



STUDIO TECNICO & GEOLOGICO AMATO

AMBIENTE – GEOLOGIA – GEOTECNICA
IDROGEOLOGIA – INGEGNERIA NATURALISTICA

Viale dei Pini n. 8, 80131 Napoli

tel./fax 0810380321 – cell. 3387074269

e.mail.: geologo.amato71@gmail.com – PEC: geologo.amato@epap.sicurezzapostale.it

c.f. MTALSN71D18F839L – P.IVA 07462410635

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

RELAZIONE SISMICA

COMUNE DI CORREGGIO PROV. DI REGGIO EMILIA

COMMITTENTE: TANZI AURELIO PETROLI srl

Oggetto: *Ampliamento e potenziamento di un impianto distribuzione carburanti*

Via della Pace n. 10/A

ALLEGATI:

- PLANIMETRIA GENERALE – UBICAZIONE DPSH1, DPSH2, Masw1
- ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DPSH1, DPSH2
- ELABORAZIONE DATI INDAGINE SISMICA MASW1
- CARTA RISCHIO IDRAULICO E PERIC. IDRAULICA (Piano Stralcio AdB)
- CARTA GEOLOGICA E SEZIONE GEOLOGICA
- CARTA IDROGEOLOGICA

NAPOLI, 01 LUGLIO 2021

IL GEOLOGO:
Dott. Geol. Alessandro Amato



INDICE

<i>PREMESSA</i>	2
<i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE</i>	3
<i>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO</i>	8
<i>CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO DELL'AREA IN ESAME</i>	12
<i>Caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche dell'area</i>	12
<i>Indagine geognostiche</i>	14
<i>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA IN ESAME</i>	17
<i>Microzonazione sismica</i>	21
<i>Risposta sismica di base</i>	23
<i>Risposta sismica del sito di intervento</i>	28
<i>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO DELL'AREA IN ESAME..</i>	30
<i>VERIFICA A LIQUEFAZIONE</i>	32
<i>CONCLUSIONI</i>	34

PREMESSA

Per incarico conferitogli dalla società Tanzi Aurelio Petroli srl nel mese di giugno 2021, il sottoscritto Dott. Geol. Alessandro Amato ha eseguito, in ottemperanza alla normativa vigente (Piano Strutturale del Comune di Correggio, O.P.C.M. 3274/2003, Norme Tecniche di costruzione 2018 D.M. del 17-01-2018, D.M. n. 24 del 09-01-2020) un’indagine geologico-tecnica sul sottosuolo dell’area interessata al progetto di ampliamento e potenziamento di un impianto distribuzione carburanti in via della Pace n. 10/A, Correggio (RE).

La presente indagine effettuata mediante rilevamento di superficie e indagini geognostiche in situ del tipo:

- n. 1 indagine sismica Masw eseguita fino alla profondità di 30 m. in data 29 giugno 2021 (all. n. 2 e 3).
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH1, DPSH2) eseguite fino alle profondità di 10,2 m. dal p.c. in data 29 giugno 2021 (allegati n. 2, 4, 8 foto n. 1 e 2) con penetrometro dinamico pesante DPSH dalla società IGEO sas;

Il presente studio intende fornire:

- una modellazione geologica volta a definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sottosuolo dell’area di intervento e di quello delle aree limitrofe sulla base dei risultati delle suddette indagini geognostiche effettuate, della consultazione della letteratura geologica della zona, del rilevamento geologico di superficie;
- modellazione geotecnica, che, ottenuta sulla base dei risultati delle indagini geognostiche effettuate, è volta a caratterizzare dal punto di vista geomeccanico i terreni riconosciuti nella modellazione geologica suddetta.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE

Il contesto geologico dell'area in esame è da porre in stretta relazione con la storia evolutiva del bacino padano. La dinamica interazione di importanti deformazioni tettoniche ed oscillazioni eustatiche del livello marino hanno determinato la successione di vari ambienti sedimentari, responsabili della situazione stratigrafica oggi osservata.

L'areale a cui appartiene il territorio comunale di Correggio, RE, è costituito nei primi 250 ÷ 400/450 m del sottosuolo, da alternanze di orizzonti prevalentemente argillosi con intercalati, in subordine, livelli sabbiosi a spiccato assetto lenticolare, che rappresentano i depositi alluvionali del *Quaternario Continentale*. Ad essi soggiacciono alternanze di orizzonti sabbiosi ed argillosi, con la tendenziale prevalenza delle unità sabbiose, correlate ai depositi sedimentari del *Quaternario Marino*, che giungono generalmente a - 1200 ÷ - 2000 m pc. Alle profondità sottostanti 450 ÷ 500 m dal piano campagna, si riscontra l'interfaccia acque dolci/acque salmastre. Le sopradette sequenze proseguono da -2,5/-3 ÷ -4/4,5 Km, quota alla quale si riscontrano le successioni preplioceniche.

Tali formazioni, nell'area Emiliano Romagnola, sono state coinvolte nelle fasi di sollevamento del fondo bacino del *Miocene* e del *Pliocene* (3,9 – 2,2/0,8 – 0,65 Ma), che hanno generato un assetto strutturale a carattere compressivo. Dette interazioni tra il fronte appenninico e la monoclinale alpina, hanno originato nel sottosuolo del territorio in analisi la Struttura delle Pieghe Ferraresi, caratterizzate dall'omonima Dorsale, che rappresenta la parte più esterna dell'arco plicativo del trust appenninico ed ha vergenza settentrionale.

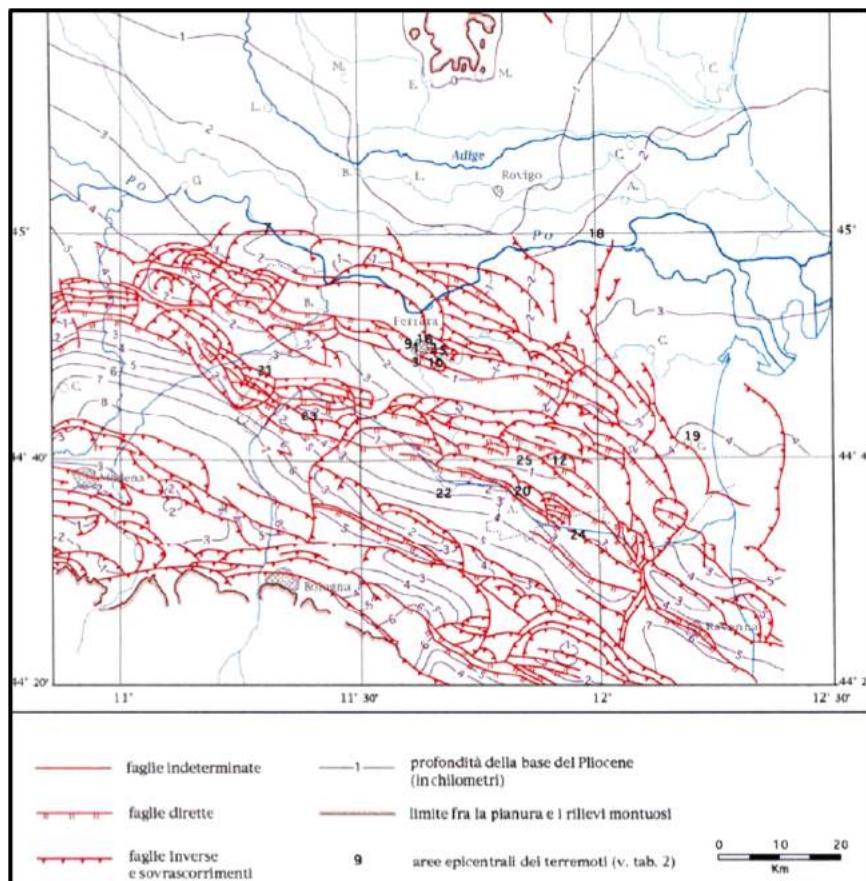
Dette pieghe sono state interessate da movimenti attivi negli ultimi 0,6 ÷ 0,22 Ma¹, come evidenziano sia le alterne fasi di sollevamento ed abbassamento (minori entità relative dei sollevamenti) e traslazioni orizzontali identificati nella *Carta Neotettonica dell'Appennino Settentrionale* (CNR – PFG SN; 1987), che le faglie e sovrascorimenti attivi o riattivatisi, evidenziati nella *Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna* (M. Boccaletti, L. Martelli; 2004 – L. Martelli et Alii; 2016).

Le strutture sepolte attive sono rappresentate dal Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica Meso-Cenozoica e dalla linea di sovrascorimento che delimita l'ala occidentale settentrionale della Dorsale Ferrarese.

Il suddetto Fronte di Accavallamento, individuato da AGIP (1986) nella zona in esame a - 8 ÷ -9 km di profondità, si estende in direttrice sud ovest – nord est circa secondo l'allineamento Cavriago – Pieve Rossa (Bagnolo in Piano) – Campagnola Emilia – Rolo – Concordia sulla Secchia. Analogi andamenti sud ovest – nord est evidenziano anche la linea che delimita l'ala nord della Dorsale che si estende nel sottosuolo dei territori di Cadelbosco di Sopra – Novellara – Novi di Modena – S. Caterina di Concordia s. Secchia. Nel sottosuolo dell'ambito territoriale di Correggio – Rio Saliceto – Carpi, è evidenziata una linea di sovrascorrimento riattivatosi nel *Pliocene – Pleistocene superiore*, che si estende in verso sud ovest – nord est circa secondo le località Prato – S. Martino in Rio – S. Biagio – intersezione Tresinaro/S.P. n° 468 R di Correggio – Via Geminiola/via Carpi Vecchia, interessando il settore orientale del Villaggio Industriale di Correggio; dalla suddetta via, assumendo una conformazione arcuata, flette in direttrice est – ovest, allungandosi circa sub parallelamente a via San Pellegrino – via Strega – Mandriolo, in seguito riassume direzione sud ovest – nord est orientandosi circa secondo Castello di Rio - Stabilimenti Goldoni, Budrione – Fossoli. Le sopradette linee tettoniche e loro componenti secondarie, per processi distensivi nelle unità quaternarie, non hanno evidenziato palesi ripercussioni in superficie nella zona di cui fa parte l'area d'intervento ed all'intorno della stessa.

Nel territorio in analisi la sismicità è principalmente correlata all'attività dei processi deformativi che interessano le strutture superficiali nei primi 5/15 km del sottosuolo, prevalentemente collegate a meccanismi focali trascorrenti e compressivi.

L'andamento strutturale dell'Appennino sepolto può essere interpretato come effetto di una compressione e di un raccorciamento crostale che, secondo i moderni schemi geodinamici, risulta legato ad un doppio fenomeno di subduzione e/o ispessimento della crosta. In tale quadro d'insieme si giustifica lo sviluppo della rete idrografica maggiore che risulta conforme ai principali assi di sinclinali sepolte.



In accordo con quanto assunto dal Servizio Geologico e cartografico della Regione Emilia-Romagna, le unità stratigrafiche definite ed utilizzate nel presente studio rientrano nella classe delle Sequenze Deposizionali sensu Mitchum et Al. (1977).

Esse sono definite come: “unità stratigrafiche composte da una successione relativamente continua e concordante di strati geneticamente correlati, limitati alla base e al tetto da superfici di discontinuità o dalle superfici concordanti correlabili con esse”.

Le Sequenze Deposizionali, a loro volta, possono essere suddivise in:

- Principali, corrispondenti ai Supersintemi e ai Cicli Sedimentari di Ricci Lucchi et alii (1982);
- Minori, corrispondenti ai Sintemi;
- Climatico-Eustatiche di rango superiore, corrispondenti ai Subsintemi

Dal punto di vista gerarchico di distinguono due Sequenze Principali (Supersintemi secondo la terminologia delle U.B.S.U.) denominate come segue:

- Supersistema del Quaternario Marino, costituito da terreni paralici e marini depositisi tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore.
- Supersistema Emiliano-Romagnolo, costituito da depositi di ambiente continentale depositisi a partire da 800.000 anni BP.

Nel complesso i depositi affioranti nella porzione di territorio in esame sono relativi al Supersistema Emiliano-Romagnolo ed in particolare al Subsistema di Ravenna, il cui tetto è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico.

Il Subsistema di Ravenna avente uno spessore massimo di circa 20 metri è suddiviso in due ulteriori unità denominate Unità Modena e Unità Idice.

L'unità Modena è costituita da una successione sedimentaria la cui deposizione è inquadrabile nell'ambito degli eventi alluvionali che hanno caratterizzato gli ultimi 1.500 anni di storia evolutiva.

I depositi che costituiscono questa unità sono stati suddivisi, sulla base della differenziazione genetica e stratigrafico-sedimentologica, in 3 sottounità:

- sottounità Modena 1: comprende i depositi di conoide del reticolo idrografico principale;
- sottounità Modena 2: comprende i depositi di argine naturale (o dossi di pianura);
- sottounità Modena 3: comprende i depositi di piana interfluviale (o piana inondabile).

L'unità Idice, invece, è sedimentata nell'intervallo temporale compreso tra i 20- 18.000 e i 1.500 anni fa ed appartiene al sistema deposizionale della pianura pedemontana ad alimentazione appenninica.

Le unità sopradescritte sono state rappresentate, relativamente ad un intorno significativo dell'area di studio, nella Carta geologica e geomorfologica (allegato n. 6).

La zona studiata appartiene al Bacino Subsidente Pliocenico Quaternario della Pianura Padana costituito da un'ampia depressione a stile compressivo formata, negli orizzonti più recenti da depositi pliocenico quaternari.

I depositi alluvionali che formano i primi 250 - 400 m del sottosuolo sono costituiti da ripetitive sequenze di livelli sostanzialmente argilloso limosi ai quali si intercalano unità

sabbiose, a sviluppo nastriiforme di spessore variabile da metrico a decametrico, contraddistinte da una spiccata lenticolarità ed una sensibile discontinuità laterale. Detti caratteri e le componenti granulometriche e litologiche degli orizzonti sabbiosi attribuiscono la successione descritta all'Unità Idrogeologica della Media Pianura Padana Appenninica, formata dagli apporti distali dei fiumi appenninici, che è suddivisa in sistemi in funzione dei mutamenti climatici e movimenti tettonici che hanno interessato il Bacino Padano.

Di questi ultimi quello più superficiale AES8a è costituito da successioni prevalentemente argilloso limose con intercalazioni o con sostituzione laterale di corpi sabbiosi ad assetto lenticolare e sviluppo nastriiforme, che costituiscono i primi 15 ÷ 25 m del sottosuolo (dall'attuale a 12000 ÷ 14000 anni b.p.), nei quali prevalgono le influenze dei cambiamenti climatici avvenuti nel bacino padano negli ultimi 12 ÷ 14000 anni.

Successivamente si riscontrano sequenze prevalentemente argilloso limose, con intercalati in subordine strati sabbiosi, che giungono sino a -90 ÷ -110 m pc correlabili al subsistema AES7 (12000 ÷ 125000 anni b.p.) che denotano significative deformazioni correlabili a processi di subsidenza differenziata per auto consolidazione dei terreni, correlata all'assetto strutturale del substrato prepliocenico.

A queste seguono alternanze prevalentemente argillose, che presentano intercalazioni sabbiose in percentuale leggermente maggiore rispetto alle unità ad esse sovrastanti; l'assetto di queste ultime evidenzia una sensibile influenza sia delle geometrie del substrato che dei processi di auto consolidazione che dei movimenti tettonici, ai quali sono correlate locali faglie per processi distensivi, non presenti nell'area in esame, che hanno coinvolto il sottosuolo del settore carpigiano al bordoorientale dell'area correggese; tali sequenze giungono a -200 ÷ -220 / -240 ÷ -260 m dal piano campagna e sono attribuite al subsistema AES (125.000 ÷ 400.000 anni b.p.) e sono state interessate da una fase secondaria di processi tettonici tra 220.000 a 260.000 anni.

A dette successioni litostratigrafiche soggiacciono alternanze di orizzonti argilloso limosi e sabbiosi che denotano deformazioni correlate ad influenze dei movimenti tettonici, dei processi di faglia e di subsidenza, che hanno interessato il bacino padano in due fasi principali nel periodo tra 450.000 ad 800.000 anni b.p.; tali unità coinvolte dagli eventi

tettonici di detto periodo, raggiungono profondità corrispondenti a -400 ÷ -450 m dal piano campagna, e sono attribuibili al subsistema AEI; in tempi precedenti sono avvenute importanti deformazioni tettoniche tra 950.000 e 1.150.000 anni b.p. Superati detti depositi si rilevano orizzonti argilloso sabbiosi - sabbioso argillosi, contenenti macrofossili e livelli torbosi del Quaternario Marino che giungono a -1000 ÷ -1400 m di profondità, interessati da deformazioni correlate a fattori tettonici, processi di faglia e di subsidenza.

Dalle profondità di -450 ÷ -500 m dal piano campagna compaiono le acque salmastre.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche degli acquiferi del territorio in esame vanno inquadrate nel modello evolutivo tridimensionale, sia idrogeologico che stratigrafico, dell'intera Pianura Padana emiliano-romagnola. Il territorio è stato oggetto di numerosi studi che, tra l'altro, si sono proposti di ricostruire, in dettaglio, l'assetto idrogeologico della falda freatica. La morfologia della superficie freatica è stata pertanto desunta da rilevazioni del livello statico in pozzi a grande diametro.

In effetti, la conformazione della falda freatica, oltre che dall'assetto topografico, è condizionata dall'andamento del substrato impermeabile, dai valori di trasmissività dell'acquifero, dal reticolo idrografico superficiale e dai terreni affioranti al piano campagna. Sostanzialmente in sintonia con l'andamento complessivo della superficie freatica, nel territorio l'andamento complessivo prevalente della superficie freatica rispecchia quello a suo tempo individuato dal Prof. M. Pellegrini, quindi da SO verso NE. Nel dettaglio, come si evince dalla Carta delle Isopieze della Falda Freatica di P.S.C. (allegato n. 7), l'abitato ricade in corrispondenza di uno spartiacque sotterraneo principale che da SO a NE lo attraversa. Subparalleli ad esso, l'elaborato, ad oriente e ad occidente, individua due assi di drenaggio, rispettivamente principale e secondario, verso i quali avviene il deflusso idrico sotterraneo. Rispetto a quanto indicato dalla carta tematica di P.S.C. ci troveremmo in una situazione intermedia in cui l'andamento prevalente della superficie freatica rispecchierebbe quello da SO a NE. Osservando l'elaborato, a questa altezza, si potrebbe anche ipotizzare l'esistenza di uno spartiacque secondario, non indicato però in carta, con andamento conforme a quello prevalente da

SO a NE e asse ad oriente di Mandriolo, rispetto al quale le acque defluirebbero ad oriente e ad occidente in direzione di due assi di drenaggio secondari (Carta delle Isopieze della falda freatica di P.S.C. – allegato n. 7).

La carta idrogeologica, segnala poi che il livello statico della falda freatica è nel territorio compreso tra le isopieze 27.0 m e 30,00 m s.l.m., da cui si evince che la falda sarebbe normalmente qui presente ad una profondità di 2.5÷3.0 m rispetto alla quota del piano campagna. Pur non segnalando le carte tematiche, in tutto il territorio del Comune di Correggio, variazioni nel tempo dell'assetto idrogeologico sotterraneo (cartografia “Indagine sullo stato delle acque sotterranee nella pianura reggiana; 1988 - Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia”), così come riscontrato in occasione di precedenti studi, può essere tuttavia giustificata una variabilità stagionale che comporti una risalita a quote più vicine al piano campagna in concomitanza di periodi particolarmente piovosi od altrimenti un abbassamento, seppur contenuto, al termine delle prolungate stagioni estive.

L’acquifero che si rinviene nel territorio del Comune di Correggio (RE) è ascrivibile all’Unità Idrogeologica della Media Pianura. In realtà, quest’ultima è costituita da un insieme di unità idrogeologiche appenniniche, malamente individuabili e suddividibili, che possono essere accumunate in un’unica unità dalle caratteristiche abbastanza omogenee.

I limiti territoriali di questa zona sono infatti molto sfumati verso sud mentre sono abbastanza netti verso nord, a confine con l’Unità idrogeologica del Po.

La caratteristica principale di questa unità è la prevalenza di materiali limo-argillosi impermeabili rispetto a quelli permeabili: si tratta pertanto di una zona povera di acque sotterranee.

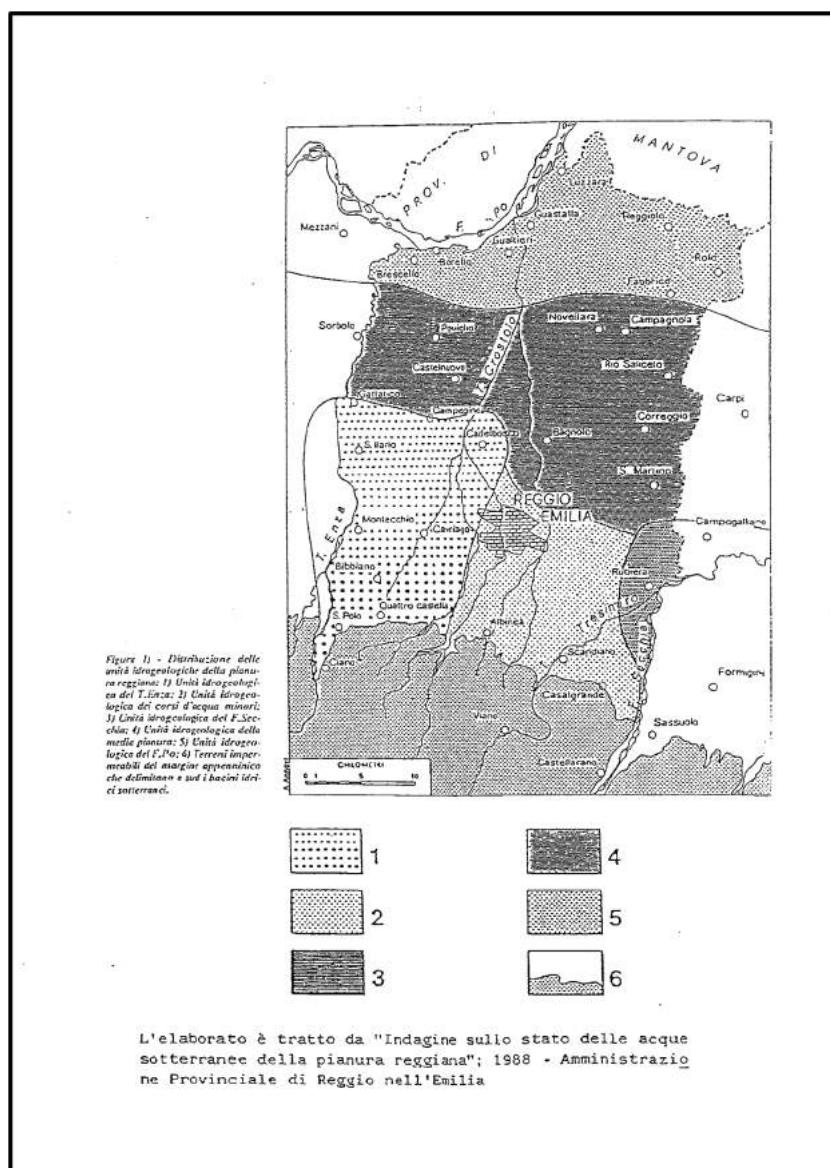
I materiali permeabili, acquiferi, sono rappresentati da sabbie (le ghiaie sono quasi assenti) in lenti sottili e discontinue. L’alimentazione delle falde è ancora di provenienza appenninica, dalle falde delle conoidi dell’Enza, del Secchia e dei corsi d’acqua minori; l’infiltrazione diretta, dal suolo, è invece molto limitata. È altresì accertato che, a profondità superiori ai 300 metri, le falde hanno spessore e continuità maggiore, ma cambia sensibilmente il chimismo dell’acqua.

I numerosi dati acquisiti con perforazioni per pozzi idrici e sondaggi geognostici effettuati nel territorio hanno consentito di ricostruire, per i primi 220 metri del sottosuolo, la serie idrogeologica locale.

La serie è stata ricreata nell'ambito di studi territoriali quali il “Rilevamento-studio delle risorse idriche sotterranee nel territorio della provincia di Reggio Emilia” - Edito dall’Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia e lo “Studio geologico del territorio di media pianura: Comprensorio Carpi-Correggio”.

Come in precedenza accennato, nel territorio in esame, l’acquifero si caratterizza per l’alternanza di litotipi argillosi e argilloso-limosi con frequenti lenti di sabbia.

La serie può essere così sintetizzata:



- a) orizzonte a litologia variabile, della potenza di 15-20 metri, costituito da un’alternanza di livelli lentiformi formati da argille, torbe e sabbie medio-finì talvolta affioranti; all’interno del suddetto orizzonte è sempre presente, in livelli sabbiosi di paleoalveo a struttura spiccatamente lentiforme, l’acquifero freatico direttamente interessato da ricarica per infiltrazione dalla superficie;
- b) unità sostanzialmente impermeabile formata prevalentemente da limi e argille - potenza da 15 a 30 m;
- c) orizzonte permeabile, formato da sabbie fini, avente uno spessore variabile tra 3 e 6 m, che di solito si riscontra tra -35 e -45 m dal p.c.; è questo il primo acquifero artesiano che è tuttavia permeato da acque di qualità scadente;
- d) complesso impermeabile, dello spessore di 20/40 m, formato da livelli argillosi più o meno limosi con locali intercalazioni sabbioso fini limose;
- e) livello sostanzialmente sabbioso, della potenza di 3/6 metri, rinvenibile mediamente tra -60 e -80 m dal p.c., permeato da acque dolci;
- f) orizzonte impermeabile, della potenza di 25/35 m, che si riscontra tra -80 e -110 m dal p.c., che ingloba lenti sabbiose - sabbioso fini;
- g) unità permeabile sostanzialmente sabbiosa, della potenza di 2/5 m, rilevabile tra 90 e 120 m dal p.c.;
- h) insieme impermeabile, prevalentemente argilloso limoso, posto generalmente tra 120 e 160 m dal p.c.;
- i) livello permeabile, avente uno spessore medio di cinque metri, posto tra 160 e 190 metri dal p.c.;
- j) insieme impermeabile, prevalentemente argilloso limoso, avente uno spessore di 20/30 m, posto tra 180 e 210 m dal p.c.;
- k) livello permeabile, in litotipi prevalentemente sabbiosi, avente uno spessore di 3/8 m, posizionato tra 190 e 220 m dal p.c.

Come è facilmente intuibile, tale schematizzazione è puramente indicativa, vista l'estrema variabilità laterale e verticale dei depositi in esame.

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO DELL'AREA IN ESAME

Caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche dell'area

La zona interessata dal progetto ubicata ad una quota di circa 31 m. s.l.m. insiste su un piazzale posto in fregio alla via della Pace e presenta le caratteristiche e le peculiarità tipiche di una stazione di servizio carburanti.

L'area oggetto di studio appartiene geologicamente al grande bacino subsidente Plio-Quaternario della Pianura Padana, in un settore deposizionalmente influenzato dalle alluvioni del Fiume Po, da quelle dei corsi d'acqua appenninici principali quali i fiumi Secchia e Panaro. Tali depositi di origine continentale, qui principalmente riferibili al fiume Secchia, che scorre a est dell'area in esame, e ai corsi minori, quali il Crostolo e il Tresinaro, hanno costituito la zona planiziale emiliana con sequenze formate da alternanze argilloso limose – limose argillose, con intercalati subordinati livelli lentiformi limosi – limoso sabbiosi.

L'attuale assetto geomorfologico territoriale consegue dalle passate vicende fluviali del Po e dei suoi affluenti, localmente rappresentati dai torrenti sopra indicati, che unitamente all'azione dell'uomo: bonifiche, canalizzazioni, riporti, ecc, hanno portato ad una conformazione pianeggiante con ondulazioni più o meno accentuate in senso ovest est.

La sequenza litologica riscontrata dalle indagini geognostiche effettuate, contraddistinta da alternanze di strati prevalentemente argilloso – limosi argilosi, ai quali si intercalano e/o sostituiscono lateralmente, nei primi 30 m. del sottosuolo, unità lentiformi, con spessore variabile tra 0,5 e 2,0 m, costituite da limi sabbiosi, è attribuibile alle fasce di pianura latistanti agli alvei fluviali periodicamente soggette ad esondazioni.

Secondo le direttive del Piano, adottato il 17 dicembre 2015 ed approvato il 3 marzo 2016 dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino Nazionali, tutto il territorio della Regione Emilia- Romagna è stato interessato da tre nuovi Piani: il PGRA del distretto padano, il distretto dell'Appennino Settentrionale e quello dell'Appennino Centrale. Secondo le direttive dell'art. 6 dalla Direttiva Europea 2007/60/CE e dell'art. 6 del D.Lgs. 49/2010, sono state restituite specifiche mappe della pericolosità e degli elementi

potenzialmente esposti differenziandole rispetto agli ambiti territoriali in cui viene restituita una distinzione fra un “reticolo naturale principale e secondario” ed un “reticolo secondario di pianura” (allegato n. 5). Nella fattispecie, sono state analizzate le tavole 201NO – Correggio che, nel caso del “*reticolo naturale principale e secondario*”, più diffusamente nel territorio di Correggio e nello specifico nella zona esaminata posta a Sud-est dell’abitato non individuano elementi di pericolosità e di rischio.

Per quanto concerne invece l’ambito territoriale in cui viene analizzato il “*reticolo secondario di pianura*”, rispetto alla mappa di pericolosità si evince che l’area in esame può essere interessata da alluvioni poco frequenti con una media probabilità nel tempo di ritorno tra i 100 ed i 200 anni (*scenario di pericolosità P2 medio*) mentre per quanto riguarda la mappa del rischio essa attualmente rientra nella classe di rischio *R1 moderato o nullo* (allegato n. 5).

Gli interventi da eseguire essendo di modesta entità sono compatibili perchè non modificano la morfologia dell’area in esame.

L’area in esame è localizzata all’interno della piana valliva del fiume Senna e i suoi affluenti. In affioramento sono presenti terreni di riporto e alluvioni fluviali, consistenti in limi, argille intervallati da depositi sabbiosi-limosi (Unità di Modena AES8a). Da segnalare che tutta l’area valliva è stata interessata ad operazioni di bonifica per colmata, le quali hanno portato alla deposizione di sedimenti fini lacustri e palustri.

I depositi sabbiosi presentano una buona permeabilità per porosità (permeabilità primaria), mentre i depositi lacustri sedimentari hanno una permeabilità che si presenta buona o scarsa. Nel complesso tutte le formazioni suddette sono permeabili e permettono quindi l’infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno.

Relativamente agli aspetti idrodinamici della falda relativi alla zona di intervento, la superficie piezometrica si trova, in condizioni di alto stazionamento a quote assolute di circa 2,5 m. s.l.m. (dati desunti sia da misure effettuate in sede di indagine, sia dalla carta idrogeologica del Comune di Correggio Allegato n. 7). Il flusso idrico sotterraneo è diretto verso nord-est. L’escursione stagionale attesa della falda è limitata, indicativamente non superiore a 1,5 m.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche, che hanno raggiunto la profondità di circa 10 m da piano campagna, è stata rilevata la presenza di acqua alla profondità di circa 2.50/3,00 m. dal p.c..

La climatologia, assegna al territorio d'indagine, un regime pluviometrico di tipo appenninico, in cui il periodo piovoso è concentrato nelle stagioni autunno-inverno, e le pioggie acquistano i massimi valori di frequenza e portata, nei mesi di novembre e dicembre. Nelle carte delle precipitazioni medie annue, tale zona ricade interamente tra le isoiete 1000 mm/annuo.

Indagine geognostiche

A seguito di accurati sopralluoghi nell'area interessata dal progetto e dopo aver effettuato un rilevamento geologico di dettaglio, esteso anche all'intorno della stessa area, è stata programmata ed eseguita le seguenti indagini geognostiche in situ:

Indagine sismica MASW

L'indagine sismica Masw1 è stata realizzata in data 29 giugno 2021 nell'area dell'impianto distribuzione carburanti per determinare le proprietà fisiche del sottosuolo e le caratteristiche dinamiche del litotipo da indagare, attraverso la determinazione di un modello di distribuzione di velocità di propagazione delle onde Sh nel sottosuolo. Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh (onde Sh), che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase (o curva di dispersione).

Nel metodo di indagine MASW le onde superficiali generate in un punto della superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Attraverso questo metodo si ottiene una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di

frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi si ottengono informazioni sulla parte superficiale del suolo, sui primi 30-50 m di profondità, in funzione della rigidezza del suolo. Il metodo MASW consiste in tre fasi:

- calcolo della curva di dispersione apparente sperimentale;
- calcolo della curva di dispersione apparente numerica;
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

Mediante l'analisi delle onde di Rayleigh viene determinato il parametro Vs30, che rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 metri di profondità. La classificazione del terreno di fondazione è ottenuta attraverso la stima del parametro Vs30, come indicato dalla normativa vigente (OPCM 3274, DM 19/09/2005 e D.M. 2008 “Nuove norme tecniche sulle costruzioni”).

PROVA MASW IN SITO

Nell'area di indagine è stato eseguito 1 profilo sismico di tipo MASW, utilizzando 24 geofoni distanziati di 1.0 m (partendo da 0 m) e lunghezza totale dello stendimento pari a 24.0 m, offset di scoppio pari a 2 m, durata dell'acquisizione di circa 2560 sec, tempo di campionamento 0,5 msec.

La tecnica MASW prevede l'utilizzo di una sorgente attiva per l'energizzazione (massa battente di peso pari a 10 Kg) e la registrazione simultanea di 24 canali, utilizzando geofoni a frequenza opportuna (4.5 Hz) *Fig. 1 e 2*.



Figura n. 1



Figura n. 2

Nella fase di elaborazione si è determinata la curva di dispersione e la valutazione dello spettro di velocità e successivamente, mediante picking dell'onda di Rayleigh, si è effettuata l'inversione della curva di dispersione interpretata e l'applicazione di algoritmi genetici. Per l'inversione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software Easy Masw della Geostru. La curva di dispersione sperimentale e la relativa sezione elaborata è presente nell'allegato n. 3.

Per il profilo eseguito, sono stati individuati 4 sismostrati, il primo con spessore pari a circa 4,00 m. e velocità di propagazione delle onde S di 115 m/s, il secondo con spessore pari a circa 8,00 m e Vs stimata in 128,80 m/s, il terzo con spessore di 9,00 m. avente una Vs pari a circa 154,70 m/s. e il quarto con spessore di 9,00 m. avente una Vs pari a circa 245,00 m/s.

La Vs30 calcolata è pari a 183,50 m/s, inserendo il terreno di fondazione in classe C.

n° 2 prove penetrometriche dinamiche continua con penetrometro superpesante (DPSH 63 Pagani)

eseguita dalla società IGEO sas in due punti significativi nell'area di progetto (stralcio cartografico con ubicazione indagine – allegato n. 2, allegato n. 10 foto n. 1 e 2). In questi Test, l'infissione del sistema aste-punta (punta conica “ α ” = 60°, diametro D = 50.8 mm) avviene per battitura, lasciando cadere il maglio (M = 63,5 Kg) da altezza costante di 75 cm con avanzamento di 20 cm, quindi la resistenza dei terreni è funzione inversa della penetrazione. Da note correlazione esistenti (Terzaghi & Peck – Shioi & Fukui), tra il numero dei colpi (N) necessari all'avanzamento della punta, e le caratteristiche meccaniche dei terreni investigati, si sono calcolati alcuni parametri di resistenza e deformabilità del substrato dell'area: angolo d'attrito efficace, modulo di deformazione drenato, densità relativa, indice dei vuoti, coesione non drenate e peso di volume saturo e secco del terreno (allegato n. 4).

Le prove penetrometriche DPSH1, DPSH2 sono state eseguite fino alla profondità di 10,20 m.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA IN ESAME

L'Emilia-Romagna è interessata da una sismicità che può essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS). La porzione della media-bassa pianura reggiana in cui ricade l'area in esame risulta caratterizzata da un'attività tettonica attiva, dovuta alla presenza nel sottosuolo di strutture geodinamiche note in bibliografia con il nome di dorsale ferrarese, caratterizzate da tutta una serie di pieghe e faglie, che hanno determinato il notevole innalzamento dei depositi marini e che interessano tutta la zona della bassa modenese, responsabili tra l'altro dei terremoti del 20 e 29 maggio 2012, che hanno interessato proprio tale zona, tra cui anche quella in oggetto, oltre alla vicina provincia di Modena. Sempre nel sottosuolo di Correggio si riconoscono altre strutture tettoniche attive (faglia di Correggio), che comporta una certa attività sismica.

Nella Provincia di Reggio Emilia, vi sono poi altre zone attive dal punto di vista tettonico, basti pensare alle zone che si collocano a sud, a ridosso del margine appenninico, zone nelle quali si riconoscono faglie attive con blocchi in movimento relativo tra di loro, la catena appenninica in sollevamento e l'alta pianura in abbassamento, che hanno provocato lesioni allineate secondo l'andamento delle fratture.

Tutto ciò a dimostrare come la zona in esame sia caratterizzata da movimenti tettonici marcati, che scaricano gradualmente l'energia accumulata nel terreno, che possono originare fenomeni sismici frequenti ancorché di modesta entità.

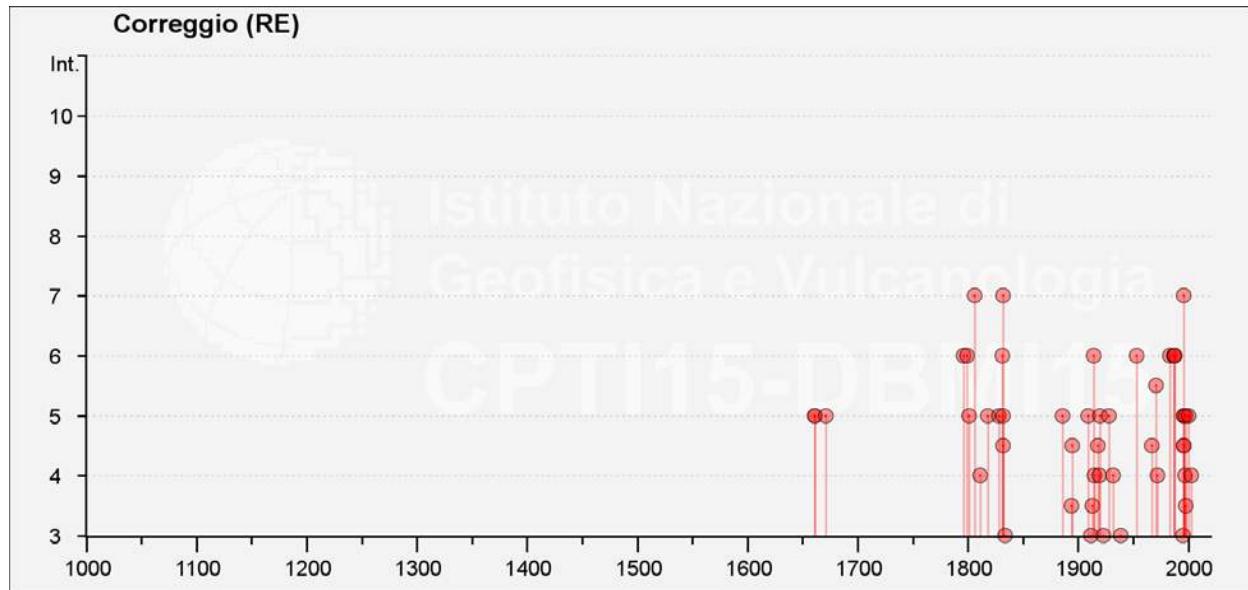
La sismicità storica nella provincia di Reggio Emilia è congrua con il quadro sismo-tettonico descritto in precedenza. La sismicità è classificabile come bassa. La sismicità storica del Comune di Correggio è congrua con il quadro sismotettonico descritto precedentemente. Le informazioni ad essa relative sono state desunte dal Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani, redatto grazie all'INGV dal Gruppo di lavoro CPTI nel 2004 (CPTI04), che elenca tutti i terremoti avvenuti dal 217 a.c. al 2002. I terremoti più prossimi all'area di Correggio, estratti da questo catalogo, sono elencati nella Tabella 1 in ordine decrescente di Magnitudo (Msp). La sismicità è classificabile come media e la

dimostrazione ci viene fornita dalle osservazioni storiche, dove gli eventi con di Magnitudo superiore a 5 ubicati nelle vicinanze di Correggio sono diversi (Tab.1) con epicentri prevalentemente nell'area bolognese e faentina. Come è possibile osservare nella mappa in fig .1, i terremoti sono prevalentemente ubicati nell'appennino Emiliano.

L'attività sismica storica e strumentale si presume legata a singole e limitate strutture sepolte (thrusts o elementi di svincolo trasversale di lunghezza ≤ 10 Km).

ANNO	A	IMX	LAT	LON	MAW	MAS	MSP	ZS9
1688	ROMAGNA	90	44,390	11,942	5,88	5,85	5,85	912
1781	FAENTINO	90	44,235	11,797	5,84	5,80	5,80	914
1796	Emilia orientale	70	44,620	11,670	5,63	5,48	5,62	912
1929	Bolognese	80	44,470	11,130	5,55	5,36	5,51	913
1781	Romagna	80	44,280	11,950	5,53	5,34	5,49	914
1909	BASSA PADANA	65	44,579	11,688	5,53	5,33	5,48	912
1505	Bologna	70	44,480	11,250	5,47	5,25	5,41	913
1624	Argenta	85	44,650	11,850	5,43	5,19	5,35	912
1455	BOLOGNESE	0	44,400	11,250	5,37	5,10	5,27	913
1600	PALAZZUOLO	75	44,113	11,548	5,37	5,10	5,27	914
1967	BASSA PADANA	60	44,604	11,997	5,36	5,09	5,26	912
1935	FAENTINO	60	44,260	11,876	5,34	5,06	5,23	914
1813	Romagna centrale	70	44,250	11,970	5,32	5,02	5,19	914
1725	FAENTINO	70	44,195	11,863	5,26	4,94	5,12	914
1591	FORLI'	65	44,400	12,038	5,24	4,91	5,09	912
1879	Valle del Senio	75	44,170	11,580	5,18	4,82	5,01	914
1455	Media valle del Reno	75	44,420	11,270	5,18	4,81	5,00	913
1509	Faentino	70	44,320	11,870	5,17	4,80	4,99	914
1688	FUSIGNANO	0	44,417	12,000	5,17	4,80	4,99	912
1854	CASTEL BOLOGNESE	0	44,333	11,750	5,17	4,80	4,99	914
1878	CASTEL DEL RIO	0	44,250	11,500	5,17	4,80	4,99	914
1881	Bolognese	70	44,320	11,350	5,14	4,76	4,95	913

Tabella 1: Sismicità storica nell'area di studio.



(tabella e grafico reperiti dall'archivio DBMI11, consultabile al sito internet <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>)

In occasione dei sismi che hanno colpito il territorio il 20 e 29 maggio 2012 l'area di Correggio, RE, ha subito effetti corrispondenti al V° grado MCS (Fonte: “*Rilievo Macrosismico MCS Speditivo*” – Rapporto Finale – Protezione Civile – Giugno 2012).

Le mappe di scuotimento INGV (<http://shakemap.rm.ingv.it/shake>) per gli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, indicano per la parte di territorio a cui appartiene l'area di variante stralcio 3/1 di *FINSAPI srl*. di Correggio, RE, i parametri di seguito esposti:

Sito Variante stralcio 3/1 – Finsapi – Correggio

Data evento - M	PGA (g)	PGV(cm/s)	PSA 0,3s (g)	PSA 1,0s (g)	PSA 3,0s (g)
20-05-2012 – 5.9	0,058	4	0,129	0,039	0,008
29-05-2012 – 5.8	0,100	5,8	0,184	0,068	0,011
29-05-2012 – 5.3	0,047	4,2	0,109	0,029	0,006
03-06-2012 – 5.1	0,030	1,8	0,058	0,012	0,002

L'evento più gravoso per le strutture risulta quindi essere quello del 29 maggio 07.00.03 (GMT) $M_L=5.8$. I valori d'incremento dell'accelerazione di gravità registrati il 15/10/1996 presso la stazione sismica di Novellara corrispondenti a 0,199 g, per il territorio Correggese risultano maggiori di quelli sopraesposti avvenuti nel maggio 2012. Una stazione sismica provvisoria, messa in opera dallo scrivente il 29 maggio 2012, nel settore orientale centrale del capoluogo, nell'evento delle 12.58, ha rilevato:

PGA = 0.15 g ed uno spostamento orizzontale massimo di 4 cm.

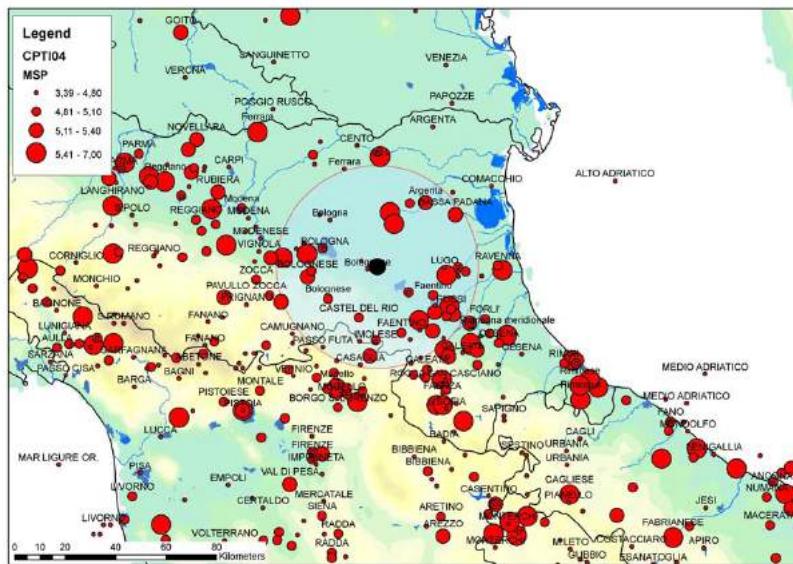


Fig. 1 : Distribuzione degli eventi sismici estratto dal catalogo parametrico dei terremoti italiani del 2004 (CPTI 04) che mostra gli epicentri dei terremoti nell'area interessata e zone limitrofe. Il pallino nero vuoto rappresenta l'area di studio.

La più recente Zonazione Sismogenetica realizzata è denominata ZS9 ed è stata elaborata da INGV (Meletti C. E Valensise G., 2004); tale zonazione è stata utilizzata per la redazione della Mappa della Pericolosità Sismica del territorio nazionale. In generale, le Zone Sismogenetiche (ZS), che vanno dalla 912 alla 917, rappresentano la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale, ottenuta modificando leggermente quanto espresso in ZS4 e tenendo conto delle nuove informazioni sulla geometria di sorgenti sismogenetiche e sul regime di stress in atto. L'area del Comune di Correggio, oggetto di studio, ricade nella zona sismogenetica 912 (fig. 2), tale zona risulta dalla scomposizione della fascia che da Correggio si estende fino a Ravenna, in questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale della struttura. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono maggiori in questa fascia che nella più esterna.

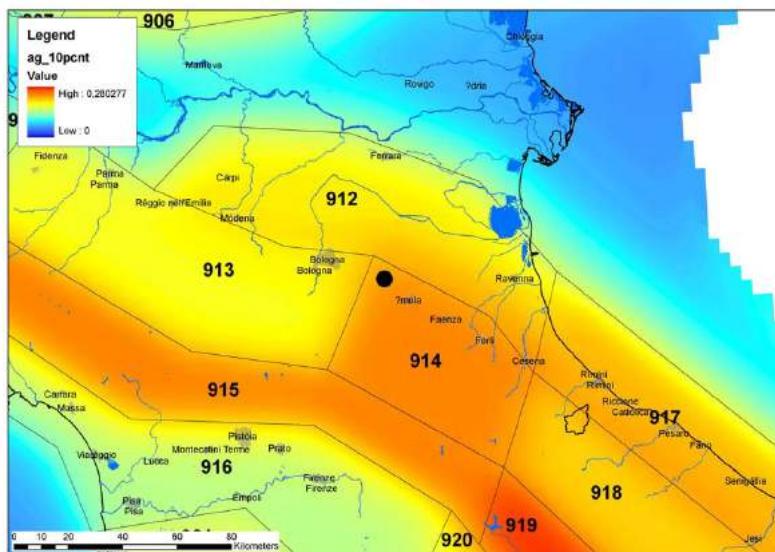


Fig. 2: Zonazione sismogenetica ZS9, l'Italia del Nord (da Meletti C. e Valensise G., 2004)

Microzonazione sismica

La Pericolosità sismica di base è definita calcolando il valore atteso di uno o più parametri che descrivono il terremoto su terreno rigido e compatto (*accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito*), ed attraverso tali valori è possibile predisporre una classificazione sismica del territorio, finalizzata alla pianificazione territoriale e/o dell'emergenza ed alla programmazione delle attività di prevenzione.

Quello che viene studiato su area vasta o regionale può essere trasferito per studi a scala di dettaglio o locale, definendo la Risposta Sismica Locale (*RSL*), che è legata a specifiche condizioni geomorfologiche dei siti che possono influenzare significativamente la risposta sismica locale. Per *RSL* s'intende la modifica delle caratteristiche che il moto sismico subisce nel passaggio dagli strati rigidi (*bedrock*) ai terreni più soffici, di solito superficiali, in relazione alle caratteristiche meccaniche e stratigrafiche di questi ultimi e alla presenza di peculiari situazioni topografiche e morfologiche. Ai fini pianificatori è quindi fondamentale identificare qualitativamente e/o quantitativamente tale valore attraverso studi di Microzonazione Sismica (*MS*) che, partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base, analizzano i caratteri sismici (*terremoto di riferimento*), i caratteri geologici (*eterogeneità dei terreni, sia in senso orizzontale che verticale*), geomorfologici (*irregolarità morfologiche superficiali e sepolte*) e geologico-tecnici

(comportamento non lineare e dissipativo dei terreni) del sito. Con l'OPCM 3519/06 l'intero territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco **ag** su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC. Gli intervalli di accelerazione (**ag**) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/06. Nella seguente tabella sono riportate le accelerazioni per ogni zona omogenea di riferimento.

	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ag/g	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (norme tecniche) ag/ g
1	> 0.25	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05
Livelli energetici delle Azioni sismiche previste dall'OPCM 3274/03 per le varie Zone		

Con Delibera Regionale è stato riclassificato l'intero territorio della Regione Emilia Romagna e il comune di Correggio è stato inserito nella “zona 3” caratterizzata da un’accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria “C” $ag = 0.15g$.

Il Dgr 2193/2015 integra la Delibera Regionale 112/2007, emessa dalla Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna in data 2 Maggio 2007, fornendo i criteri per l’individuazione delle aree che potrebbero essere soggette ad effetti sismici locali (microzonazione sismica) in modo da orientare le scelte di pianificazione verso le aree a minor rischio. La metodologia indicata per tali tipi di studio prevede due fasi di analisi, con diversi livelli di approfondimento.

La prima fase ha carattere qualitativo ed è diretta ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, sedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

Essa viene realizzata sulla base di rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati.

La seconda fase ha invece come obiettivo la microzonazione sismica del territorio. Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento:

- a) analisi semplificata (secondo livello di approfondimento); basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologico più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche in situ e su prove geotecniche di tipo standard; essa viene svolta nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub- orizzontale, e sui versanti stabili con acclività minore o uguale a 15° in cui il deposito ha spessore costante;
- b) analisi approfondita (terzo livello di approfondimento), richiesta nei seguenti casi:

- Aree soggette a liquefazione e densificazione;
- Aree instabili e potenzialmente instabili;
- Aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
- Aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Secondo quanto riportato dalla Tav. 1.6 - NE “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” a corredo dello studio di microzonazione sismica del Comune di Correggio, l’area in esame ricade tra quelle che necessitano di analisi semplificata di 2° livello.

In base alla Carta degli Effetti locali (allegato n. 7) l’area in esame è costituita da terreni limosi-argillosi a grado di consistenza basso nei primi 5/10 m. Effetti locali: amplificazione e potenziale cedimenti

Essendo gli interventi da progettare di modesta entità si è pertanto ritenuto procedere ad un’analisi semplificata di 2° livello.

Risposta sismica di base

La RSL è stata determinata con il “metodo semplificato” come definita dal 7.11.3.1 delle NTC18, perché la struttura è di modesta entità e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni migliorano con la profondità. Quindi l’azione sismica in superficie è descritta

dall'accelerazione massima o dallo spettro di risposta elastico di una determinata categoria di sottosuolo (3.2.2 NTC 2018) calcolata attraverso indagini sismiche.

Il 20 febbraio 2018 sono state pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Tali Norme prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica proposti dal Progetto S1 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Di seguito si riporta la mappa di sintesi di pericolosità sismica di riferimento proposta dall'INGV. Il territorio comunale di Correggio rientra nelle celle contraddistinte da valori di ag di riferimento compresi tra 0.150 g e 0.175g (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento ag; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

La prova sismica Masw eseguita nell'area in esame è stata finalizzata alla caratterizzazione sismica dei terreni. I risultati ottenuti evidenziano che il sottosuolo dell'area d'intervento può essere considerato un sismostrato in cui la velocità media delle onde Vs è pari a 183,50 m/s. Pertanto come si evidenzia dalla tabella il sottosuolo della zona in esame può essere classificata come **suolo di tipo C**.

La pericolosità sismica di base espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni ($T_r=475$ anni) riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s), dell'area che racchiude il sito si esplica con la conoscenza dei seguenti quattro parametri fondamentali che dovranno essere calcolati per i diversi stati limite (S.L.O. stato limite di operatività; S.L.D. stato limite di danno – entrambi i suddetti stati si considerano stati di esercizio dell'opera; S.L.V. e S.L.C. che si considerano stati limite di salvaguardia della vita: TR (tempo di ritorno dell'evento); ag (accelerazione massima su affioramento rigido con $V_{s30} > 800$ m/s con piano campagna orizzontale); Fo (massimo valore del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione); Tc (periodo del tratto a velocità costante). I parametri di cui sopra è possibile conoscerli attraverso la lettura della “Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (rif. O.P.C.M. 3519 del 28/04/06). Per accedere ai parametri di cui sopra nelle varie zone della suddetta mappa bisogna conoscere le: coordinate geografiche (latitudine e longitudine); il tipo di opera (opere provvisorie, opere ordinarie, grandi opere) e la sua vita nominale (numero di anni) che è

funzione della classe d'uso (suddivisa in quattro classi principali : classe I: costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli; classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; classe III: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi; classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità, le caratteristiche geologiche (categoria di sottosuolo) e morfologiche (categoria topografica).

Per le categorie topografiche saranno utilizzate le seguenti: T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i \leq 15^\circ$; T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$; T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$; T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel capitolo 7.11.3. del NTC 2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del NTC 2018, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, Vs. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità Vs per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al capitolo 6.2.2. del NTC 2018. I valori di Vs sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in situ, 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, Vs, eq (in m/s), definita dall'espressione:

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

hi=spessore(in.m);

V_i = velocità delle onde di taglio dello strato iesimo, per un totale di N strati presenti nei 30m.superiori;

N = numero di strati.

H (30) profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs,30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Considerando il nostro progetto avendo una classe d'uso "2" e le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni dell'area in esame siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del NTC 2018 si fa riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, Vs.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II del N.T.C. 2018. Si suddividono nelle seguenti cinque tipologie con differente caratterizzazione litostratigrafica e geomeccanica del sottosuolo e differenziate per la diversa velocità di propagazione delle onde "S" (Vs30) in direzione verticale entro i 30 m del sottosuolo.

Terreno	Descrizione del profilo stratigrafico	Parametro Vs 30 (M/S)	Nspt	Cu (KPa)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m	> 800		
B	Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri,	360 - 800	>50	>250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza,	> 180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco o a mediamente consistenti	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da stati superficiali alluvionali, con valori Vs 30 simili a quelli C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs 30 < 800 m/s	0 - 360	0 - 50	0 - 250

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti (Vs < 100 m/s), è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Ebbene per il sito di intervento (via della Pace n. 10/A, Correggio RE) si hanno i seguenti dati generali:

Latitudine: 44,7565
 Longitudine: 11,7911
 Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50,0[anni]
 Vita di riferimento: 50,0[anni]

Ed ancora i seguenti parametri sismici:

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [g]	F0 [-]4	TC* [sec]	Ss Ampl. Strat.	Cc Coef. F. Categ.	St Amplif. Topog.
S.L.O.	30,0	0,043	2,506	0,249	1,50	1,66	1,00
S.L.D.	50,0	0,055	2,502	0,265	1,50	1,63	1,00
S.L.V.	475,0	0,153	2,544	0,273	1,47	1,61	1,00
S.L.C.	975,0	0,205	2,523	0,277	1,39	1,60	1,00

Risposta sismica del sito di intervento

Dopo aver individuato i parametri sismici riferiti in particolare al sito di intervento possono essere calcolati i coefficienti sismici orizzontali e verticali che influenzano, nel calcolo del carico limite del sistema terreno-opera di fondazione il valore della resistenza di progetto Rd dell'opera che dovrà essere verificata, nei diversi stati limiti (S.L.O.; S.L.D.; S.L.V.; S.L.C), rispetto alle azioni di progetto dovute ai carichi dell'opera a farsi. Come già detto la risposta sismica locale dipende dalle caratteristiche geologiche, geotecniche, geosismiche e geomorfologiche del sito di intervento.

Le caratteristiche geologiche e geotecniche sono state elaborate e illustrate nel modello geologico-geotecnico di cui ai capitoli precedenti che fornisce il quadro sinottico della litologia e stratigrafia dei terreni che costituiscono il sottosuolo del sito di intervento (modello geologico) e la parametrizzazione geotecnica degli stessi terreni.

Per i diversi stati limiti (S.L.O.; S.L.D.; S.L.V.; S.L.C.) si avranno i seguenti parametri sismici orizzontali e verticali in funzione delle caratteristiche geologiche e geotecniche:

1. **Amax** che è l'accelerazione massima orizzontale attesa al sito che è dipendente dagli effetti di amplificazione stratigrafica e dagli effetti di amplificazione topografica.
2. **Beta** che è un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Nel caso di opere di sostegno o stabilità dei pendii esso è funzione della

categoria del sottosuolo e del valore di “ag” mentre nel caso di paratie è funzione dello spostamento massimo ammissibile “Us”.

3. **Kh** è il coefficiente di intensità sismica orizzontale.

4. **Kv** è il coefficiente di intensità sismica verticale.

Per il sito di riferimento dove sorgeranno le strutture si hanno i seguenti coefficienti sismici:

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

S.L.	amax	beta	kh	kv
Stato limite	[m/s ²]	[-]	[-]	[sec]
S.L.O.	0,638	0,200	0,013	0,007
S.L.D.	0,806	0,200	0,016	0,008
S.L.V.	2,210	0,240	0,054	0,027
S.L.C.	2,790	0,280	0,080	0,040

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO DELL'AREA IN ESAME

Il sottosuolo dell'area da investigare, al di sotto del terreno di riporto è costituito da materiale alluvionale dell'Unità di Modena (AES8a). Dalle indagini geognostiche effettuate (prova sismica MASW, prove penetrometriche) è stato possibile estrapolare i parametri medi fisico-meccanici che di seguito saranno riportati:

STRATO A) Terreno di riporto (da 0,00 a 1,00 m. dal p.c.)

Essi costituiscono la porzione più superficiale del sottosuolo dell'area in esame e si comportano come materiale detritico inglobato in un'abbondante matrice limo-argillosa con discreti valori di resistenza alla compressibilità. Di norma vengono considerati e classificati, da un punto di vista geotecnico, accettabili. Con buona probabilità questi materiali, provenienti da vicini scavi, furono utilizzati per pareggiare l'originaria superficie topografica del sito. Questi i valori medi da considerare per i calcoli geotecnici: peso unità di volume (P_{uv}) = 16,3 kN/mc; peso unità di volume saturo (P_{uvs}) = 17,4 kN/mc, modulo edometrico (E_d) = 48 kg/cm²; angolo d'attrito (ϕ_i) = 26,7°, coesione (c') = 0,26 kg/cm²; densità relativa (D_r) = 60%; coefficiente di Poisson (N_i) = 0,35; modulo di young (E_y) = 130 kg/cm²; V_s = 120 m/s.

STRATO B) Depositi alluvionali: argilla limosa (da 1,00 a 2,50 m. dal p.c.)

Questa unità caratterizzata da depositi di origine alluvionale a granulometria variabile da argilla e limo con sottili livelli litoidi. Dal punto di vista geotecnico l'unità si presenta alterata e pedogenizzata e con caratteristiche geotecniche alquanto discrete. Su questi terreni è stata effettuata una prova sismica MASW e prove penetrometriche ed il valore medio di N_{spt} risulta essere 3. Dall'elaborazione dei dati ottenuti dalle prove questi terreni presentano le seguenti caratteristiche geotecniche: peso unità di volume (P_{uv}) = 14,0 kN/mc; peso unità di volume saturo (P_{uvs}) = 15,0 kN/mc; modulo edometrico (M_o) = 40 kg/cm²; angolo d'attrito (ϕ_i) = 24,0°; coesione (c') = 0,85 kg/cm²; coefficiente di Poisson (N_i) = 0,34; Modulo di Young E = 105 kg/cm²; modulo di rigidezza al taglio G = 525 Kg/cm²; coefficiente di spinta a riposo k_o = 0,80 Kg/cm²; V_s = 130 m/s.

STRATO C) Depositi alluvionali: sabbia limosa (da 2,50 a 4,50 m. dal p.c.)

Questa unità caratterizzata da depositi di origine alluvionale prevalentemente sabbiosa-limosa con sottili livelli litoidi. Dal punto di vista geotecnico l'unità si presenta alterata e pedogenizzata e con caratteristiche geotecniche buone. Su questi terreni è stata effettuata una prova sismica MASW e prove penetrometriche ed il valore medio di Nspt risulta essere 3. Dall'elaborazione dei dati ottenuti dalle prove questi terreni presentano le seguenti caratteristiche geotecniche: peso unità di volume (P_{uv}) = 17 kN/mc; peso unità di volume saturo (P_{uvs}) = 18,0 kN/mc; modulo edometrico (M_o) = 52 kg/cm²; angolo d'attrito (F_i) = 27,0°; coesione (c') = 0,18 kg/cm²; densità relativa (D_r) = 69 %; coefficiente di Poisson (N_i) = 0,34; Modulo di Young E = 100 kg/cm²; modulo di rigidezza al taglio G = 500 Kg/cm²; coefficiente di spinta a riposo k_o = 0,80 Kg/cm²; V_s = 150 m/s.

STRATO D) Deposito alluvionale: Limi e Argille (da 4,50 m. a 10,00 m. dal p.c.)

Nel complesso della formazione è composta da limo e argilla granulometricamente omogenee di colore avana. Tale unità presenta uno stato di addensamento basso-medio. Su questi terreni è stata effettuata una prova sismica MASW e prove penetrometriche ed il valore medio di Nspt risulta essere 11. Dall'elaborazione dei dati ottenuti dalla prova questi terreni presentano le seguenti caratteristiche geotecniche: peso di Volume γ = 17,2 kN/mc; peso unità di volume saturo (P_{uvs}) = 18,0 kN/mc coesione = 0,75 Kg/cm²; angolo di Attrito Interno ϕ = 26,0°-27,0°; coefficiente di Poisson v = 0,31; modulo Edometrico E_d = 70 Kg/cm²; modulo di Young E = 165 Kg/cm²; modulo di rigidezza al taglio G = 610 Kg/cm²; coefficiente di spinta a riposo k_o = 1,50 Kg/cm²; V_s = 180 m/s.

STRATO E) Limi sabbiosi o sabbie limose (da 10,00 m. a 12,50 m. dal p.c.)

Nel complesso della formazione è composta da limi e sabbie granulometricamente variabile. Tale unità presenta uno stato di addensamento medio. Su questi terreni è stata effettuata una prova sismica MASW ed il valore V_s risulta 180/190 m/s. Dall'elaborazione dei dati ottenuti dalla prova questi terreni presentano le seguenti caratteristiche geotecniche: peso di Volume γ = 18,5 kN/mc; peso unità di volume saturo (P_{uvs}) = 19,5 kN/mc coesione = 0,45 Kg/cm²; angolo di Attrito Interno ϕ = 28,5°-29,5°; coefficiente di Poisson v = 0,32; modulo Edometrico E_d = 80 Kg/cm²; modulo di Young E = 175 Kg/cm²;

modulo di rigidezza al taglio $G = 780 \text{ Kg/cm}^2$; coefficiente di spinta a riposo $k_0 = 2,10 \text{ Kg/cm}^2$.

STRATO F) Depositi alluvionali: Argilla limosa con sottili livelli limo-sabbiosa (da 12,50 a 30,00 m. dal p.c.)

Questa unità caratterizzata da depositi di origine alluvionale a granulometria variabile da argilla e limo con sottili livelli limo-sabbiosa. Dal punto di vista geotecnico l'unità si presenta alterata e pedogenizzata e con caratteristiche geotecniche alquanto discrete. Su questi terreni è stata effettuata una prova sismica MASW e il valore medio delle onde sismiche $V_s = 240 \text{ m/s}$. Dall'elaborazione dei dati ottenuti dalle prove questi terreni presentano le seguenti caratteristiche geotecniche: peso unità di volume (P_{uv}) = 17,0 kN/m³; peso unità di volume saturo (P_{uvs}) = 18,0 kN/m³; modulo edometrico (M_o) = 80 kg/cm²; angolo d'attrito (ϕ_i) = 29,0°; coesione (c') = 1,3 kg/cm²; coefficiente di Poisson (N_i) = 0,31; Modulo di Young $E = 150 \text{ kg/cm}^2$; modulo di rigidezza al taglio $G = 735 \text{ Kg/cm}^2$.

VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione dinamica assume una particolare pericolosità in presenza di materiali granulari poco addensati saturi; il meccanismo di tale fenomeno dipende sia dalle caratteristiche relative al sisma (magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione massima al sito) che da quelle del terreno (distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in situ iniziale, etc.). La previsione della pericolosità di liquefazione si basa, oltre che sui parametri del sisma atteso, sulla stima di un "potenziale di liquefazione" del terreno, il quale dipende da una serie di parametri geotecnici. Come riportato nel par. 7.11.3.4.2 del DM 14-01-2008 e modificata nelle N.T.C. 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

- 2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata ($N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 4) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $Uc < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $Uc > 3,5$.

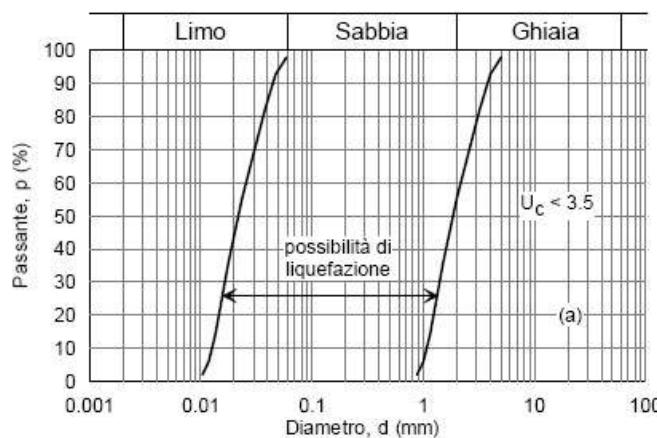


Figura 7.11.1(a) DM 14-01-2008

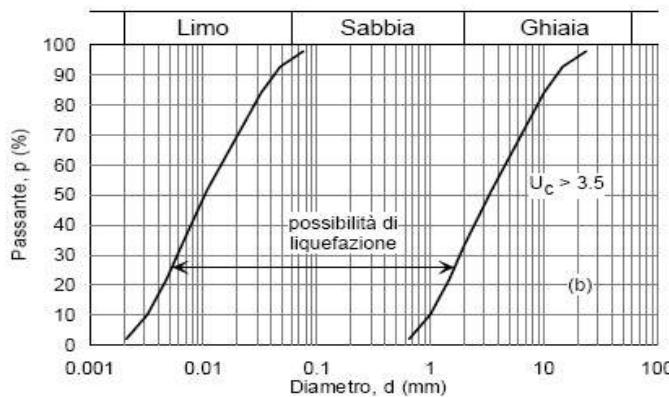


Figura 7.11.1(b) DM 14-01-2008

Nel caso specifico la verifica a liquefazione può essere omessa: perché l'area in esame presenta una bassa sismicità e quindi rientriamo nella circostanza n. 1; perché i terreni interessati alla falda sono costituiti da una maggiore presenza di argilla, limo e ghiaia rispetto alla sabbia e quindi rientriamo nella circostanza n. 5.

CONCLUSIONI

Su incarico del committente è stata effettuata un'indagine geologico-tecnica nell'area ove è previsto un progetto di ampliamento e potenziamento di un impianto distribuzione carburanti. L'indagine, ha consentito:

- La definizione delle caratteristiche morfologiche, strutturali, geolitologiche ed idrogeologiche dell'area interessata e di quelle circostanti;
- La determinazione delle caratteristiche tecniche dei terreni impegnati dalle strutture di fondazione e la caratterizzazione del sito in prospettiva sismica.

I risultati ottenuti non evidenziano condizioni d'incompatibilità con la realizzazione di un progetto considerando che:

- sono state analizzate le tavole 201NO – Correggio che, nel caso del “*reticolo naturale principale e secondario*”, più diffusamente nel territorio di Correggio e nello specifico nella zona esaminata posta a Sud-est dell'abitato non individuano elementi di pericolosità e di rischio. Per quanto concerne invece l'ambito territoriale in cui viene analizzato il “*reticolo secondario di pianura*”, rispetto alla mappa di pericolosità si evince che l'area in esame può essere interessata da alluvioni poco frequenti con una media probabilità nel tempo di ritorno tra i 100 ed i 200 anni (*scenario di pericolosità P2 medio*) mentre per quanto riguarda la mappa del rischio essa attualmente rientra nella classe di rischio *R1 moderato o nullo* (allegato n. 5). Gli interventi da eseguire essendo di modesta entità sono compatibili perché non modificano la morfologia dell'area in esame.
- nelle indagini eseguite è stata rilevata la presenza di una falda acquifera alla profondità di circa 3,00 m. dal p.c..

- sono assenti cavità, disturbi tettonici e geologici e interferenze negative con i sottoservizi vari.

Sulla base degli approfondimenti effettuati, l'area risulta essere stabile ed idonea dal punto di vista geologico alla destinazione urbanistica prevista.

L'area in esame è localizzata all'interno della piana valliva del fiume Senna e i suoi affluenti. In affioramento sono presenti terreni di riporto e alluvioni fluviali, consistenti in limi e argille intervallati da livelli sabbiosi (Unità di Modena AES8a).

01 luglio 2021

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Alessandro Amato



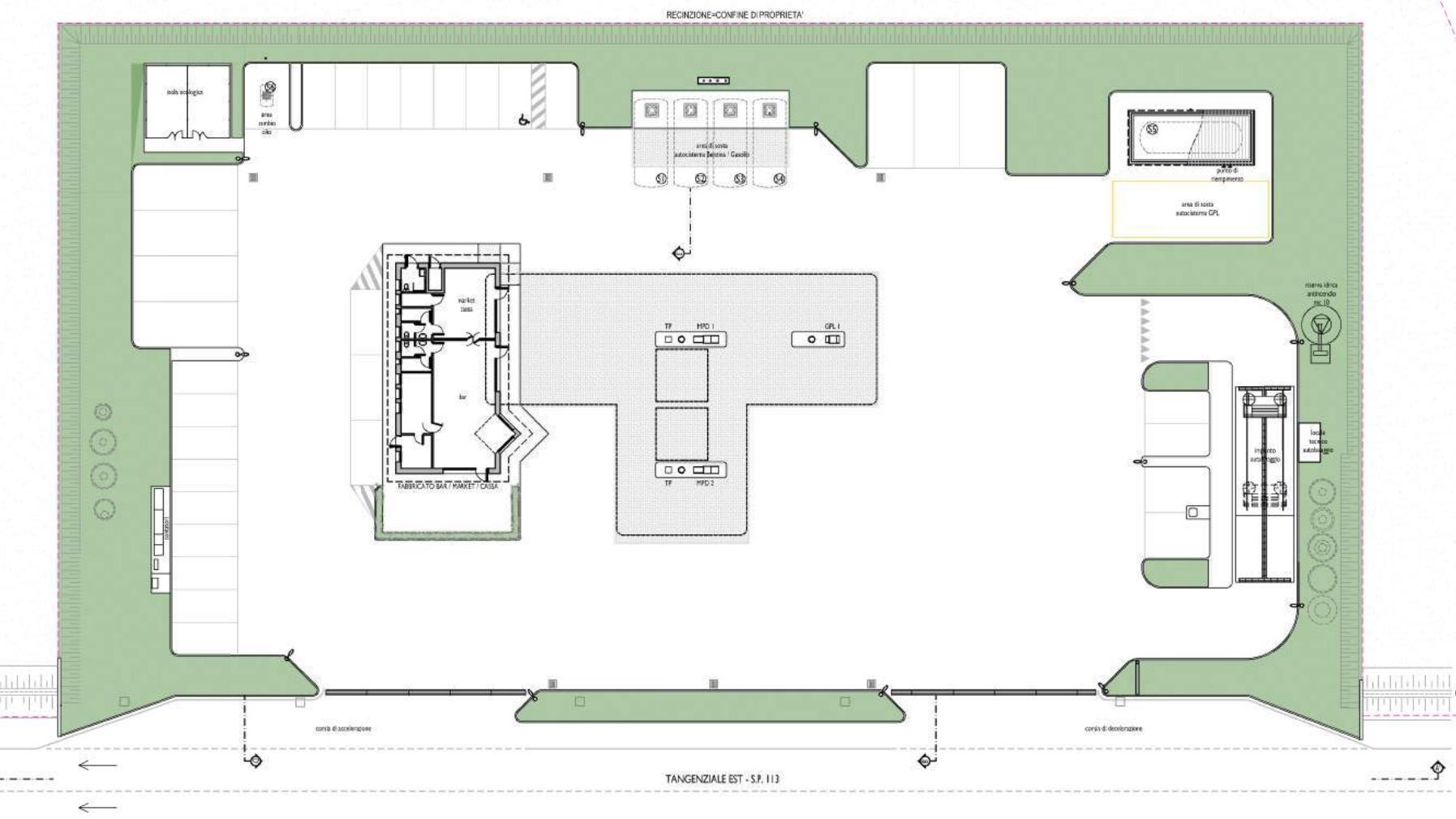
ALLEGATO N. 1

STRALCIO ORTOFOTO
UBICAZIONE SITO

STRALCIO CARTOGRAFICO



COMPOSIZIONE PETROLIFERA		
SERBatoi		
N°	CAPACITA'	PRODOTTO
S1	30 mc	BENZINA
S2	30 mc	BENZINA
S3	30 mc	GASOLIO
S4	30 mc	GASOLIO
S5	30 mc	GPL
S6	1,2 mc	OLIO ESAUSTO
EROGATORI		
N°	TIPO	PRODOTTI
MPD 1	MULTIPRODOTTO 4+4 pistole	BENZINA / BENZINA / GASOLIO / GASOLIO
MPO 2	MULTIPRODOTTO 4+4 pistole	BENZINA / BENZINA / GASOLIO / GASOLIO
GPL 1	MONOPRODOTTO 1+1 pistola	GPL
ATTREZZATURE DI PIAZZALE		
TP	TERMINALE DI PIAZZALE PRE PAGAMENTO	

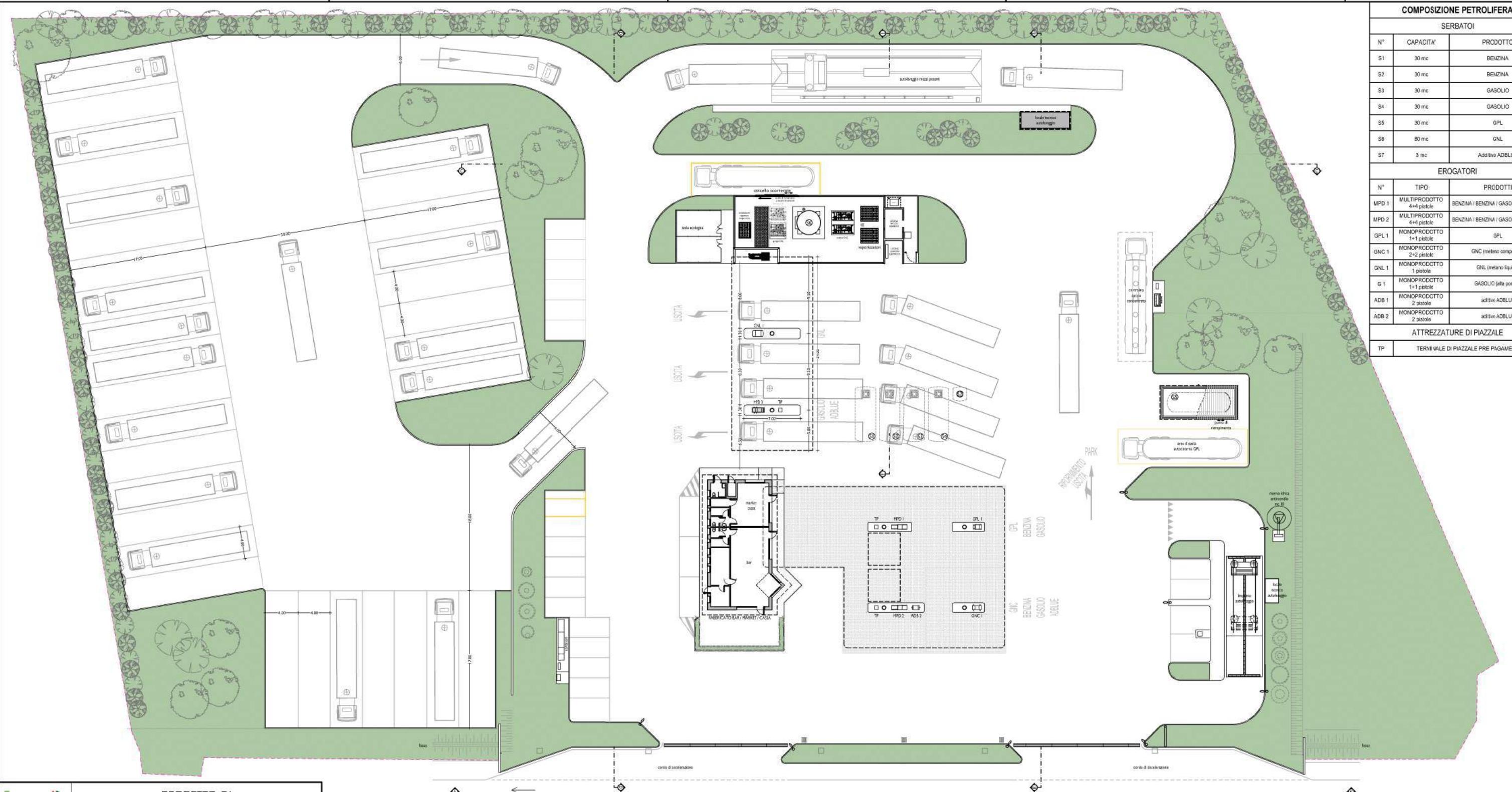


PROGETTO DI AMPLIAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DISTRIBUZIONE CARBURANTI	
Tanzi Aurolio Petrol S.r.l. Via Mazzini n. 39 43125 PARMA	CORREGGIO (RE) VIA DELLA PACE N. 10/A
PROGETTO: ARCH. ANGELO MUSIARI COLLABORAZIONE: ARCH. EUGENIO LANDINI CONSULENZA:	
TAVOLA	
A/1	STATO DI FATTO
	PLANIMETRIA GENERALE
SCALA 1/200	TAP CORREGGIO
D2	STATO DI FATTO
D1	STATO DI FATTO
REV.	DESCRIZIONE
	FILE
	CONTR. APPROV.

COMPOSIZIONE PETROLIFERA		
SERBATOI		
N°	CAPACITA'	PRODOTTO
S1	30 mc	BENZINA
S2	30 mc	BENZINA
S3	30 mc	GASOLIO
S4	30 mc	GASOLIO
S5	30 mc	GPL
S6	80 mc	GNL
S7	3 mc	Additivo Adblue

EROGATORI		
N°	TIPO	PRODOTTI
MPD 1	MULTIPRODOTTO 4+4 pistole	BENZINA / BENZINA / GASOLIO / GASOLIO
MPD 2	MULTIPRODOTTO 4+4 pistole	BENZINA / BENZINA / GASOLIO / GASOLIO
GPL 1	MONOPRODOTTO 1+1 pistole	GPL
GNC 1	MONOPRODOTTO 2+2 pistole	GNC (metano compresso)
GNL 1	MONOPRODOTTO 1 pistola	GNL (metano liquido)
G 1	MONOPRODOTTO 1+1 pistole	GASOLIO (alta porosità)
ADB 1	MONOPRODOTTO 2 pistole	additivo Adblue
ADB 2	MONOPRODOTTO 2 pistole	additivo Adblue

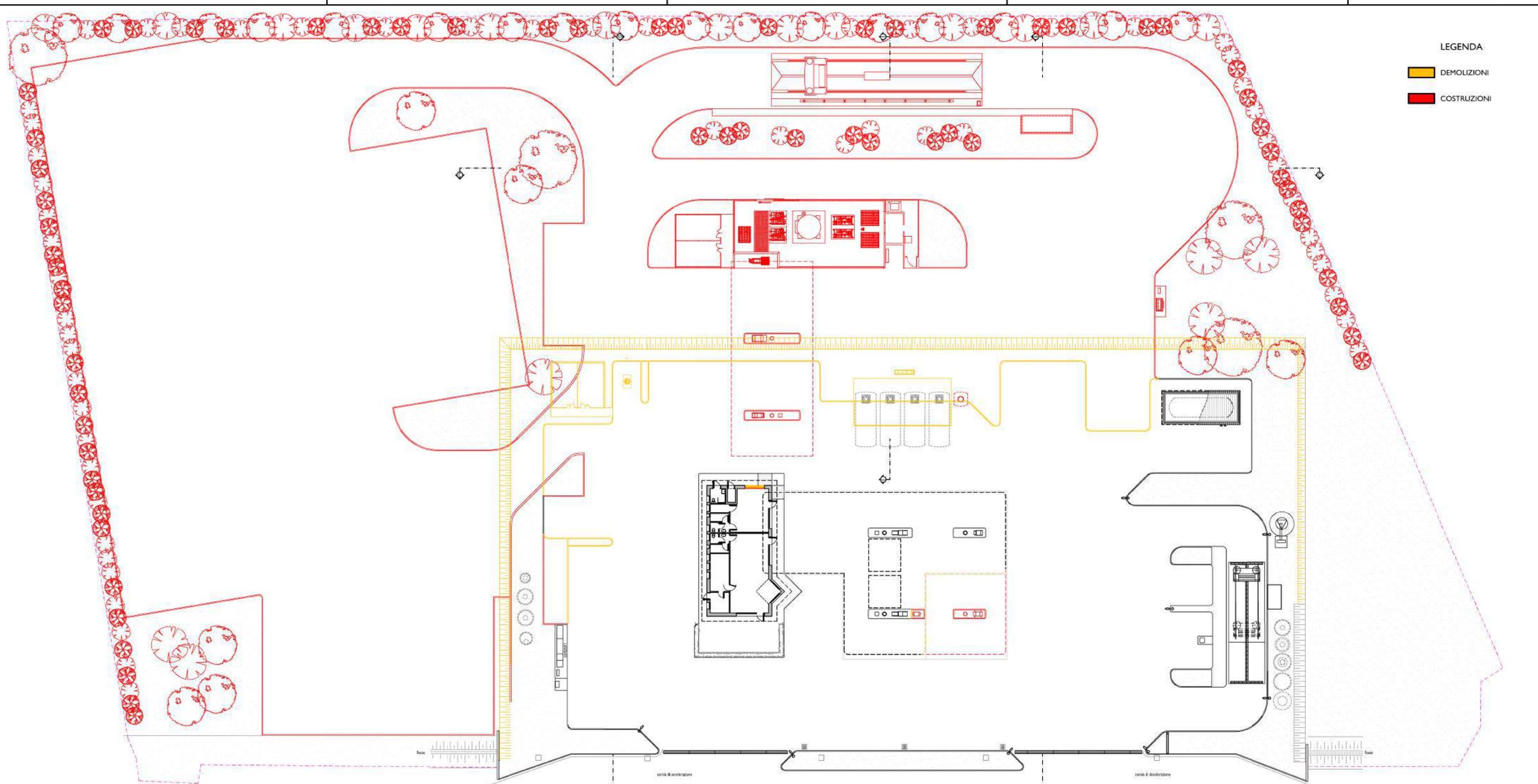
ATTREZZATURE DI PIAZZALE		
TP	TERMINALE DI PIAZZALE PRE PAGAMENTO	



tap	PROGETTO DI AMPLIAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DISTRIBUZIONE CARBURANTI
CORREGGIO (RE) VIA DELLA PACE N. 10/A	
PROGETTO	ARCH. ANGELO MUSIARI
COLLABORAZIONE	ARD. EMILIANO LANDINI
CONSULENZA	
TAVOLA	PROGETTO
B/1	PLANIMETRIA GENERALE
SCALA 1/200	TAP CORREGGIO
02 GIUGNO 2011	TAP CORREGGIO S1/S1G/L
01 MAGGIO 2011	TAP CORREGGIO S1/S1G/L
REV. DATA	FILE
DESCRIZIONE	CONTROLLATO APPROV.

LEGENDA

- DEMOLIZIONI
- COSTRUZIONI

**tap**Tanzi Aurelio Petrol S.r.l.
Via Mazzini n. 39
43125 PARMAPROGETTO DI
AMPLIAMENTO E POTENZIAMENTO
IMPIANTO DISTRIBUZIONE CARBURANTICORREGGIO (RE)
VIA DELLA PACE N. 10/A

PROGETTO | ARCH. ANGELO MUSIARI

COLLABORAZIONE | ARCH. EMILIANO LANDINI

CONSULENZA |

TAVOLA**C/1**

COMPARAZIONE

PLANIMETRIA GENERALE

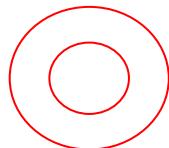
SCALA 1/200

TAP CORREGGIO

D2	GIUGNO '21	PROGETTO:	TAP CORREGGIO 2 IONI	E. LANDINI	A. MUSIARI
D1	MARZO '21	PROGETTO:	TAP CORREGGIO 2 IONI	E. LANDINI	A. MUSIARI
		DESCRIZIONE:	FILE	CONT.	APPROV.

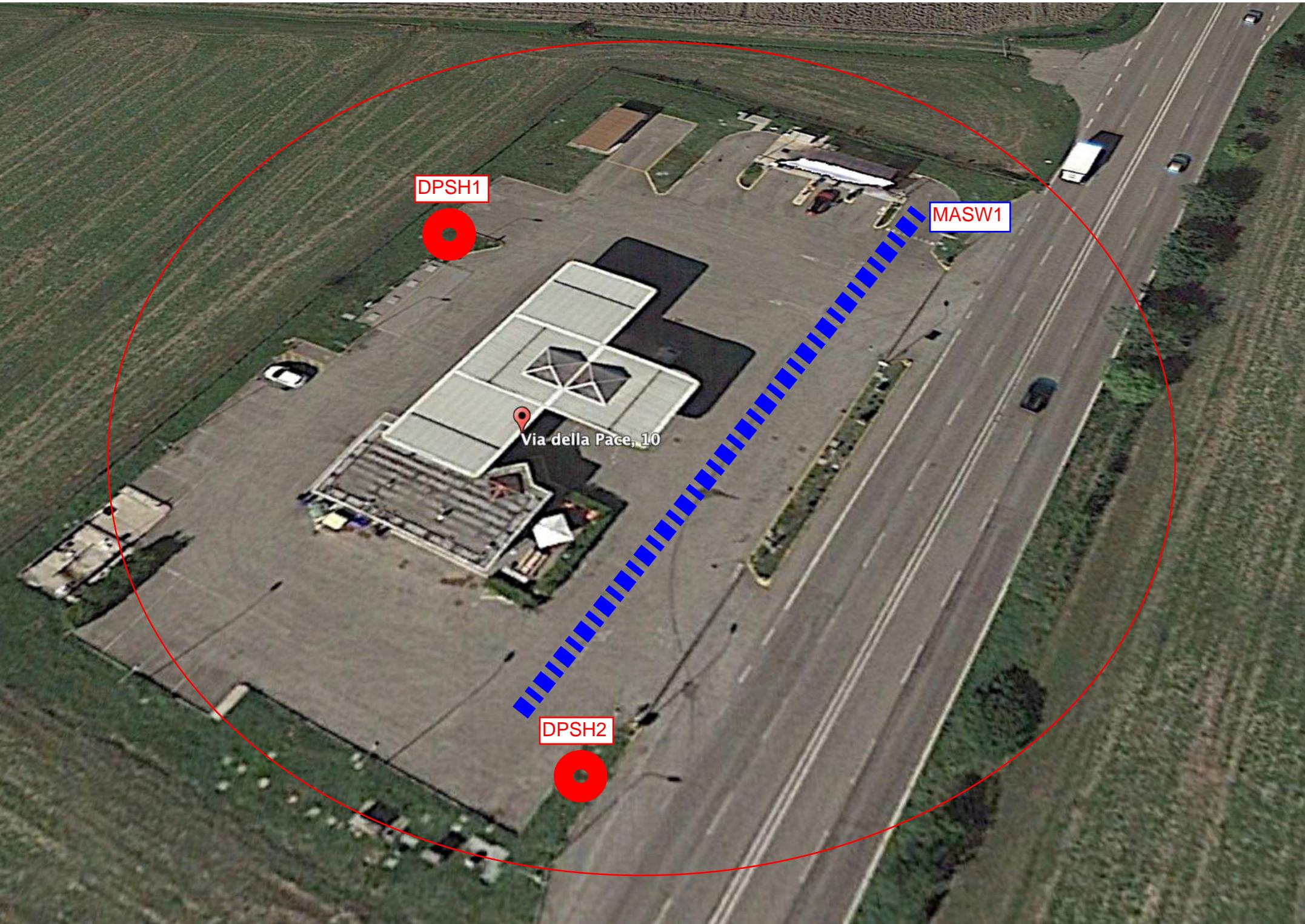
ALLEGATO N. 2

STRALCIO **AEROFOTOGRAMMETRICO**



Ubicazione “DPSH1, DPSH2”
Prove penetrometriche pesante DPSH

Ubicazione indagine sismica “Masw”



ALLEGATO N. 3

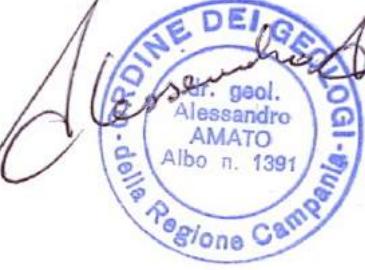
ELABORAZIONE DATI

INDAGINE
SISMICA MASW



STUDIO TECNICO & GEOLOGICO "AMATO" Dott. Geol. Alessandro Amato C.FISC: MTALSN71D18F839L P.IVA: 07462410635	Viale dei Pini n. 8 80131 Napoli (NA) Tel: 08119248069 Fax: 0810380321 email: geologo.amato@libero.it
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ampliamento e potenziamento di un impianto distribuzione carburanti

	Data: 29 giugno 2021
	Il committente Tanzi Aurelio Petroli srl
	IL Tecnico
	 

Indagine geofisica tramite tecnica MASW

Nr. Lic. B0CA50CD8E8A4CBD839058472D18D917

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidezza.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidezza.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a

contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

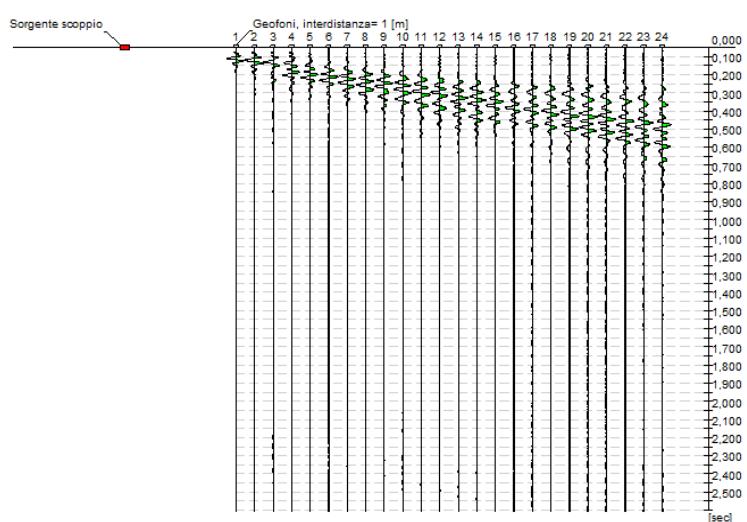
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Dati generali

Committente	Tanzi Aurelio Petroli srl
Località	via della Pace n. 10/A, Correggio (Re)
Operatore prova	IGEO sas
Responsabile prova	Dott. Geol. Alessandro Amato
Zona	via della Pace n. 10/A, Correggio (Re)
Data della prova	29/06/2021 18.00
Latitudine	44,7565
Longitudine	10,7911

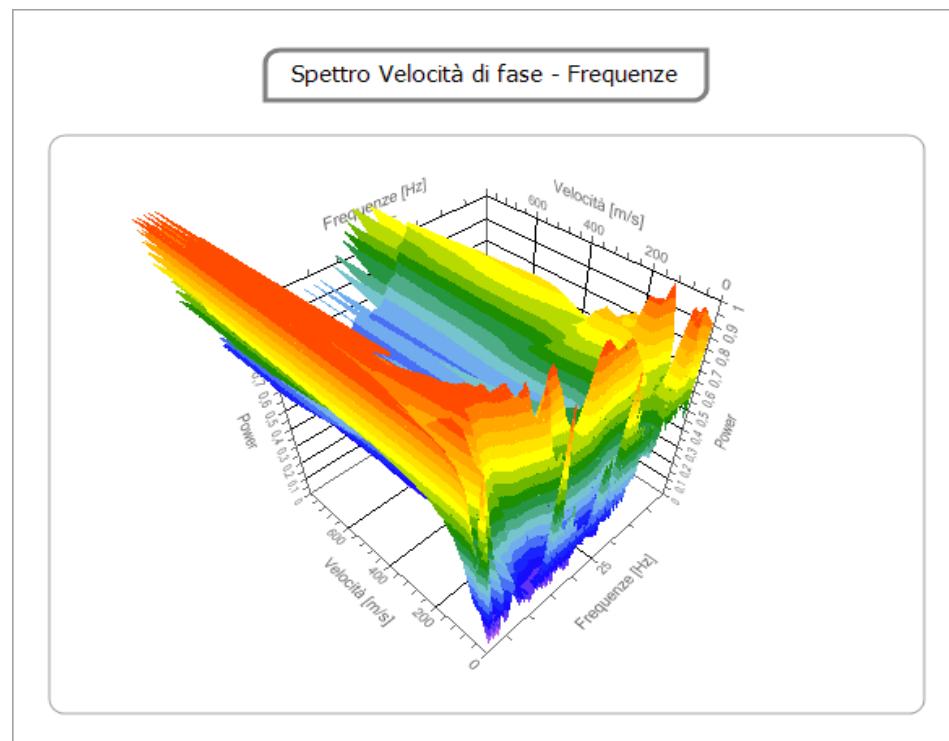
Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2560,0
Interdistanza geofoni [m]	1,0
Periodo di campionamento [msec]	0,50



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	45
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1500
Intervallo velocità [m/sec]	1



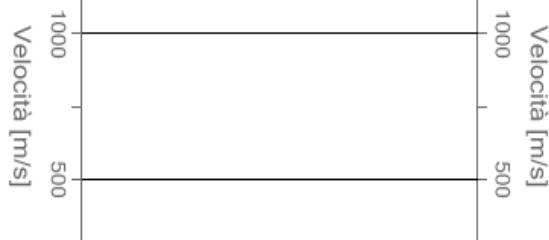
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	2,5	255,0	0
2	2,6	174,4	0
3	3,4	205,4	0
4	4,6	137,3	0
5	5,6	174,4	0
6	5,9	124,9	0
7	7,2	186,8	0
8	8,5	131,1	0
9	11,4	131,1	0
10	12,1	155,9	0
11	13,8	112,5	0
12	16,0	118,7	0
13	18,3	131,1	0
14	19,6	106,3	0
15	21,1	106,3	0
16	22,5	137,3	0
17	24,7	112,5	0
18	25,4	143,5	0
19	27,6	118,7	0
20	29,3	137,3	0
21	31,5	118,7	0
22	33,1	143,5	0
23	34,7	118,7	0
24	36,9	118,7	0
25	39,8	118,7	0

26	41,1	124,9	0
27	42,6	112,5	0
28	44,4	131,1	0

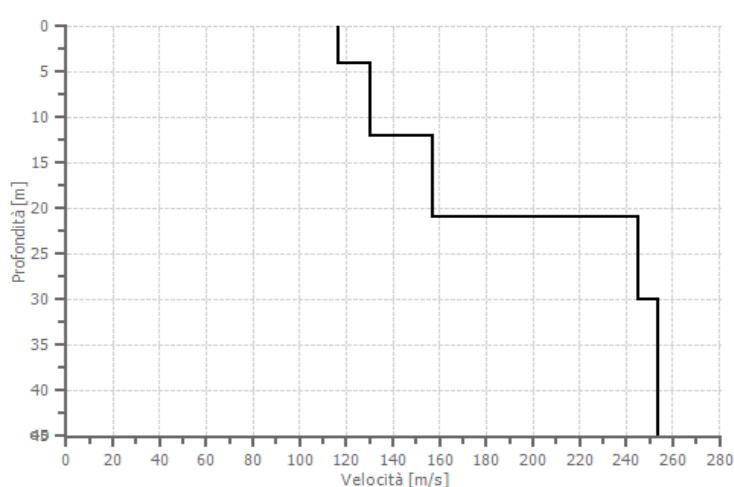
Inversione

Frequenze [Hz]



Frequenze [Hz]

Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa	1,00
[m]	
Vs30 [m/sec]	183,50

Categoria del suolo

C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT},30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < \text{cu},30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coff. Poisson	G0 [kPa]	Ed [kPa]	M0 [kPa]	Ey [kPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4,00	4,00	115,00	218,48	1500,00	0,30	20456,35	71597,23	44322,10	53186,52	6	50,92
2	12,00	8,00	128,80	243,00	1600,00	0,30	26994,26	94479,91	58487,56	70185,07	2	86,92
3	21,00	9,00	154,70	293,36	1650,00	0,30	40572,47	142003,65	87907,03	105488,42	3	223,95
4	30,00	9,00	245,00	399,74	1900,00	0,20	113852,07	303605,52	151802,76	273244,96	16	2099,47
5	oo	oo	253,22	473,73	1900,00	0,30	121828,70	426400,49	263962,22	316754,63	0	2488,86

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

ALLEGATO N. 4

COLONNE **STRATIGRAFICHE**

Prove
Penetrometriche
DPSH1, DPSH2

Elaborazione dati



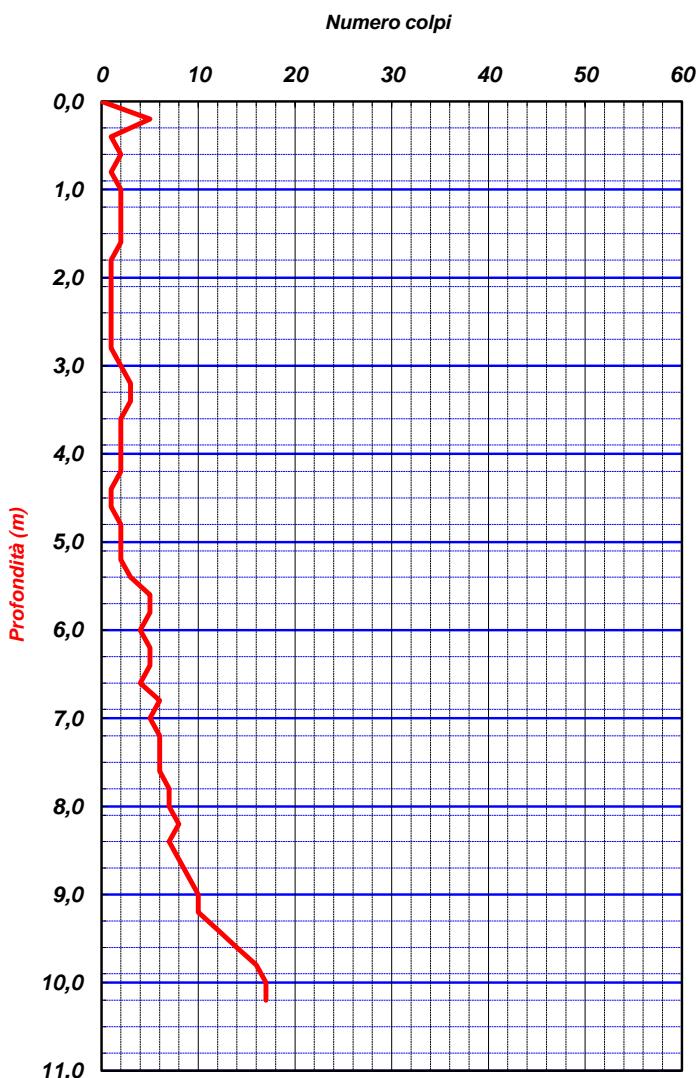
I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it - P.Iva : 01956710618
 ISO 9001:2015 QMS-05065959-19
 Attestazione SOA n. 4685/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini Geognostiche
 valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH

COMMITTENTE:	TANZI AURELIO PETROLI			
OGGETTO:	RIQUALIFICAZIONE SISMICA DI UN FABBRICATO			N° Certificato
LOCALITA':	VIA DELLA PACE N. 10A, CORREGGIO (RE)			0803/21
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°		Sigla Prova
COORDINATE:	Lat.: 44,7562° N		Long.: 10,7909° E	Data emissione
DATA ESECUZIONE PROVA:	29/06/2021	campione indisturbato (m)		falda: - 3,00 mt dal p.c.
				Pagina
				1/1

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0	8,20	8				
0,20	5	8,40	7				
0,40	1	8,60	8				
0,60	2	8,80	9				
0,80	1	9,00	10				
1,00	2	9,20	10				
1,20	2	9,40	12				
1,40	2	9,60	14				
1,60	2	9,80	16				
1,80	1	10,00	17				
2,00	1	10,20	17				
2,20	1						
2,40	1						
2,60	1						
2,80	1						
3,00	2						
3,20	3						
3,40	3						
3,60	2						
3,80	2						
4,00	2						
4,20	2						
4,40	1						
4,60	1						
4,80	2						
5,00	2						
5,20	2						
5,40	3						
5,60	5						
5,80	5						
6,00	4						
6,20	5						
6,40	5						
6,60	4						
6,80	6						
7,00	5						
7,20	6						
7,40	6						
7,60	6						
7,80	7						
8,00	7						



LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)
 num. colpi. = numero di colpi

Il direttore tecnico

Dott. Geol. Giuseppe Di Donofrio

di DONOFRIO GIUSEPPE & C.

Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)

Part. Iva e Cod. Fisc: 01956710618

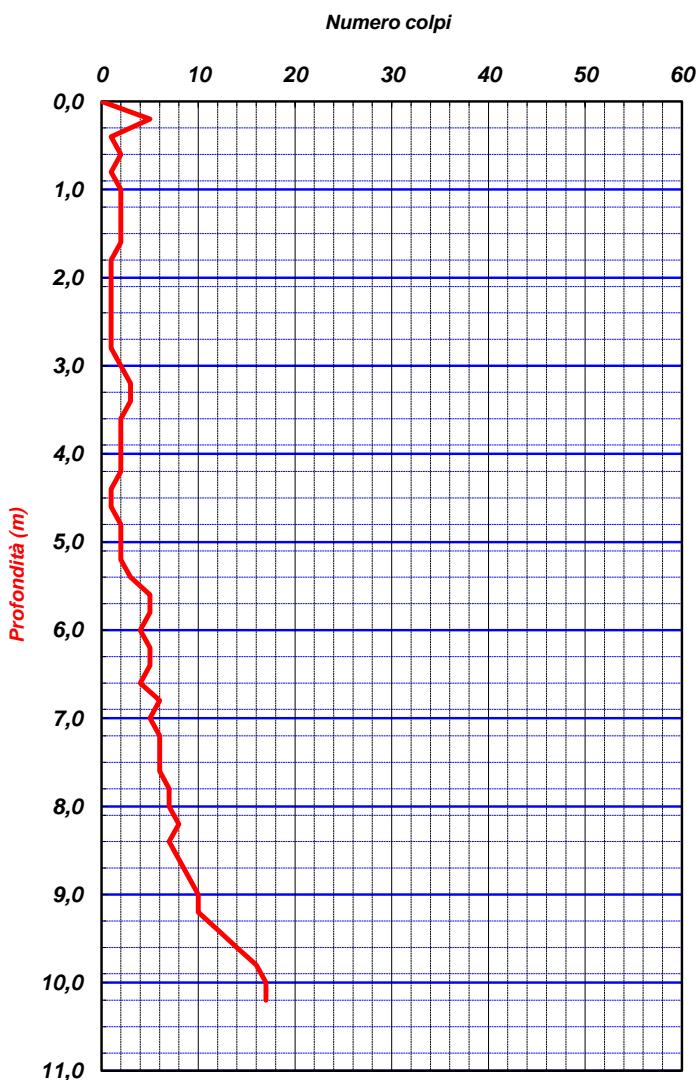


I. Geo. s.a.s.

Indagini geognostiche e geofisiche – Consolidamenti – pali – micropali
 Via Aldo Moro, 2 - 81050 Pastorano (CE) - tel - fax 0823/879116 ; cell. 338/1534202
 E-Mail: igeo2004@virgilio.it - P.Iva : 01956710618
 ISO 9001:2015 QMS-05065959-19
 Attestazione SOA n. 4685/66/02 OS 20-B Class. I - Indagini Geognostiche
 valida fino al 21/01/2024 rilasciata da IMPRESOA SpA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE DPSH							
COMMITTENTE:	TANZI AURELIO PETROLI						
OGGETTO:	RIQUALIFICAZIONE SISMICA DI UN FABBRICATO						
LOCALITA':	VIA DELLA PACE N. 10A, CORREGGIO (RE)						
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 6,5 Kg	APERTURA DELLA PUNTA: 90°					
COORDINATE:	Lat.: 44,7565° N		Long.: 10,7911° E		falda: - 3,00 mt dal p.c.		
DATA ESECUZIONE PROVA:	29/06/2021	campione indisturbato (m)		Pagina	1/1		

Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi	Prof.	num. Colpi
0,00	0	8,20	8				
0,20	5	8,40	8				
0,40	2	8,60	8				
0,60	2	8,80	8				
0,80	2	9,00	10				
1,00	2	9,20	11				
1,20	3	9,40	12				
1,40	2	9,60	13				
1,60	2	9,80	16				
1,80	1	10,00	16				
2,00	2	10,20	17				
2,20	1						
2,40	2						
2,60	1						
2,80	2						
3,00	2						
3,20	2						
3,40	3						
3,60	3						
3,80	2						
4,00	3						
4,20	2						
4,40	2						
4,60	1						
4,80	3						
5,00	2						
5,20	3						
5,40	3						
5,60	4						
5,80	5						
6,00	5						
6,20	5						
6,40	4						
6,60	4						
6,80	5						
7,00	5						
7,20	6						
7,40	7						
7,60	6						
7,80	8						
8,00	7						



LEGENDA

Prof. = profondità dal piano campagna (m)
 num. colpi. = numero di colpi

Il direttore tecnico

Dott. Geol. Giuseppe Di Donofrio

di DONOFRIO GIUSEPPE & C.

Via Aldo Moro 2 - PASTORANO (CE)

Part. Iva e Cod. Fisc: 01956710618

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Tanzi Aurelio Petroli srl
Cantiere: Riqualificazione sismica di un fabbricato
Località: via della Pace n. 10/A, Correggio (RE)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

IGEO sas

Dott. Geol. Alessandro Amato



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE
(DYNAMIC PROBING)
DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell’infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L’utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) δ ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60\text{-}90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono $A=10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60\text{-}90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono $A=10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro D = 50.8 mm, area base cono $A=20.27 \text{ cm}^2$ rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20\text{-}30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ\text{-}90^\circ$) diametro D = 50.5 mm, area base cono $A = 20 \text{ cm}^2$, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M peso massa battente.
- M' peso aste.
- H altezza di caduta.
- A area base punta conica.
- δ passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- Rpd resistenza dinamica punta (area A).
- e infissione media per colpo (δ / N).
- M peso massa battente (altezza caduta H).
- P peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N 1)60

(N1)60 è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N60 \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (Liao e Whitman 1986)$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

- ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
- C_S parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
- C_d funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
- C_r parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa. In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt})$$

dove σ_{Nspt} è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immorsamento d = 1 m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING* (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto

usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni $< 8-10$ t/mq)

- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argilos-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito $< 38^\circ$.
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito $< 38^\circ$).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo $< 5\%$ a profondità < 5 m e con (%) di limo $> 5\%$ a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiae.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiae Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiae il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiae il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (Ko)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $Nspt < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). Cu (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $Nc = 20$ e $Qc/Nspt = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Modulo Edometrico-Confinato (Mo)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cm^2)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Qc/Nspt=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($Nspt < 30$) medie e molli ($Nspt < 4$) e argille sabbiose ($Nspt = 6-12$).

Modulo Di Young (EY)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15 .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

29/06/2021

Profondità prova

10,20 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	5	0,855	4,40	5,15	220,16	257,60
0,40	1	0,851	0,88	1,03	43,83	51,52
0,60	2	0,847	1,60	1,89	80,10	94,57
0,80	1	0,843	0,80	0,95	39,88	47,28
1,00	2	0,840	1,59	1,89	79,42	94,57
1,20	2	0,836	1,58	1,89	79,09	94,57
1,40	2	0,833	1,58	1,89	78,76	94,57
1,60	1	0,830	0,72	0,87	36,25	43,69
1,80	1	0,826	0,72	0,87	36,10	43,69
2,00	1	0,823	0,72	0,87	35,97	43,69
2,20	1	0,820	0,72	0,87	35,83	43,69
2,40	1	0,817	0,71	0,87	35,70	43,69
2,60	1	0,814	0,66	0,81	33,06	40,61
2,80	2	0,811	1,32	1,62	65,90	81,22
3,00	3	0,809	1,97	2,44	98,52	121,82
3,20	3	0,806	1,96	2,44	98,19	121,82
3,40	2	0,803	1,30	1,62	65,25	81,22
3,60	2	0,801	1,22	1,52	60,75	75,86
3,80	2	0,798	1,21	1,52	60,57	75,86
4,00	2	0,796	1,21	1,52	60,39	75,86
4,20	2	0,794	1,20	1,52	60,21	75,86
4,40	1	0,791	0,60	0,76	30,02	37,93
4,60	1	0,789	0,56	0,71	28,08	35,58
4,80	2	0,787	1,12	1,42	56,01	71,17
5,00	2	0,785	1,12	1,42	55,87	71,17
5,20	2	0,783	1,11	1,42	55,72	71,17
5,40	3	0,781	1,67	2,13	83,38	106,75
5,60	5	0,779	2,61	3,35	130,54	167,55
5,80	5	0,777	2,60	3,35	130,23	167,55
6,00	4	0,775	2,08	2,68	103,94	134,04
6,20	5	0,774	2,59	3,35	129,64	167,55
6,40	5	0,772	2,59	3,35	129,35	167,55
6,60	4	0,770	1,95	2,53	97,57	126,66
6,80	6	0,769	2,92	3,80	146,05	189,99
7,00	5	0,767	2,43	3,17	121,46	158,32
7,20	6	0,766	2,91	3,80	145,46	189,99
7,40	6	0,764	2,90	3,80	145,18	189,99
7,60	6	0,763	2,75	3,60	137,34	180,08
7,80	7	0,761	3,20	4,20	159,94	210,09
8,00	7	0,760	3,19	4,20	159,65	210,09
8,20	8	0,759	3,64	4,80	182,13	240,10
8,40	7	0,757	3,18	4,20	159,09	210,09
8,60	8	0,756	3,45	4,56	172,51	228,19
8,80	9	0,755	3,87	5,13	193,75	256,72
9,00	10	0,753	4,30	5,70	214,93	285,24
9,20	10	0,752	4,29	5,70	214,58	285,24
9,40	12	0,751	5,14	6,85	257,10	342,29
9,60	14	0,700	5,33	7,61	266,31	380,47
9,80	16	0,699	6,08	8,70	303,86	434,82
10,00	17	0,698	6,45	9,24	322,33	462,00
10,20	17	0,697	6,44	9,24	321,83	462,00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
6	2,13	1,71	Incoerente - coesivo	0	16,08	18,24	48,24	1,47	3,13	argilla limosa
7	5	3,24	Incoerente	0	14,63	18,92	98,89	1,47	7,35	sabbia limosa
10,2	10	5,71	Incoerente - coesivo	0	20,2	22,26	117,93	1,47	14,7	limo e argilla

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M S.M	Schermertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	19,22	38,34	14,71	12,55	29,71	51,29	27,95	65,41	15,40	0,00	38,34
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	97,28	180,15	49,03	56,78	142,10	171,32	125,13	156,71	72,08	110,23	180,15

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	Robertson (1983)	0,61
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	Robertson (1983)	2,88

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	1,41	4,60	3,31	3,84
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	6,61	--	14,88	14,42

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	1,53	3,07
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,58	14,42

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	Meyerhof	16,08
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	Meyerhof	20,20

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	Meyerhof	18,24
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	Meyerhof	22,26

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	Ohta & Goto (1978) Limi	103,02
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	Ohta & Goto (1978) Limi	164,98

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	10,67	34,03	35,56	15,67
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	19,15	43,56	44,31	26,83
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	30,17	58,37	58,94	42,47

Angolo di resistenza al taglio

	NSP T	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhoff of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	27,89	20,89	28,88	28,39	30,87	0	<30	21,85	27,94	27,09	22,91
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	29,1	22,1	30,06	28,21	32,63	0	<30	25,5	29,2	32,58	27,12
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	31,2	24,2	32,12	28,95	35,37	36,17	30-32	29,85	31,41	37,9	32,15

Modulo di Young (Mpa)

	NSP T	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] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	---	2,46	---	---	---
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	---	5,77	---	---	---
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	26,84	11,53	17,08	28,46	14,56

Modulo Edometrico (Mpa)

	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] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	---	3,32	2,18	5,10
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	---	4,17	5,12	6,94
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	8,65	5,65	10,24	10,16

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	3,13	Classificazione A.G.I SCIOLTO
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	7,35	Classificazione A.G.I POCO ADDENSATO
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	14,7	Classificazione A.G.I MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	Meyerhof ed altri	13,60
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	Meyerhof ed altri	14,16
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	Meyerhof ed altri	15,05

Peso unità di volume saturo

	NSP T	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Sastro (KN/m³)
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,28
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,62
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,18

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	(A.G.I.)	0,35
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	(A.G.I.)	0,34
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	18,63	24,62
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	41,57	41,47
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	79,75	63,34

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	Ohta & Goto (1978) Limi	103,02
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	Ohta & Goto (1978) Limi	138,64
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	Ohta & Goto (1978) Limi	164,98

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	Seed e Idriss (1971)	0,731
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	Seed e Idriss (1971)	0,909

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSP T	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	Navfac 1971-1982	0,54
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	Navfac 1971-1982	1,52
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	Navfac 1971-1982	3,07

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - argilla limosa	3,13	6,00	3,13	Robertson 1983	0,61
[2] - sabbia limosa	7,35	7,00	7,35	Robertson 1983	1,44
[3] - limo e argilla	14,7	10,20	14,7	Robertson 1983	2,88

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda non rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI
 29/06/2021
 10,20 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	5	0,855	4,40	5,15	220,16	257,60
0,40	2	0,851	1,75	2,06	87,66	103,04
0,60	2	0,847	1,60	1,89	80,10	94,57
0,80	2	0,843	1,60	1,89	79,75	94,57
1,00	2	0,840	1,59	1,89	79,42	94,57
1,20	3	0,836	2,37	2,84	118,63	141,85
1,40	2	0,833	1,58	1,89	78,76	94,57
1,60	2	0,830	1,45	1,75	72,49	87,39
1,80	1	0,826	0,72	0,87	36,10	43,69
2,00	2	0,823	1,44	1,75	71,93	87,39
2,20	1	0,820	0,72	0,87	35,83	43,69
2,40	2	0,817	1,43	1,75	71,41	87,39
2,60	1	0,814	0,66	0,81	33,06	40,61
2,80	2	0,811	1,32	1,62	65,90	81,22
3,00	2	0,809	1,31	1,62	65,68	81,22
3,20	2	0,806	1,31	1,62	65,46	81,22
3,40	3	0,803	1,96	2,44	97,87	121,82
3,60	3	0,801	1,82	2,28	91,13	113,79
3,80	2	0,798	1,21	1,52	60,57	75,86
4,00	3	0,796	1,81	2,28	90,58	113,79
4,20	2	0,794	1,20	1,52	60,21	75,86
4,40	2	0,791	1,20	1,52	60,04	75,86
4,60	1	0,789	0,56	0,71	28,08	35,58
4,80	3	0,787	1,68	2,13	84,02	106,75
5,00	2	0,785	1,12	1,42	55,87	71,17
5,20	3	0,783	1,67	2,13	83,59	106,75
5,40	3	0,781	1,67	2,13	83,38	106,75
5,60	4	0,779	2,09	2,68	104,43	134,04
5,80	5	0,777	2,60	3,35	130,23	167,55
6,00	5	0,775	2,60	3,35	129,93	167,55
6,20	5	0,774	2,59	3,35	129,64	167,55
6,40	4	0,772	2,07	2,68	103,48	134,04
6,60	4	0,770	1,95	2,53	97,57	126,66
6,80	5	0,769	2,43	3,17	121,71	158,32
7,00	5	0,767	2,43	3,17	121,46	158,32
7,20	6	0,766	2,91	3,80	145,46	189,99
7,40	6	0,764	2,90	3,80	145,18	189,99
7,60	7	0,763	3,20	4,20	160,23	210,09
7,80	7	0,761	3,20	4,20	159,94	210,09
8,00	8	0,760	3,65	4,80	182,46	240,10
8,20	8	0,759	3,64	4,80	182,13	240,10
8,40	8	0,757	3,64	4,80	181,82	240,10
8,60	9	0,756	3,88	5,13	194,07	256,72
8,80	8	0,755	3,44	4,56	172,22	228,19
9,00	10	0,753	4,30	5,70	214,93	285,24
9,20	11	0,752	4,72	6,28	236,04	313,76
9,40	12	0,751	5,14	6,85	257,10	342,29
9,60	13	0,700	4,95	7,07	247,29	353,29
9,80	16	0,699	6,08	8,70	303,86	434,82
10,00	16	0,698	6,07	8,70	303,37	434,82
10,20	17	0,697	6,44	9,24	321,83	462,00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
6	2,47	1,99	Incoerente - coesivo	0	16,48	18,34	49,44	1,47	3,63	argilla limosa
7	4,6	2,98	Incoerente	0	14,08	18,57	105,92	1,47	6,76	sabbia limosa
10,2	10,12	5,79	Incoerente - coesivo	0	20,2	22,26	145,28	1,47	14,88	limo e argilla

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	22,26	44,52	14,71	14,51	34,52	59,72	32,36	69,04	17,85	0,00	44,52
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	98,46	182,40	49,03	57,47	143,86	173,68	126,51	158,28	72,96	113,36	182,40

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	Robertson (1983)	0,71
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	Robertson (1983)	2,92

Modulo Edometrico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkova (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	1,63	5,34	3,81	4,45
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	6,69	--	15,06	14,59

Modulo di Young (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	2,09	3,56
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,78	14,59

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	Meyerhof	16,48
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	Meyerhof	20,20

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	Meyerhof	18,34
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	Meyerhof	22,26

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	Ohta & Goto (1978) Limi	105,7
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	Ohta & Goto (1978) Limi	165,33

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	12,88	36,46	37,93	17,09
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	17	40,92	41,82	25,38
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	27,7	54,85	56,13	42,8

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhoff of 1956	Meyerhoff of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhoff of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	28,04	21,04	29,02	28,58	31,09	0	<30	22,38	28,09	28,34	23,52
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	28,93	21,93	29,89	27,93	32,4	0	<30	25,07	29,03	31,58	26,63
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	31,25	24,25	32,17	28,52	35,43	35,68	30-32	29,94	31,46	36,94	32,25

Modulo di Young (Mpa)

	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] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	---	2,85	---	---	---
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	---	5,30	---	---	---
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	27,00	11,67	17,29	28,60	14,65

Modulo Edometrico (Mpa)

	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] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	---	3,42	2,53	5,31
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	---	4,06	4,71	6,68
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	8,76	5,69	10,36	10,23

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	3,63	Classificazione A.G.I SCIOLTO
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	6,76	Classificazione A.G.I POCO ADDENSATO
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	14,88	Classificazione A.G.I MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m³)
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	Meyerhof ed altri	13,67
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	Meyerhof ed altri	14,08
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	Meyerhof ed altri	15,08

Peso unità di volume satura

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Satura (KN/m³)
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,32
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,57
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,19

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	(A.G.I.)	0,35
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	(A.G.I.)	0,34
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	21,42	26,95
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	38,42	39,40
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	80,66	63,81

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	Ohta & Goto (1978) Limi	105,7
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	Ohta & Goto (1978) Limi	136,65
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	Ohta & Goto (1978) Limi	165,33

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	Seed e Idriss (1971)	--
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	Seed e Idriss (1971)	--
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	Navfac 1971-1982	0,66
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	Navfac 1971-1982	1,39
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	Navfac 1971-1982	3,10

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - argilla limosa	3,63	6,00	3,63	Robertson 1983	0,71
[2] - sabbia limosa	6,76	7,00	6,76	Robertson 1983	1,33
[3] - limo e argilla	14,88	10,20	14,88	Robertson 1983	2,92

ALLEGATO N. 5

CARTA PERICOLOSITA'
IDRAULICA - RETICOLO
PRINCIPALE

CARTA PERICOLOSITA'
IDRAULICA - RETICOLO
SECONDARIO

**AUTORITA' DI BACINO
DISTRETTUALE DEL FIUME PO**



Piano di gestione del rischio di alluvioni

Regione Emilia-Romagna

Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010)

Ambito territoriale: Reticolo naturale principale e secondario

Dati consegnati nella seduta del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po del 23/12/2013 (distretto padano)

201NO - CORREGGIO

Legenda

Scenari di Pericolosità

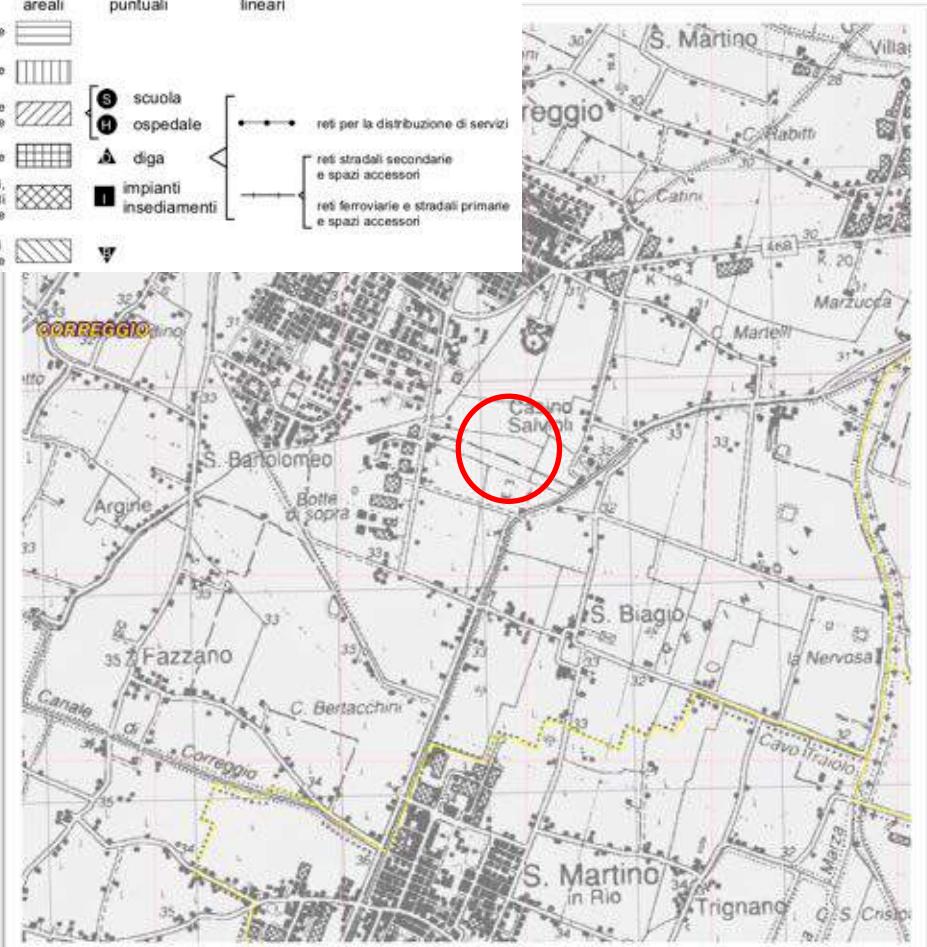
- P3 – H (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- P2 – M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)

Area Protette

- Zone Parco
- SIC - ZPS

Elementi Potenzialmente Esposti

	areali	puntuali	lineari
Zone urbanizzate			
Attività produttive			
Strutture strategiche e sedi di attività collettive			
Infrastrutture strategiche			
Insediamenti produttivi o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale			
Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse			





Piano di gestione del rischio di alluvioni

Regione Emilia-Romagna

Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla
valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni

Mappa del rischio potenziale
(art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010)

Ambito territoriale: Reticolo naturale principale e secondario

Dati consegnati nella seduta del Comitato Istituzionale dell'Autorità
di Bacino del Fiume Po del 23/12/2013 (distretto padano)

201NO - CORREGGIO

Legenda

Arete Protette



Zone Parco



SIC - ZPS

Classi di Rischio

R1 (rischio moderato o nullo)

puntuali

lineari

areali

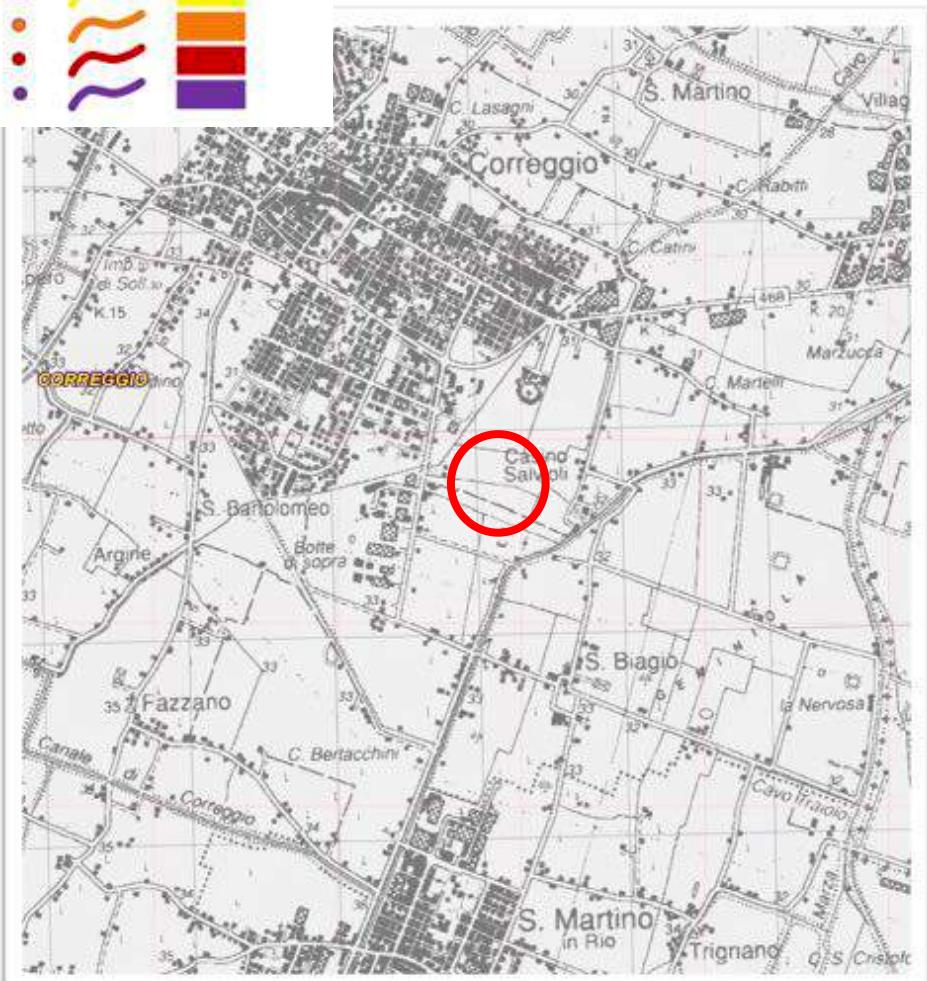
R2 (rischio medio)



R3 (rischio elevato)



R4 (rischio molto elevato)





Piano di gestione del rischio di alluvioni

Regione Emilia-Romagna

**Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla
valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni
Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti
(art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010)**

Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura

Dati consegnati nella seduta del Comitato Istituzionale dell'Autorità
di Bacino del Fiume Po del 23/12/2013 (distretto padano)

201NO - CORREGGIO

Legenda

Scenari di Pericolosità

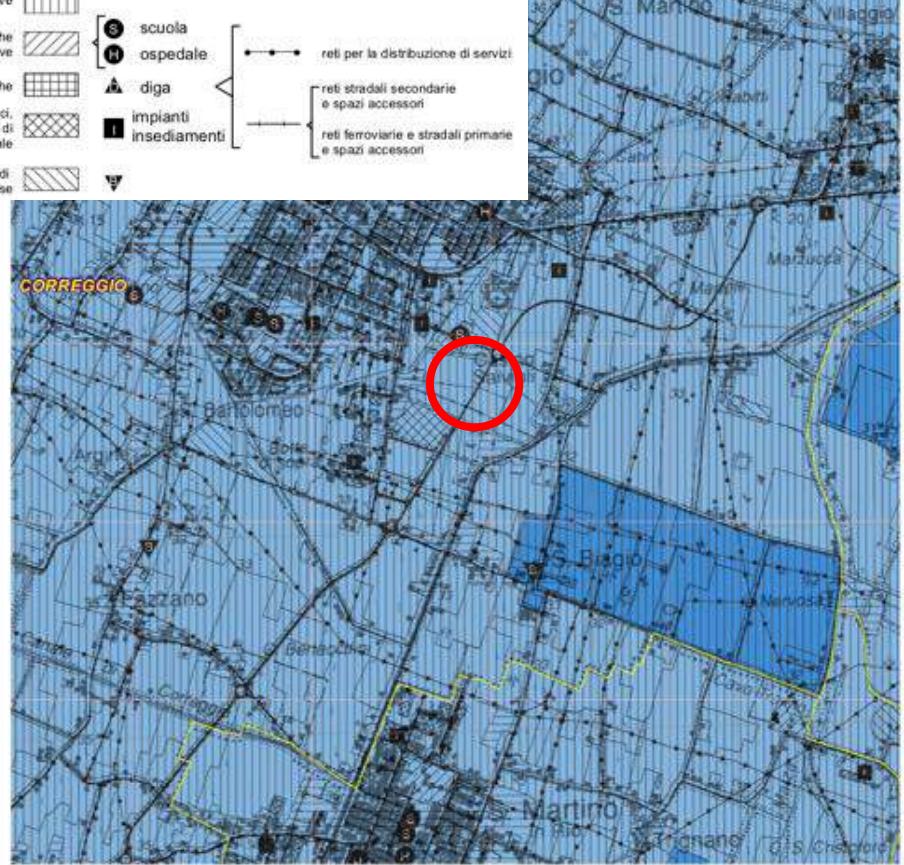
- P3 – H (Alluvioni frequenti:
tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- P2 – M (Alluvioni poco frequenti:
tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)

Arene Protette

- Zone Parco
- SIC - ZPS

Elementi Potenzialmente Esposti

	areali	puntuali	lineari
Zone urbanizzate			
Attività produttive			
Strutture strategiche e sedi di attività collettive		S scuola H ospedale	• reti per la distribuzione di servizi
Infrastrutture strategiche		▲ diga	— reti stradali secondarie e spazi accessori
Insiemi produttivi o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale		■ impianti I insediamenti	— reti ferroviarie e stradali primarie e spazi accessori
Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse			





Piano di gestione del rischio di alluvioni

Regione Emilia-Romagna

Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla
valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni
Mappa del rischio potenziale
(art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010)

Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura

Dati consegnati nella seduta del Comitato Istituzionale dell'Autorità
di Bacino del Fiume Po del 23/12/2013 (distretto padano)

201NO - CORREGGIO

Legenda

Area Protette Zone Parco SIC - ZPS

Classi di Rischio

	puntuali	lineari	areali
R1	●		
R2		●	
R3		●	
R4		●	●



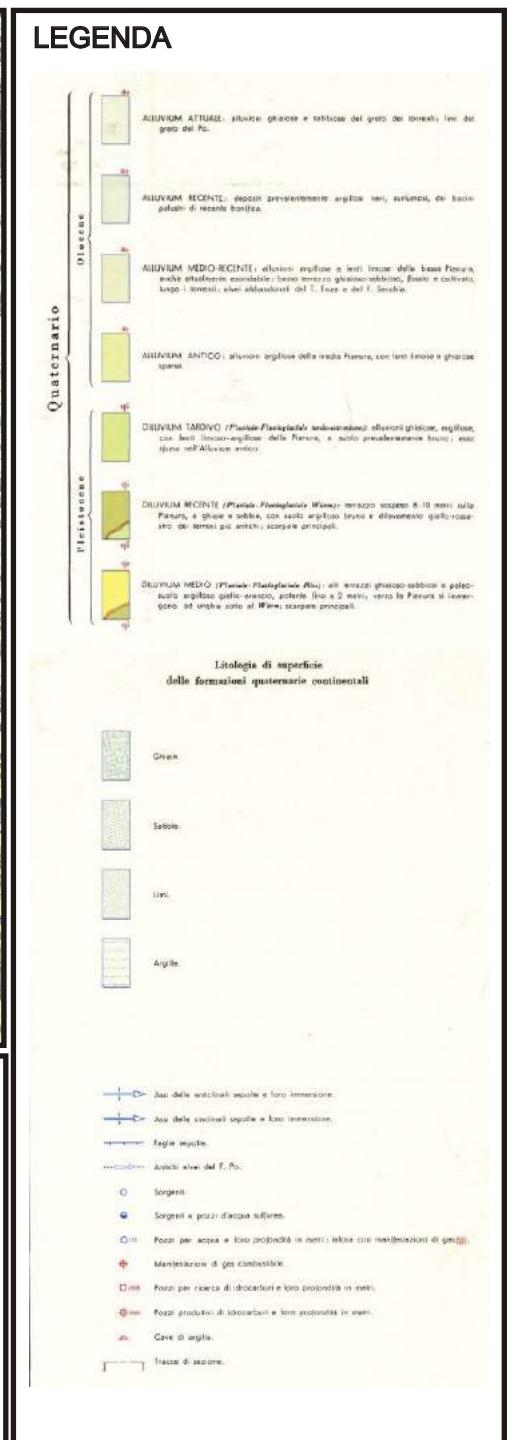
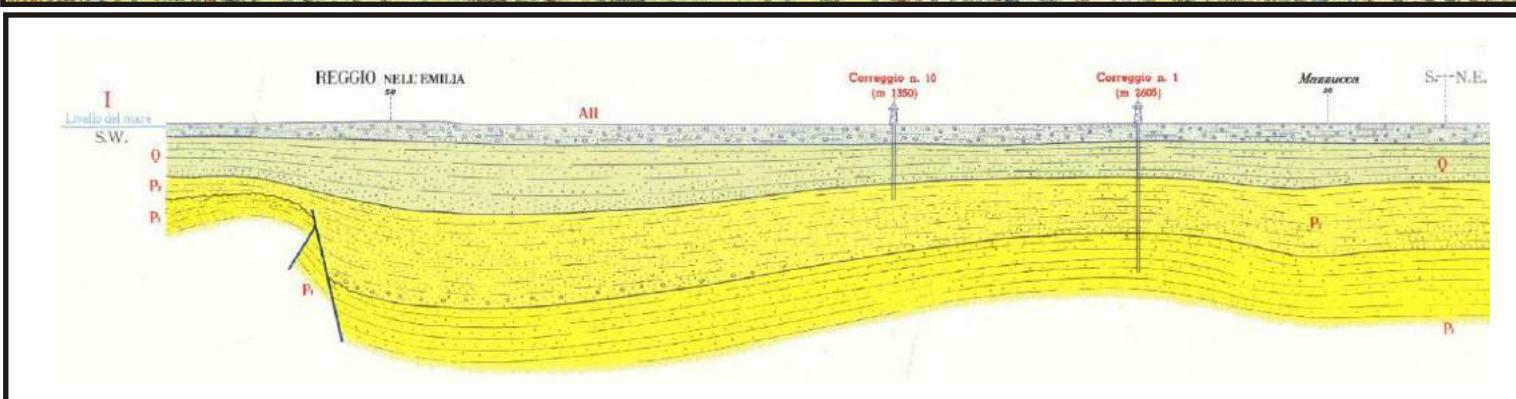
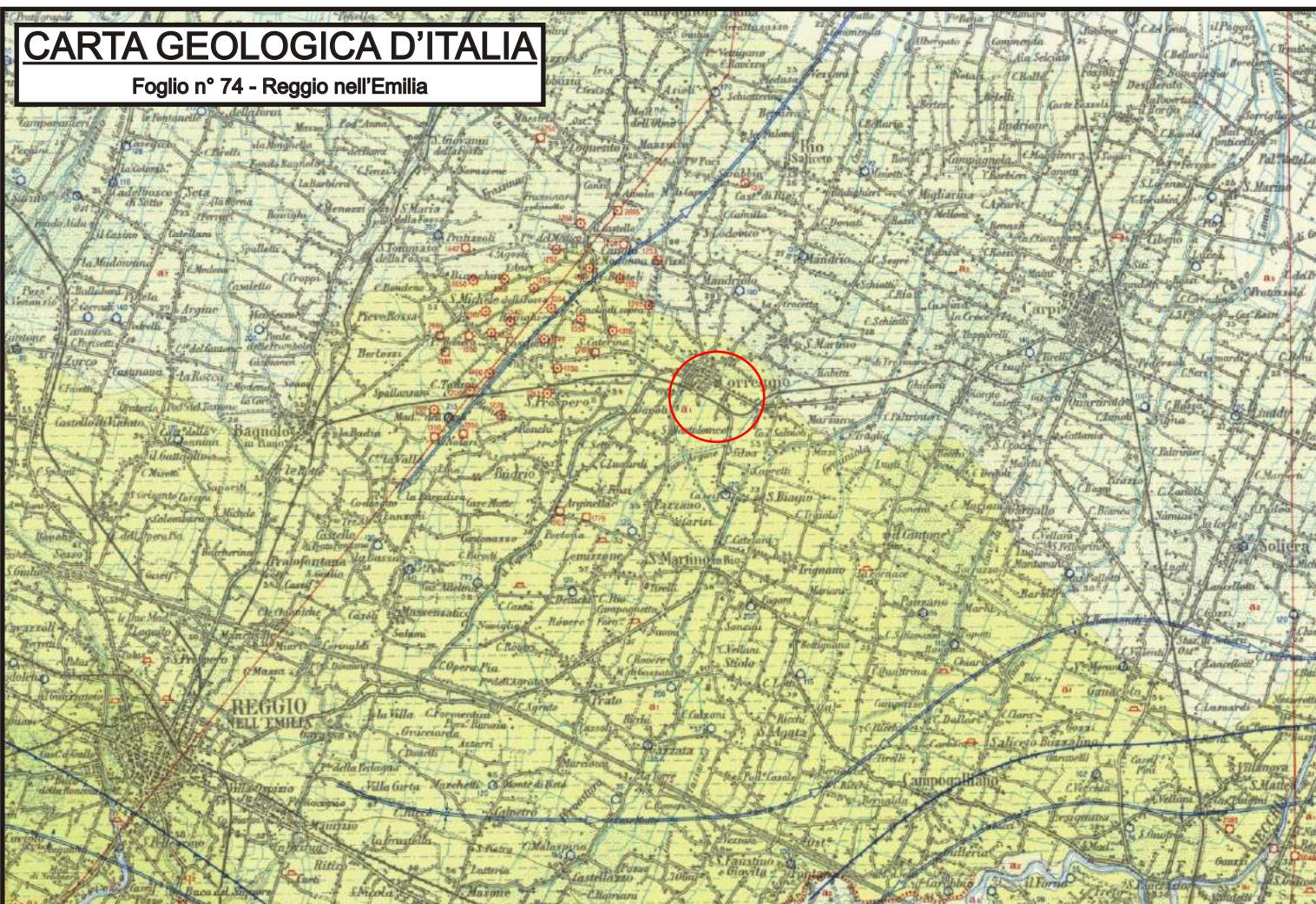
ALLEGATO N. 6

CARTA

GEOLOGICA

SEZIONE GEOLOGICA

COMUNE DI CORREGGIO (RE)



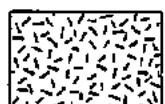
CARTA DELLA LITOLOGIA DI SUPERFICIE

(SCALA 1 : 25.000)

LEGENDA



Depositi prevalentemente argillosi o argilloso-limosi.
Olocene



Depositi prevalentemente limosi con lenti sabbiose
in subordine. Olocene



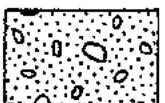
Depositi prevalentemente sabbiosi, con scarse lenti
di ghiaie fini e/o di limi. Pleistocene sup.-Olocene



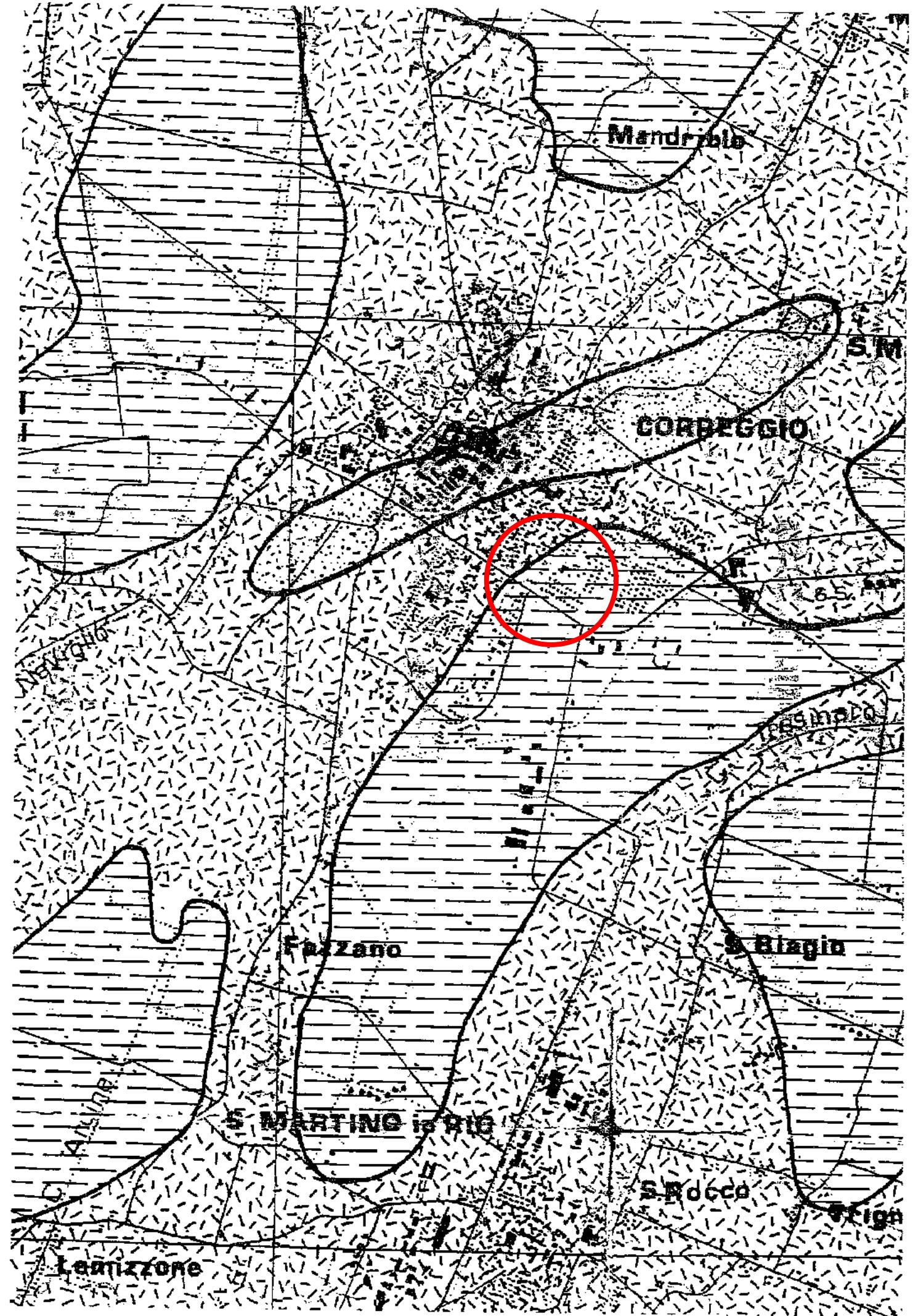
Depositi di ghiaie eterometriche alternati a
livelli con granulometria piu' fine.
Pleistocene sup. (Wurm)-Olocene



Ghiaie grossolane debolmente cementate con lenti
di sabbie e limi sabbiosi. Limi eolici (Loess)
dell' altopiano del Ghiardo. Riss



Conglomerati sabbioso-arenacei con clasti alterati.
Mindel



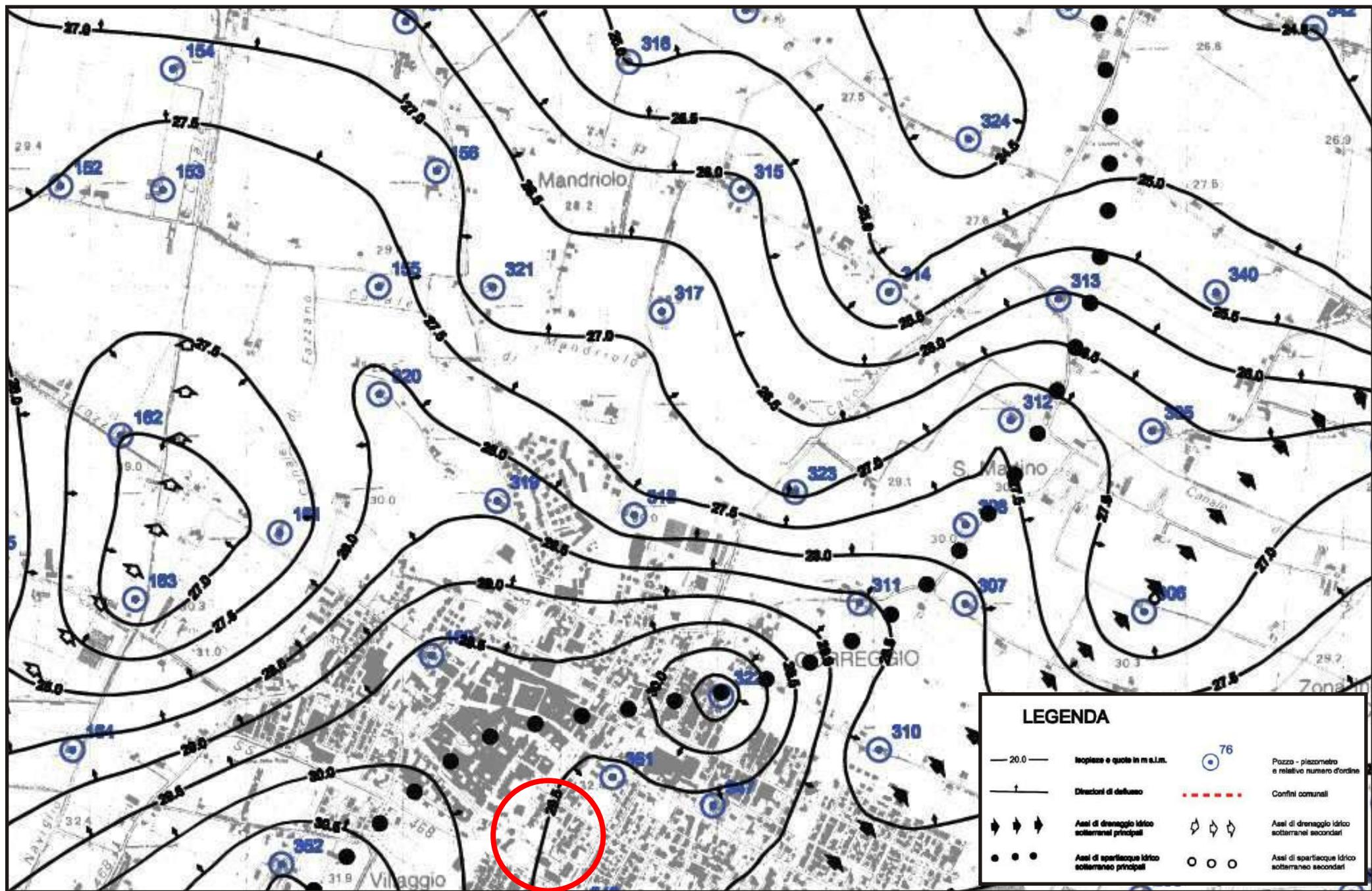
ALLEGATO N. 7

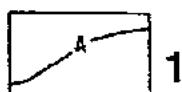
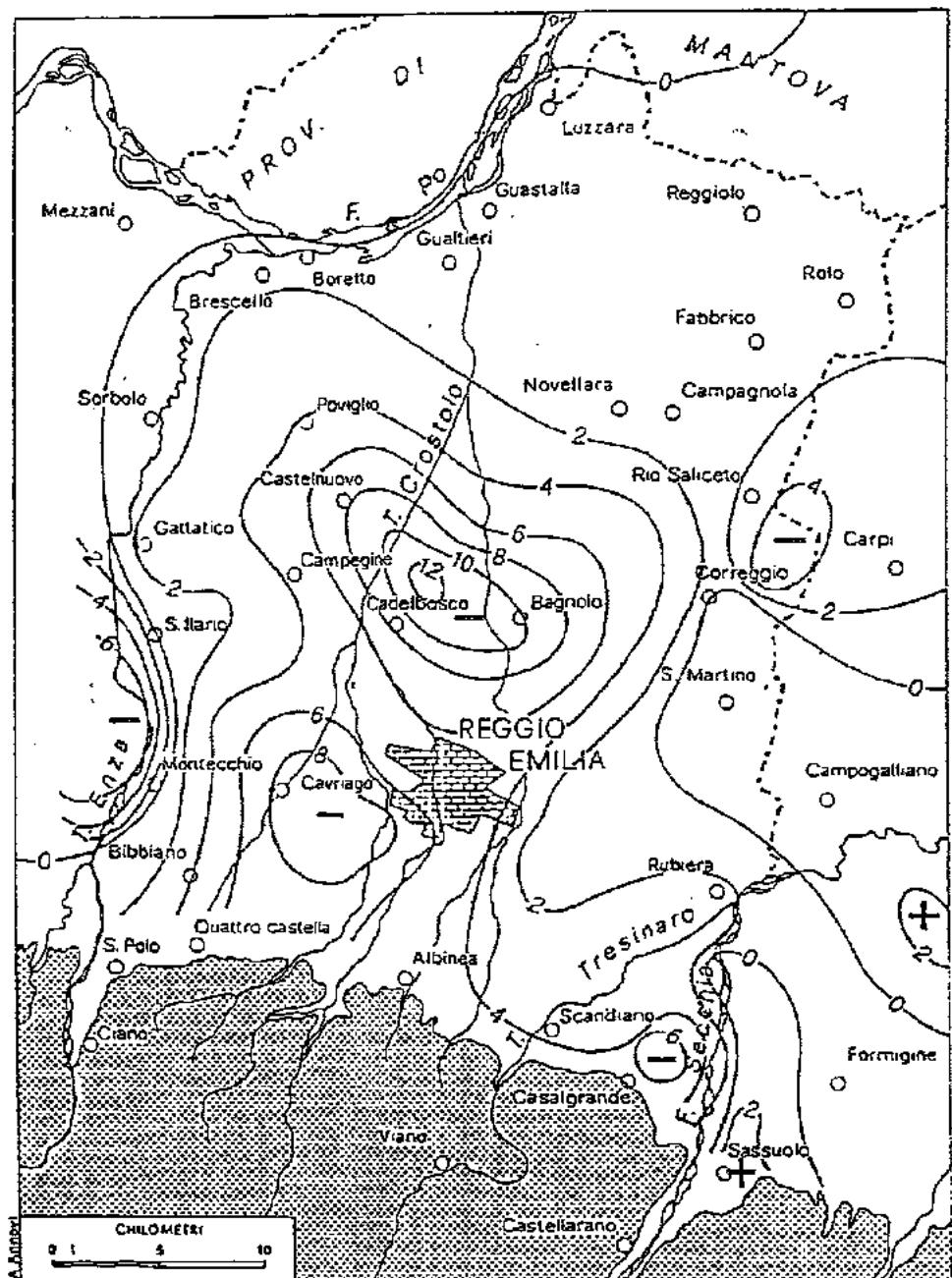
CARTA IDROGEOLOGICA

COMUNE DI CORREGGIO (RE)

CARTA DELLE ISOPIEZE DELLA FALDA FREATICA

Stralcio tratto dalla tav. G3 del P.S.C. del Comune di Correggio



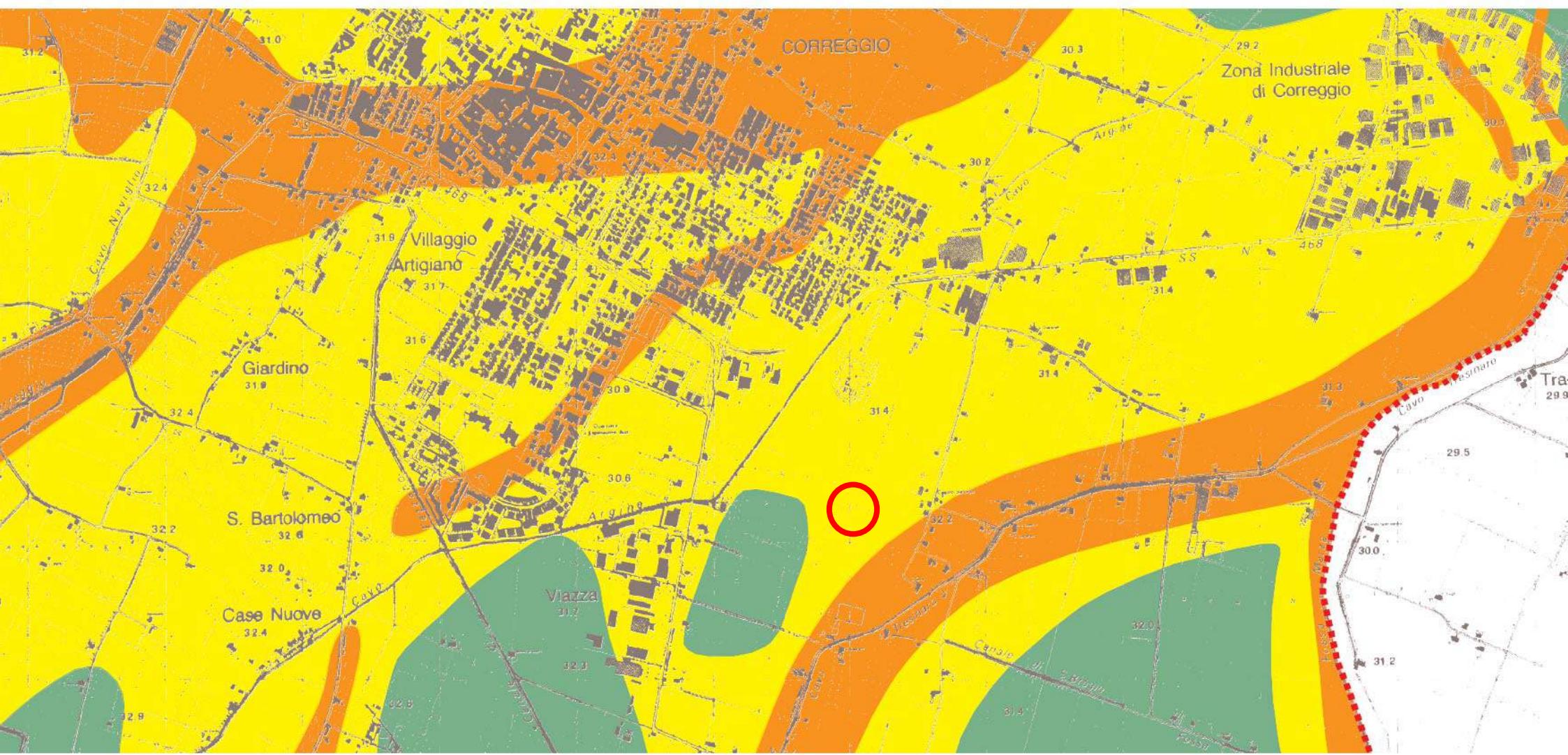


L'elaborato è tratto da "Indagine sullo stato delle acque sotterranee della pianura reggiana"; 1988 - Amministrazione Provinciale di Reggio nell'Emilia

ALLEGATO N. 8

CARTA DEGLI EFFETTI LOCALI

COMUNE DI CORREGGIO (RE)



CARTA DEGLI EFFETTI LOCALI

LEGENDA

	Zone di alveo estinto o sabbie di canale Effetti attesi: amplificazione, potenziale liquefazione, densificazione, sedimenti
	Limi argilosì, argille ilmose a grado di consistenza basso - medio basso nei primi 5 - 10 m del sottosuolo. Effetti attesi: amplificazione, potenziale densificazione e sedimenti
	Argille - Argille ilmose - Limi argilosì, a grado di consistenza medio elevato - elevato. Effetti attesi: amplificazione per caratteristiche litologiche e potenziali sedimenti.
	Argille ilmose - limi - materiali di riporto e/o rimaneggiati e terreni a grado di consistenza molto basso. Effetti attesi: amplificazione, potenziale liquefazione e densificazione, sedimenti.

ALLEGATO N. 9

DOCUMENTAZIONE **FOTOGRAFICA**



FOTO N. 1 – Area in esame



FOTO N. 2 - Prova Penetrometrica Dinamica DPSH1



FOTO N. 3 – Prova Penetrometrica Dinamica DPSH2