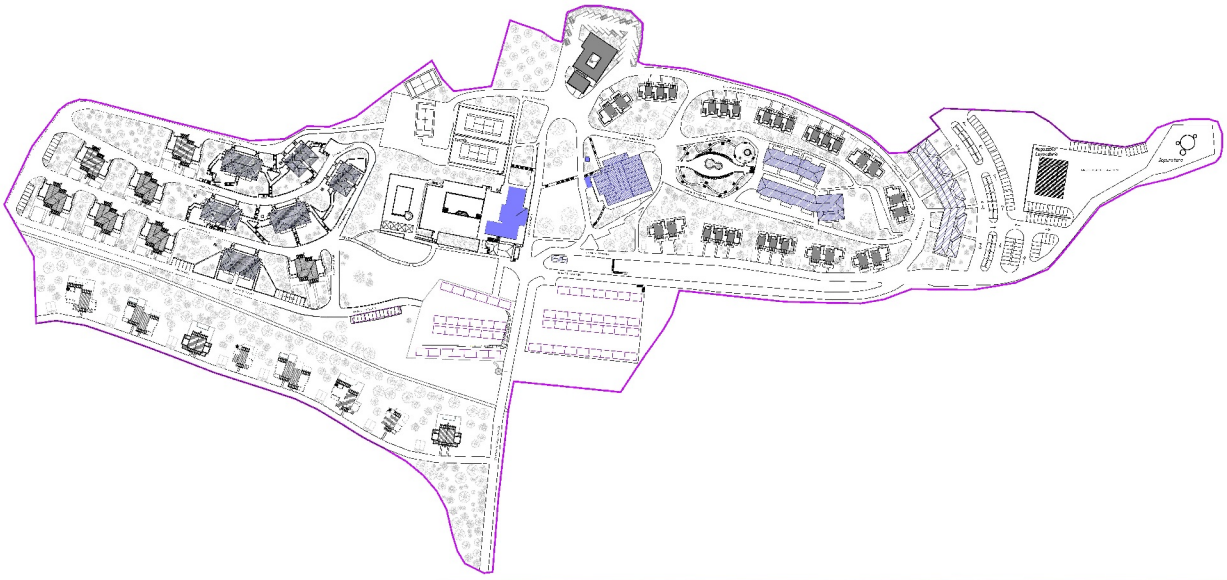
GEOLOGICA TOSCANA
Studio Associato

ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE
OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

Viale Marconi, 106 - Poggibonsi (SI) - ITALIA
Al Moosa Tower 2, Trade Centre, Dubai - EMIRATI ARABI UNITI
Tel. + 39 0577 935891 • e-mail: info@geologicatoscana.eu • www.geologicatoscana.eu

STUDIO GEOLOGICO - TECNICO A SUPPORTO DEL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO CONFORME AL PIANO OPERATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA, AI SENSI DELL'ART. 111 L.R 65/2014 SS.MM.II - UTOE4 - BAGNO DI GAVORRANO, SAN GIUSEPPE SCHEDE DEGLI AMBITI DI TRASFORMAZIONE - A T. R 4. 01 - AMPLIAMENTO E POTENZIAMENTO DEL COMPLESSO TURISTICO "IL PELAGONE" IN LOC. IL PELAGONE NEL COMUNE DI GAVORRANO (GR)



Committente: **IL PELAGONE S.R.L.**

Geologo Responsabile:



GRUPPO DI LAVORO:

Dott. Geol. Paolo Castellani
Dott. Geol. Stefano Nastasi
Dott. Geol. Damiano Guarguaglini
Dott. Geol. Annalisa Fontanelli
Dott. Geol. Andrea Castellani

COLLABORATORI:

Dott. Geol. Riccardo Cortigiani
Dott. Geol. Aurora Martini
Dott. Matteo Rumachella

Lavoro nr. 6.789

GEOLOGICA TOSCANA

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

§ 1) PREMESSA

Su incarico e per conto della società IL PELAGONE SRL abbiamo effettuato la presente indagine geologico-tecnica a supporto del PIANO URBANISTICO ATTUATIVO di iniziativa privata conforme al Piano Operativo, ai sensi dell'Art. 111 L.R 65/2014 ss.mm.ii - UTOE 4 - Bagno di Gavorrano, San Giuseppe ambiti di trasformazione rurale - Scheda degli Ambiti di Trasformazione: A t. R 4. 01 - Ampliamento e potenziamento del complesso turistico “Il Pelagone” nel Comune di Gavorrano (vedi fig. 1).

Il presente Piano Urbanistico Attuativo ha come oggetto gli interventi per l’ampliamento e potenziamento del complesso turistico “Il Pelagone”.

Il piano si articola per stralci indipendenti e autonomamente funzionali la cui attuazione avverrà in maniera autonoma. Gli stralci funzionali sono indentificati come *Pelagone 1, Pelagone 2, Pelagone 3* e *Pelagone 4*.

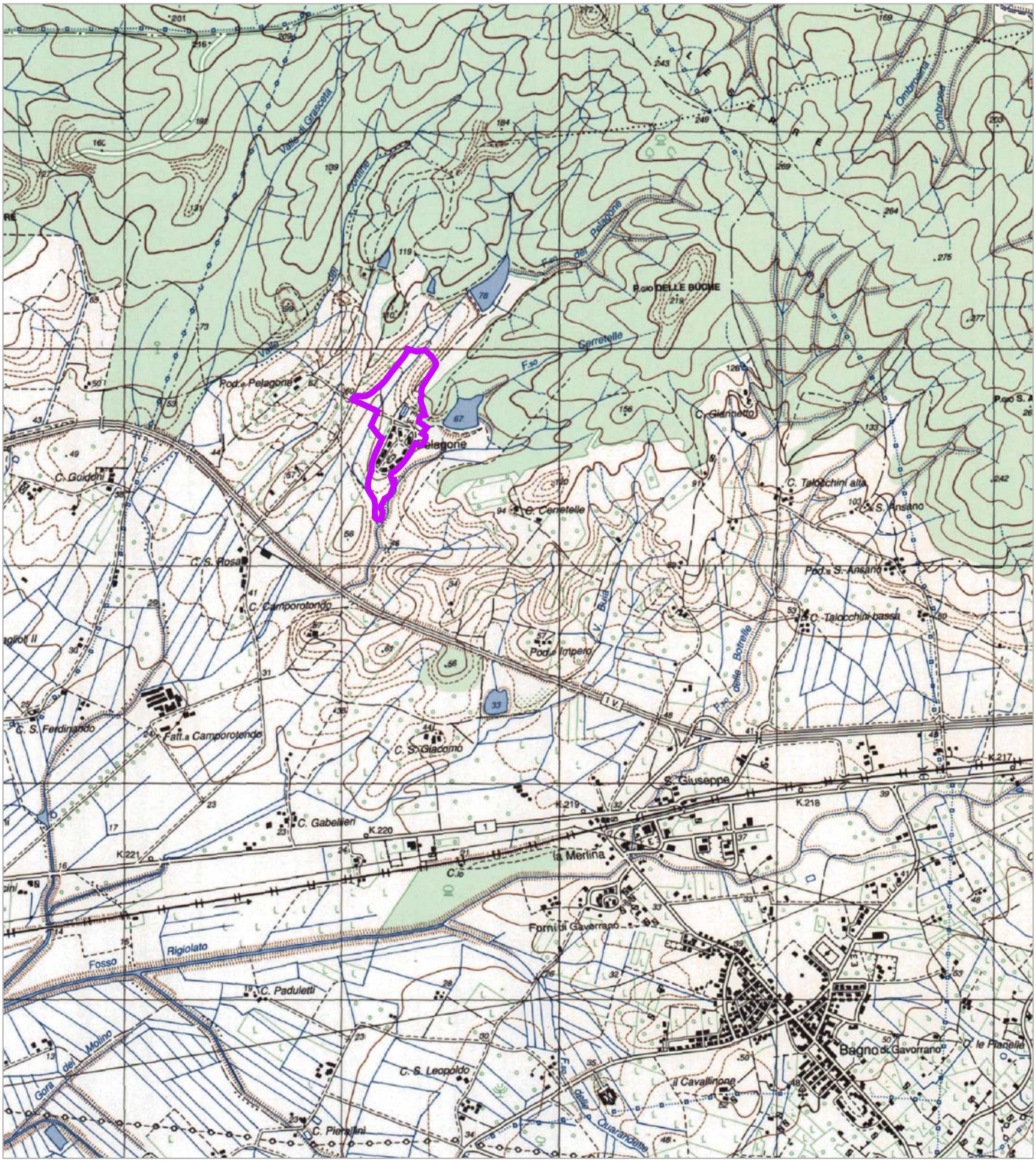
Lo stralcio *Pelagone 1* (vedi fig. 2) interessa l’area inferiore della zona pedecollinare dove sono previsti interventi di manutenzione straordinaria di parte del patrimonio edilizio esistente e interventi di demolizione e ricostruzione per gli edifici che vertono in condizioni precarie e fatiscenti. La volumetria costruita nel Pelagone 1 è considerata a recupero dell’esistente quindi non rappresenta nuova volumetria.

Nel *Pelagone 2* (vedi fig. 2) l’intervento si configura prevalentemente come completamento dell’insediamento esistente attraverso la realizzazione di sette nuovi edifici a funzione turistico ricettivo densificando le aree libere intercluse interne già predisposte a questa funzione.

Nello stralcio del *Pelagone 3* (vedi fig. 2) gli interventi hanno come obbiettivo principale l’ampliamento del complesso tramite la saturazione dell’area posta più a valle in cui si prevede la realizzazione di otto nuovi edifici a funzione turistico ricettivo nell’area inedificata. Tra i nuovi edifici saranno realizzate sistemazioni pertinenziali a verde in modo da garantire un’organizzazione insediativa e omogeneità distributiva delle costruzioni.

I nuovi edifici sono suddivisi in quattro tipologie diverse. In particolare, si prevede la realizzazione di:

- di n.2 edifici di Tipo A – 1 unità immobiliare con parcheggio privato e piscina ad uso esclusivo.
- di n. 2 edifici di Tipo B – 2 unità immobiliari suddivise in due parti che possono essere rese indipendenti o comunicanti a seconda delle necessità, con parcheggio privato e una piscina ad uso esclusivo per ogni unità complete di pergolato esterno ad uso esclusivo per ogni unità;
- di n.2 edifici di Tipo C – 2 unità immobiliare suddivise in due parti indipendenti tra di loro, con parcheggio privato e piscina a comune oltre ad un pergolato esterno ad uso esclusivo per ogni unità;

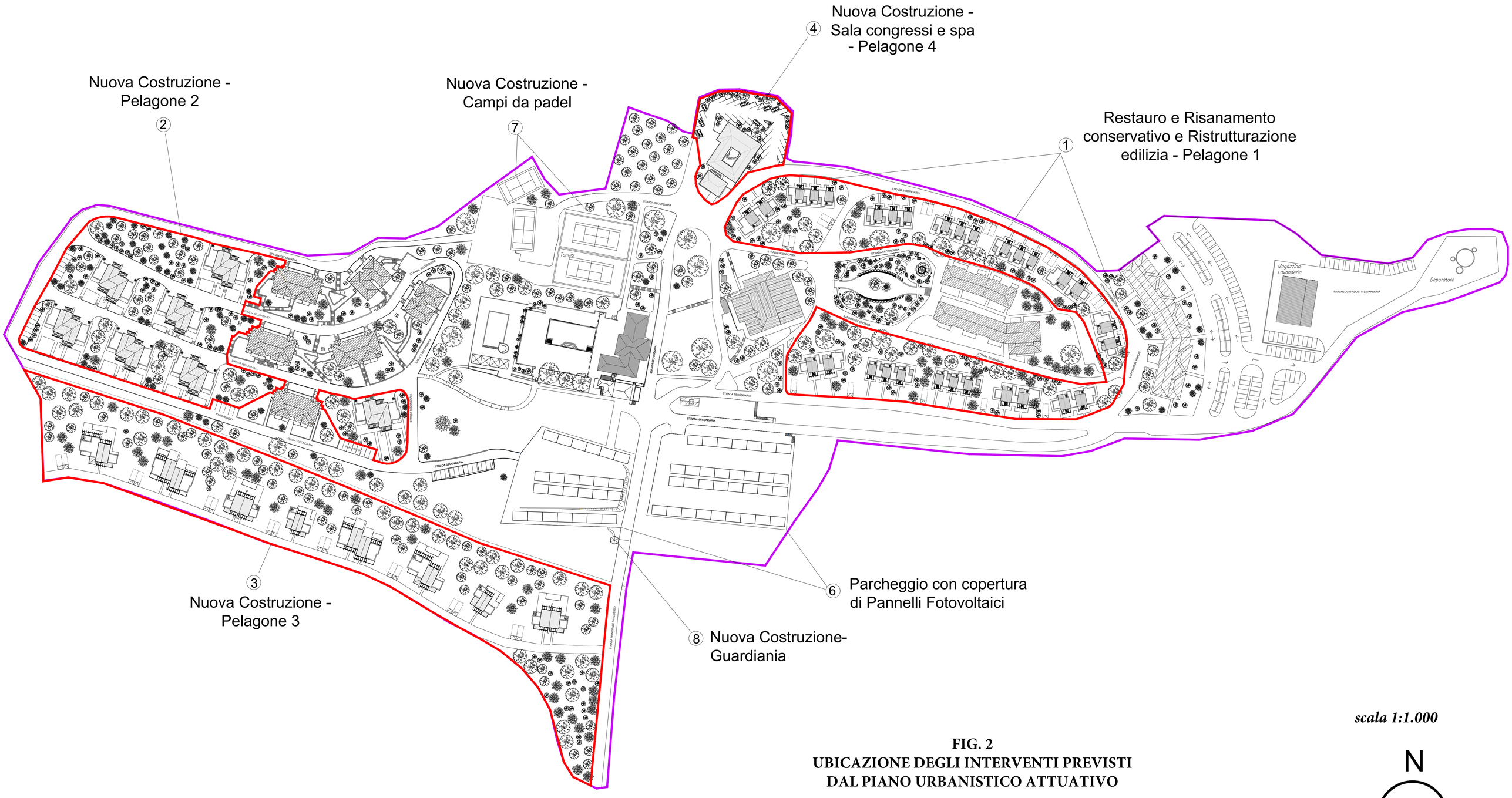


Scala 1:25.000

FIG. 1
UBICAZIONE DELL'AREA

AREA INTERESSATA DAL PUA

N
W E
S



scala 1:1.000

FIG. 2
UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

N

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

- di n.2 edifici di Tipo D – 1 unità immobiliare con parcheggio privato, due pergolati e una piscina ad uso esclusivo;

Lo stralcio del *Pelagone 4* (vedi fig. 2) prevede infine un intervento di nuova edificazione finalizzato alla realizzazione di un edificio formato da un piano fuori terra a destinazione commerciale, che ospiterà una spa, e un piano interrato a destinazione direzionale che ospiterà un centro congressi. La hall di ingresso posizionata al PT è a servizio di entrambe le funzioni.

A coronamento degli interventi previsti dal PUA saranno realizzate opere contestuali non facenti parte di uno specifico stralcio e indipendenti nelle tempistiche di realizzazione. Si prevede in particolare la costruzione di una guardiania a garanzia di un adeguato livello di sicurezza e di monitoraggio, degli accessi al golf club, la realizzazione di due campi da padel, di pergole fotovoltaiche e di una piattaforma per i detriti realizzata in calcestruzzo armato (vedi fig. 2).

Il presente elaborato ottempera quanto previsto dalla L.R. n° 65 del 10 novembre 2014 – Norme per il Governo del Territorio, dal D.P.G.R. 53/R 2011 – Regolamento di Attuazione dell'art. 62 della L.R. n° 1/2005 e dal D.P.G.R. 5/R 2020 – Regolamento di Attuazione dell'art. 104 della L.R. n° 65/2014.

Ai sensi delle normative suddette, abbiamo ripreso le cartografie e le conoscenze geologiche espresse dal Piano Strutturale e dal Piano Operativo Comunale, ovvero abbiamo considerato precedenti esperienze ed indagini maturate nella zona.

Nella fattispecie proponiamo le seguenti cartografie di base:

- carta rappresentativa degli interventi di PUA;
- carta ubicativa delle indagini geognostiche e geofisiche già realizzate nell'area di PUA;
- carta geologica di P.S.-P.O Comunale, verificata con apposito rilevamento eseguito in zona;
- carta geomorfologica di P.S.-P.O Comunale confermata da sopralluoghi nell'area d'intervento;
- carta litotecnica e dei dati di base desunta da P.S.-P.O Comunale;
- carta idrogeologica di P.S.-P.O Comunale;
- carta della pericolosità geologica di P.S.-P.O Comunale;
- carta della pericolosità idraulica di P.S.-P.O Comunale e carta della pericolosità da alluvione - P.G.R.A. tratta dall'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Nei capitoli seguenti riportiamo dunque una sintesi delle conoscenze, analisi e studi effettuati sul territorio e tutte le cartografie elencate che hanno permesso in ultimo di determinare i criteri di fattibilità degli interventi di PUA e le prescrizioni necessarie per la loro realizzazione.

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

§ 2) SINTESI DELLE CONOSCENZE

Prima di effettuare le opportune e specifiche valutazioni in merito alla geologia, geomorfologia, idrogeologia… della zona abbiamo preso visione del quadro conoscitivo esistente, ovvero consultate le carte del P.G.R.A.; del P.I.T.; del P.T.C. e ovviamente quelle del P.S., R.U. e del P.O. vigenti del Comune di Gavorrano.

Le carte tematiche del presente elaborato sono state dunque redatte utilizzando le tavole del recente Piano Strutturale - Piano Operativo del Comune di Gavorrano, attentamente ricontrollate con il rilevamento in campagna.

Anche la pericolosità geologica e idraulica sono state attentamente ricontrollate, ma derivano di fatto da quelle dello strumento urbanistico vigente del Comune di Gavorrano, considerando anche le indicazioni del Regolamento 30 gennaio 2020, n. 5/R.

L'area del PUA, per la sua ubicazione, non risulta interessata da aspetti legati alla dinamica costiera, pertanto tale tematismo non è stato considerato nel presente studio.

Non sussistono problematiche dal punto di vista geomorfologico; trattandosi di un'area caratterizzata da deboli pendenze ed una litologia sostanzialmente lapidea essa risulta priva di fenomeni attivi.

Il sito d'intervento potrebbe essere invece interessato da rischi dovuti a esondazioni per la vicinanza di due corsi d'acqua, che ovviamente sono stati considerati per la costruzione della carta della pericolosità idraulica.

Infine sono stati valutati gli aspetti idrogeologici, definendo l'individuazione dei corpi idrici sotterranei, per verificare se sussistono eventuali condizionamenti alla trasformabilità del sito.

§ 3) INDAGINI E APPROFONDIMENTI

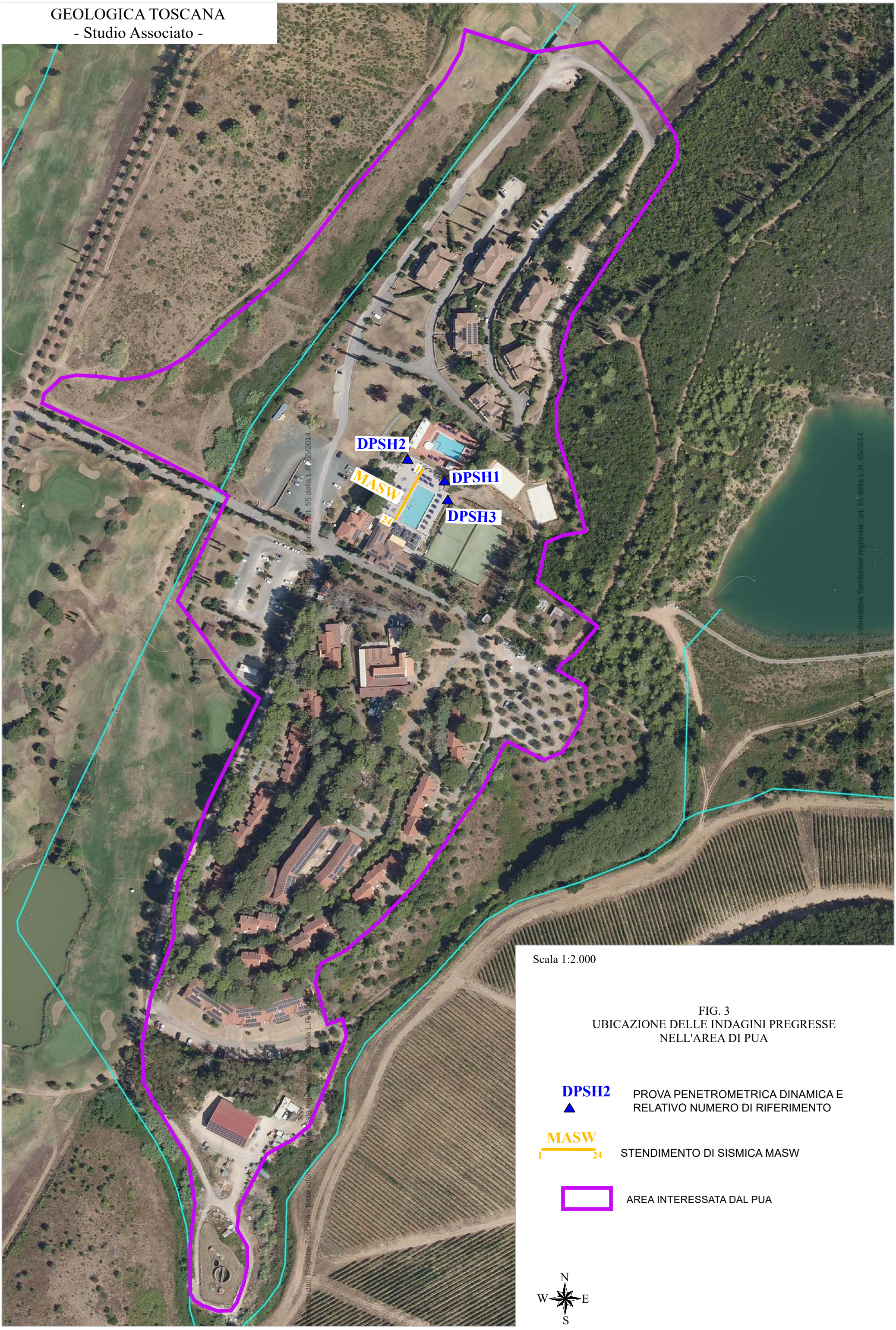
Per meglio definire la litologia, la stratigrafia e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni in corrispondenza delle nuove costruzioni e dei recuperi previsti dal Piano Urbanistico Attuativo, illustriamo le seguenti indagini geognostiche e geofisiche, redatte per alcuni interventi pregressi all'interno dell'area oggetto di PUA (vedi fig. 3).

L'insieme dei dati stratigrafici, litotecnici e sismici consiste in:

- *n° 3 prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H.;*
- *n° 1 misura sismica MASW;*

Le indagini ed approfondimenti proposti in questa relazione hanno una sola valenza geologico-urbanistica conoscitiva finalizzata a stabilire la fattibilità del PUA.

GEOLOGICA TOSCANA
- Studio Associato -



Scala 1:2.000

FIG. 3
UBICAZIONE DELLE INDAGINI PREGRESSE
NELL'AREA DI PUA

DPSH2 — PROVA PENETROMETRICA DINAMICA E RELATIVO NUMERO DI RIFERIMENTO

MASW (1 – 24) — STENDIMENTO DI SISMICA MASW

AREA INTERESSATA DAL PUA

N
W E
S

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

Il titolo edilizio di cui necessitano i singoli interventi richiede apposita relazione geologica con modellazione geotecnica come richiesto dal D.M. 17 gennaio 2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*" e dal regolamento regionale D.P.G.R. 1/R 2022.

3.1) Modalità esecutive delle prove penetrometriche dinamiche

Le prove penetrometriche sono state eseguite con un penetrometro statico-dinamico Pagani TG 63-200 avente (con le modalità dinamiche) le seguenti caratteristiche:

- massa battente (M)	63 Kg
- altezza di caduta (h)	75 cm
- area della punta (A)	20 cmq
- angolo al vertice della punta	60°
- peso delle aste (P)	5 Kg/metro

E' stato misurato il numero di colpi (N) necessari per infiggere nel terreno le aste di 20 in 20 centimetri, procedendo nell'infissione senza rivestimento essendo trascurabile l'attrito laterale, in quanto la sezione della punta è maggiore di quella delle aste (durante le prove le aste si sono mantenute costantemente libere).

I risultati sono riportati in diagrammi numerici aventi in ordinate la profondità e in ascisse il numero di colpi, nonché l'elaborazione della resistenza dinamica alla punta sempre in rapporto alla profondità (vedi i grafici delle figg. 4, 5 e 6 nelle pagine seguenti e i tabulati nell'allegato 1).

3.2) Esame dei risultati

L'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche è basata, quale che sia il procedimento seguito, sul numero di colpi (N) necessari all'infissione delle aste di 20 in 20 centimetri, oltre all'indispensabile e preventiva conoscenza geologica del sito in esame.

L'andamento del diagramma, unitamente al numero di colpi (N) che lo determina, consente di ricostruire una stratigrafia indiretta dello spessore attraversato, che viene di seguito riportata:

PROVA 1

da mt 0,00 a mt 0,40	suolo pedologico;
da mt 0,40 a mt 1,80 e oltre	argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini).

Geologica Toscana snc
Viale Marconi 106 - 53036 - Poggibonsi (SI)
tel. 0577935891 - email: info@geologicatoscana.eu
Sito web: www.geologicatoscana.eu

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Il Pelagone Srl
Descrizione: Prove penetrometriche per muro e piscina
Località: Il Pelagone - Gavorrano (GR)

Data: 18/02/2022

Scala 1:50

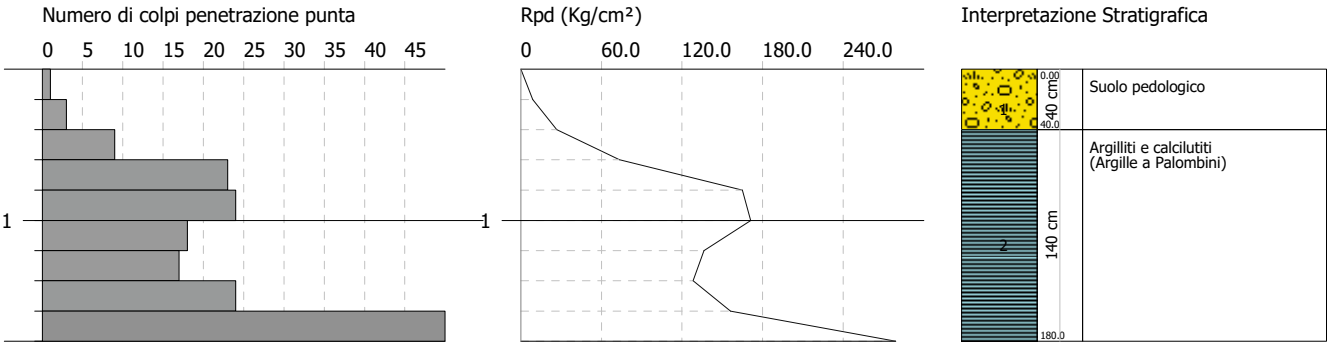


FIG. 4

Geologica Toscana snc
Viale Marconi 106 - 53036 - Poggibonsi (SI)
tel. 0577935891 - email: info@geologicatoscana.eu
Sito web: www.geologicatoscana.eu

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Il Pelagone Srl
Descrizione: Prove penetrometriche per muro e piscina
Località: Il Pelagone - Gavorrano (GR)

Data: 18/02/2022

Scala 1:50

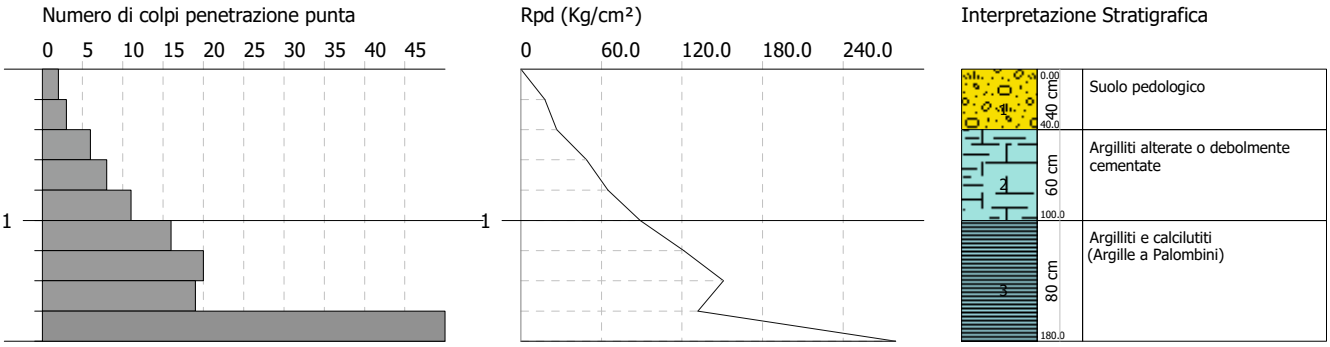


FIG. 5

Geologica Toscana snc
Viale Marconi 106 - 53036 - Poggibonsi (SI)
tel. 0577935891 - email: info@geologicatoscana.eu
Sito web: www.geologicatoscana.eu

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Il Pelagone Srl
Descrizione: Prove penetrometriche per muro e piscina
Località: Il Pelagone - Gavorrano (GR)

Data: 18/02/2022

Scala 1:50

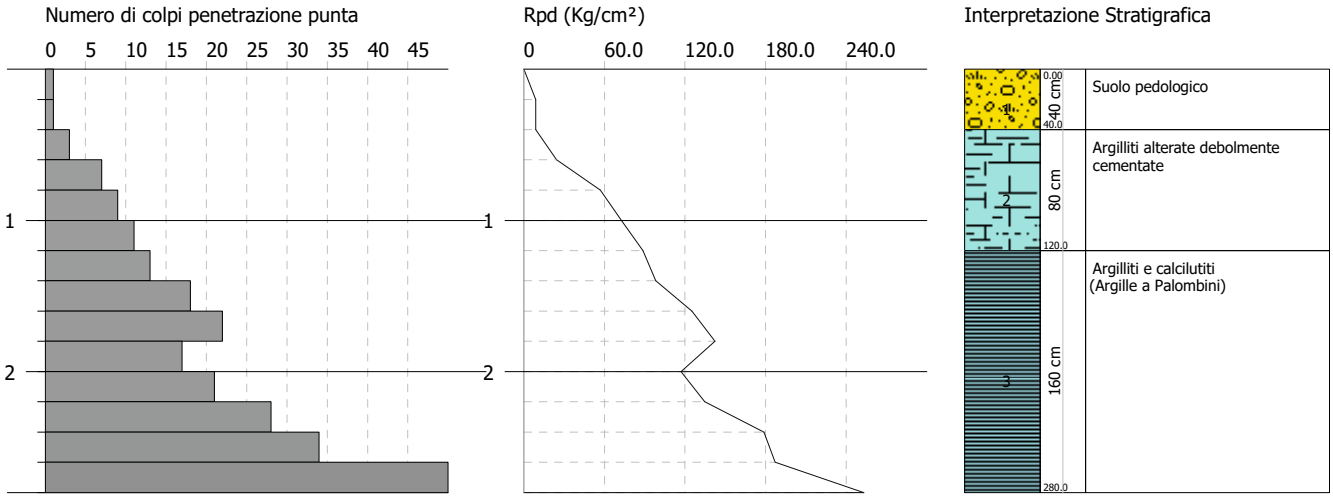


FIG. 6

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

PROVA 2

da mt 0,00 a mt 0,40	suolo pedologico;
da mt 0,40 a mt 1,00	argilliti alterate o debolmente cementate;
da mt 1,00 a mt 1,80 ed oltre	argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini).

PROVA 3

da mt 0,00 a mt 0,40	suolo pedologico;
da mt 0,40 a mt 1,20	argilliti alterate o debolmente cementate;
da mt 1,00 a mt 2,80 ed oltre	argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini).

Tutte e 3 le prove eseguite testimoniano la presenza in superficie di argilliti alterate per lasciare il posto ad un substrato lapideo sostanzialmente compatto e resistente.

3.3) indagine sismica a mezzo MASW

Per avere informazioni circa la velocità sismica dei primi 30 metri di sottosuolo e quindi definire la categoria del suolo nell'area di PUA, proponiamo l'indagine sismica MASW d'archivio la cui ubicazione è riportata in fig. 3.

In particolare l'analisi MASW è stata realizzata con il seguente tipo di acquisizione:

acquisizione ZVF ossia con energizzazione verticale e acquisizione con geofoni verticali per l'analisi MASW della componente verticale delle onde di Rayleigh.

Le misure MASW sono state effettuate con sismografo *PASI MOD. GEA 24 - S.N. 21511* corredato da 12 geofoni a 4.5 Hz.

I profili sismici sono stati eseguiti energizzando artificialmente il terreno e registrando le vibrazioni prodotte mediante captatori, denominati geofoni, collegati ad un ricevitore (sismografo) attraverso un cavo multipolare.

I 12 geofoni, con frequenza minima di soglia di 4,5 Hz, sono stati posizionati ad una distanza di 3 metri l'uno dall'altro così da coprire una distanza orizzontale predeterminata in questo caso 33 metri.

L'energizzazione è avvenuta battendo una mazza da 11 Kg su una piastra in alluminio a 3 metri dal primo geofono; al momento della battuta vengono generate artificialmente onde sismiche nel terreno ed ha inizio la registrazione (*trigger*) con campionamento costante e predeterminato del segnale da parte dei geofoni. Eseguendo la seconda serie di battute a mt 1,50 dal primo geofono si ottiene l'inserimento virtuale di 12 geofoni all'interno delle acquisizioni precedentemente effettate in modo da avere sismogrammi a 24 canali con soli 12 geofoni.

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

La lunghezza finale risultante dello stendimento è quindi di mt 34,50.

Per ogni scoppio abbiamo utilizzato la metodologia dello *stacking* che consiste nel ripetere più volte le misurazioni al fine di amplificare l'ampiezza del segnale sismico ed ottenere quindi sismogrammi di più facile lettura.

ELABORAZIONE DEI DATI

Le tracce acquisite sono state elaborate attraverso il software di calcolo *winMASW Academy 7.0* (Eliosoft Geophysical Software).

E' stata quindi caricata la registrazione e verificato lo spettro di velocità.

Abbiamo poi generato curve di dispersione artificiali da un modello sismostratigrafico immesso manualmente e progressivamente migliorato per far coincidere le curve di dispersione per i vari modi con lo spettro di velocità risultato dall'analisi.

E' stato eseguito poi il ripasso grafico dei massimi dello spettro di velocità (***picking***) così da ottenere dei binomi velocità – frequenza.

La fase successiva ha interessato l'inversione analitica di questi dati considerando come modello di partenza quello calcolato precedentemente in maniera manuale.

Il metodo d'inversione della curva di dispersione è basato su una tecnica di approssimazione particolarmente sofisticata (algoritmi genetici), che comunque non richiede necessariamente modelli di partenza.

Lanciata l'inversione il programma ha ricercato il modello medio e il modello migliore, tra i vari possibili nello spazio di ricerca che abbiamo precedentemente fissato.

La scelta dello spazio di ricerca è stata effettuata in modo oculato tenendo conto delle caratteristiche geologiche dell'area.

Di seguito riportiamo i risultati analitici e i grafici dello stendimento con la parametrizzazione del valore Vs30 (vedi fig. 7):

Vs (m/s): 411, 712, 881

Spessore (m): 4.6, 6.4, 19.0

Densità (gr/cm3): 2.00, 2.27, 2.30

Modulo di Taglio (MPa): 338, 1149, 1787

Analisi: Rayleigh Waves

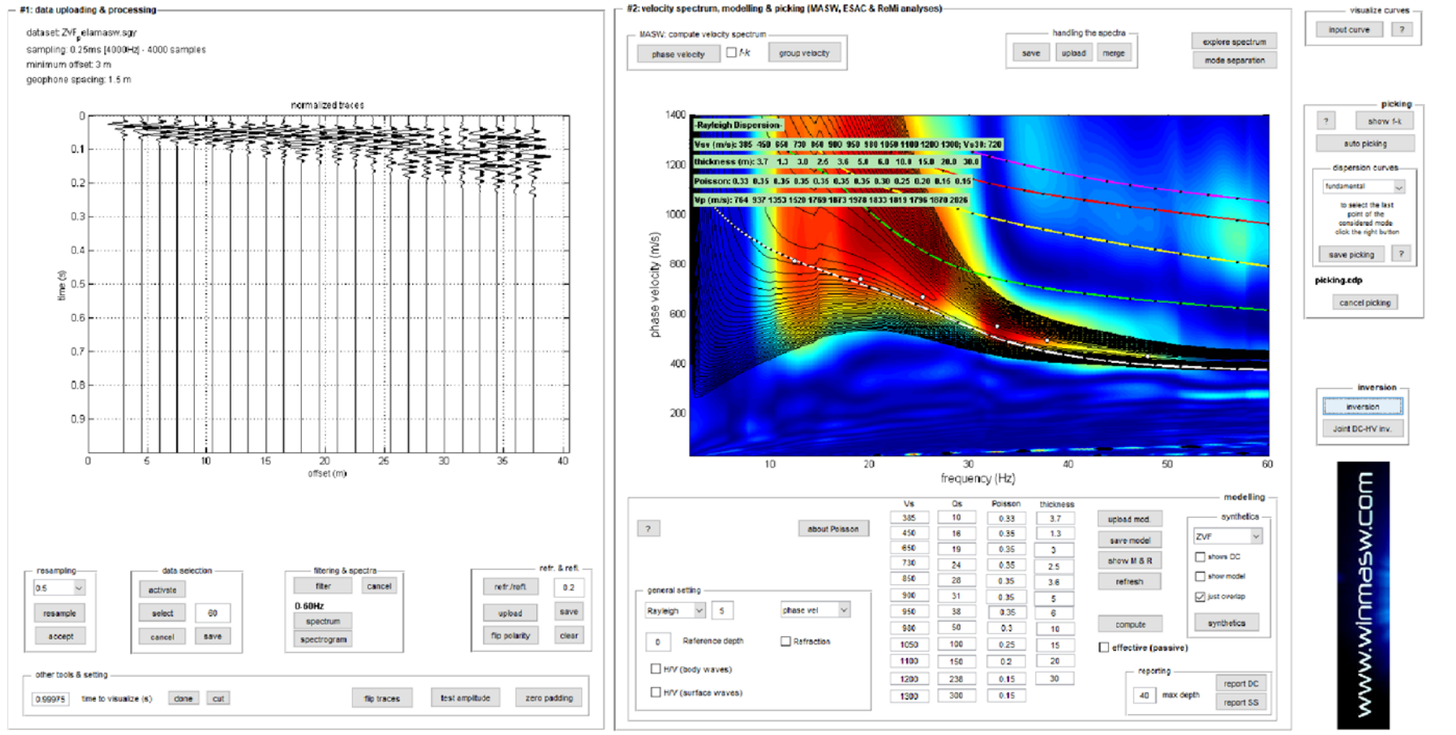
Valori approssimativi di Vp e del modulo di Poisson

Vp (m/s): 802, 2392, 2768

Poisson: 0.32, 0.45, 0.44

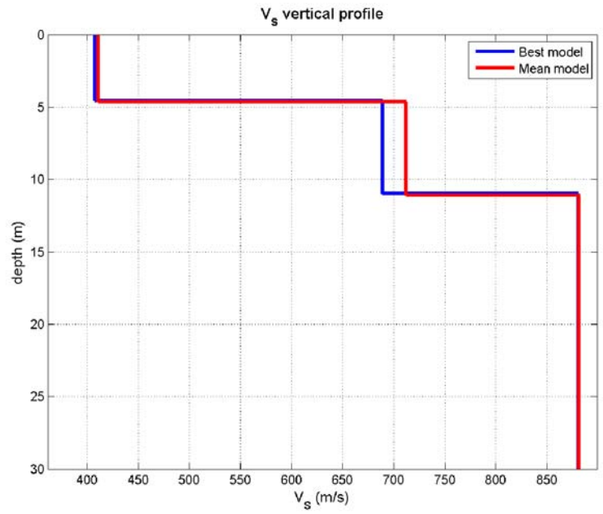
VS30: 717 m/s

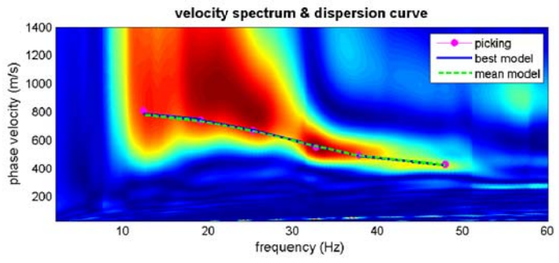
Committente: IL PELAGONE SRL
Loc. Il Pelagone - Gavorrano (GR)

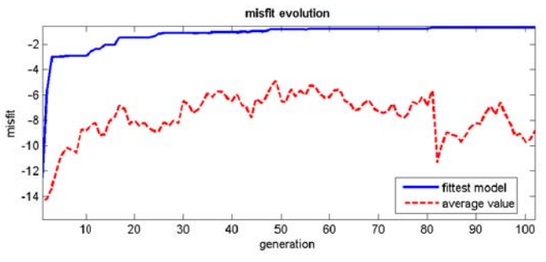


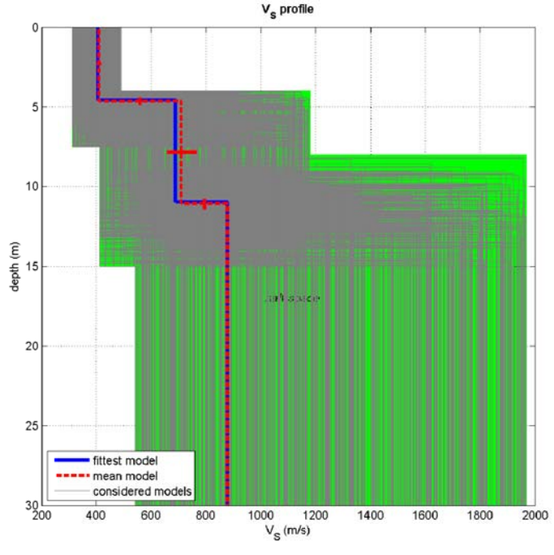
PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

PROFILO DI VELOCITA'









dataset: ZVF$_p$elamasw.sgy
dispersion curve: picking.cdp
Vs30 (best model): 713 m/s
Vs30 (mean model): 717 m/s

Vs_{eq} calcolato = 545 m/sec

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FIG. 7
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW

INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

GEOLOGICA TOSCANA s.n.c.

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

INTERPRETAZIONE DEI DATI DEL MASW

Si nota la presenza di uno strato superficiale di spessore di poco superiore a 4 metri e mezzo con medio-elevata velocità sismica (411 m/sec), che può essere interpretato come il terreno superficiale parzialmente areato costituito da argilliti e calcilutiti alterate e/o debolmente cementate. Sotto ad esso è presente uno strato avente uno spessore di poco più di 6 metri con velocità sismica ben più elevata (712 m/sec), che rappresenta livelli argillitici con caratteristiche prossime ad una roccia compatta.

Segue in profondità fino alla massima profondità investigata di mt 30,00, un terreno chiaramente ed uniformemente lapideo avente una velocità sismica molto elevata (881 m/sec), che è tipica di una roccia compatta (bedrock).

§ 4) ELEMENTI GEOLOGICO STRUTTURALI

L'area di PUA (vedi fig. 8) è posta in una vasta zona di affioramento di formazioni per lo più lapidee appartenenti al Dominio Ligure, depositate a partire dalla prima metà del Miocene a seguito di frane orogenetiche e di sovrascorrimenti al di sopra della Serie Toscana.

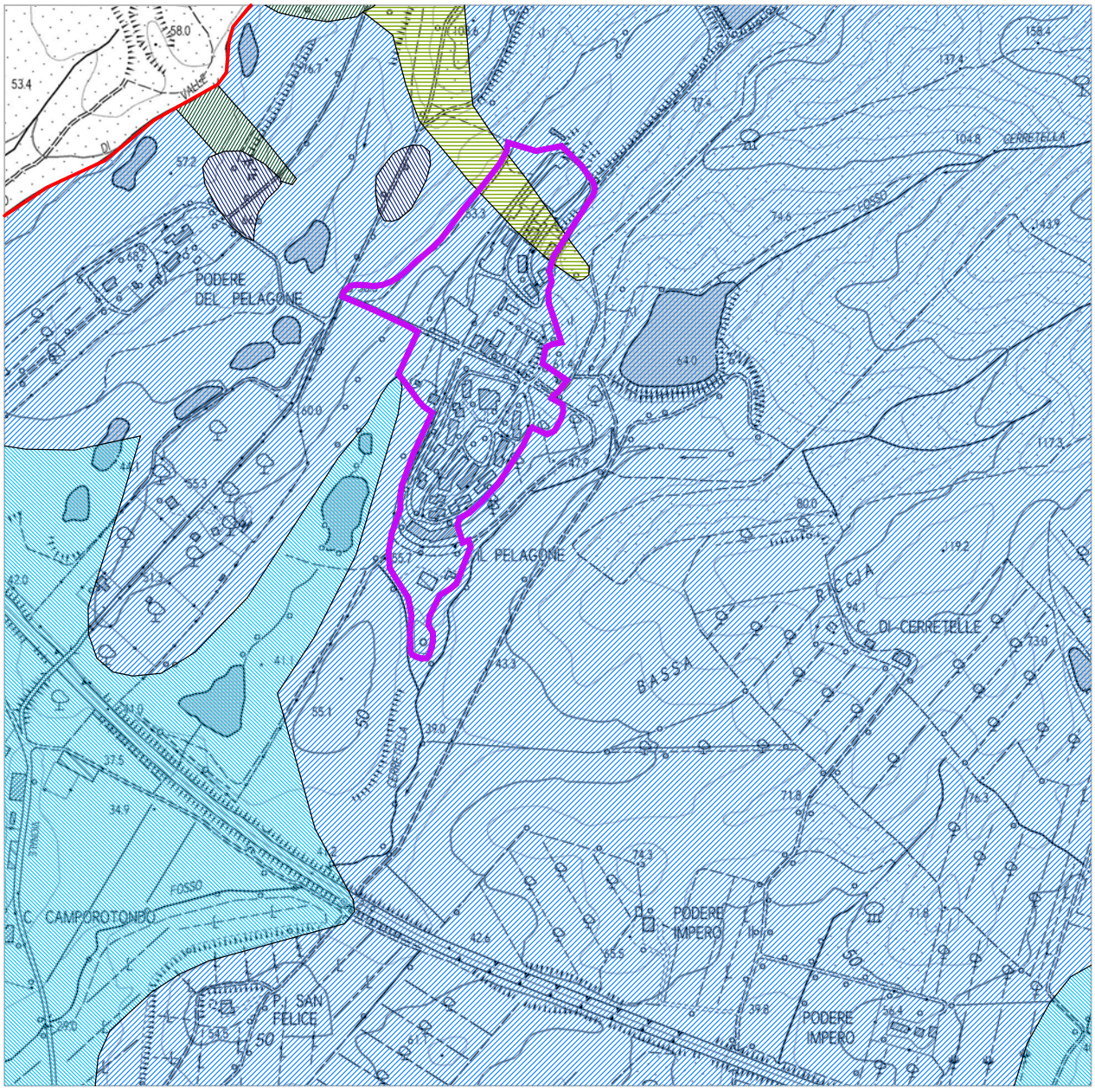
Quasi tutta la zona intorno al complesso turistico del Pelagone è costituita infatti dalle Argille a Palombini (Cretacico Inferiore) che, come testimoniano anche le indagini geognostiche eseguite, risultano costituite in prevalenza da argilliti di colore in genere grigio scuro o nerastro di ambiente pelagico torbiditico.

Le argilliti sono intercalate frequentemente da calcari e calcilutiti talora silicee, che formano i cosiddetti "Palombini", che in genere posseggono spessori decimetrici, ma talvolta possono formare anche blocchi metrici.

Nella parte basale della formazione predominano gli strati argillitici con intercalazioni di marne e calcare dello spessore variabile da 20 a 50 cm. Nella parte alta aumentano invece gli strati calcarei e calcareo marnosi con spessori talora anche superiori al metro.

Nella porzione nord del complesso turistico-ricettivo affiorano anche brecce ofiolitiche (vedi fig. 8) appartenenti alla serie ofiolitica (così come le brecce diasprigne presenti a nord ovest dell'area di PUA) risalenti al Giurassico.

Nel limite inferiore del PUA cartografiamo i depositi alluvionali terrazzati (Olocene - Pleistocene superiore) deposti dalle esondazioni del Fosso del Pelagone, emissario del Lago Grande, che attraversa gli attuali campi da golf prima di confluire nel Fosso Cerretella.



Scala 1:10.000

FIG. 8
CARTA GEOLOGICA

Complesso del Neoautorctono

DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI (PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE)

Dominio Ligure Interno

ARGILLE A PALOMBINI (CRETACICO INF.)

BRECCIA DIASPRIGNA (GIURASSICO SUPERIORE)

BRECCIA OFIOLITICA (GIURASSICO SUPERIORE)

GABBRI (GIURASSICO)

Confine comunale

AREA INTERESSATA DAL PUA

N
W E
S

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

§ 5) ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Nella carta geomorfologica (vedi fig. 9) tratta dal P.S. - P.O. Comunale, e verificata da accertamenti di campagna, sono riportati tutti i fenomeni rilevati.

Nell'area collinare, a debole pendenza e con una litologia affiorante sostanzialmente lapidea, sono praticamente assenti forme dovute alla gravità.

Non si individuano quindi nell'area di PUA fenomeni gravitativi in atto.

Nell'area a Sud e Est del Pelagone si identificano esclusivamente forme che derivano dai processi operati dalle acque correnti superficiali quali orli di terrazzi alluvionali e fossi in approfondimento, ma che risultano comunque esterni al limite del PUA.

Ovviamente la carta geomorfologica determina la pericolosità geologica dell'area e pertanto è stata considerata nella costruzione della carta della pericolosità geologica (vedi § 8.1).

§ 6) ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOLOGICO-TECNICI

La carta litotecnica (vedi fig. 10), ripresa dallo S.U. vigente e opportunamente verificata, è stata redatta suddividendo i vari litotipi geologici in unità litotecniche.

Nel caso specifico alle formazioni geologiche affioranti nell'area di PUA, principalmente in funzione del grado di addensamento/cementazione dei vari materiali, sono state corrisposte specifiche classi "litotecniche", così come indicato nella carta di fig. 10.

La formazione delle Argille a Palombini, che prevale nell'area di PUA, rientra tra le successioni di litotipi lapidei ed argilloscistosi in genere tenaci e resistenti.

Le indagini geognostiche eseguite su questi terreni (la cui ubicazione è riportata nel dettaglio in fig. 3) confermano la tenacità e la resistenza di questi litotipi generalmente ricoperti, nei primi metri di profondità dal piano campagna, da una coltre di alterazione della roccia in posto.

Le brecce ofiolitiche (ma anche quelle diasprigne) sono invece classificate all'interno dei litotipi lapidei stratificati ed intensamente fratturati.

I depositi alluvionali terrazzati che lambono il margine meridionale del PUA rientrano nelle successioni conglomeratiche-sabbiose-argillose.

§ 7) ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI IDROGEOLOGICI

L'assetto idrogeologico dell'area in esame è stato ricostruito attraverso dati geologici e stratigrafici che hanno confermato la cartografia tratta dal P.S. - P.O. Comunale (vedi fig. 11).

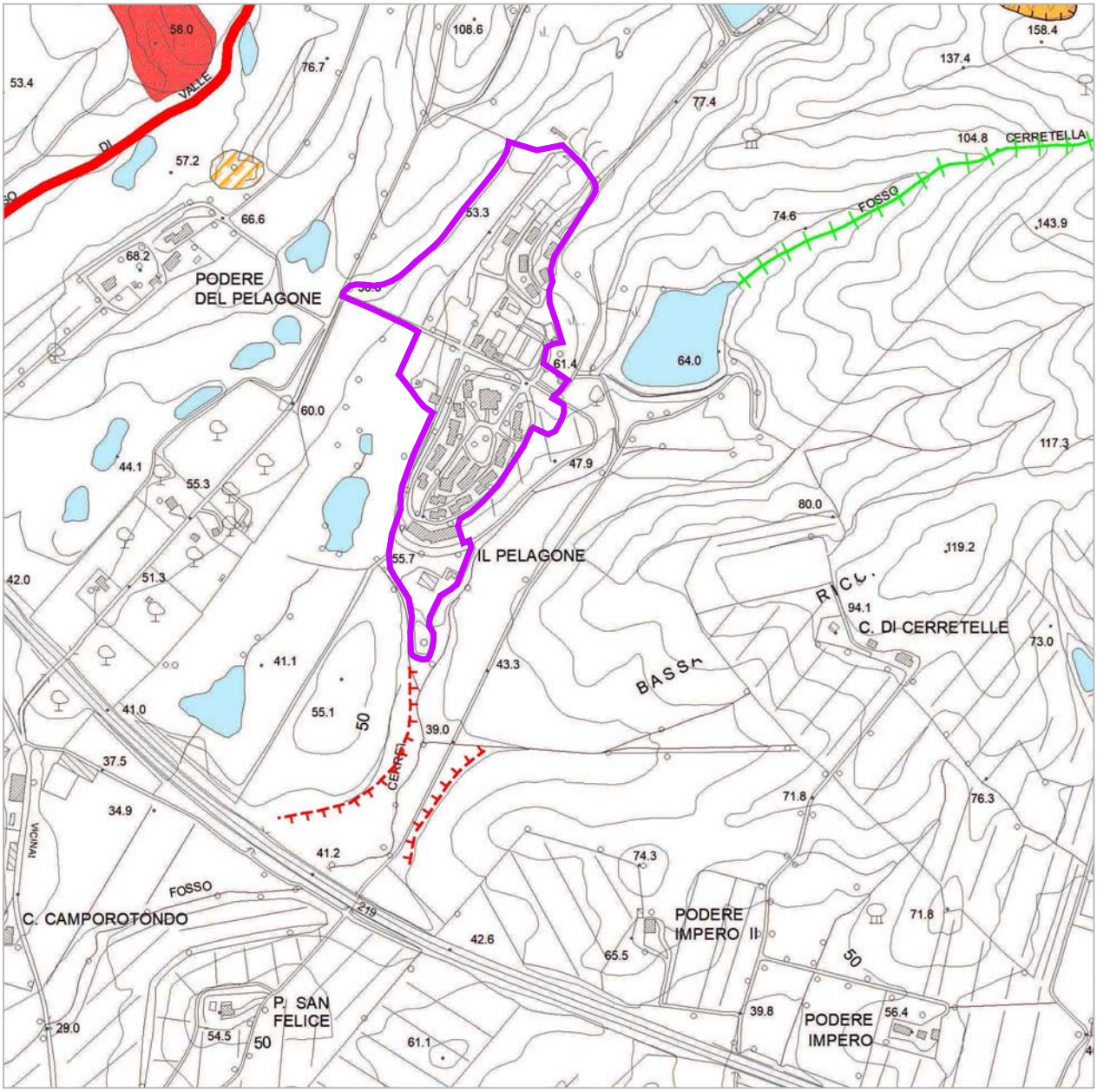
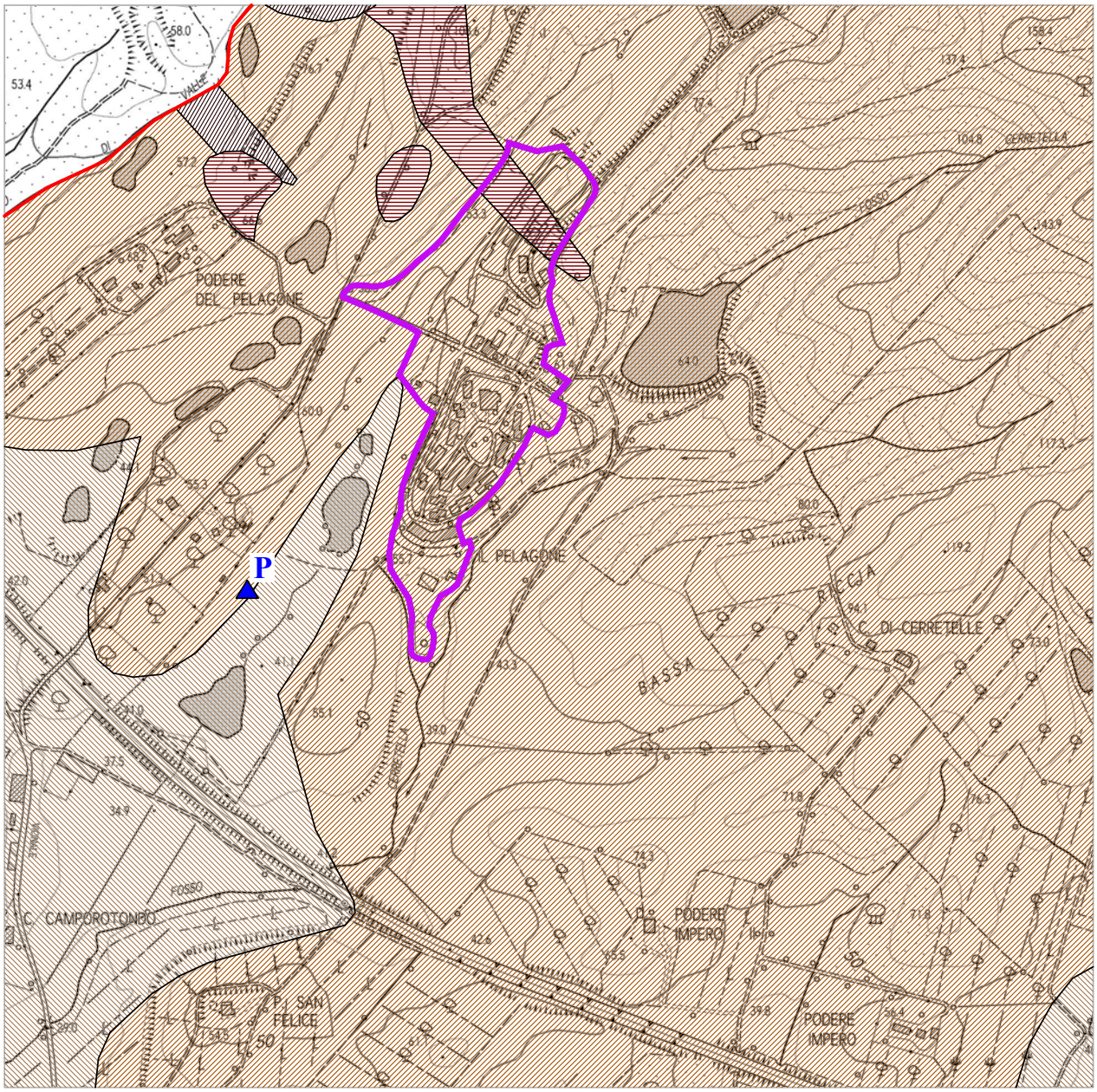


FIG. 9
CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1:10.000

N
W E
S

- Confine Comunale
- Area con copertura di tipo detritico
- Discarica mineraria e di cava
- Terreni di bonifica
- Orlo di terrazzo alluvionale
- Area denudata
- Area di erosione
- Zone potenzialmente instabili legate alla giacitura, litologia e acclività
- Corona di frana
- Frane di scivolamento e colata lenta attive
- Frane di scivolamento e colata lenta inattive potenzialmente instabili
- Frane di crollo attive
- Depressioni morfologiche attive
- Depressioni morfologiche potenzialmente instabili
- Franosità diffusa e franosità superficiale attiva
- Aree potenzialmente instabili per deformazioni superficiali
- Fascia di dinamica fluviale legata ai processi di erosione attiva
- Dolina inattiva
- Alveo in approfondimento
- Lago naturale o artificiale
- Corso d'acqua
- Argine
- AREA INTERESSATA DAL PUA



Scala 1:10.000

FIG. 10
CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE

SUCCESSIONI CONGLOMERATICHE-SABBIOSE-ARGILLOSE (*Alluvioni Terrazzate*)

SUCCESSIONI DI LITOTIPI LAPIDEI ED ARGILLOSCISTOSI CON PREVALENZA DEI LITOTIPI ARGILLOSCISTOSI (*Argille con Calcari a Palombini*)

LITOTIPI LAPIDEI STRATIFICATI ED INTENSAMENTE FRATTURATI (*Brecce*)

LITOTIPI LAPIDEI MASSICCI (*Gabbri*)

Confine comunale

P POZZO PER ACQUA

AREA INTERESSATA DAL PUA

N
W E
S

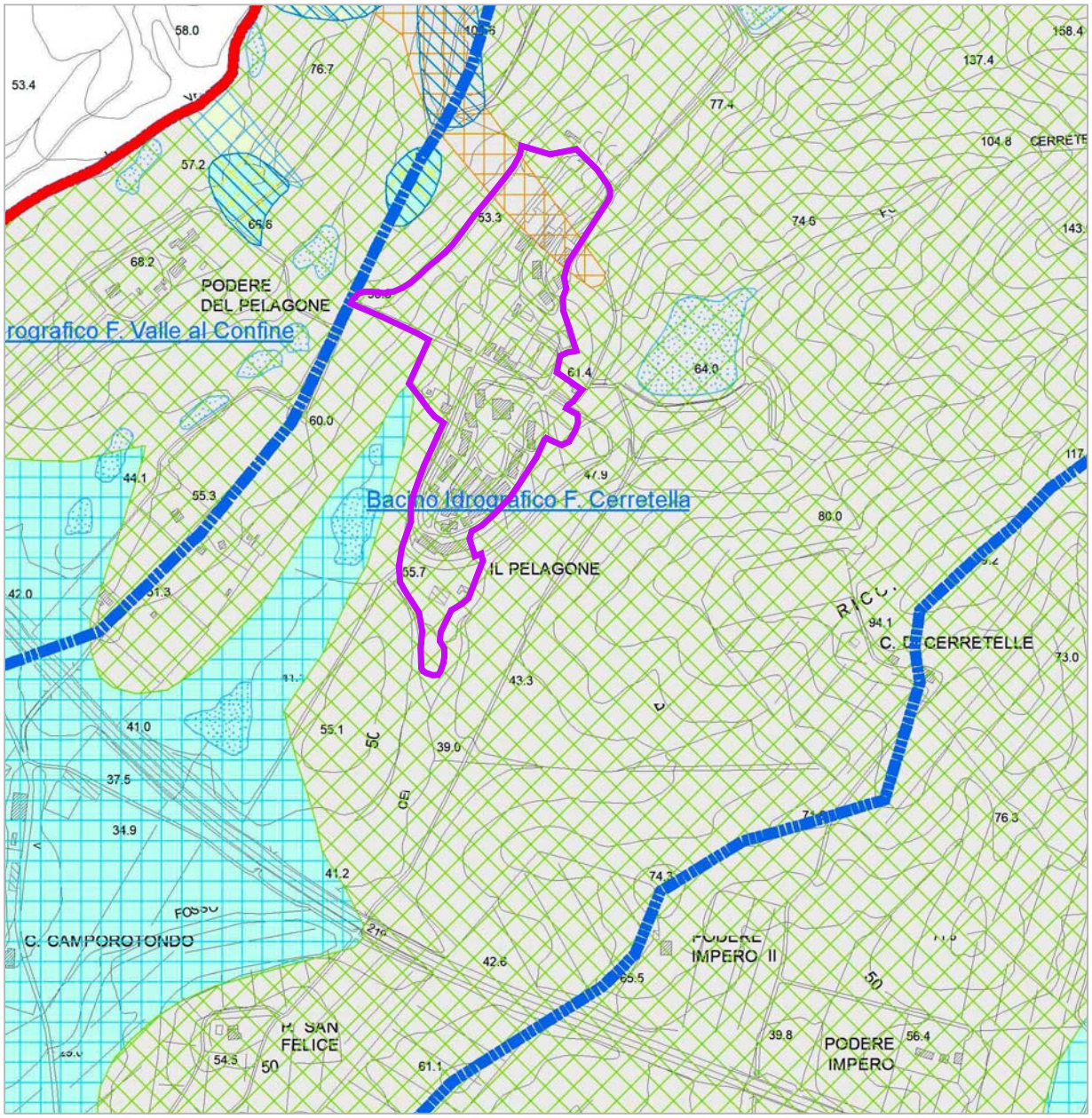


FIG. 11
CARTA IDROGEOLOGICA

Legenda

Confine Comunale

Permabilità

- Primaria, Alta
- Primaria, Media
- Primaria, Medio-Bassa
- Primaria, Bassa
- Secondaria, Alta
- Secondaria, Media
- Secondaria, Medio-Bassa
- Secondaria, Bassa

Vulnerabilità

- Vulnerabilità Alta
- Vulnerabilità Media
- Vulnerabilità Medio-Bassa
- Vulnerabilità Bassa

- Laghi
- Aree di potenziale ricarica
- Fascia di rispetto Pozzi Sorgenti Idropotabili
- Bacini Idrografici

AREA INTERESSATA DAL PUA

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

All'interno dell'area di PUA si individuano principalmente litotipi rocciosi, Argille a Palombini e brecce peridotitiche, caratterizzati da una vulnerabilità bassa.

Entrambe le formazioni risultano infatti caratterizzate da una permeabilità bassa e quindi con scarse possibilità di soggiacenza al loro interno di acquiferi utilmente sfruttabili.

Per quanto riguarda i depositi alluvionali terrazzati, che lambiscono in piccola parte l'area di PUA, essi sono caratterizzati da una vulnerabilità media e da una permeabilità primaria media.

I sedimenti alluvionali limo-sabbio-argillosi sono in genere caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità che incrementa all'aumentare della frazione grossolana rispetto a quella fine. Riteniamo che nell'area in esame la permeabilità sia piuttosto limitata per la presenza di sedimenti prevalentemente pelitici mentre il ridotto spessore dei depositi terrazzi, al margine della valle alluvionale, non consente la soggiacenza di una vera e propria falda.

In prossimità del Pelagone infatti non sono presenti opere di captazione potenzialmente produttive.

Da un punto di vista idrogeologico la zona in esame non presenta quindi disequilibri in atto, in quanto non si rilevano falde utilmente sfruttabili nelle differenti unità idrogeologiche all'interno dell'area di PUA.

§ 8) PERICOLOSITA'

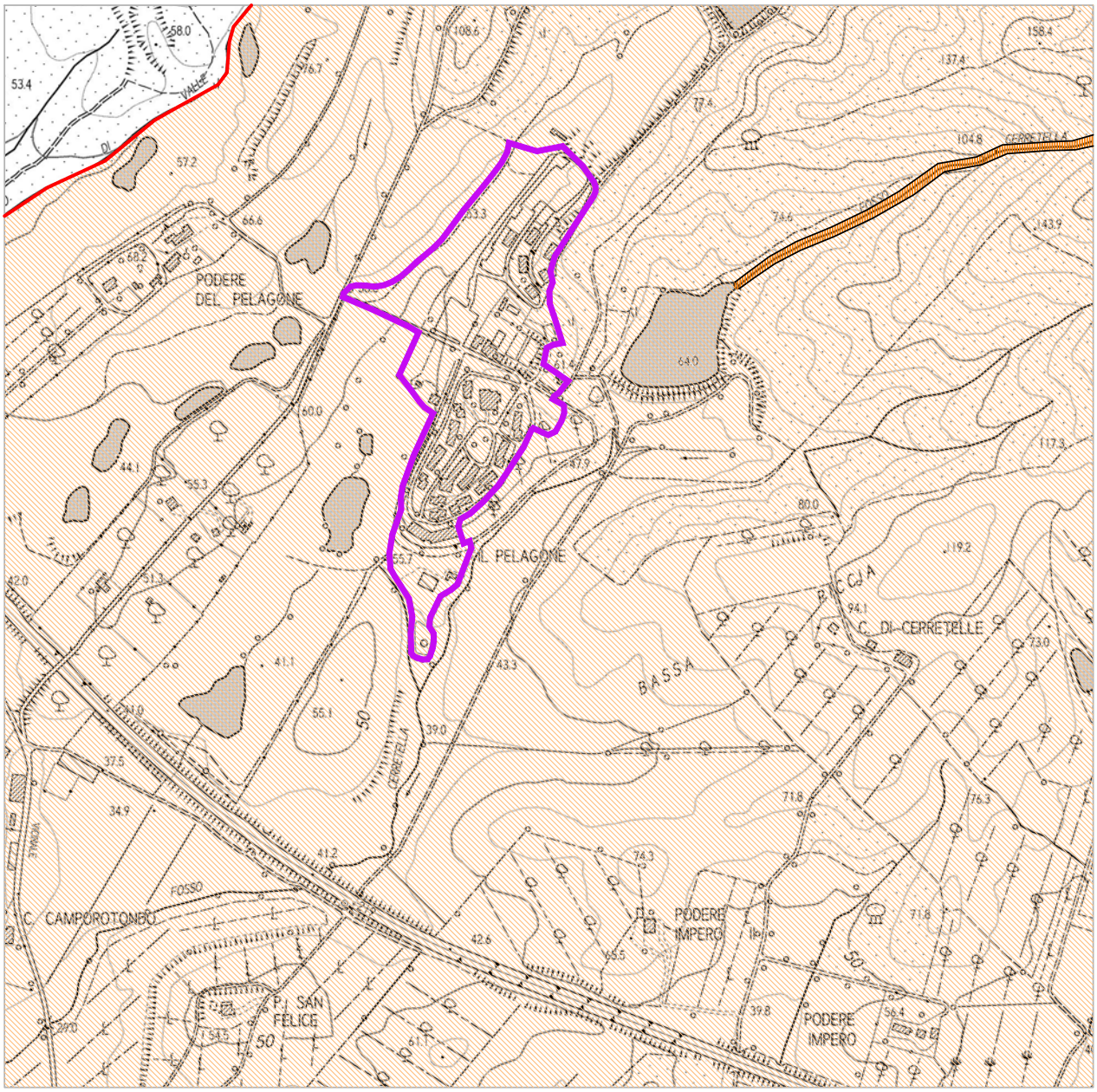
Dal momento che l'area in esame non è interessata in alcun modo da problematiche di dinamica costiera ed essendo il Comune di Gavorrano classificato in zona sismica 4 (Del. GRT n°878 del 08/10/20212) laddove non è obbligatoria la redazione di studi di Microzonazione sismica di 1° livello, nella pericolosità del sito sono state effettuate valutazioni di carattere geomorfologico e idraulico.

Quindi sono confermate le carte della pericolosità geologica e della pericolosità idraulica desunte dal P.S. e P.O. Comunale.

8.1) Pericolosità geologica

La carta della pericolosità geologica (vedi fig. 12) è quella desunta dal P.S. - P.O. del Comune di Gavorrano. L'area di PUA occupa una zona completamente priva di qualunque fenomeno gravitativo costituita da formazioni litoidi resistenti.

Pertanto essa risulta classificata in **classe G.2: pericolosità geologica media**, che interessa tutte le aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi e aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.



Scala 1:10.000

FIG. 12
CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Confine comunale

CLASSE DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA 2.G (MEDIA)

CLASSE DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA 3.G (ELEVATA) P.F.E.

AREA INTERESSATA DAL PUA

N
W E
S

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

8.2) Pericolosità idraulica

Il complesso turistico ricettivo del Pelagone è ubicato tra due corsi d'acqua: il Fosso del Pelagone a Ovest e il Fosso Cerretella a Est.

Posizionato tuttavia in una zona di alto morfologico non sussistono problemi idraulici per gli interventi oggetto del PUA.

La zona d'intervento ricade parzialmente in classe di pericolosità I.1 - pericolosità bassa e in parte nella classe I.2 - pericolosità media. Solo una piccola porzione nord-ovest ricade in classe di pericolosità I.3 (pericolosità elevata) ma di fatto in tale zona non sarà realizzato alcun tipo di intervento.

Gli interventi in progetto rispetteranno la distanza di 10 m da entrambi i corsi d'acqua ovvero dal Fosso del Pelagone e dal Fosso Cerretella, risultando così esterni alla fascia di rispetto dai corsi d'acqua.

La porzione della zona d'intervento che ricade in classe di pericolosità idraulica I.2 coincide con la classe P.1 di PGRA tratta dall'Autorità Distrettuale dell'Appenino Settentrionale: "*pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale"* (vedi fig. 13) ovvero con aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (Regolamento 5/R//2020).

§ 9) CRITERI DI FATTIBILITA' E PRESCRIZIONI

A seguito di tutte le valutazioni del presente studio, per l'area interessata dal PUA sono stati considerati i seguenti criteri di fattibilità rispettivamente agli aspetti geologici, alla pericolosità idraulica, alle problematiche connesse alla risorsa idrica e agli aspetti sismici (sebbene l'area in esame sia priva di microzonazione sismica):

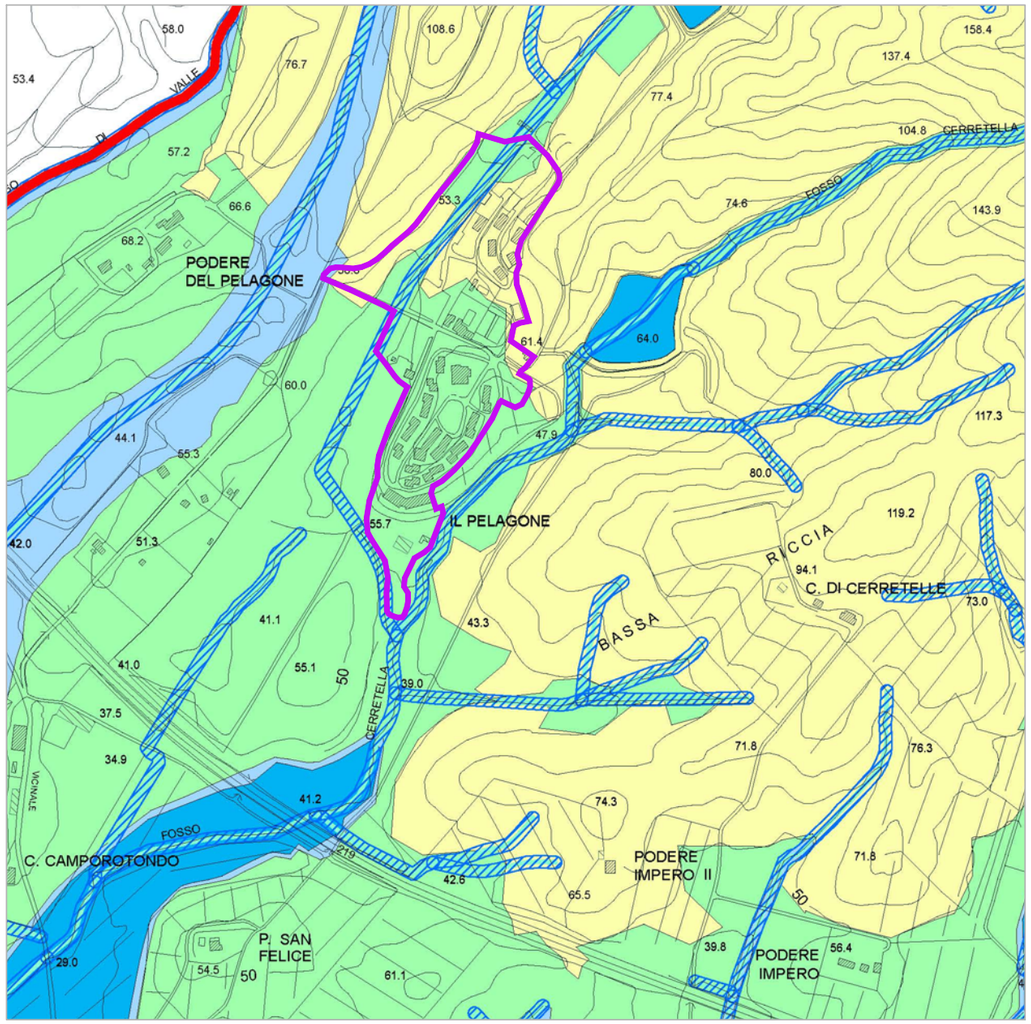
9.1) Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti geologici

In tutta l'area interessata dal PUA non esistono situazioni caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G.4) e elevata (G.3), pertanto omettiamo i criteri di fattibilità relativi a queste classi di pericolosità.

L'intero sito d'intervento rientra nella classe di pericolosità geologica media (G.2). Alle previsioni di PUA ricadenti in tale classe di pericolosità è stata attribuita una fattibilità geologica FG2.

Per tale classe di pericolosità geologica le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello costruttivo, al fine di non modificare negativamente le condizioni di stabilità geomorfologica nell'area.

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



Scala 1:10.000

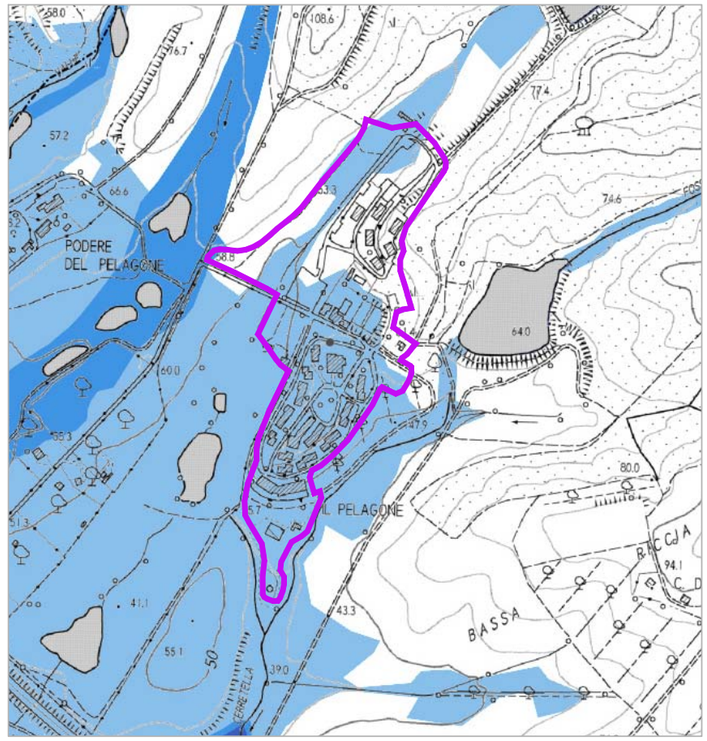
Legenda

Confine Comunale

Pericolosità Idraulica

- Classe di Pericolosità I1 (bassa)
- Classe di Pericolosità I2 (media)
- Classe di Pericolosità I3 (elevata)
- Classe di Pericolosità I4 (molto elevata)
- Delimitazione delle aree, sottoposte a studio idraulico, a pericolosità da alluvione con Trs≤30 anni (P4i) e 30<Trs≤200 anni (P3i)
- Area idrica o Reticolo idrografico
- Tratto tombato
- Buffer 10 mt Area idrica - Reticolo idrografico - Tratto tombato

PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale



Scala 1:10.000

Pericolosità Dominio Fluviale

- P1
- P2
- P3

FIG. 13

AREA INTERESSATA DAL PUA

N
W E
S

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

Pertanto devono essere eseguite le necessarie indagini geognostiche e sismiche previste dal D.P.G.R. 1/R/2022.

9.2) Criteri di fattibilità in relazione alla pericolosità idraulica

L'area interessata dal PUA è classificata in parte in classe di pericolosità idraulica I.1 (pericolosità bassa) e in parte in classe di pericolosità idraulica I.2 (pericolosità media), quest'ultima corrispondente ad una classe di pericolosità da alluvioni P1 (PGRA) ovvero pericolosità da alluvione bassa.

Per le previsioni di piano che rientrano in suddette classi non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia (fattibilità idraulica FI1 e FI2).

9.3) Criteri di fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica

Nell'area interessata dal PUA la risorsa idrica non risulta esposta (vulnerabilità bassa) essendo le rocce argillitiche, che predominano nel sito, caratterizzate da una permeabilità secondaria per fratturazione sostanzialmente molto bassa.

Non esistono quindi problemi di vulnerabilità dell'acquifero e la fattibilità di tutti gli interventi previsti non è subordinata a contenere possibili rischi d'inquinamento.

9.4) Criteri di fattibilità in relazione agli aspetti sismici

Pur non essendo definita per il Comune di Gavorrano una pericolosità sismica basata su studi di MS, l'indagine sismica MASW eseguita nell'area d'intervento evidenzia la presenza di un bedrock sismico già a partire da una decina di metri di profondità dal piano campagna probabilmente rappresentato dalla compagine rocciosa argillitica molto compatta. Nei primi metri di profondità dal piano campagna riteniamo sempre presente uno strato roccioso alterato e molto fratturato mentre la resistenza e compattezza della roccia in posto dovrebbe aumentare gradualmente con la profondità.

Questa situazione potrebbe anche escludere possibili fenomeni di amplificazioni locali generati appunto dal contrasto di impedenza sismica tra le coperture di alterazione della roccia ed il sottostante substrato lapideo, ma che in ogni caso andranno valutati nello specifico.

Nonostante non sia dunque necessario indicare condizioni di attuazione per la fase progettuale degli interventi, in fase esecutiva raccomandiamo l'esecuzione di una specifica campagna di indagini geofisiche (ai sensi del D.P.G.R. 1/R/2022) quali profili sismici MASW, eventualmente combinati con prospezioni ESAC, e misure passive HVSR in grado valutare l'eventuale presenza del contrasto di rigidità sismica entro la copertura alterata della roccia tale da produrre fenomeni di amplificazione sismica locale.

GEOLOGICA TOSCANA
Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani
ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

§ 10) INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE DA EFFETTUARE

Gli interventi oggetto del PUA comprendono la realizzazione di nuove costruzioni quali edifici residenziali, edifici ricettivi, e strutture accessorie nonché la ristrutturazione di fabbricati esistenti.

Considerata dunque la notevole eterogeneità negli interventi del PUA in questa fase possiamo solo ribadire che ciascun tipo di intervento, a seconda della specifica volumetria, dovrà rispettare quanto stabilito per le varie classi di indagini geognostiche e geofisiche, così come definite ai sensi dell'art. 5 del D.P.G.R. 1/R/2022, ovvero dell'Allegato 1 dello stesso Regolamento di Attuazione.

Dovranno essere dunque realizzate idonee indagini geognostiche (prove penetrometriche e/o sondaggi geognostici a carotaggio continuo) per la caratterizzazione dei litotipi fondali e geofisiche per la determinazione della VS30 (stendimenti MASW, MASW-ESAC e/o sismica in foro Down Hole) e/o per la ricostruzione della sismostratigrafia dei terreni (quali stendimenti di sismica a rifrazione) coadiuvate con punti di misura HVSR per identificare eventuali "risonanze" nei materiali.

Poggibonsi, 04.02.2026

GEOLOGICA TOSCANA

Dott. Paolo Castellani
Dott. Stefano Nastasi
Dott. Damiano Guarguaglini
Dott. Annalisa Fontanelli
Dott. Andrea Castellani

ITALIAN INDUSTRY & COMMERCE OFFICE IN THE UAE
CAMERE DI COMMERCIO ITALIANE ALL'ESTERO

ALLEGATO 1

TABULATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Prova DPSH n. 1

PROVA DPSH Nr.1



Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 18/02/2022
Profondità prova 1.80 mt
Falda non rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	9	0.847	73.51	86.79	3.68	4.34
0.80	23	0.743	164.87	221.80	8.24	11.09
1.00	24	0.740	171.21	231.44	8.56	11.57
1.20	18	0.786	136.48	173.58	6.82	8.68
1.40	17	0.783	128.34	163.94	6.42	8.20
1.60	24	0.730	156.02	213.86	7.80	10.69
1.80	50	0.626	279.05	445.54	13.95	22.28

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	2	21.01	Incoerente	0	1.45	1.87	0.03	1.47	2.94	Suolo pedologico
1.8	23.57	219.56	Incoerente	0	2.17	2.07	0.21	1.47	34.65	Argilliti e calciluti (Argille a Palombini)

Prova DPSH n. 1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	16.79	42.17	72.46	15.13
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	67.25	100	100	67.9

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94	27.84	20.84	28.82	34.43	30.79	0	<30	21.64	27.88	28.3	22.67
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65	36.9	29.9	37.7	34.13	40.61	42	32-35	37.8	37.4	49.15	41.32

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94	---	23.52	---	---	---
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65	420.17	277.20	409.57	439.88	248.25

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94	---	33.50	20.87	51.11
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65	207.90	98.64	246.02	192.54

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94	Meyerhof et al.	1.45
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65	Meyerhof et al.	2.17

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.07

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94	(A.G.I.)	0.35
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65	(A.G.I.)	0.29

Prova DPSH n. 1

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94	179.13	241.59
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65	1820.68	1090.61

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94	Ohta & Goto (1978) Limi	60.43
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65	Ohta & Goto (1978) Limi	128.67

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94		---
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Suolo pedologico	2.94	0.40	2.94		---
[2] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	34.65	1.80	34.65		---

Prova DPSH n. 2

PROVA DPSH Nr.2



Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 18/02/2022
Profondità prova 1.80 mt
Falda non rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	6	0.847	49.01	57.86	2.45	2.89
0.80	8	0.843	65.06	77.15	3.25	3.86
1.00	11	0.840	89.08	106.08	4.45	5.30
1.20	16	0.786	121.32	154.30	6.07	7.71
1.40	20	0.783	150.99	192.87	7.55	9.64
1.60	19	0.780	131.98	169.31	6.60	8.47
1.80	50	0.626	279.05	445.54	13.95	22.28

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	2.5	26.27	Incoerente	0	1.48	1.88	0.03	1.47	3.68	Suolo pedologico
1	8.33	80.36	Incoerente	0	1.8	1.93	0.11	1.47	12.25	Argilliti alterate o debolmente cementate
1.8	26.25	240.51	Incoerente	0	2.2	2.1	0.26	1.47	38.59	Argilliti e calciluti (Argille a Palombini)

Prova DPSH n. 2
TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	20.71	47.16	80.24	17.23
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	43.25	81.51	100	37.75
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	69.08	100	100	71.23

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68	28.05	21.05	29.03	34.75	31.11	0	<30	22.43	28.1	30.26	23.58
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25	30.5	23.5	31.43	33.79	34.5	39.41	30-32	28.56	30.67	40.44	30.65
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59	38.03	31.03	38.81	33.88	41.26	42	35-38	39.06	38.58	49.92	42.78

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68	---	29.44	---	---	---
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25	249.83	98.00	145.25	271.88	136.25
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59	443.41	308.72	456.06	469.42	267.95

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68	---	35.02	26.13	54.41
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25	73.50	52.63	86.97	92.64
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59	231.54	106.73	273.99	210.11

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68	Meyerhof et al.	1.48
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25	Meyerhof et al.	1.80
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59	Meyerhof et al.	2.20

Prova DPSH n. 2

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.10

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68	(A.G.I.)	0.35
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25	(A.G.I.)	0.33
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68	221.21	277.10
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25	685.11	577.78
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59	2014.65	1164.79

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68	Ohta & Goto (1978) Limi	62.82
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25	Ohta & Goto (1978) Limi	98.51
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59	Ohta & Goto (1978) Limi	137.34

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68		---
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25		---
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Suolo pedologico	3.68	0.40	3.68		---
[2] - Argilliti alterate o debolmente cementate	12.25	1.00	12.25		---
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	38.59	1.80	38.59		---

Prova DPSH n. 3

PROVA DPSH Nr.3



Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 18/02/2022
Profondità prova 2.80 mt
Falda non rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	7	0.843	56.93	67.50	2.85	3.38
1.00	9	0.840	72.88	86.79	3.64	4.34
1.20	11	0.836	88.71	106.08	4.44	5.30
1.40	13	0.783	98.14	125.36	4.91	6.27
1.60	18	0.780	125.04	160.40	6.25	8.02
1.80	22	0.726	142.39	196.04	7.12	9.80
2.00	17	0.773	117.13	151.48	5.86	7.57
2.20	21	0.720	134.76	187.13	6.74	9.36
2.40	28	0.717	178.93	249.50	8.95	12.48
2.60	34	0.664	187.04	281.58	9.35	14.08
2.80	50	0.611	253.18	414.08	12.66	20.70

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	1	10.51	Incoerente	0	1.38	1.87	0.03	1.47	1.47	Suolo pedologico
1.2	7.5	72.32	Incoerente	0	1.76	1.92	0.13	1.47	11.03	Argilliti alterate debolmente cementate
2.8	25.38	220.7	Incoerente	0	2.19	2.09	0.37	1.47	37.31	Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)

Prova DPSH n. 3
TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	5.86	29.85	52.71	10.79
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	40.58	76.76	92.86	35.22
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	65.21	100	100	70.17

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47	27.42	20.42	28.41	33.42	30.14	0	<30	19.7	27.44	22.26	20.42
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03	30.15	23.15	31.09	33.39	34.06	38.75	<30	27.86	30.31	39.48	29.85
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31	37.66	30.66	38.45	33.01	41.06	42	35-38	38.66	38.19	49.19	42.32

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47	---	11.76	---	---	---
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03	237.06	88.24	130.85	262.73	130.15
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31	436.00	298.48	440.96	459.83	261.55

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47	---	30.48	10.44	44.56
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03	66.18	50.12	78.31	87.19
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31	223.86	104.10	264.90	204.40

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47	Meyerhof et al.	1.38
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03	Meyerhof et al.	1.76
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31	Meyerhof et al.	2.19

Prova DPSH n. 3

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.09

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47	(A.G.I.)	0.35
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03	(A.G.I.)	0.33
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31	(A.G.I.)	0.28

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47	93.37	158.18
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03	620.78	541.91
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31	1951.77	1141.03

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47	Ohta & Goto (1978) Limi	53.6
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03	Ohta & Goto (1978) Limi	99.26
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31	Ohta & Goto (1978) Limi	146.27

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47		---
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03		---
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Suolo pedologico	1.47	0.40	1.47		---
[2] - Argilliti alterate debolmente cementate	11.03	1.20	11.03		---
[3] - Argilliti e calcilutiti (Argille a Palombini)	37.31	2.80	37.31		---