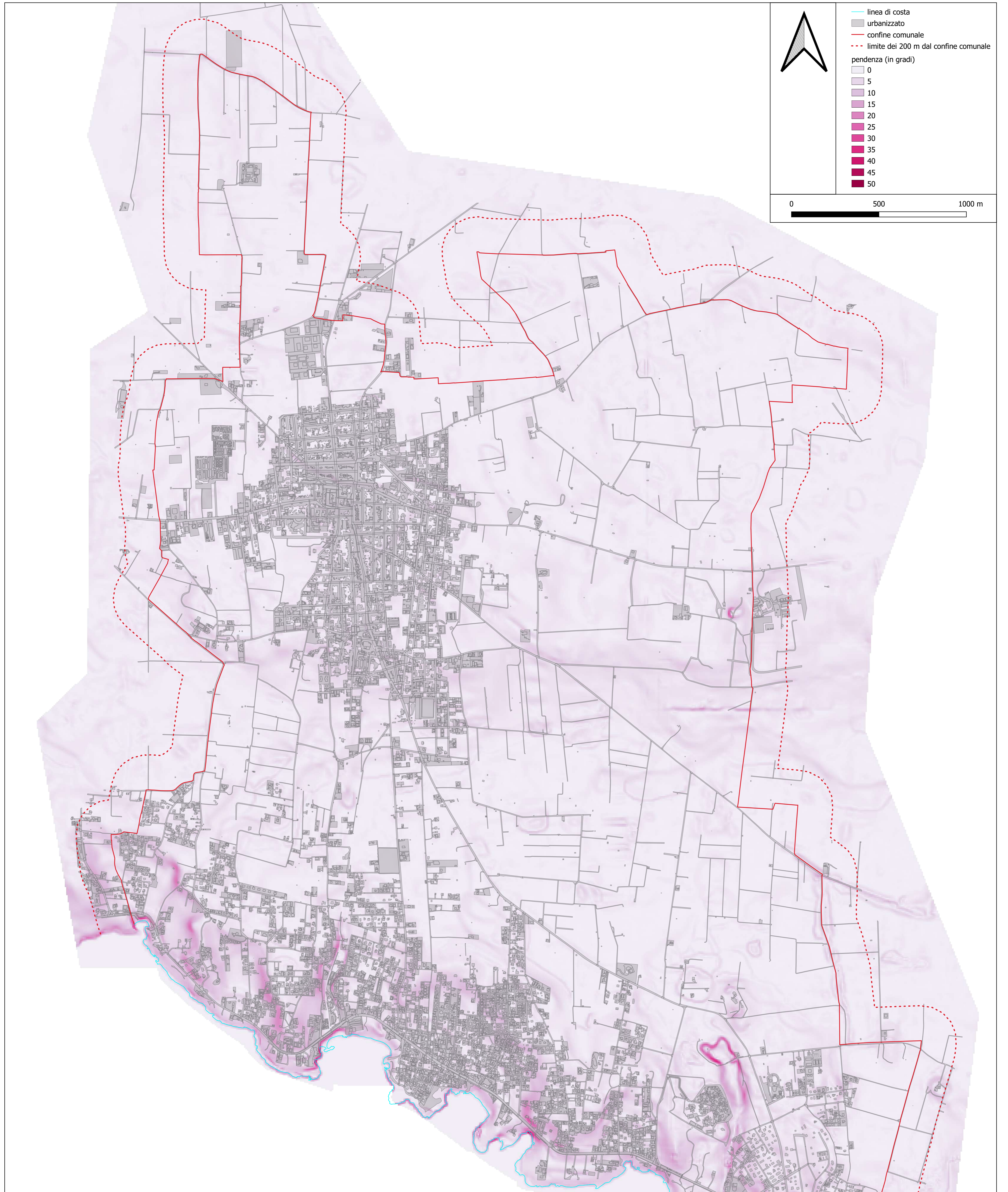
COMUNE DI PULSANO



ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

TAV. A.G. 3 - Carta del rilievo e dei caratteri altimetrici

Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano



COMUNE DI PULSANO



ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

TAV. A.G. 4 - Carta delle pendenze del rilievo

Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano

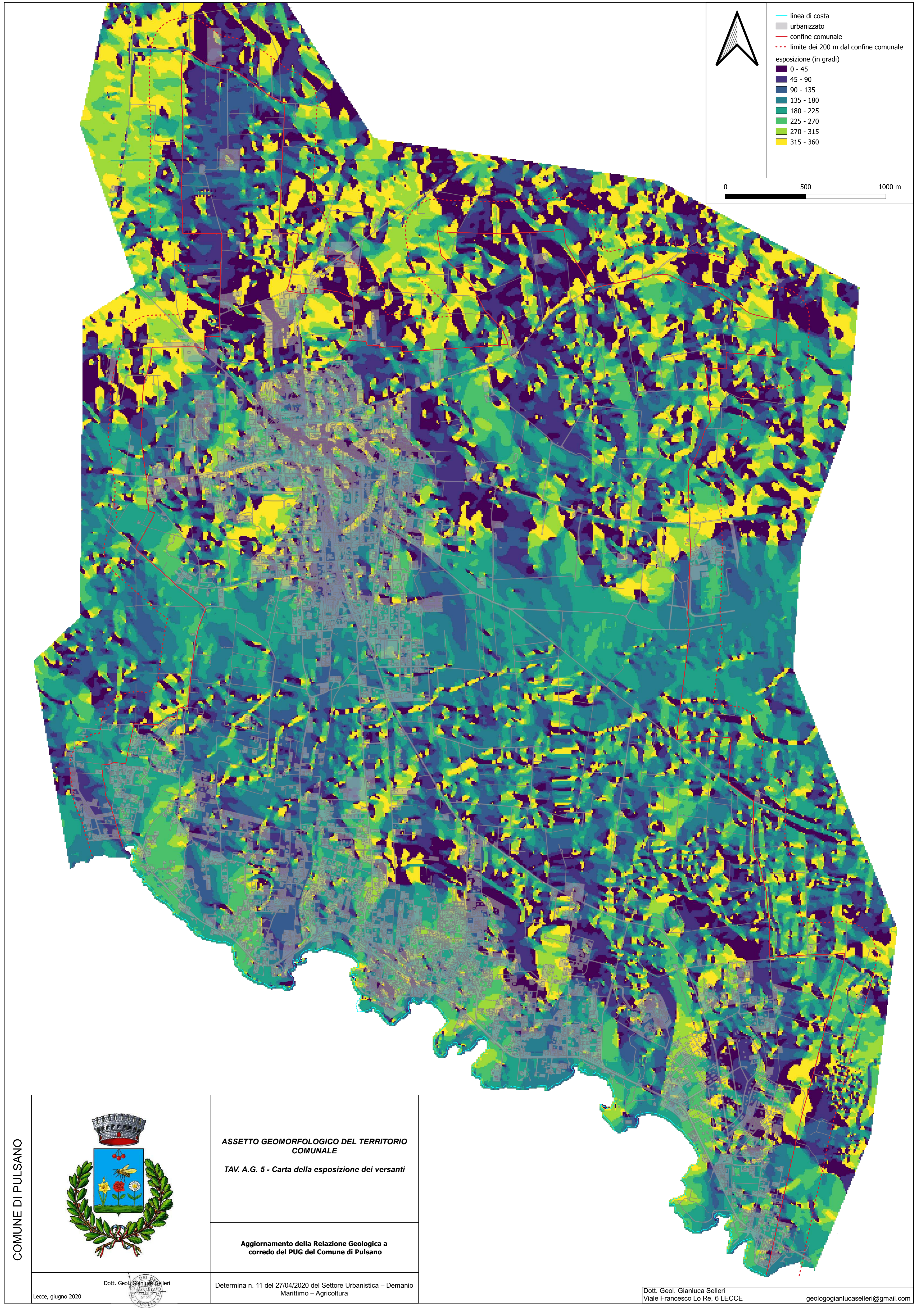
Dott. Geol. Gianluca Selleri

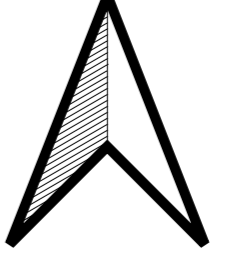
Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio Marittimo – Agricoltura





Lecce, giugno 2020

Dott. Geol. Gianluca Selleri
Viale Francesco Lo Re, 6 LECCE









geologogianlucaselleri@gmail.com

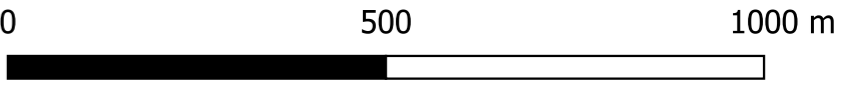




-  linea di costa
-  urbanizzato
-  confine comunale
-  limite dei 200 m dal confine comunale

esposizione (in gradi)

-  0 - 45
-  45 - 90
-  90 - 135
-  135 - 180
-  180 - 225
-  225 - 270
-  270 - 315
-  315 - 360



 0 500 1000 m

COMUNE DI PULSANO



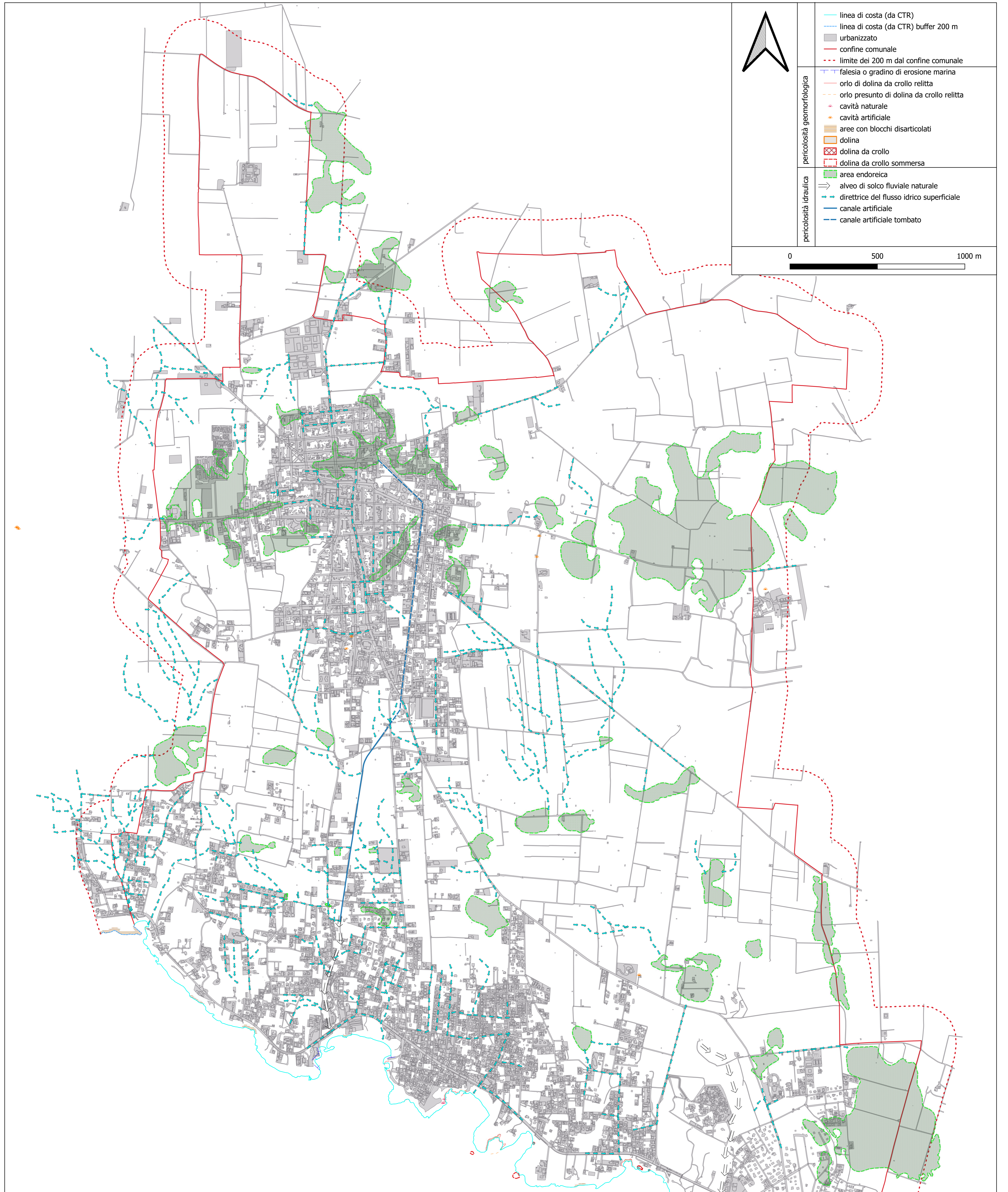
ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE
TAV. A.G. 5 - Carta della esposizione dei versanti

Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano

Dott. Geol. 
 Lecce, giugno 2020

Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio Marittimo – Agricoltura

Dott. Geol. Gianluca Selleri
 Viale Francesco Lo Re, 6 LECCE
 geologogianlucaselleri@gmail.com



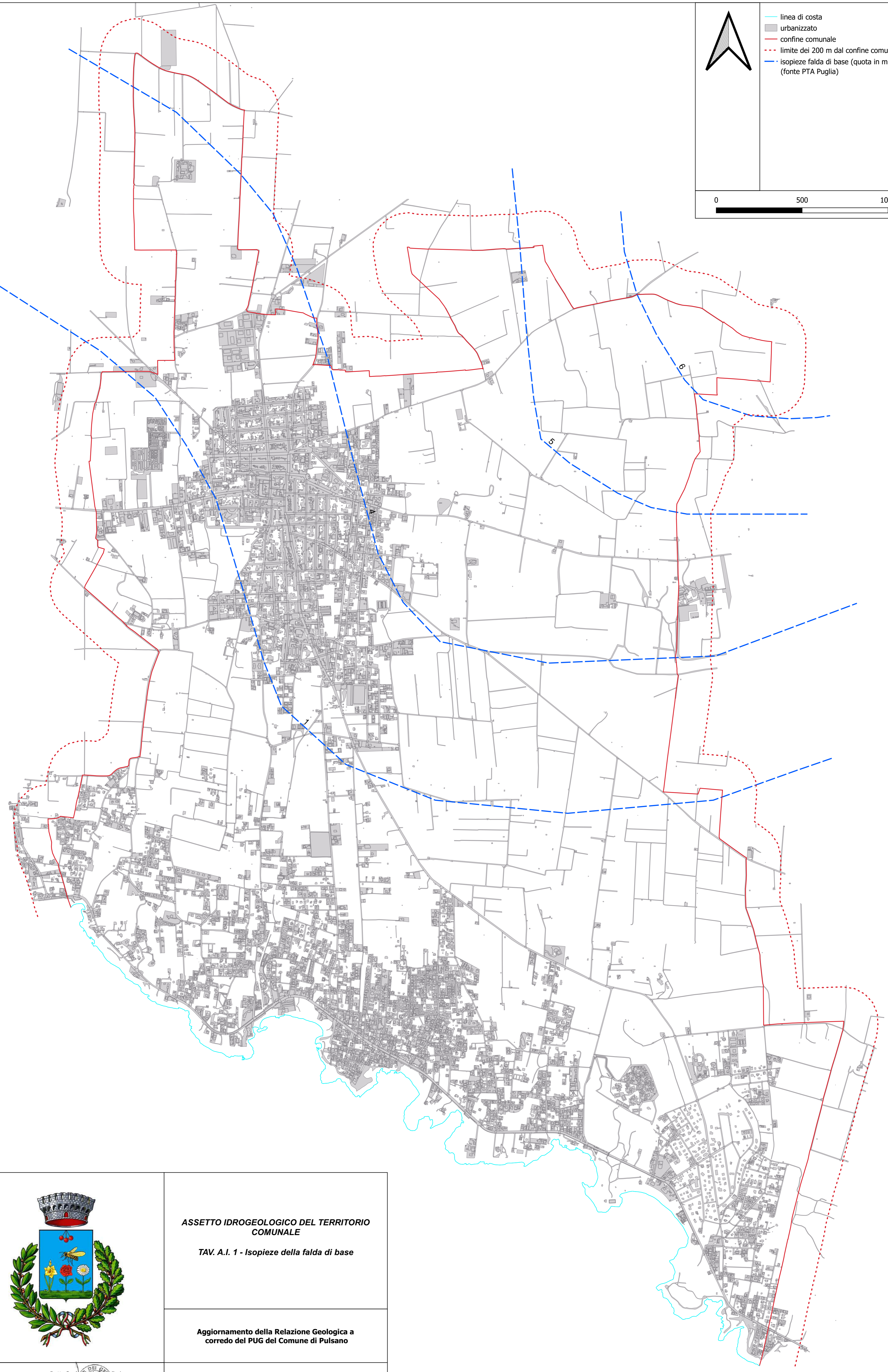
COMUNE DI PULSANO

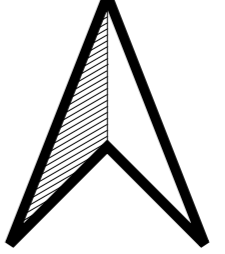


ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

TAV. A.G. 6 - Pericolosità geologica di base

Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano





- linea di costa
- urbanizzato
- confine comunale
- - - limite dei 200 m dal confine comunale
- - - isopieze falda di base (quota in m slm)
(fonte PTA Puglia)

0 500 1000 m

COMUNE DI PULSANO



ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

TAV. A.I. 1 - Isopieze della falda di base

Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano

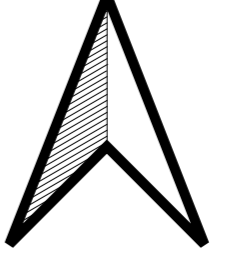
Dott. Geol.  Selleri

Lecce, giugno 2020

Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio
Marittimo – Agricoltura

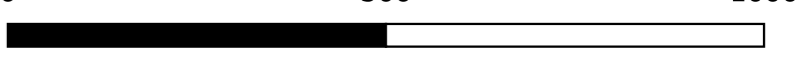
Dott. Geol. Gianluca Selleri
Viale Francesco Lo Re, 6 LECCE

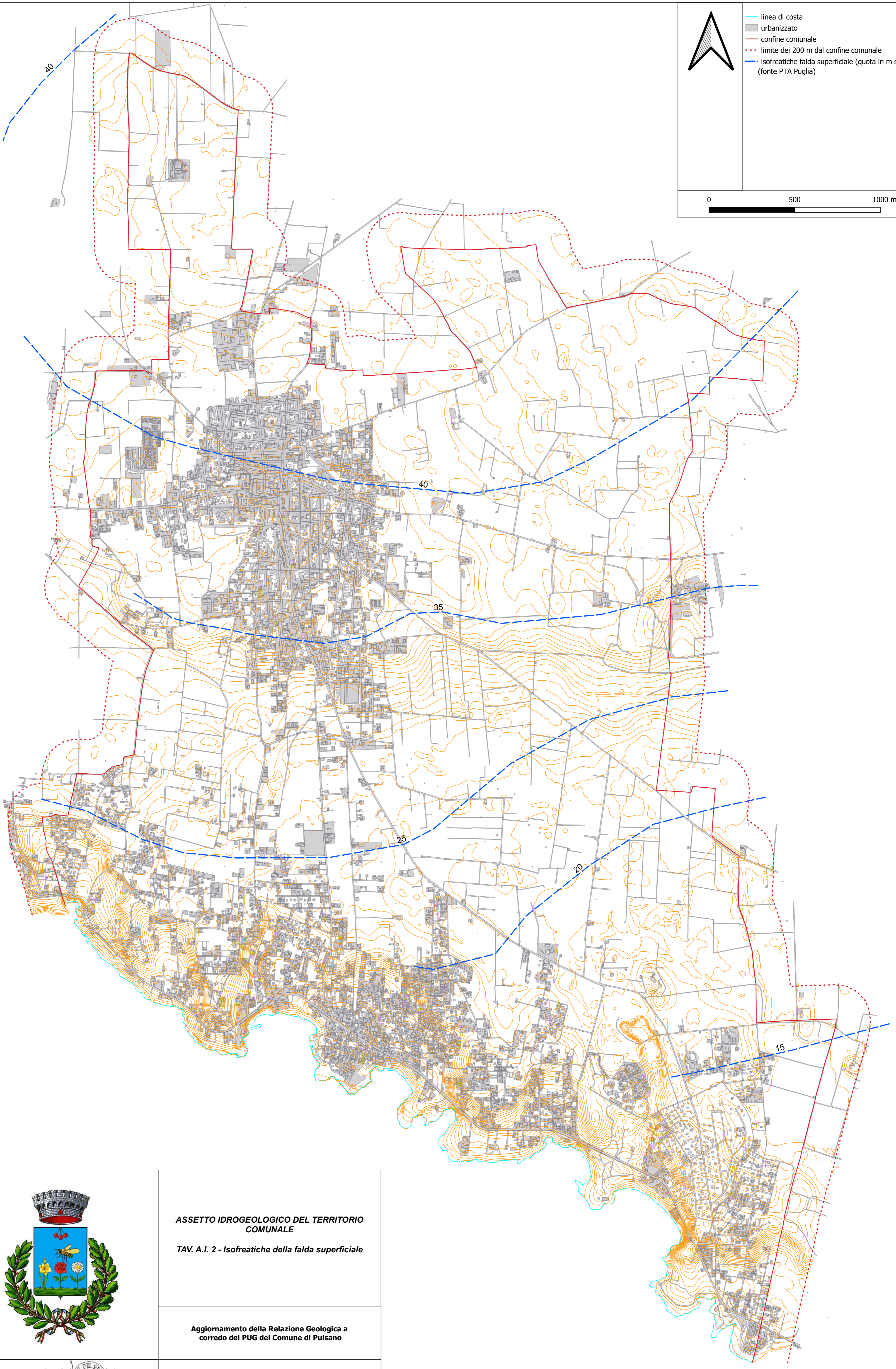
geologogianlucaselleri@gmail.com



- linea di costa
- urbanizzato
- confine comunale
- - - limite dei 200 m dal confine comunale
- - - isofreatiche falda superficiale (quota in m slm)
(fonte PTA Puglia)

0 500 1000 m






COMUNE DI PULSANO



**ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO
COMUNALE**
TAV. A.I. 2 - Isofreatiche della falda superficiale

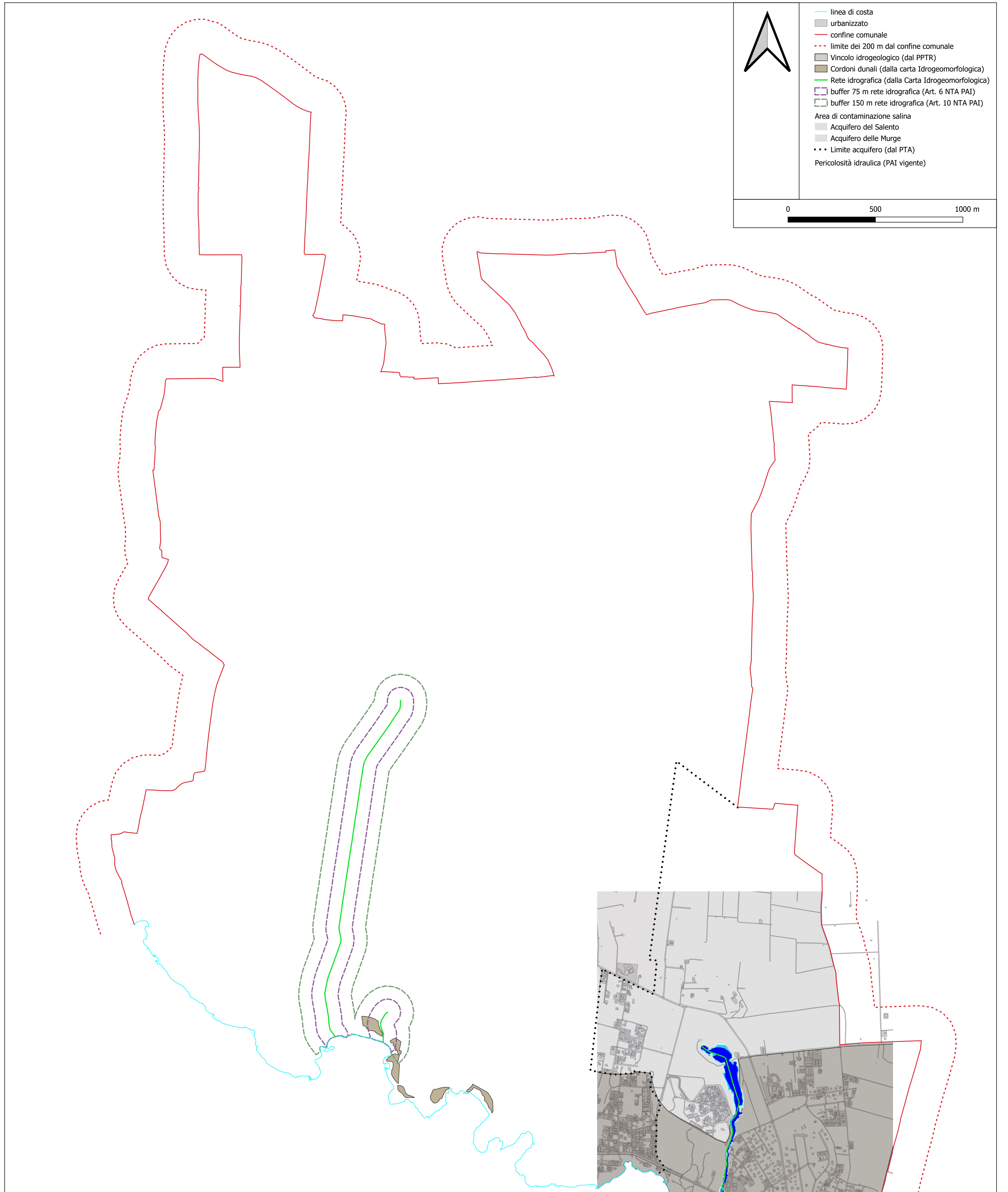
**Aggiornamento della Relazione Geologica a
corredo del PUG del Comune di Pulsano**

Dott. Geol. 
Lecce, giugno 2020

Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio
Marittimo – Agricoltura

Dott. Geol. Gianluca Selleri
Viale Francesco Lo Re, 6 LECCE

geologogianlucaselleri@gmail.com



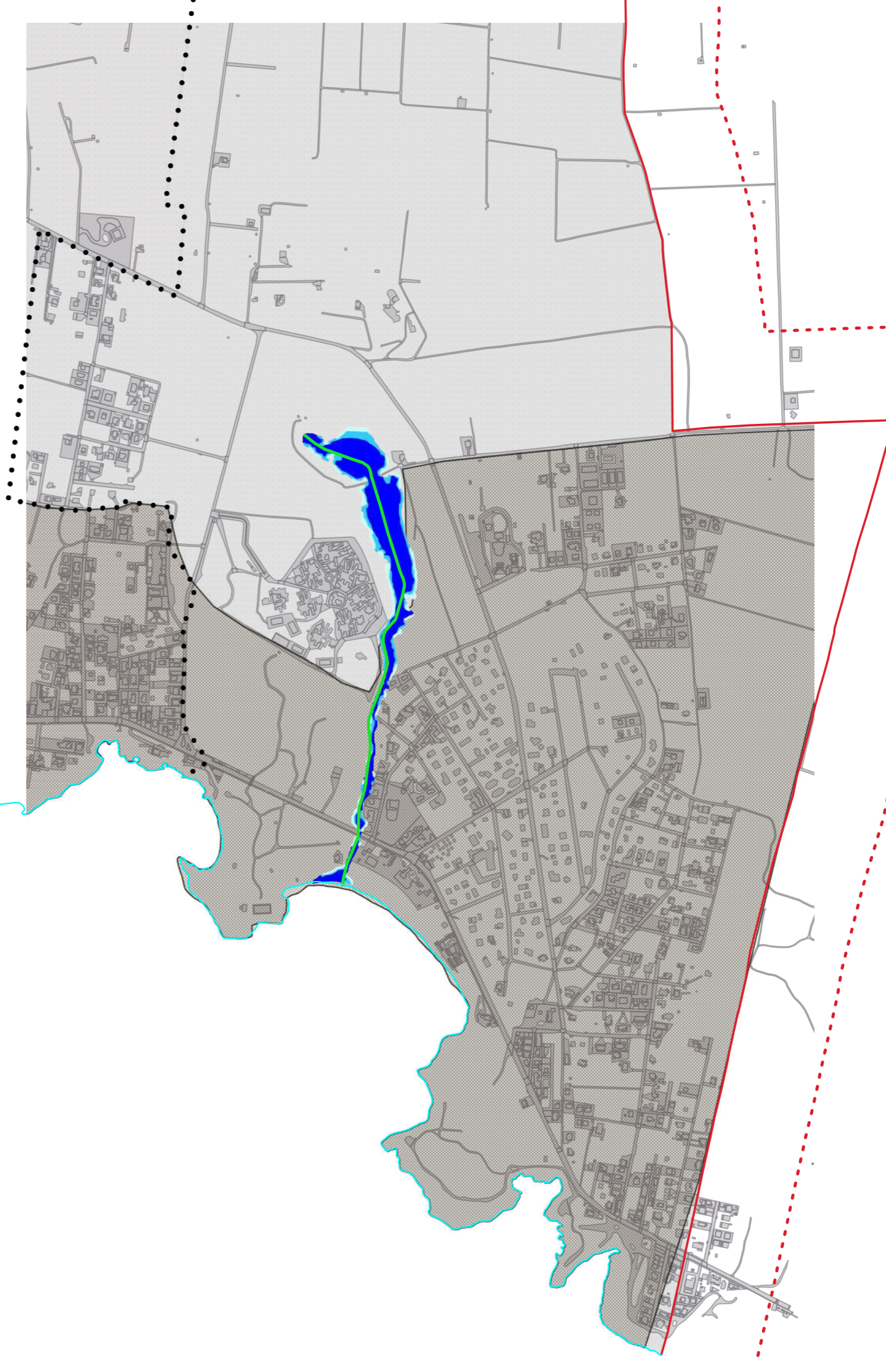
- linea di costa
- urbanizzato
- confine comunale
- limite dei 200 m dal confine comunale
- Vincolo idrogeologico (dal PPTR)
- Cordoni dunali (dalla carta Idrogeomorfologica)
- Rete idrografica (dalla Carta Idrogeomorfologica)
- buffer 75 m rete idrografica (Art. 6 NTA PAI)
- buffer 150 m rete idrografica (Art. 10 NTA PAI)

Area di contaminazione salina

- Acquifero del Salento
- Acquifero delle Murge
- Limite acquifero (dal PTA)

Pericolosità idraulica (PAI vigente)

0 500 1000 m



COMUNE DI PULSANO		<p>VINCOLISTICA GEOLOGICA VIGENTE SUL TERRITORIO COMUNALE</p> <p>TAV. V.G. 1 - Vincolistica geologica (vigente al giugno 2020)</p>
	<p>Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano</p>	
<p>Dott. Geol. Selleri</p> <p>Lecce, giugno 2020</p>	<p>Determina n. 11 del 27/04/2020 del Settore Urbanistica – Demanio Marittimo – Agricoltura</p>	<p>Dott. Geol. Gianluca Selleri Viale Francesco Lo Re, 6 LECCE geologogianlucaselleri@gmail.com</p>

COMUNE DI PULSANO

Provincia di Taranto

Aggiornamento della Relazione Geologica a corredo del PUG del Comune di Pulsano

**Relazione integrativa in riscontro alla nota della
Regione Puglia - DIPARTIMENTO MOBILITÀ, QUALITÀ URBANA, OPERE
PUBBLICHE, ECOLOGIA E PAESAGGIO, SEZIONE LAVORI PUBBLICI,
AUTORITÀ IDRAULICA trasmessa al Comune di Pulsano – SERVIZIO
URBANISTICA nell'ambito dell'espressione del Parere ex art.89 del D.P.R.
n.380/2001**

**Studio per la definizione dell'assetto geologico-stratigrafico e litologico
del territorio comunale, del suo assetto geomorfologico ed idrogeologico,
della sua pericolosità geologica di base e per la verifica della
compatibilità delle previsioni del PUG con le condizioni geomorfologiche
del territorio ai sensi di quanto disposto dall'art. 89 del DPR 380/2001
“Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia
edilizia”**

Il tecnico
Gianluca Selleri



Lecce, gennaio 2021

PhD. Geol. Gianluca Selleri
geologogianlucaselleri@gmail.com

Viale Francesco Lo Re, 6 LECCE

1 - PREMESSA

La presente relazione integrativa è stata redatta in riscontro alla nota della Regione Puglia - DIPARTIMENTO MOBILITÀ, QUALITÀ URBANA, OPERE PUBBLICHE, ECOLOGIA E PAESAGGIO, SEZIONE LAVORI PUBBLICI, AUTORITÀ IDRAULICA trasmessa al Comune di Pulsano – SERVIZIO URBANISTICA nell’ambito dell’espressione del Parere ex art.89 del D.P.R. n.380/2001.

10 bis – VINCOLISTICA GEOLOGICA

Con riferimento al Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA) approvato con Delibera di Consiglio n. 230 del 20 ottobre 2009 si rileva che il territorio comunale è ricompreso integralmente in una zona di contaminazione salina ed in esso non ricade alcuna Zona di Protezione Speciale Idrogeologica; si rileva inoltre che il territorio comunale di Pulsano ricade in gran parte nel corpo idrico denominato Acquifero della Murgia ed in parte ridotta nel corpo idrico denominato Acquifero del Salento.

Per questi acquiferi nelle aree di contaminazione salina ai sensi dell’Elaborato del PTA All. 14 - PROGRAMMA DELLE MISURE, paragrafo 3.2.10 - Tutela aree soggette a contaminazione salina (M.2.10) si applicano le seguenti misure:

Limitatamente alle aree costiere interessate da contaminazione salina, la cui perimetrazione è riportata nella TAV.B allegata al Piano di Tutela, si ritiene opportuno sospendere il rilascio di nuove concessioni per il prelievo di acque dolci di falda da utilizzare a fini irrigui o industriali ad eccezione di quelle da utilizzare per usi pubblici o domestici (art. 8 c.1, L.R. 18/99). In tale area potrebbero essere consentiti prelievi di acque marine di invasione continentale per tutti gli usi produttivi, per impianti di scambio termico, o dissalazione a condizione che le opere di captazione siano realizzate in maniera tale da assicurare il perfetto isolamento del perforo nel tratto di acquifero interessato dalla circolazione di acque dolci e di transizione. Dovrà inoltre essere preventivamente indicato il recapito finale delle acque usate, nel rispetto della normativa vigente. Per le opere esistenti, in sede di rinnovo della concessione andrebbero verificate le quote di

attestazione dei pozzi al di sotto del livello mare, con l'avvertenza che le stesse non risultino superiori a:

- 25 volte il valore del carico piezometrico espresso in quota assoluta (riferita al l.m.m.) per l'Acquifero carsico della Murgia - fascia costiera Adriatica e Jonica;
- 20 volte il valore del carico piezometrico in quota assoluta (riferita al l.m.m.) per l'Acquifero carsico del Salento;
- ~~30 volte il valore del carico piezometrico in quota assoluta (riferita al l.m.m.) per l'Acquifero carsico del Gargano;~~

Nel determinare la portata massima emungibile da concedere, si dovrà considerare che la stessa non determini una depressione dinamica del carico piezometrico assoluto superiore al 50% del valore dello stesso carico e comunque che le acque estratte abbiano caratteristiche qualitative compatibili con le caratteristiche dei terreni e delle colture da irrigare.

Con riferimento invece al Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA), proposta di Aggiornamento 2015-2021 del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA), adottato con D.G.R. n. 1333 del 16/07/2019, si rileva che il territorio comunale è ricompreso integralmente in una zona di contaminazione salina ed in esso non ricade alcuna Zona di Protezione Speciale Idrogeologica; si rileva inoltre che il territorio comunale di Pulsano ricade in gran parte nel corpo idrico codificato come 2-1-4 IT 16 AMUG -TA MURGIA TARANTINA e, per una porzione molto ridotta, nel corpo idrico 2-2-1 IT 16 ASALEN-COS SALENTO COSTIERO.

Per questi acquiferi nelle aree di contaminazione salina ai sensi delle NTA allegate alla proposta di Aggiornamento 2015-2021 del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA) si applica il seguente Articolo 53 - Tutela di aree interessate da contaminazione salina (TITOLO VI - MISURE SPECIFICHE):

1. Nelle aree costiere interessate da contaminazione salina riportate nell'Allegato C6 del Piano di Tutela delle Acque, fatto salvo quanto previsto dal precedente art.47 comma 3, lettere a) e b):

- a) è sospeso il rilascio di nuove concessioni per il prelievo di acque dolci di falda da utilizzare a fini irrigui (ossia per l'irrigazione di colture destinate sia alla produzione di*

alimenti per il consumo umano ed animale sia a fini non alimentari) o industriali (ossia come acqua antincendio, di processo, di lavaggio e per i cicli termici dei processi industriali), ad eccezione di quelle da utilizzare per usi pubblici o domestici (di cui al successivo comma 3);

b) è consentito il prelievo di acque marine di invasione continentale per tutti gli usi produttivi (compresi gli impianti natatori) per impianti di scambio termico o dissalazione a condizione che:

i. le opere di captazione siano realizzate in maniera tale da assicurare il perfetto isolamento del perforo nel tratto di acquifero interessato dalla circolazione di acque dolci e di transizione;

ii. venga preventivamente indicato il recapito finale delle acque usate, nel rispetto della normativa vigente.

2. In sede di rinnovo della concessione devono essere sottoposte a verifica da parte dell'autorità competente:

a) le quote di attestazione dei pozzi al di sotto del livello mare, con l'avvertenza che le stesse non risultino:

i. per l'acquifero carsico delle Murge, superiori a 25 volte il valore del carico piezometrico in quota assoluta (riferita al l.m.m.);

ii. per l'acquifero carsico del Salento, superiori a 20 volte il valore del carico piezometrico in quota assoluta (riferita al l.m.m.);

~~*iii. per l'acquifero carsico del Gargano, superiori a 30 volte il valore del carico piezometrico in quota assoluta (riferita al l.m.m.);*~~

b) le depressioni dinamiche del carico piezometrico assoluto, con l'avvertenza che le stesse non risultino:

i. per l'acquifero carsico delle Murge, superiore al 50% del valore dello stesso carico;

ii. per l'acquifero carsico del Salento e del Gargano, superiore al 30% del valore dello stesso carico.

c) le caratteristiche qualitative delle acque, che devono risultare compatibili con la struttura e tessitura dei terreni nonché delle colture da irrigare.

3. Ai fini dell'applicazione del presente articolo e dei successivi articoli 54 e 55, è riferibile all'uso domestico - nel rispetto di quanto indicato dall'art. 93 del R.D. 1775/1933 – l'utilizzo dell'acqua estratta a scopo igienico e potabile, per l'innaffiamento degli orti e giardini, per l'abbeveraggio del bestiame, purché tali usi siano destinati al nucleo familiare e non configurino un'attività economico-produttiva o con finalità di lucro. Le condizioni essenziali per la configurazione dell'uso domestico sono che il titolare della concessione:

- a) sia proprietario, affittuario, usufruttuario, titolare del diritto di abitazione;*
- b) sia persona fisica.*

È altresì riferibile all'uso domestico l'utilizzo dell'acqua estratta per l'irrigazione di orti e giardini di proprietà condominiale a prevalente uso residenziale, di orti e giardini afferenti a più proprietari di immobili residenziali, di orti, giardini, aree a verde pertinenti ad immobili in uso ad associazioni onlus o enti e istituti senza scopo di lucro, purché nel prelievo non sia superata la quantità complessiva di mc. 500 annui e non siano possibili altre fonti di approvvigionamento idrico anche non convenzionale.

L'acqua deve essere utilizzata esclusivamente per i casi sopra elencati, con esclusione dall'uso domestico del riempimento di piscine e del funzionamento di apparati di climatizzazione.

4. Le misure sopra riportate devono intendersi vigenti all'interno delle aree individuate nell'Allegato C6 del Piano di Tutela delle Acque. Poiché tali aree sono state individuate sulla base di elaborazioni condotte a scala regionale, le aree finitime la linea delimitante le stesse, per un'estensione di 500 m all'interno ed all'esterno delle medesime, sono da intendersi zone di transizione (buffer zone), necessitanti di una verifica di dettaglio alla scala delle idrodinamiche competenti il dominio idrogeologico interconnesso, entro le quali (buffer zone) la vigenza delle misure sopra riportate deve essere verificata sulla base degli enunciati studi idrotematici di dettaglio, che ne caratterizzino l'appartenenza al contesto quali-quantitativo in qualificazione, come meglio specificato al successivo articolo 56.

11 bis - CARATTERI GEOTECNICI E GEOMECCANICI DEI TERRENI E DELLE ROCCE AFFIORANTI SUL TERRITORIO COMUNALE

Si descrivono di seguito le indagini sismiche integrative condotte come richiesto nella nota della Regione Puglia in corrispondenza delle aree costiere. Sono stati realizzati 6 ulteriori profili sismici a rifrazione denominati da 1 a 6 e 3 profili MASW.

I sondaggi sismici sono stati realizzati con un sismografo “DoReMi” multicanale della Sara Elettronica. I dati sono stati elaborati con la finalità di determinare un modello geofisico del sottosuolo in termini di V_p e V_s e quindi ricavare per i vari corpi riconosciuti i principali parametri litotecnici. In particolare i sondaggi MASW hanno permesso di definire il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo secondo le normative tecniche nazionali ed internazionali.

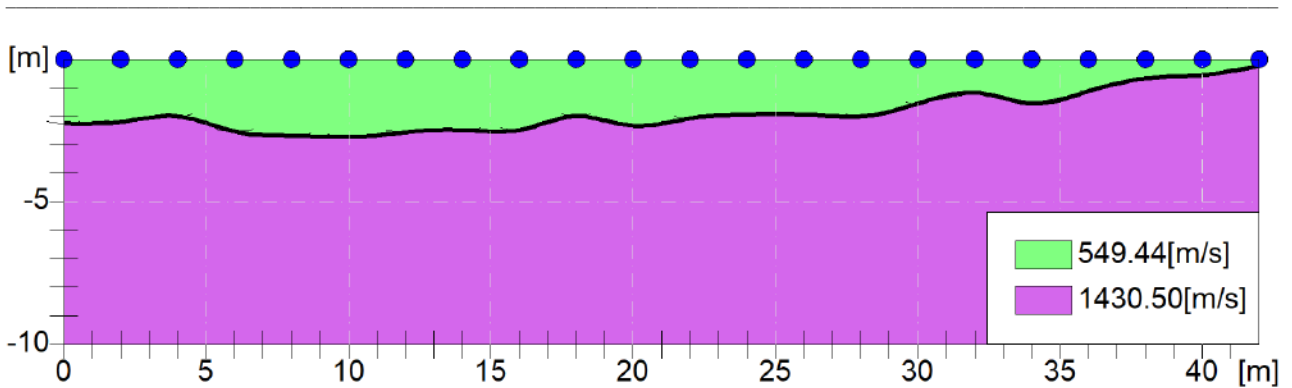
Sondaggio 1

L'energizzazione è stata ottenuta con una mazza da 5 kg. La distanza intergeofonica è stata fissata pari a 2 m. Sono stati realizzati 5 scoppi interfacciati tra di loro ed indicati con i numeri 1, 2, 3, 4 e 5. I punti di scoppio 1 e 5 sono esterni allo stendimento.

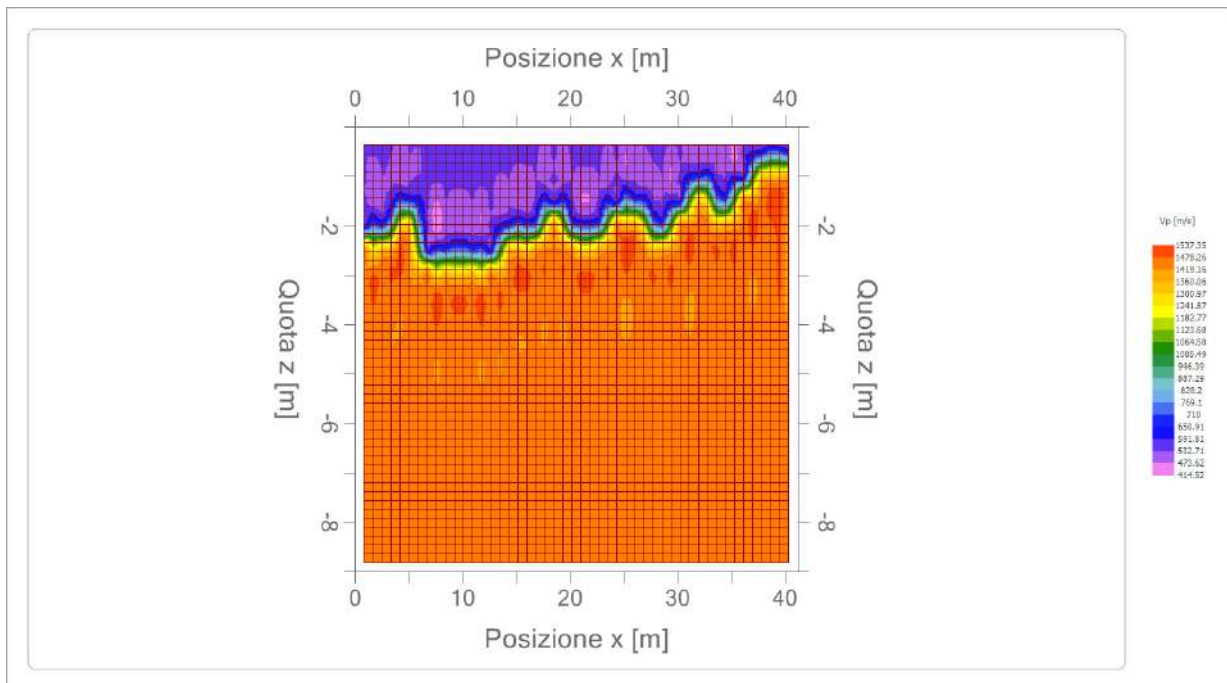


L'elaborazione dei dati ha permesso di ottenere il seguente modello di sottosuolo:

INTEGRAZIONE GENNAIO 2021



Andamento morfologico rifrattori



Mappa della velocità

Parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.30	0.35
Densità [kg/m ³]	1691.05	2028.21
Vp [m/s]	549.44	1430.50
Vs [m/s]	293.69	687.19
G0 [MPa]	155.26	850.02
Ed [Mpa]	543.40	3683.42

INTEGRAZIONE GENNAIO 2021

M0 [MPa]	388.14	2833.40
Ey [Mpa]	403.67	2295.05

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

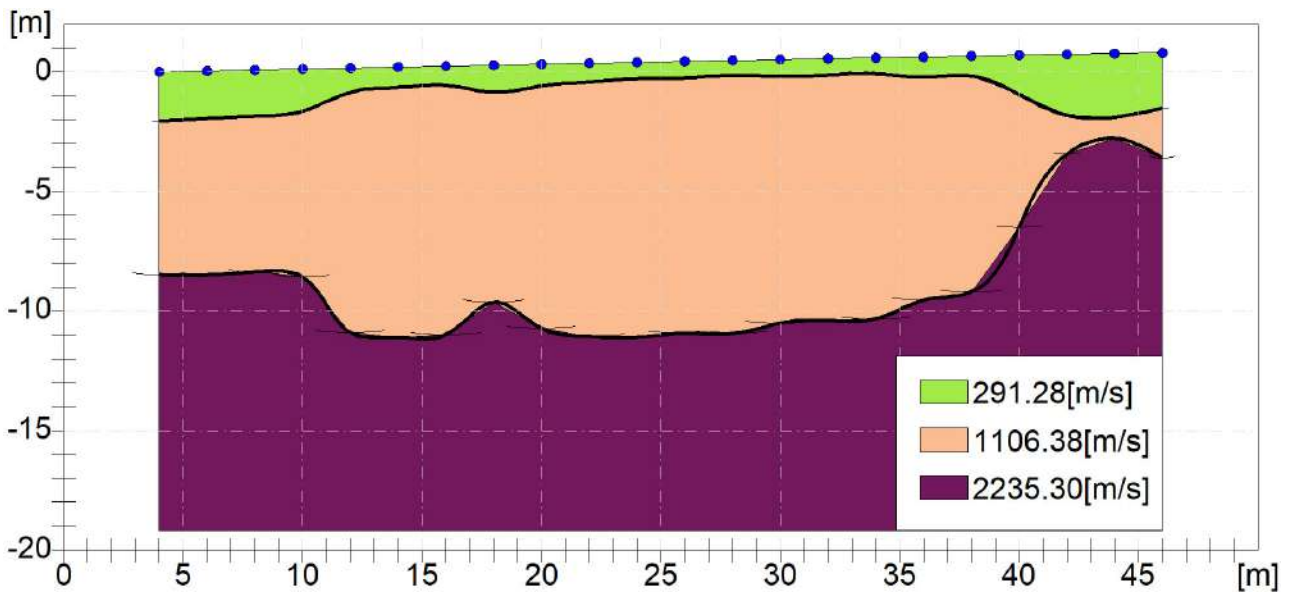
Sondaggio 2

L'energizzazione è stata ottenuta con una mazza da 5 kg. La distanza intergeofonica è stata fissata pari a 2 m. Per la rifrazione sono stati realizzati 5 scoppi interfaccati tra di loro ed indicati con i numeri 1, 2, 3, 4 e 5 (i punti di scoppio 1 e 5 sono esterni allo stendimento) mentre per la MASW è stato realizzato un solo scoppio con offset pari a 10 m.

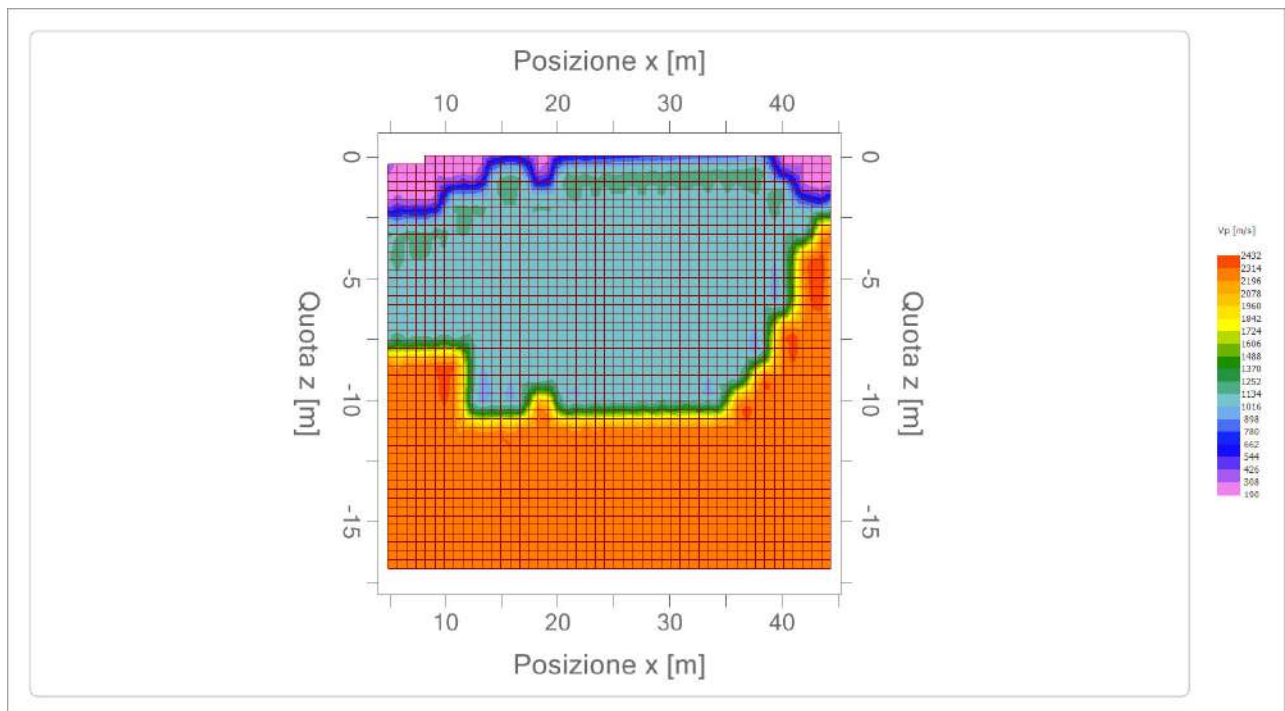


L'elaborazione dei dati relativi alla rifrazione ha permesso di ottenere il seguente modello di sotto-suolo:

INTEGRAZIONE GENNAIO 2021



Andamento morfologico rifrattori

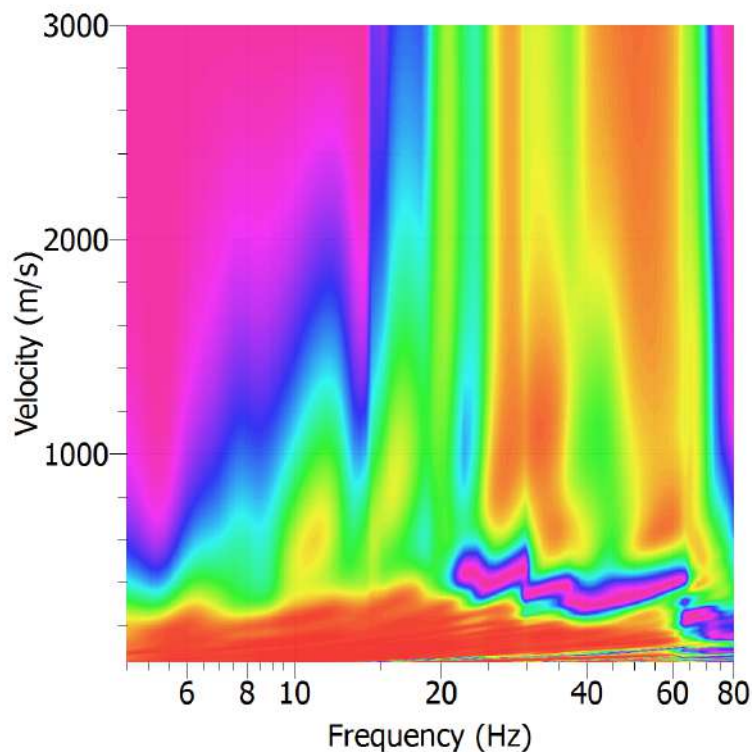


Mappa della velocità

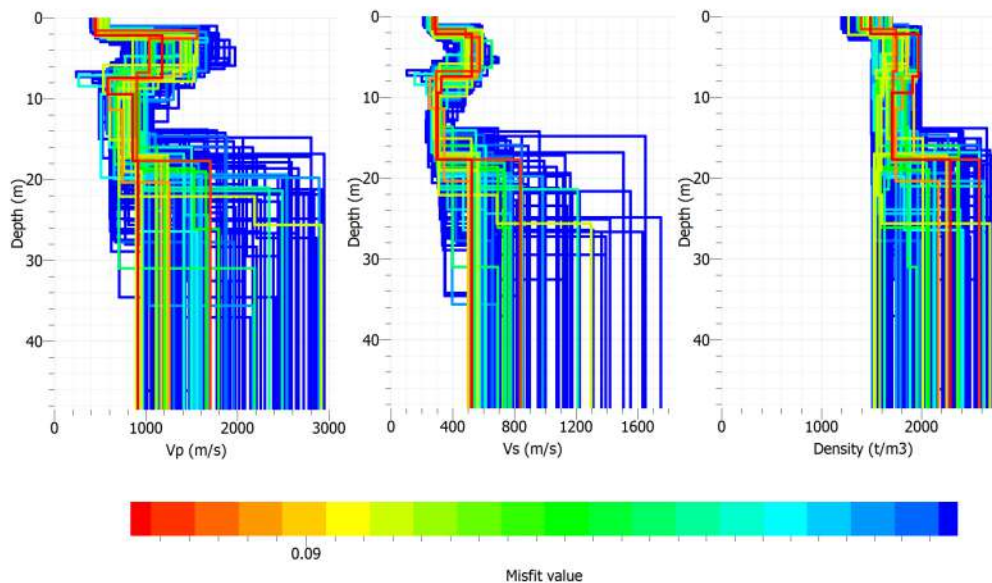
Parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
Coefficiente Poisson	0.30	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1498.96	1853.17	2206.66
Vp [m/s]	291.28	889.59	2229.68
Vs [m/s]	155.70	427.34	1071.11
G0 [MPa]	43.64	328.72	2065.08
Ed [Mpa]	152.72	1424.46	8948.68
M0 [MPa]	109.09	1095.74	6883.60
Ey [Mpa]	113.45	887.55	5575.72

L'elaborazione del sondaggio MASW ha restituito il seguente grafico Velocità di fase / Frequenza da cui è stata estratta la curva di dispersione sperimentale per la costruzione del modello di sottosuolo.



Modello di sottosuolo



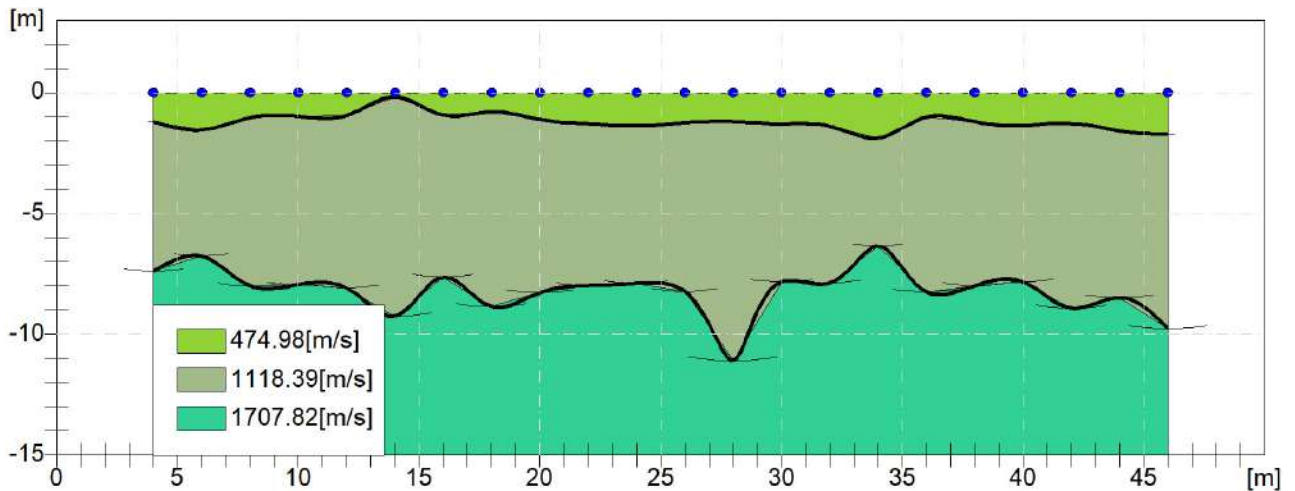
misfit min	0,0889402		
bottom (m)	Vp	Vs	densità t/mc
2,23	453,03	278,14	1493,56
7,53	1192,98	529,36	1936,76
9,42	573,84	314,03	1894,61
17,8	860,76	305,05	1687,17
---	906,06	520,39	2295,66

Sondaggio 3

L'energizzazione è stata ottenuta con una mazza da 5 kg. La distanza intergeofonica è stata fissata pari a 2 m. Per la rifrazione sono stati realizzati 5 scoppi interfacciati tra di loro ed indicati con i numeri 1, 2, 3, 4 e 5 (i punti di scoppio 1 e 5 sono esterni allo stendimento) mentre per la MASW è stato realizzato un solo scoppio con offset pari a 10 m.

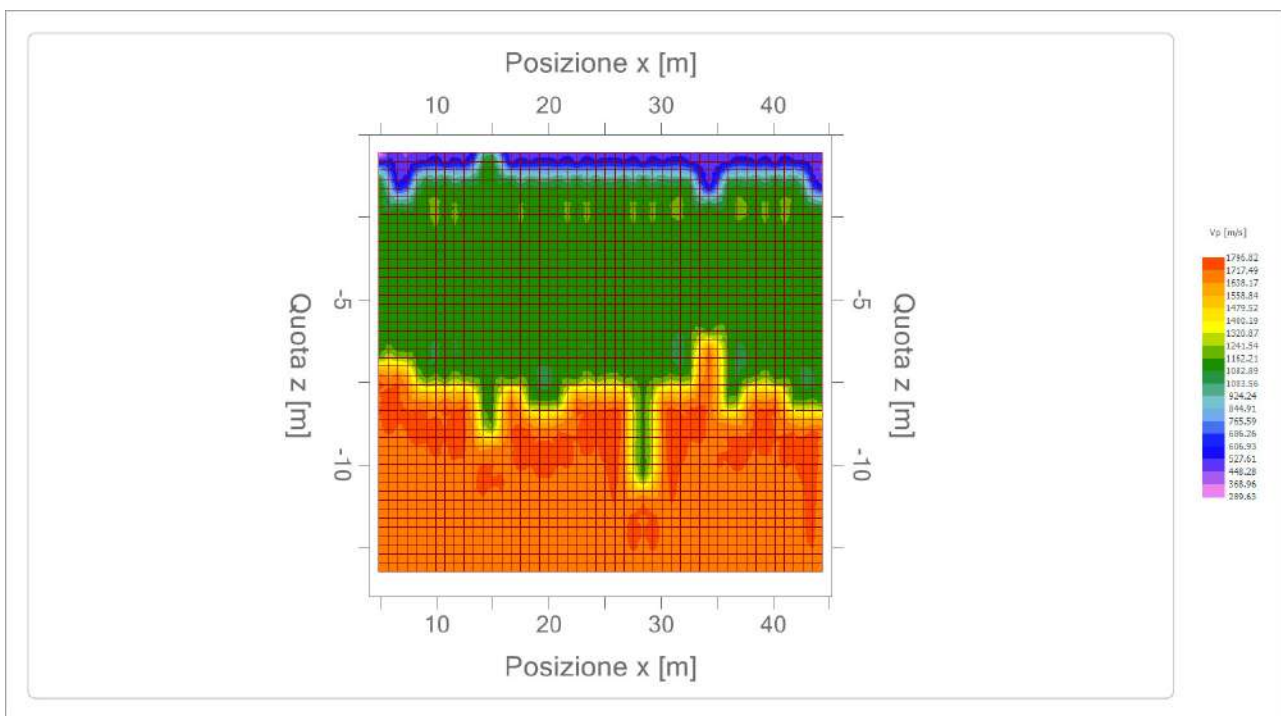


L'elaborazione dei dati relativi alla rifrazione ha permesso di ottenere il seguente modello di sotto-suolo:



Andamento morfologico rifrattori

INTEGRAZIONE GENNAIO 2021

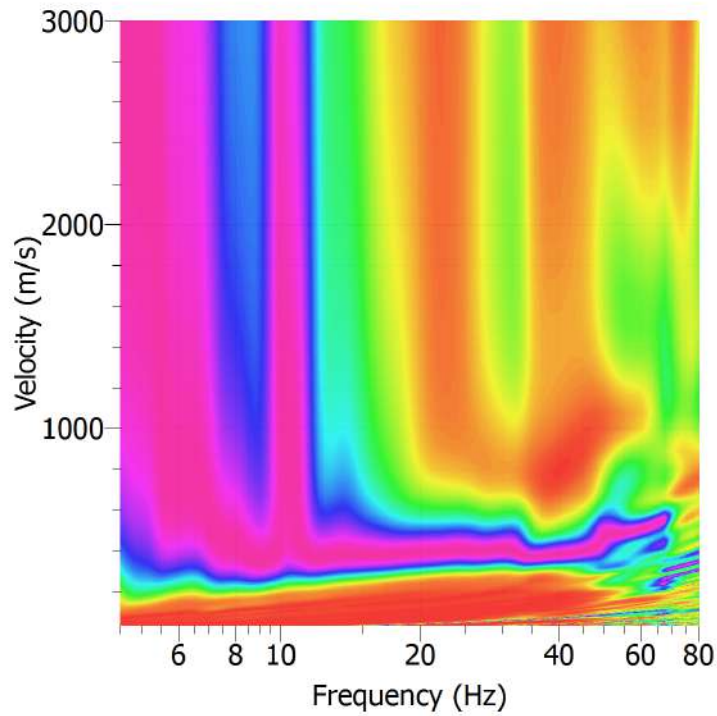


Mappa della velocità

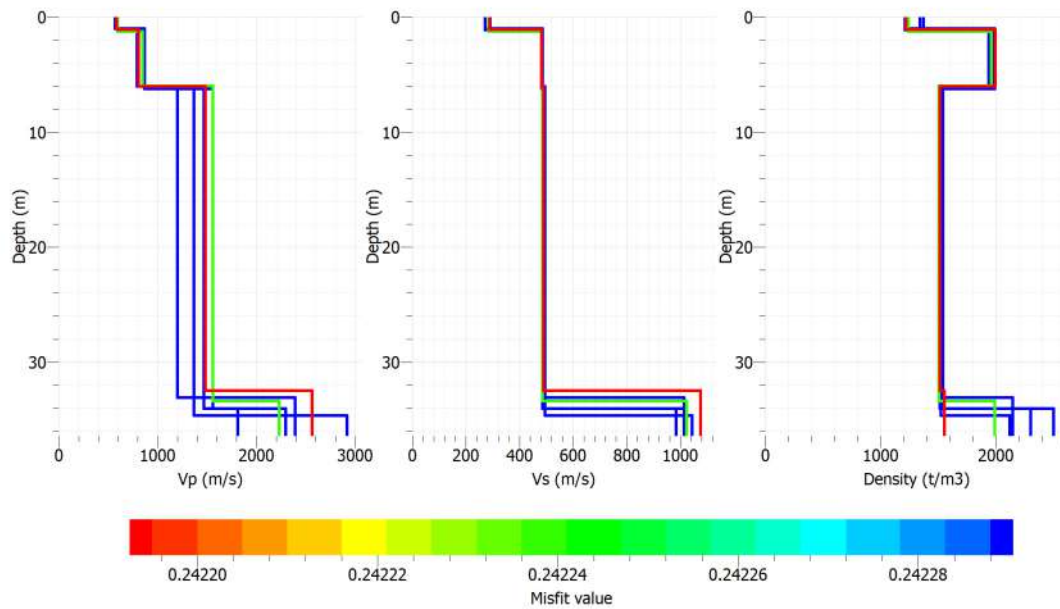
Parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
Coefficiente Poisson	0.30	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1644.90	1935.54	2097.66
Vp [m/s]	474.98	1118.39	1707.82
Vs [m/s]	253.89	537.26	820.41
G0 [MPa]	116.03	519.56	1211.53
Ed [Mpa]	406.09	2251.43	5249.97
M0 [MPa]	290.07	1731.87	4038.44
Ey [Mpa]	301.67	1402.81	3271.13

L'elaborazione del sondaggio MASW ha restituito il seguente grafico Velocità di fase / Frequenza da cui è stata estratta la curva di dispersione sperimentale per la costruzione del modello di sotto-suolo.



Modello di sottosuolo



INTEGRAZIONE GENNAIO 2021

misfit min	0,242196		
bottom (m)	Vp	Vs	densità t/mc
1,16	568,16	281,01	1217,13
6,04	792,73	479,37	1998,66
32,53	1465,25	490,39	1499,99
---	2556,71	1074,45	1550,24

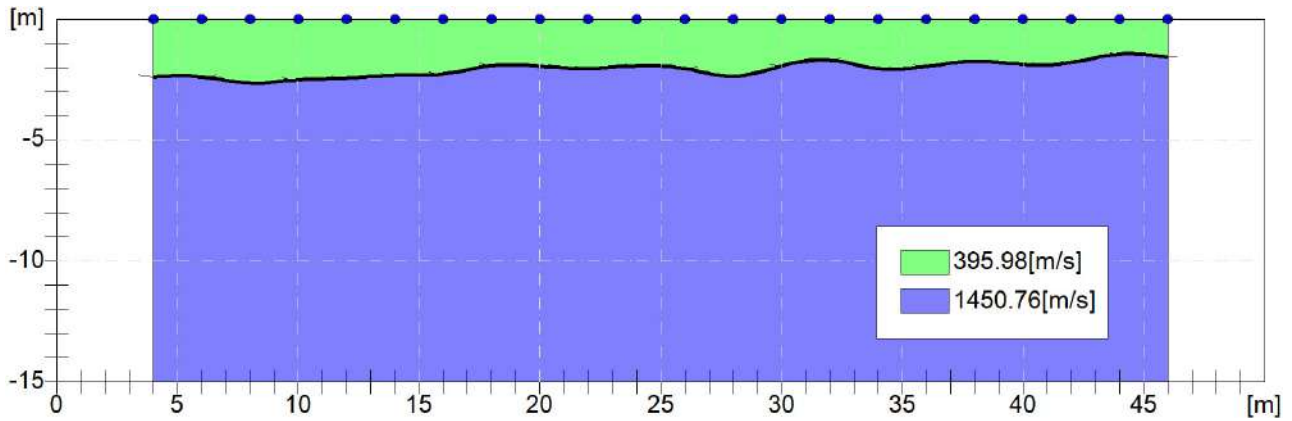
Sondaggio 4

L'energizzazione è stata ottenuta con una mazza da 5 kg. La distanza intergeofonica è stata fissata pari a 2 m. Per la rifrazione sono stati realizzati 5 scoppi interfacciati tra di loro ed indicati con i numeri 1, 2, 3, 4 e 5 (i punti di scoppio 1 e 5 sono esterni allo stendimento) mentre per la MASW è stato realizzato un solo scoppio con offset pari a 10 m.

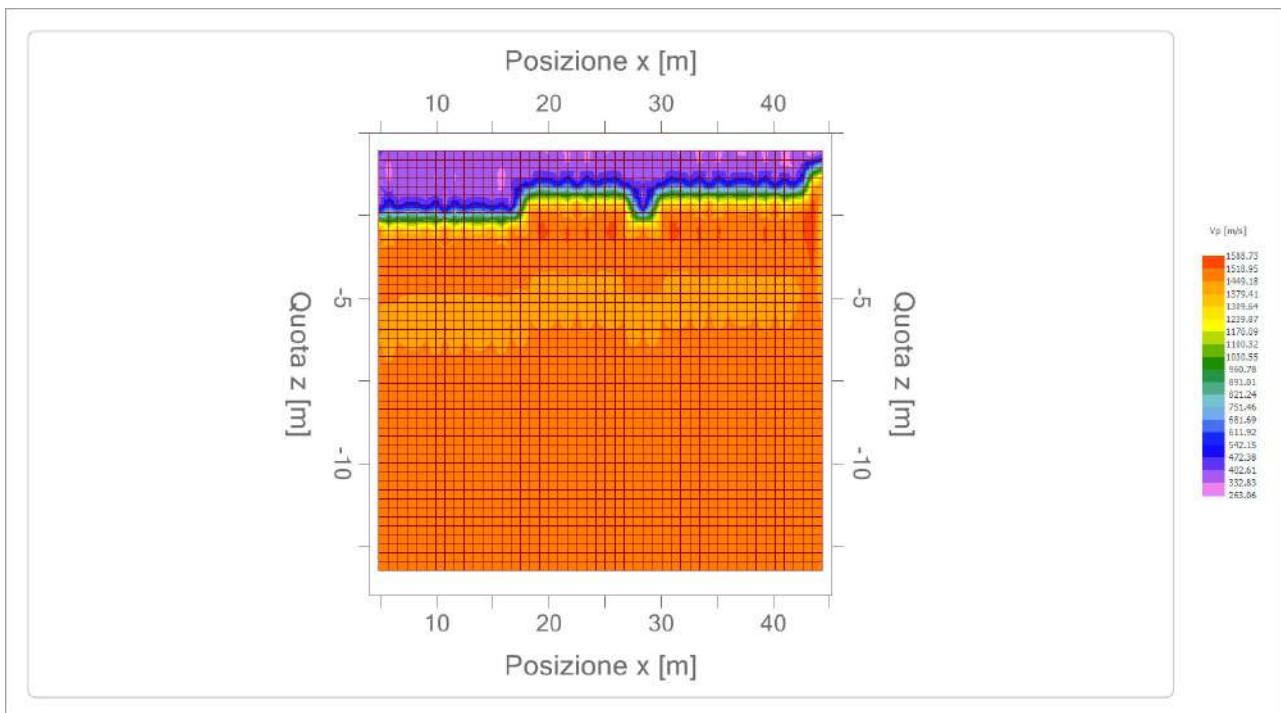


L'elaborazione dei dati relativi alla rifrazione ha permesso di ottenere il seguente modello di sotto-suolo:

INTEGRAZIONE GENNAIO 2021



Andamento morfologico rifrattori

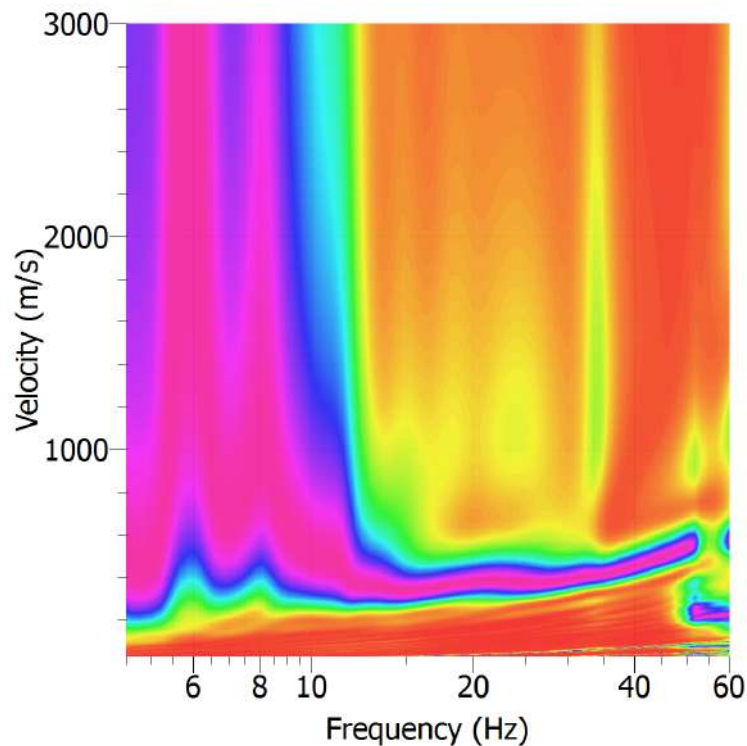


Mappa della velocità

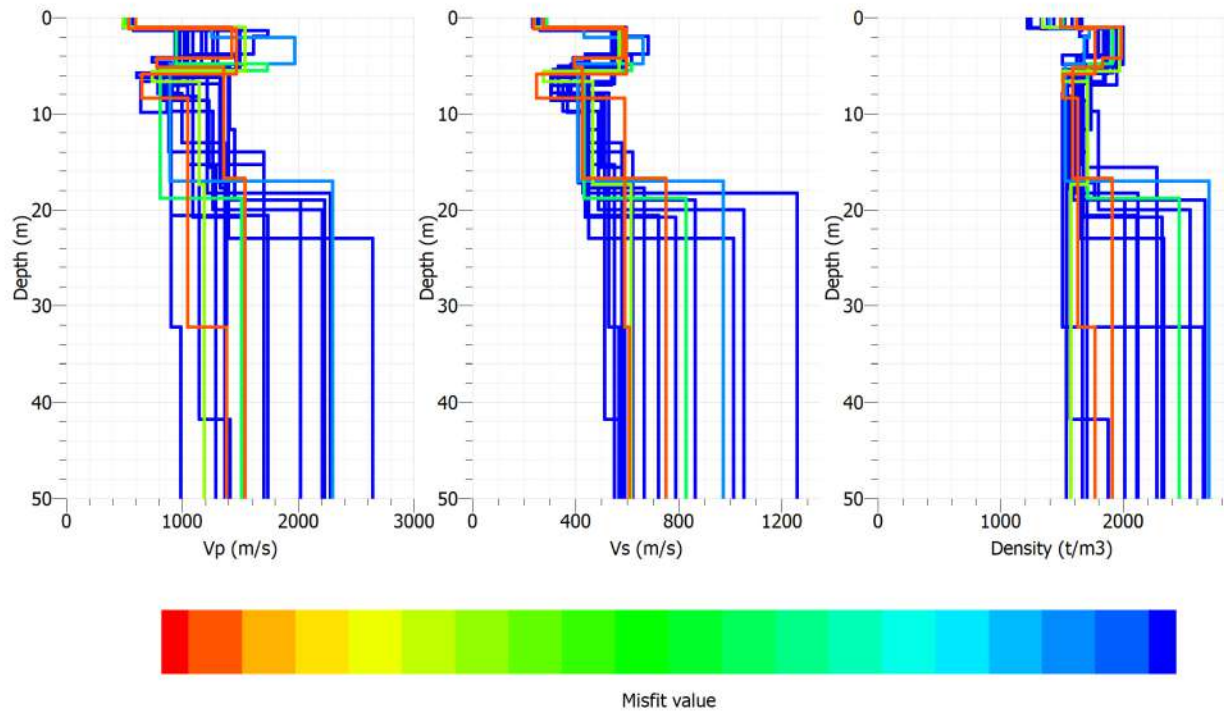
Parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.30	0.35
Densità [kg/m ³]	1589.02	2033.64
Vp [m/s]	395.98	1450.76
Vs [m/s]	211.66	696.92
G0 [MPa]	80.64	874.26
Ed [Mpa]	282.25	3788.48
M0 [MPa]	201.60	2914.21
Ey [Mpa]	209.67	2360.51

L'elaborazione del sondaggio MASW ha restituito il seguente grafico Velocità di fase / Frequenza da cui è stata estratta la curva di dispersione sperimentale per la costruzione del modello di sotto-suolo.



Modello di sottosuolo



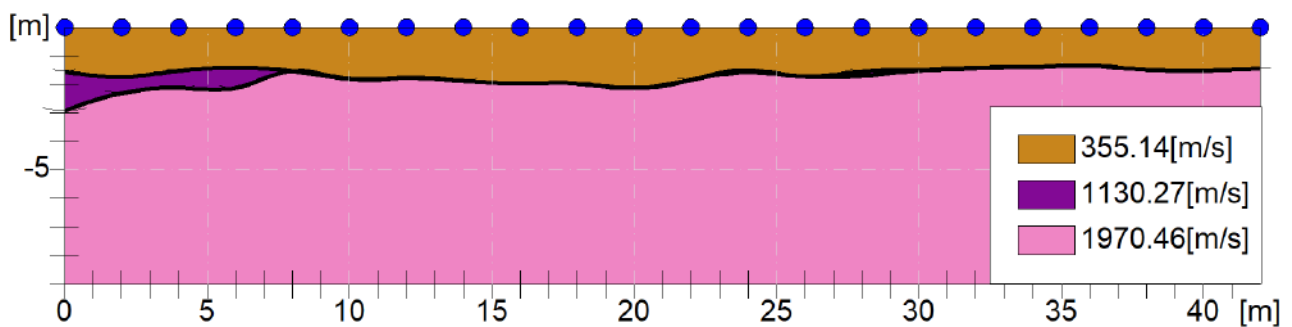
misfit min	0,107357		
Bottom (m)	Vp	Vs	densità t/mc
1,08	537,81	238,77	1614,78
5,86	1471,06	596,92	1777,2
8,38	656,44	250,32	1503,07
32,3	1043,98	589,21	1635,1
---	1384,06	612,32	1767,12

Sondaggio 5

L'energizzazione è stata ottenuta con una mazza da 5 kg. La distanza intergeofonica è stata fissata pari a 2 m. Sono stati realizzati 5 scoppi interfacciati tra di loro ed indicati con i numeri 1, 2, 3, 4 e 5. I punti di scoppio 1 e 5 sono esterni allo stendimento.

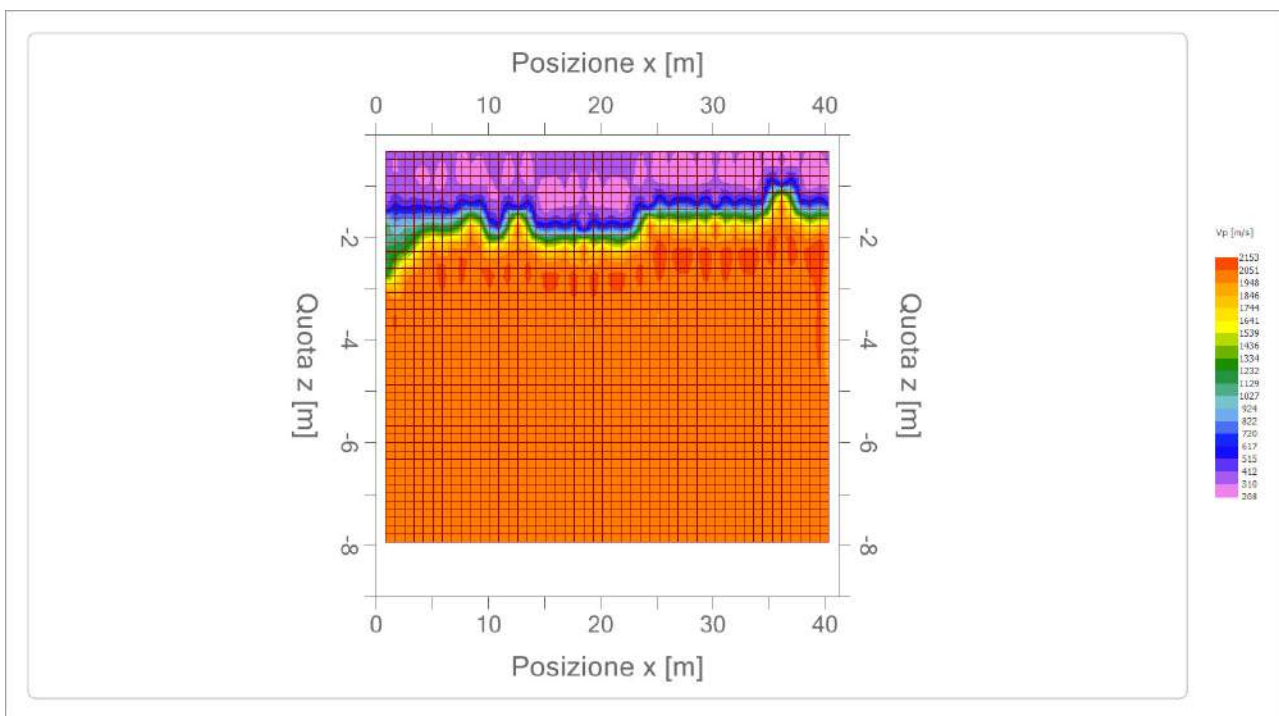


L'elaborazione dei dati ha permesso di ottenere il seguente modello di sottosuolo:



Andamento morfologico dei rifrattori

INTEGRAZIONE GENNAIO 2021



Mappa della velocità

Parametri geotecnici

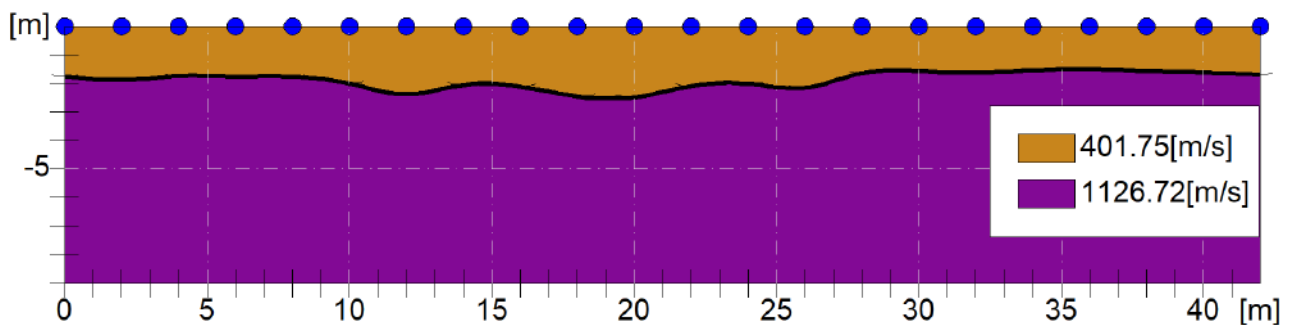
	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
Coefficiente Poisson	0.30	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1556.49	1939.43	2155.45
Vp [m/s]	355.14	1130.27	1970.46
Vs [m/s]	189.83	542.96	946.58
G0 [MPa]	64.86	530.66	1612.82
Ed [Mpa]	227.03	2299.51	6988.87
M0 [MPa]	162.16	1768.86	5376.05
Ey [Mpa]	168.65	1432.77	4354.60

Sondaggio 6

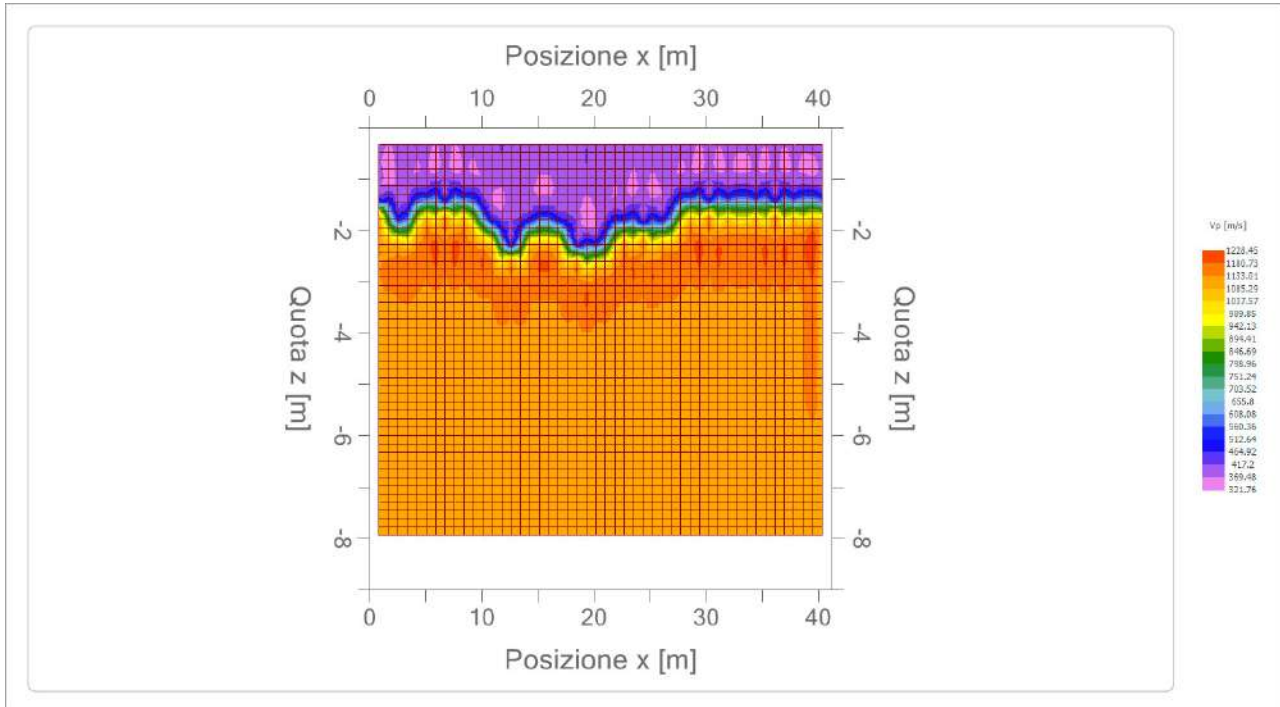
L'energizzazione è stata ottenuta con una mazza da 5 kg. La distanza intergeofonica è stata fissata pari a 2 m. Sono stati realizzati 5 scoppi interfacciati tra di loro ed indicati con i numeri 1, 2, 3, 4 e 5. I punti di scoppio 1 e 5 sono esterni allo stendimento.



L'elaborazione dei dati ha permesso di ottenere il seguente modello di sottosuolo:



Andamento morfologico rifrattori



Mappa della velocità

Parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.30	0.35
Densità [kg/m ³]	1593.39	1938.27
Vp [m/s]	401.75	1126.72
Vs [m/s]	214.75	541.26
G0 [MPa]	83.01	527.33
Ed [Mpa]	290.53	2285.10
M0 [MPa]	207.52	1757.77
Ey [Mpa]	215.82	1423.79

12 bis – COMPATIBILITÀ DELLE PREVISIONI DI PIANO RISPETTO ALL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

Compatibilità delle piste ciclabili

Rispetto alla previsione di realizzazione delle piste ciclabili si rileva che non sussistono particolari problemi di integrazione tra tali opere e l'assetto geologico-geomorfologico del territorio comunale. Esse, infatti, non rappresentano un elemento che può determinare una importante modificazione della dinamica geomorfologica in atto. Tali considerazioni valgono in special modo per quanto attiene possibili interazioni con la rete idrografica (che è composta da piccoli reticoli endoreici incentrati su modeste depressioni topografiche che interessano diffusamente il territorio comunale). In relazione a tale aspetto si ribadisce la raccomandazione che, come per qualsiasi altra infrastruttura, anche in relazione alla realizzazione delle piste ciclabili sia fatta particolare attenzione a non produrre importante modificazione delle pendenze naturali, della permeabilità del suolo e dell'andamento dei displuvi con lo scopo di conservare l'equilibrio su cui si regolano i processi di dinamica ambientale in atto sul territorio comunale.