

PARMA
Novembre 2018

**REGIONE EMILIA-ROMAGNA
PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI PARMA**

**PROGETTO DI ESTENSIONE
INSEDIAMENTO PRODUTTIVO CFT S.P.A.,
SITA A PARMA - VIA PARADIGNA**

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

Committente:

CFT S.p.A.

Progettista Architettonico:

Arch. Mariangela Valesi

Progettista Strutturale:

Ing. Giacomo Giambrone

Il Geologo:

Dott. Massimiliano Trauzzi



Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi
Borgo Felino, 3 - 43121 Parma (PR)
Tel./Fax: 0521/255570 - Cell.: 328/4270828
e-mail: massimiliano.trauzzi@libero.it
posta pec: m.trauzzi@pec.it

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3. ASSETTO GEOLOGICO - STRUTTURALE	5
3.1. Geologia di dettaglio	7
3.2. Geomorfologia	8
4. IDROGEOLOGIA	9
4.1. Inquadramento idrogeologico	9
4.2. Idrodinamica delle acque sotterranee	10
4.3. Vulnerabilità dell'acquifero	11
5. INDAGINI IN SITO	12
5.1. Prove penetrometriche statiche a punta meccanica (CPT)	13
5.2. Prove sismiche	14
6. SISMICITA'	16
6.1. Inquadramento sismotettonico	16
6.2. Sismicità comunale	17
6.3. Categoria sismica del sottosuolo	19
6.4. Definizione dell'azione sismica di progetto	20
7. GEOTECNICA	24
7.1. Modello geotecnico	24
7.2. Considerazioni geotecniche	25
8. CONCLUSIONI	26

1. INTRODUZIONE

La presente relazione geologico-sismica, redatta su incarico della *CFT S.p.A.* e, svolta in accordo con il *Progettista Architettonico Arch. Mariangela Valesi* ed il *Progettista Strutturale, Ing. Giacomo Giambrone*, è parte integrante del progetto di costruzione di nuovo capannone, da realizzarsi a Parma - Via Paradigna, in adiacenza dello stabilimento esistente.

Lo studio è stato articolato nel rispetto della normativa vigente ed, in particolare, facendo riferimento al *D.M. 17 gennaio 2018, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 – Suppl. Ordinario n° 8 - Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”*).

La campagna d'indagini, consistita nella realizzazione di n° 4 prove penetrometriche statiche (*CPT*), ha permesso di definire, con sufficiente grado di approssimazione, il modello geolitologico e geotecnico del primo sottosuolo.

Ai fini della definizione dell'azione sismica, sono state eseguite n° 1 *prova sismica passiva (HVSR)* e n° 1 *prova sismica MASW-HS (Holi Surface)*, utili per ricostruire la sismo-stratigrafia dell'area e, quindi, per assegnare la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

Infine, sono state suggerite alcune indicazioni in merito alla tipologia delle fondazioni da impiegare, con particolare riguardo all'indicazione della profondità di intestazione. Il fine è quello di garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni e di assicurare, in generale, la stabilità del territorio sul quale vengono indotte sollecitazioni e deformazioni.

A supporto dello studio sono stati prodotti i seguenti elaborati:

- Tav. 1 – Inquadramento geografico (Scala 1:10.000);
- Tav. 2 – Carta geologico-morfologica (Scala 1:5.000);
- Tav. 3 – Carta idrogeologica e della vulnerabilità (Scala 1:5.000);
- All. 1 - Prove penetrometriche statiche (*CPT*);
- All. 2 – Indagini sismiche.

Quale base cartografica è stata utilizzata, la Carta Topografica Regionale alla scala 1:5.000 (Elementi 182093 e 182134).

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in esame si colloca a nord del tracciato dell'autostrada A1 in prossimità dello svincolo del casello di Parma, al confine tra la Media e la Bassa Pianura Parmense (Cfr. **Tav. 1 - Fig. 1**). La morfologia si presenta sub-pianeggiante, con gradiente topografico ridotto e quote del piano campagna di circa 39,00 s.l.m.

Catastalmente, ricade sul Mappale n° 56 del Foglio n° 19 - Comune Parma/B.

I principali corsi d'acqua che interessano la zona sono: il Torrente Parma, il cui alveo di magra si trova ad una distanza di circa 1 km verso ovest, e il Canale Naviglio Navigabile, che scorre a 700 metri, più ad est.



FIG. 1 – ORTOFOTO DELL'AREA DI STUDIO (FONTE: GOOGLE EARTH)

Sotto il profilo idraulico, la zona di interesse ricade in **Fascia C** (*Area di inondazione per piena catastrofica*) secondo quanto perimetrato nelle cartografie del *P.T.C.P. della Provincia di Parma*. Tale area può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento (si è assunta come portata la massima piena storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, o, in assenza di essa, la piena con tempo di ritorno di 500 anni).

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

A corredo del progetto di estensione insediamento produttivo CFT S.p.A., sita a Parma - Via Paradigna

Sempre in relazione al rischio idraulico, la "mappa di pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti" redatta a corredo della direttiva 2007/60/CE "c.d. direttiva alluvioni" (Rif. art. 6), relativamente al reticolo idrografico principale, ricomprende l'area all'interno della categoria di pericolosità **P1 - L Alluvioni rare (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi, Cfr. Fig. 2)**, mentre la cartografia elaborata per il reticolo secondario, definisce una pericolosità **P3 - H (alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità Cfr. Fig. 3)**.

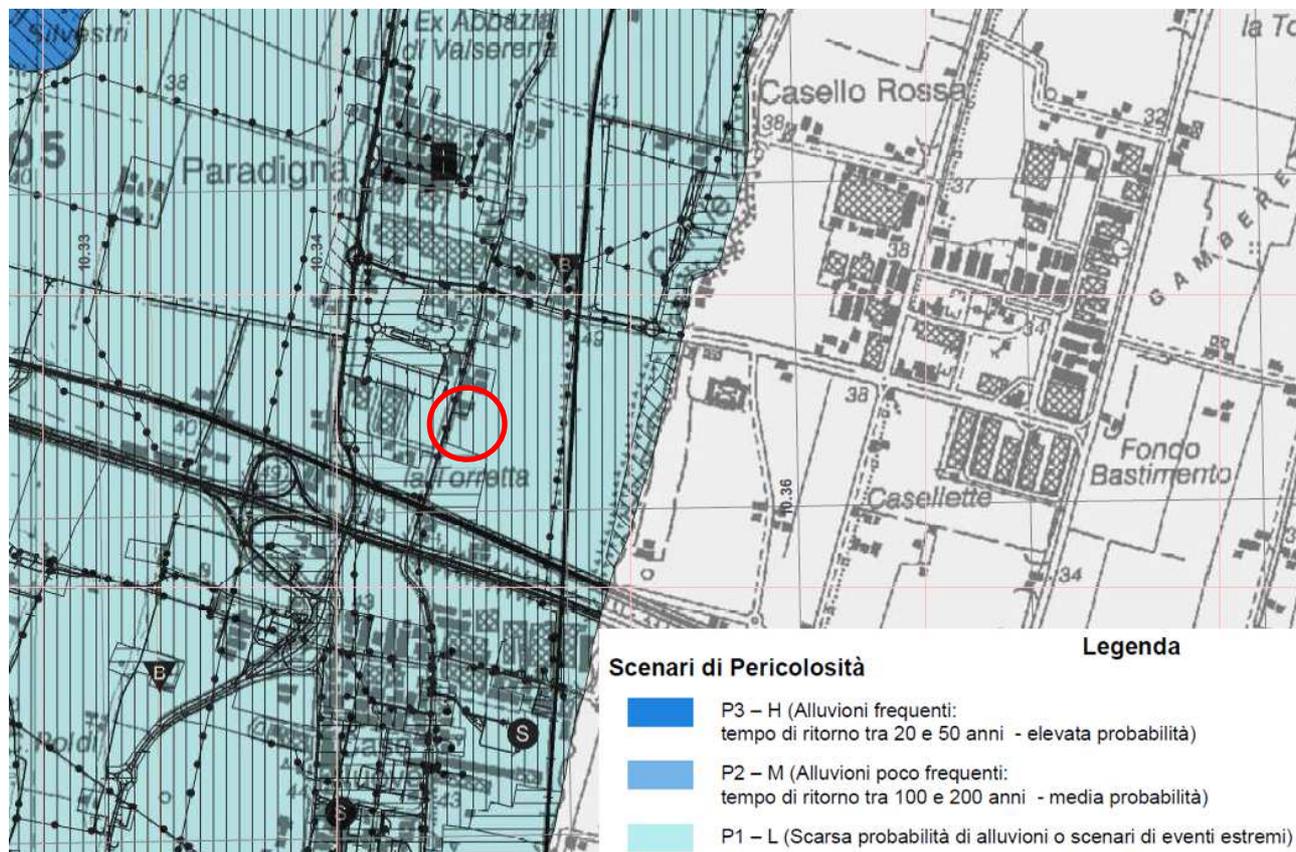


FIG. 2 – STRALCIO MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ E DEGLI ELEMENTI POTENZIALMENTE ESPOSTI - RETICOLO PRINCIPALE

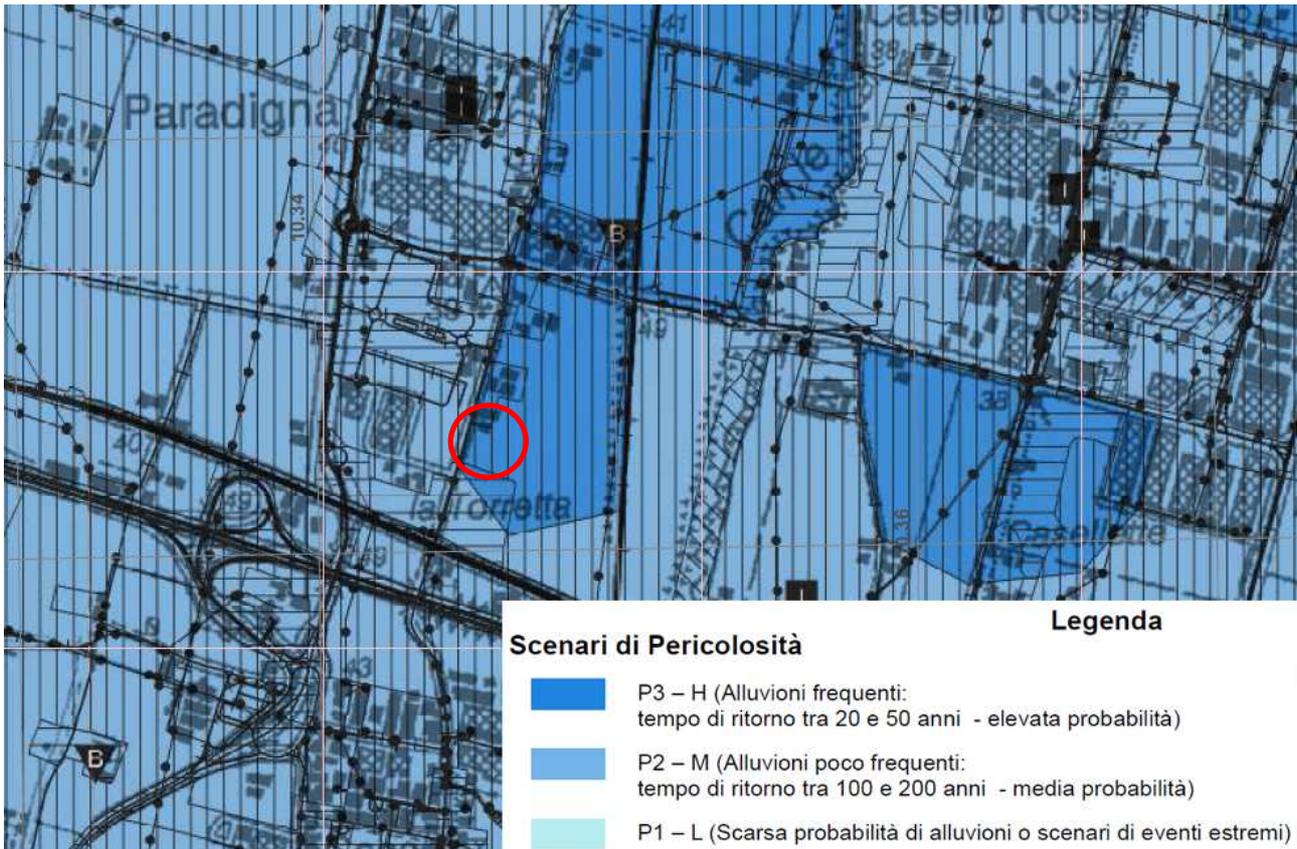


FIG. 3 – STRALCIO MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ E DEGLI ELEMENTI POTENZIALMENTE ESPOSTI - RETICOLO SECONDARIO

3. ASSETTO GEOLOGICO - STRUTTURALE

La porzione di territorio oggetto di studio ricade nella Pianura emiliana, la quale costituisce il settore meridionale della Pianura Padana, la più grande pianura alluvionale d'Italia, formata dai depositi del fiume Po e dei suoi affluenti.

Questo settore di pianura ha iniziato a formarsi nel *Pleistocene medio*, circa 500.000 anni fa, quando, a seguito dei sollevamenti in atto, il mare si è spostato dal margine appenninico, via via sempre più verso est, sino alla sua attuale posizione.

Il sottosuolo è contraddistinto da un forte accumulo di sedimenti alluvionali quaternari che appoggiano, con discontinuità a discordanza semplice, sul substrato di sedimenti marini del *Pliocene superiore* e del *Pleistocene inferiore*. L'assetto di tale corpo sedimentario è il risultato dell'evoluzione deposizionale dei corsi d'acqua, legata sia alle variazioni climatiche pleistoceniche sia ai recenti movimenti tettonici della zona di margine, vale a dire di quella fascia interposta tra la Pianura s.l. in abbassamento e l'Appennino in sollevamento.

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

A corredo del progetto di estensione insediamento produttivo CFT S.p.A., sita a Parma - Via Paradigna

E' possibile riconoscere nella pianura emiliana alcuni ambienti deposizionali: le conoidi alluvionali sono tipiche della zona pedeappenninica, ad esse fa seguito la piana alluvionale, che passa verso costa alla piana deltizia del fiume Po ed alla piana costiera. I sedimenti di questi ambienti deposizionali sono costituiti prevalentemente da: ghiaie nelle conoidi alluvionali; sabbie, limi ed argille nella piana alluvionale; sabbie nella piana deltizia e costiera.

Nel sottosuolo i depositi della pianura costituiscono un cuneo che si allarga velocemente procedendo dal margine appenninico verso nord; lo spessore massimo di questi depositi arriva ad oltre 600 metri. L'assetto geostrutturale delle formazioni prequaternarie è caratterizzato da una successione plicativa ad anticlinali e sinclinali spesso fagliate e sovrascorse, con assi a vergenze appenniniche (Cfr. **Fig. 4**).

In tale schema, la pianura parmense è compresa nell'arco delle pieghe emiliane caratterizzate da due distinti fasci di thrust: il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (*P.T.F.*), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (*E.T.F.*), definisce il limite dell'appennino sepolto, rappresentato, nell'area in questione, dalle strutture anticlinali di Busseto e di Brè, che proseguono verso SE, nelle strutture di Collecchio e Parma.

Queste strutture risultano tagliate trasversalmente dalle linee tettoniche del Taro e dello Stirone che determinano un inarcamento (in pianta) della linea dei *thrust*. 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.

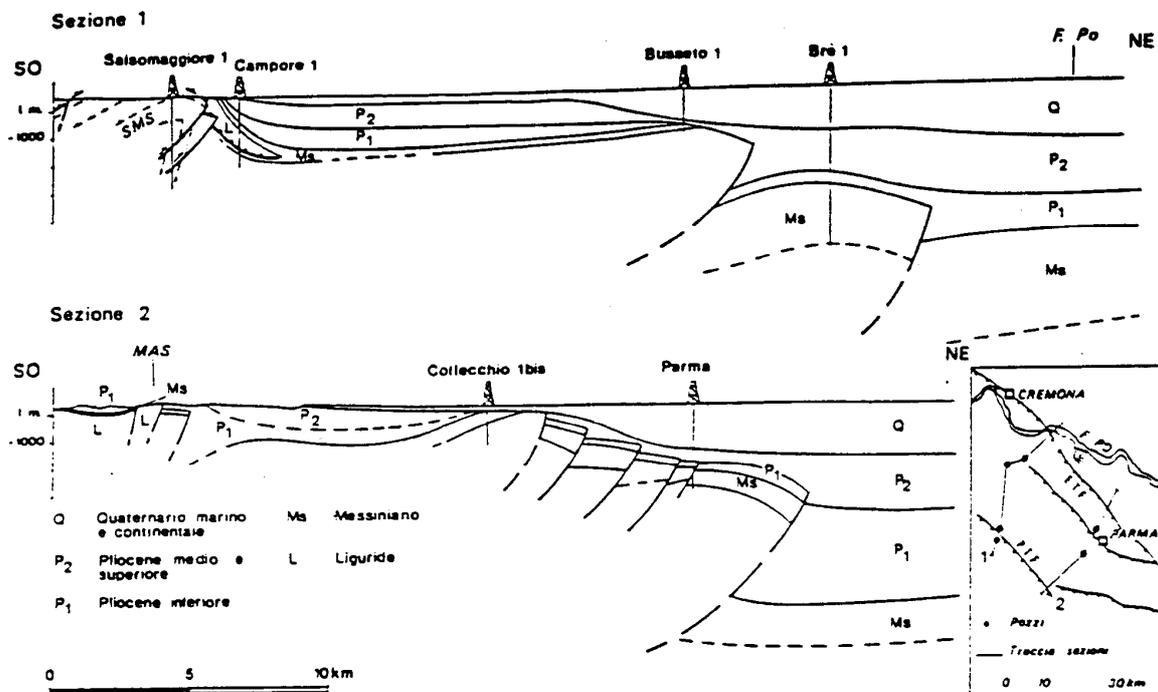


FIG. 4- SEZIONI GEOLOGICHE DAL FRONTE DI ACCAVALLAMENTO PEDEAPPENNINICO (PTF) AL FRONTE DI ACCAVALLAMENTO ESTERNO (ETF) (DA BERNINI E PAPANI, 1987)

3.1. Geologia di dettaglio

Il sito ricade all'interno di una vasta area pianeggiante denominata Pianura Padana, limitata dal grande arco formato dalla Catena alpina e dalla Catena appenninica, coperta da una coltre di alluvioni depositate dal Fiume Po e dai suoi affluenti, appartenente al bacino subsidente padano, caratterizzato a sua volta da un assetto morfologico sub-pianeggiante e blandamente degradante verso nord, nord-est.

Dal punto di vista geologico la Pianura Padana corrisponde ad un antico bacino colmato da sedimenti prevalentemente terrigeni del Pliocene-Quaternario di elevato spessore e provenienti dalle catene alpina e appenninica. Evolutosi durante le fasi orogeniche terziarie, il bacino padano costituiva un grande golfo la cui superficie è andata riducendosi gradualmente in conseguenza della compressione; questa, molto attiva alla fine del Miocene e persistita fino al Quaternario, ha dato origine alla formazione di un sistema strutturale con fasci di pieghe che rappresentano i thrust frontali sepolti dell'Appennino Settentrionale e delle Alpi Meridionali descritti nel paragrafo precedente.

La sequenza stratigrafica oggetto di studio rientra nei potenti alluvionamenti quaternari, con successiva incisione da parte di corsi d'acqua, che si distinguono per la diversa quota sull'attuale fondo valle dei torrenti, nonché per il differente grado di alterazione che è sempre più intensa quanto più i depositi sono antichi ed elevati.

In particolare l'unità stratigrafica definita e utilizzata nel presente studio rientra nella classe delle "Sequenze Deposizionali", come definite da Mitchum et Al. (1977). Sul piano gerarchico si distinguono 2 Sequenze Principali (Supersintemi, secondo la terminologia delle U.B.S.U.) denominate come segue:

- ***Supersintema del Quaternario Marino, costituito da depositi di ambiente marino;***
- ***Supersintema Emiliano-Romagnolo, costituita da depositi di ambiente continentale.***

Il Supersintema Emiliano Romagnolo, in cui ricade l'area di studio, si è depositato a partire da circa 800.000 anni BP. E' costituito da terreni continentali, sedimentati al di sopra di una superficie di discontinuità regionale, in corrispondenza del margine padano meridionale, e di una superficie di continuità in corrispondenza dell'avanfossa padana e della monoclinale pedealpina. Può essere ulteriormente suddiviso in 2 sintemi principali (dal più antico al più recente):

- ***Sintema Emiliano Romagnolo inferiore - (Pleistocene medio);***
- ***Sintema Emiliano Romagnolo superiore - (Pleistocene medio - Olocene).***

Alloformazione Emiliano – Romagnola Inferiore (AEI)

Rappresenta un'unità formatasi in ambienti sedimentari di piana alluvionale, bacino interfluviale e conoide distale, costituita prevalentemente da sedimenti limosi e limosi argillosi, intercalati ai quali si trovano livelli

ghiaiosi che possono diventare prevalenti in corrispondenza dei paleo-apparati fluviali principali, come nell'area di studio. Il contatto di base con i depositi del Supersistema Quaternario marino è netto o erosivo e discordante, mentre lo spessore massimo dell'unità è di circa 30-40 metri in affioramento fino a 160 m nel sottosuolo della pianura.

Alloformazione Emiliano – Romagnola Superiore (AES)

L'Alloformazione Emiliano - Romagnola Superiore è un'unità alluvionale prevalentemente grossolana, di età Pleistocene medio/Olocene. Il limite di tetto è rappresentato dalla superficie topografica, mentre il contatto di base è netto e discordante sull'Alloformazione Emiliano - Romagnola Inferiore e su tutte le altre unità più antiche. L'Alloformazione Emiliano - Romagnola Superiore è suddivisa in cinque allomembri che dal più recente a quello più antico sono:

- *Allomembro di Ravenna (AES8): Pleistocene superiore - Olocene;*
- *Allomembro di Villa Verucchio (AES7): Pleistocene superiore;*
- *Allomembro di Agazzano (AES3) (Pleistocene medio);*
- *Allomembro di Maiatico (AES2) (Pleistocene medio);*
- *Allomembro di Monterlinzana (AES1) (Pleistocene medio).*

Le caratteristiche geologico-morfologiche della porzione di territorio rilevata, sono state raffigurate nella **Tav. 2**, redatta sulla base della documentazione biblio–cartografica raccolta e opportunamente verificata con sopralluoghi di campagna. Dall'elaborato suddetto, si evince che, in corrispondenza dell'area di studio e per buona parte dell'intorno cartografato, affiorano depositi di piana inondabile costituiti da argille e limi con rare intercalazioni sabbiose riconducibili al *Subsistema di Ravenna - Unità di Modena (AES8a)*.

3.2. Geomorfologia

L'area di studio ricade al confine tra la Media e la Bassa Pianura Parmense.

Le forme presenti attualmente sul territorio risultano concentrate principalmente lungo le aree perifluviali, dove hanno mantenuto un alto grado di naturalità, se si escludono gli argini, di chiara origine antropica.

Al di fuori delle zone di pertinenza fluviale, la topografia del piano campagna risulta sub-orizzontale, visto che le evidenze morfologiche sono state cancellate dall'intensa antropizzazione che ha contraddistinto queste aree urbane.

4. IDROGEOLOGIA

4.1. Inquadramento idrogeologico

La ricostruzione, da un punto di vista idrostratigrafico, del sottosuolo della pianura della Provincia di Parma, è stata effettuata tramite gli studi condotti dalla Regione Emilia Romagna con *ENI* e *AGIP*.

Nello specifico del sottosuolo della pianura e sul margine appenninico, sono stati riconosciuti e mappati 3 **Gruppi Acquiferi**, separati da barriere di permeabilità di estensione regionale, informalmente denominati **Gruppo Acquifero A, B e C**, dal piano campagna.

Il **Gruppo Acquifero A**, viene attualmente sfruttato in modo intensivo, il **Gruppo Acquifero B** è sfruttato solo localmente mentre, il **Gruppo Acquifero C**, isolato rispetto alla superficie per gran parte della sua estensione, è raramente sfruttato.

Al suo interno ciascun **Gruppo Acquifero** è composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti, parzialmente o totalmente isolati tra loro, suddivisi, in senso orizzontale, in **Complessi Acquiferi**, da barriere di permeabilità costituite da corpi geologici decametrici, a prevalente granulometria fine.

Dallo schema rappresentato in **Fig. 5**, si osserva come a ciascun **Complesso Acquifero** (unità idrostratigrafica), corrisponda un **Subsistema geologico** (unità stratigrafica).

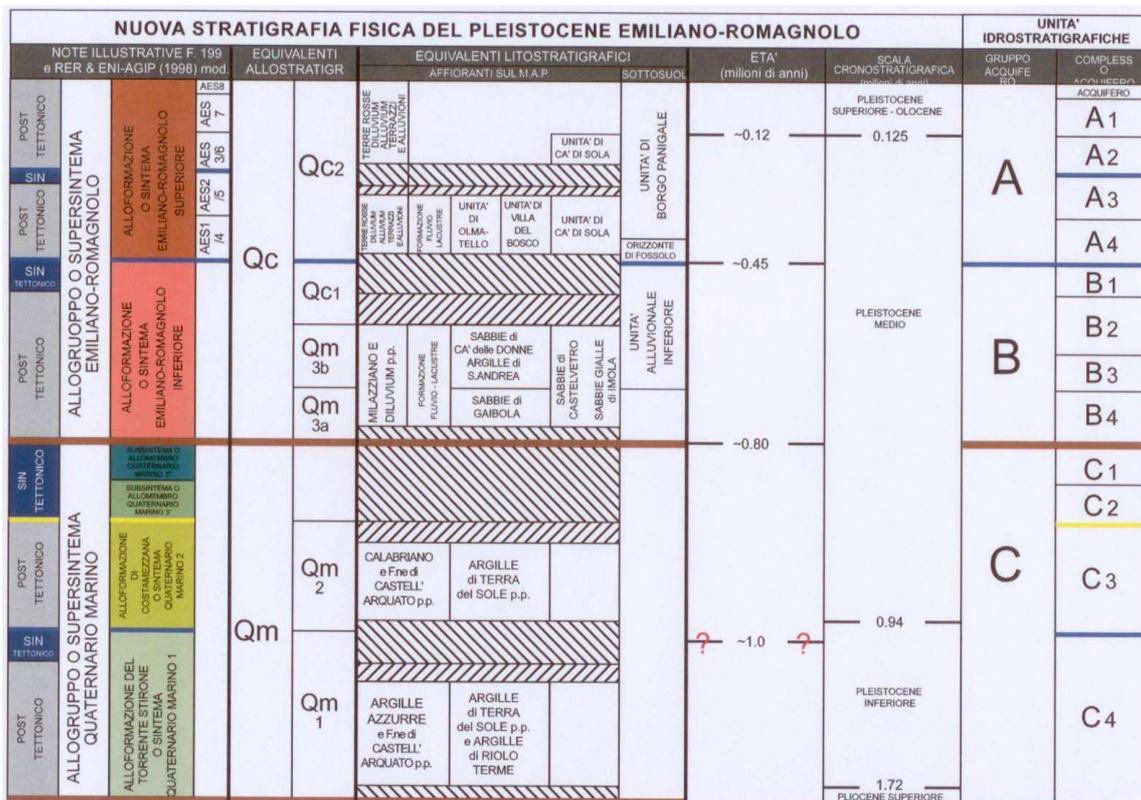


Fig. 5 – SCHEMA IDROSTRATIGRAFICO DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA

I serbatoi acquiferi della Pianura Parmense si sono formati, a partire da circa 1 milione di anni fa, dapprima all'interno di un sistema deposizionale di delta-conoide attribuibili ad un *Paleo-Fiume Taro* (**Gruppo Acquifero C3**), e poi, nel *Pleistocene Medio e Superiore*, all'interno delle Piane e delle Conoidi Alluvionali dei fiumi Po, Taro, Parma, Enza, Baganza e Stirone, elencati in ordine di importanza per dimensione dei serbatoi (**Gruppi Acquiferi B e A**).

4.2. Idrodinamica delle acque sotterranee

Ai fini del presente studio risulta di particolare interesse esaminare la circolazione delle acque sotterranee nel **Gruppo Acquifero A**, conosciuta grazie alla grande quantità di dati reperibili in bibliografia.

I corpi geologici che, nel **Gruppo Acquifero A**, fungono da acquiferi sono costituiti da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi d'origine alluvionale. Essi, come indicato nel paragrafo precedente, costituiscono delle *Unità Idrostratigrafiche-Sequenziali* di rango inferiore idraulicamente separate, almeno per buona parte della loro estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie alle cosiddette Barriere di *Permeabilità Regionali*.

Tali barriere di permeabilità, estese in senso orizzontale, su tutto il territorio comunale, si presentano discontinue e di scarsa potenza.

Di conseguenza, il **Gruppo Acquifero A**, configura un serbatoio idrico monostrato, con livelli di ghiaia e sabbia amalgamati tra di loro, in cui il comportamento idraulico del flusso idrico sotterraneo, contraddistinto da falde a pelo libero, è omogeneo dalla base dell'*Unità Idrostratigrafica-Sequenziale* fino alla superficie topografica.

Le caratteristiche idrodinamiche del territorio in esame sono state rappresentate, alla scala 1:5.000, nella **Carta idrogeologica e della vulnerabilità di Tav. 3**.

In tale elaborato, innanzitutto, è stato raffigurato l'assetto della prima falda, mediante rappresentazione di curve isopieze ad ugual livello statico.

Secondo le misure rappresentate, riprese da precedenti studi condotti a scala comunale, il tetto della falda si attesterebbe a limitate profondità di circa $-0,50\text{ m} \pm -1,00\text{ da p.c.}$. L'ordine di grandezza della soggiacenza della falda desunto dalla ricerca bibliografica, risulta in sostanziale accordo con i livelli misurati nel corso dell'esecuzione delle prove penetrometriche, variabili da $-1,20\text{ m da p.c.}$ a $-2,80\text{ m da p.c.}$

Si prevede che, in corrispondenza periodi di alto piezometrico eccezionale, si potranno raggiungere valori di soggiacenza prossimi al piano campagna.

L'andamento delle isopieze risulta in sostanziale accordo con le caratteristiche generali dell'unità idrogeologica: la direzione del flusso idrico sotterraneo, sempre ortogonale all'andamento delle isopieze, presenta direzione prevalentemente verso nord-est. Il gradiente idraulico si mantiene su bassi valori, dell'ordine del $2,00\%$.

4.3. Vulnerabilità dell'acquifero

La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento rappresenta certamente uno dei più importanti strumenti di protezione ambientale. Il grado di vulnerabilità idrogeologica naturale definisce l'impatto che situazioni permanenti, periodiche o accidentali possono indurre sulla qualità e sulle caratteristiche delle acque più superficiali presenti nel sottosuolo.

Per la definizione delle classi di vulnerabilità idrogeologica dell'area in esame, nel presente studio si è fatto riferimento a quanto indicato nella Relazione geologica a corredo del P.S.C. del Comune di Parma che, sulla base di approfondite analisi relative alla distribuzione spaziale dei sistemi acquiferi e acquitardi costituenti l'Unità *Idrostratigrafica-Sequenziale A0* e ai loro rapporti con i sistemi delle unità situate a maggior profondità, propone una zonizzazione del territorio comunale secondo la quale l'area di intervento ricade nella **"Zona di protezione totale degli acquiferi principali"** (Cfr. *Tav. 3*) (Cfr. *Fig. 6*). Trattasi di una zona in cui i tre Sistemi Acquiferi del **Complesso Acquifero A0** sono prevalentemente costituiti da *idrofacies* poco permeabili che rappresentano una Barriera di Permeabilità Regionale che protegge i sottostanti complessi acquiferi del **Gruppo Acquifero A** sfruttati ad uso idropotabile.

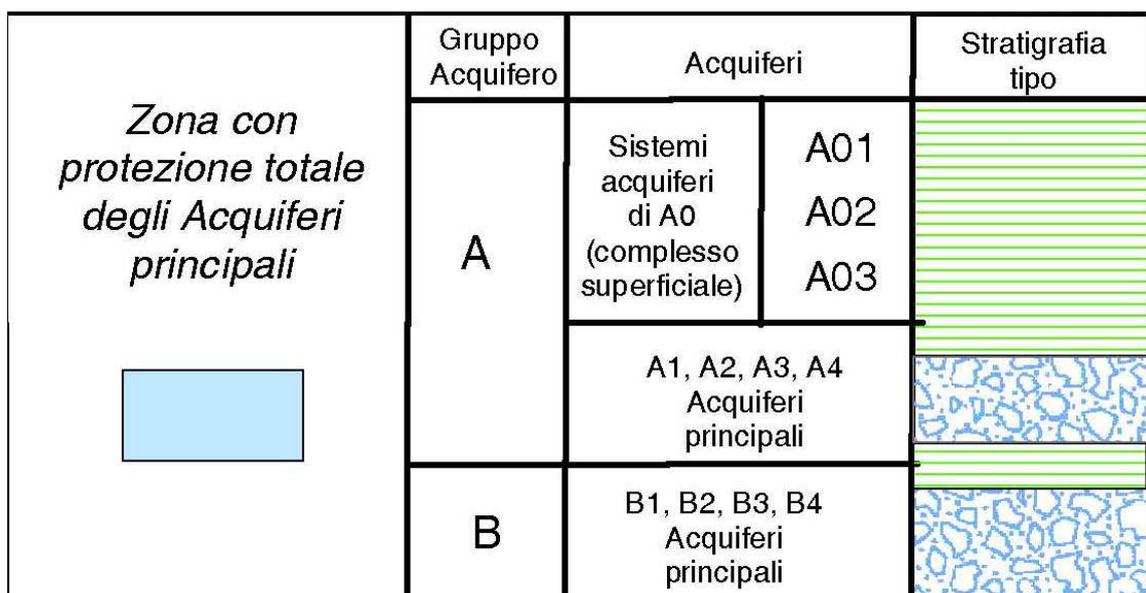


FIG. 6 - MODELLO STRATIGRAFICO DELLA ZONA DI PROTEZIONE TOTALE DEGLI ACQUIFERI PRINCIPALI

5. INDAGINI IN SITO

Per verificare le caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e idrogeologiche dei terreni che saranno interessati dagli interventi in progetto, si è fatto riferimento ai risultati desunti da n° 4 prove penetrometriche statiche (**CPT**) realizzate dal *Dott. Geol. Sergio Lasagna*, utilizzando un penetrometro statico del tipo *Pagani* da 20 tonnellate. Nello specifico le prove hanno raggiunto le seguenti profondità:

- Prova penetrometrica statica **CPT1** spinta sino a -10,00 m da p.c. attuale;
- Prova penetrometrica statica **CPT2** spinta sino a -15,00 m da p.c. attuale;
- Prova penetrometrica statica **CPT3** spinta sino a -10,00 m da p.c. attuale;
- Prova penetrometrica statica **CPT4** spinta sino a -10,00 m da p.c. attuale.

Inoltre, attraverso l'analisi dei dati desunti da n° 1 prova *HVSR* di sismica passiva. e n° 1 prova sismica *MASW-HS "Holisurface"* è stata proposta la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

Riguardo all'ubicazione delle indagini si faccia riferimento alla planimetria di **Fig. 7**.



FIG. 7 - PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI

5.1. Prove penetrometriche statiche a punta meccanica (CPT)

La prova penetrometrica statica **CPT** (*Cone Penetration Test*), consiste nell'infissione di una punta metallica conica di dimensioni e caratteristiche *standard*. La velocità di infissione è costante nel terreno ed avviene mediante un sistema oleodinamico che agisce alternativamente su una batteria di aste esterna e su una interna, alla cui estremità inferiore è connessa la punta.

Questo sistema differenziale di spinta è caratteristico dell'indagine compiuta mediante la punta di tipo *Begemann*, composta da un manicotto di attrito e dalla punta conica precedentemente descritta.

Rispettivamente, punta e manicotto, misurano la resistenza alla punta R_p e la resistenza laterale R_l ; il rapporto tra questi due valori fornisce R_f (rapporto di frizione o rapporto di *Begemann*¹) che indica, indirettamente, le caratteristiche del terreno attraversato dallo strumento.

L'attrezzatura viene montata su di un veicolo che ha la possibilità di ancorarsi al terreno in modo tale da poter usufruire completamente della pressione fornita dal sistema oleodinamico. A tal proposito, per consentire l'ancoraggio della macchina al di sotto del terreno di riporto, costituito da una matrice ghiaiosa prevalente, si è reso necessario l'esecuzione di prefori con escavatore meccanico successivamente riempiti con sabbia

Nell'**Al. 1** sono riassunti i risultati delle prove penetrometriche eseguite, ed in particolare vengono riportati i tabulati ed i grafici seguenti:

- *resistenza alla punta (kg/cm^2)*
- *attrito laterale (kg/cm^2)*
- *interpretazione litologica (R_p/R_l).*

Le indagini eseguite, integrate dai dati stratigrafici raccolti nell'immediato intorno dell'area, hanno consentito di ricostruire un adeguato quadro dell'assetto litostratimetrico dei terreni di fondazione dell'opera in progetto.

In particolare, per la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei terreni, si sono considerati i valori registrati del Rapporto di *Begemann* (R_p/R_l) durante l'esecuzione delle prove penetrometriche statiche (CPT).

¹Secondo le Norme A.G.I. (1977) l'interpretazione della litologia sulla base del rapporto di *Begemann* è la seguente:

$R_p/R_l < 15$: argille plastiche e/o torbe;

$15 < R_p/R_l < 30$: argille e limi;

$30 < R_p/R_l < 60$: limi sabbiosi e sabbie limose;

$R_p/R_l > 60$: sabbie e ghiaie.

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

A corredo del progetto di estensione insediamento produttivo CFT S.p.A., sita a Parma - Via Paradigna

Al di sotto del terreno di riporto, prevalentemente ghiaioso-sabbioso, con elementi sparsi di laterizio, presente sino a circa -0,60÷-0,70 m da p.c., si sono rinvenuti, sino alla massima profondità indagata (-15,00 m da p.c.), terreni argilloso limosi contraddistinti da bassi valori di R_p/R_l quasi sempre minori di 20, legati alla lenta decantazione delle particelle più fini delle correnti torbide di piena.

Secondo quanto riportato dalle stratigrafie dei sondaggi realizzati nelle adiacenze dell'area di studio, questi depositi fini, sembrano svilupparsi in profondità, sino a raggiungere i -30,00 m da p.c.

5.2. Prove sismiche

Per valutare la risposta sismica del sito sono state effettuate n° 1 prova *HVSR* di sismica passiva. e n° 1 prova sismica *MASW-HS* "Holisurface".

La tecnica della sismica passiva o *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), rappresenta un'indagine di tipo geofisico basata sulla misurazione del rumore sismico, tramite uno strumento di ultima generazione (geofono triassiale). Questa tecnica viene definita "sismica passiva" in quanto non necessita di una sorgente d'energia appositamente creata.

La prova *MASW* consiste essenzialmente nella misura del tempo di arrivo delle onde superficiali di *Rayleigh* e di *Love*, prodottesi in seguito all'energizzazione del terreno, ottenuta attraverso una mazza battente, sulle facce verticali ed orizzontali di un piattello di battuta. Quale ulteriore integrazione è stata impiegata la metodologia *HS*, del tutto simile alla metodologia *MASW*, con l'unica differenza che nel caso della *HS* si analizza una sola traccia. La sismica attiva (*HS*) è essenzialmente svolta analizzando gli spettri di velocità di gruppo delle varie componenti: verticale, radiale e trasversale.

Per una descrizione dettagliata dei risultati delle prove si faccia riferimento all'allegato **AII. 2**. In **Fig. 8** vengono invece raffigurati il profilo delle V_s e la colonnina sismostratigrafica ricavati dalle analisi effettuate. Nella tabella di **Fig. 6** vengono invece riassunti i calcoli delle $V_{s_{eq}} = V_{s_{30}}$ per i primi 5 metri del piano di posa delle fondazioni. Considerando un piano di posa pari a -2,00 m da p.c. attuale si è calcolato un valore di $V_{s_{eq}} = V_{s_{30}}$ pari a **204 m/s**.

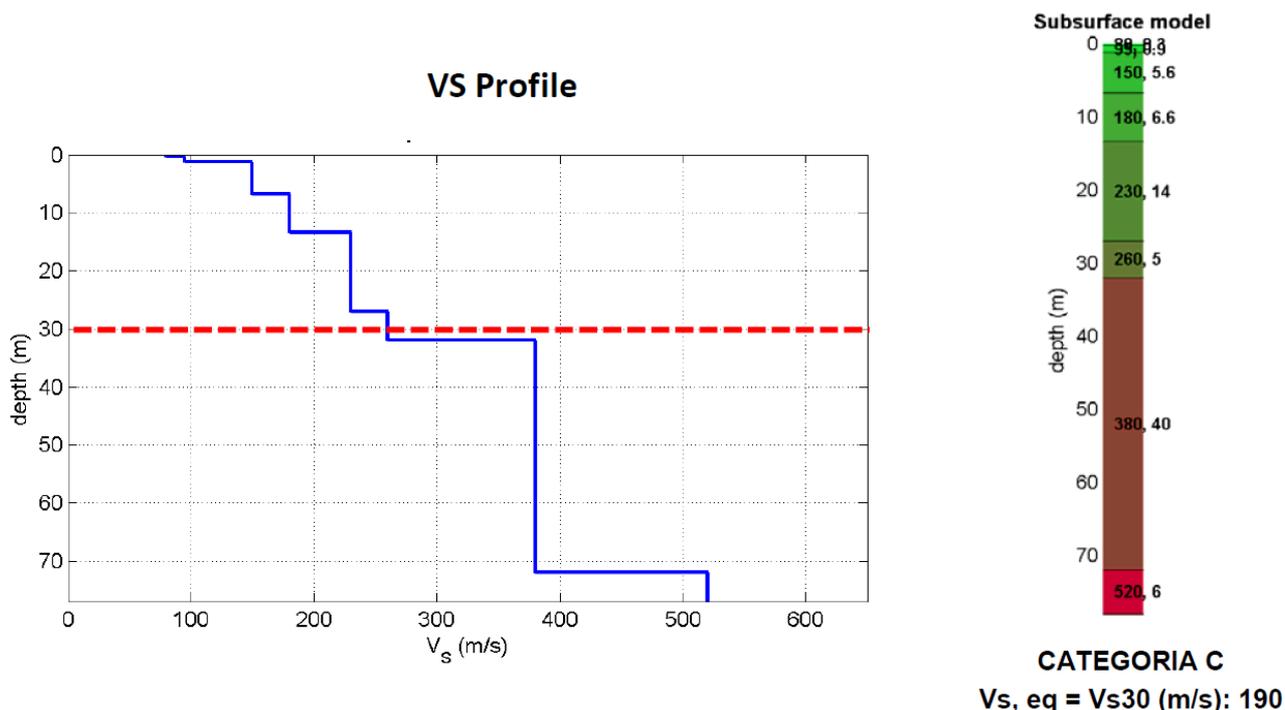


Fig. 8 – RAPPRESENTAZIONE DEL PROFILO DELLE VS E DEL MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO DEL SITO IN OGGETTO DI STUDIO

DETERMINAZIONE Vs, eq = Vs30		
Profondità appoggio	Vs, eq = Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	190	C
-1m	199	C
-2m	204	C
-3m	210	C
-4m	216	C
-5m	222	C

Fig. 9 – TABELLA RIASSUNTIVA DELLE VS₃₀ CALCOLATE PER I PRIMI 5 METRI DI PROFONDITÀ DEL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE

6. SISMICITA'

6.1. Inquadramento sismotettonico

Allo scopo di associare la sismicità dell'area di studio con i meccanismi responsabili dell'insacco dei terremoti, si è fatto riferimento alla Zonazione Sismogenetica **ZS9** (a cura del gruppo di lavoro coordinato da C. Meletti e G. Valensise, 2004).

Tale studio, che sostituisce la precedente zonazione **ZS4**, suddivide il territorio nazionale in fasce contraddistinte da caratteristiche sismotettoniche omogenee (Cfr. **Fig. 10**). Esso risulta estremamente importante nei confronti della pianificazione territoriale e, nello specifico, nelle valutazioni di pericolosità sismica.

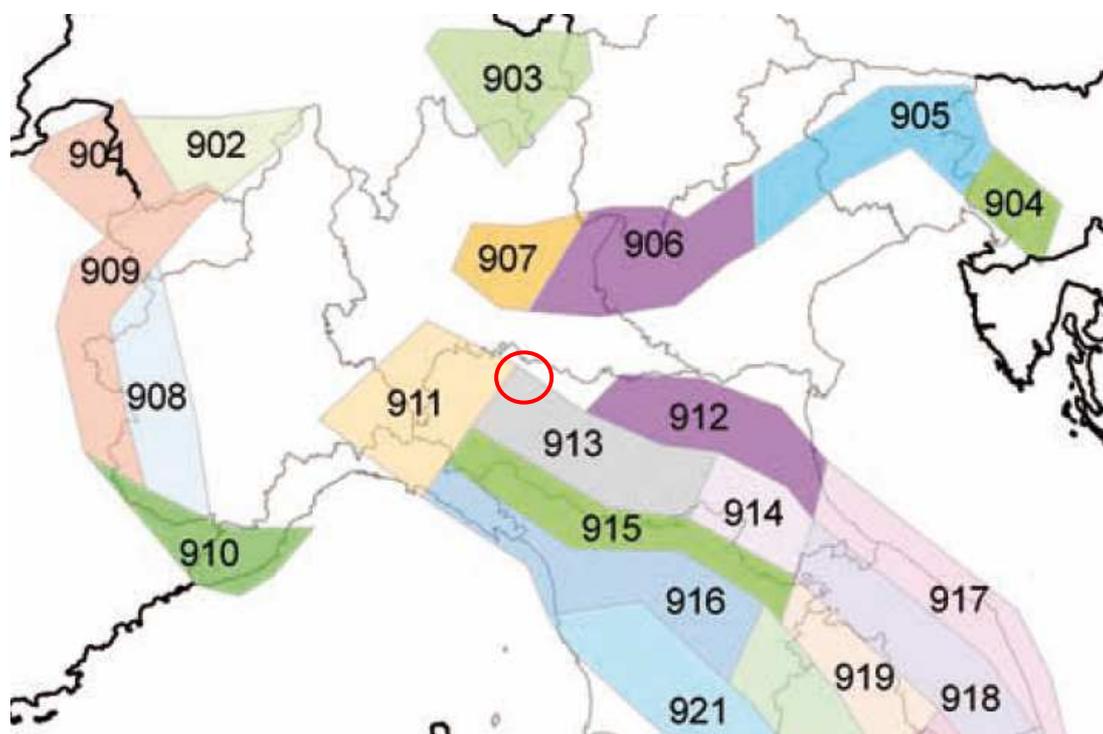


Fig. 10 – ZONAZIONE SISMOGENETICA **ZS9** (2004)

Come evidenziato in **Fig. 10**, l'area di studio ricade nel settore nord-occidentale della zona **913**, contraddistinta da eventi sismici di bassa magnitudo, a cinematica prevalentemente compressiva, anche se si possono avere fenomeni di trascorrenza nelle zone di svincolo che dissecano la continuità laterale delle strutture. Generalmente, le sorgenti sismiche si distribuiscono a profondità comprese tra i 12 e i 20 Km.

La zona epicentrale fa parte di un settore dell'Appennino settentrionale soggetto a compressione regionale attiva lungo quasi tutta la fascia pede-appenninica. L'assetto tettonico superficiale è caratterizzato da un importante lineamento, denominato "sovrascorrimento pedeappenninico", che segue approssimativamente il limite morfologico tra Appennino e Pianura Padana. Tale assetto è considerato l'espressione superficiale di

più importanti raccordi crostali profondi che interessano le rocce carbonatiche (tra 5 e 10 km) e il cosiddetto basamento pre-mesozoico (oltre i 10 km).

6.2. Sismicità comunale

Nella valutazione della pericolosità sismica di una determinata area occorre, in primo luogo, definire la pericolosità di base attraverso una corretta analisi della sismicità evidenziando, sia la distribuzione spazio-temporale degli eventi, sia le caratteristiche di intensità degli stessi, seguita da una valutazione della pericolosità locale determinata dagli aspetti geologico-morfologici del territorio.

La storia sismica comunale è stata dedotta dal *data-base DBMI15* utilizzato per la compilazione del *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15)* aggiornato al 2006 (*Andrea Rovida, Mario Locati, Romano Camassi, Barbara Lollì, Paolo Gasperini*), nel quale sono riportate le osservazioni macrosismiche relative al Comune di Parma.

Essa è riassunta nella **Tab. 1**, dove sono stati elencati gli eventi con intensità al sito maggiori del V°, indicando, per ciascuno di essi, oltre alla stessa intensità al sito: l'anno, il mese, il giorno, l'ora, il minuto ed, eventualmente, il secondo in cui si è verificato, la denominazione dell'area dei maggiori effetti (Area epicentrale), l'intensità massima epicentrale in scala **MCS** (*Io*) e la magnitudo momento (*Mw*).

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	Io	Mw
8	1117 01 03 15 15	Veronese	9	6.52
5-6	1222 12 25 12 30	Bresciano-Veronese	7-8	5.68
5-6	1383 07 24 20	Parma	4-5	3.93
7	1409 11 15 11 15	Parma	7	5.1
8	1438 06 11 02	Parmense	8	5.56
7	1572 06 04 22	Parmense	6	4.63
6-7	1628 11 04 15 40	Parma	6-7	4.86
6	1695 02 25 05 30	Asolano	10	6.4
6-7	1732 02 04 18 20	Parma	5-6	4.65
7	1738 11 05 00 30	Emilia occidentale	7	5.1
6	1774 03 04	Parma	5	4.16
5-6	1786 04 07 00 15	Pianura lombarda	6-7	5.22
6-7	1818 12 09 18 55	Parmense	7	5.24
5-6	1831 07 14 15 30	Reggiano	5-6	4.6
7	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	7-8	5.48
7	1832 03 13 03 30	Reggiano	7-8	5.51
6	1937 09 17 12 19 05.00	Parmense	7	4.77
6-7	1971 07 15 01 33 23.00	Parmense	8	5.51
7	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	6-7	5.04
5-6	2012 01 25 08 06 37.09	Pianura emiliana	5-6	4.98

TAB. 1 – MASSIMI EVENTI SISMICI VERIFICATISI NEL COMUNE DI PARMA

Dalla lettura di **Tab. 1** si evidenzia che i massimi eventi sismici censiti a Parma si sono verificati il 3 Gennaio

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

A corredo del progetto di estensione insediamento produttivo CFT S.p.A., sita a Parma - Via Paradigna

1117 e l'11 Giugno 1438, entrambi con un'intensità al sito dell' VIII° della scala **MCS**.

Un ulteriore studio che ha sviluppato una valutazione affidabile del grado di sismicità dell'area è rappresentato dal lavoro pubblicato dalla Protezione Civile, a cura di *D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise*, "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani", determinate a partire dalla banca dati macrosismici del *GNDT* e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di *ING/SGA* (Cfr. **Fig. 11**).

Secondo tale studio, basato in misura prevalente su valori realmente osservati, facendo ricorso ad aggiustamenti solo per quelle località ove questo si sia reso necessario, il territorio di Parma è stato soggetto a terremoti di intensità massima pari all' VIII° della scala **MCS**.

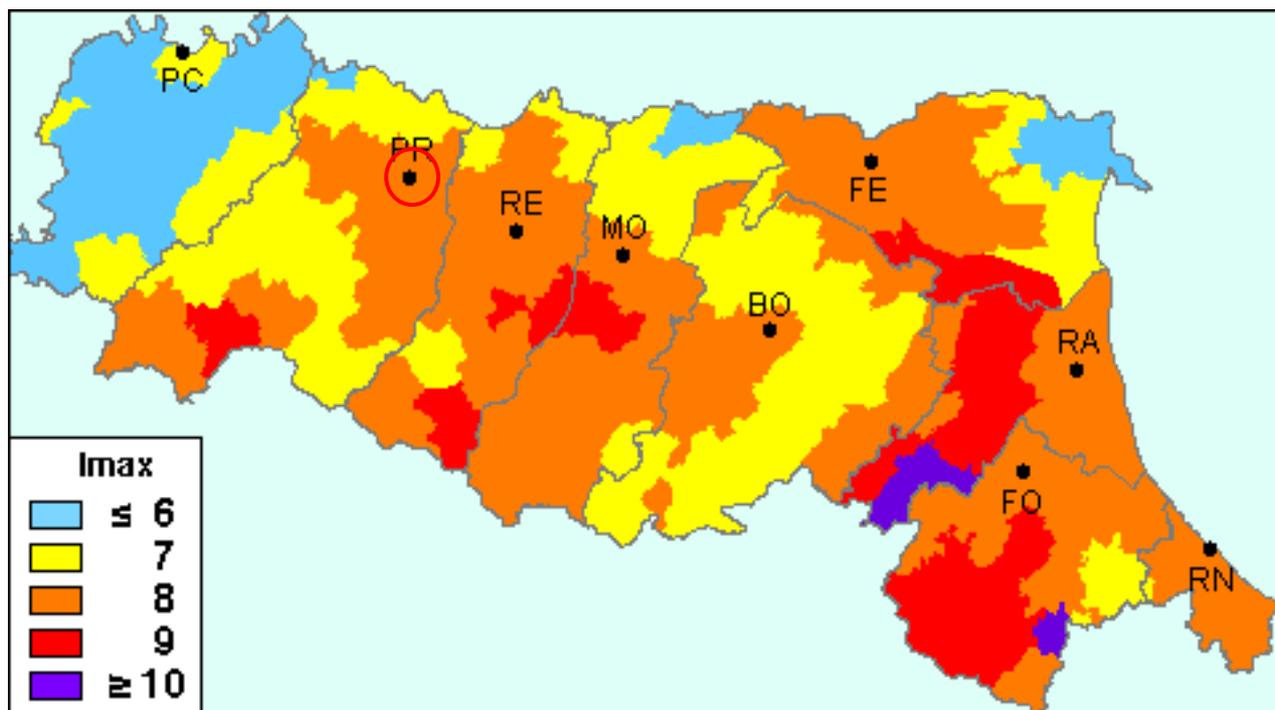


Fig. 11 – CARTA DELLA MASSIMA INTENSITÀ MACROSISMICA IN EMILIA ROMAGNA

6.3. Categoria sismica del sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, il D.M. 17-01-2018 definisce 5 categorie, riportate in **Tab. 2**, in cui suddividere i terreni d'imposta in base ai valori di velocità delle onde sismiche trasversali fino al substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s; Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro V_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

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

TAB. 2- CATEGORIE SISMICHE DEI TERRENI

La velocità equivalente delle onde sismiche di taglio ($V_{S,eq}$) è definita come:

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

dove h_i e V_i sono lo spessore e la velocità delle onde delle strato i -esimo entro i 30 m dalla fondazione o entro la profondità H del substrato ed N il numero di strati.

Sulla base dei risultati desunti dalle prove sismiche eseguite, che hanno evidenziato valori di V_s via via crescenti con la profondità ma inferiori agli 800 m/s entro i primi 30 metri al di sotto delle fondazioni, la velocità equivalente delle onde sismiche di taglio viene definita dal parametro V_{S30} . Considerato che la V_{S30} calcolata considerando una profondità del piano di posa delle fondazioni pari a -2,00 m da p.c. attuale, assume un valore pari a **204 m/s**, l'area viene ricompresa in **categoria sismica C**.

6.4. Definizione dell'azione sismica di progetto

La classificazione sismica dei comuni su tutto il territorio nazionale è stata stabilita dall'*Allegato 1, punto 3* dell'*Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003*, utilizzando e aggiornando la precedente proposta nel 1998.

La suddivisione è articolata in 4 zone: le prime 3 corrispondono alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), contemplati nella Legge 64/74, mentre la zona 4 è di nuova introduzione.

Ciascuna zona è contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Cfr. **Tab. 3**), eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche: in questo modo, ad ogni area del territorio nazionale viene attribuito un differente livello di pericolosità sismica.

Zona	Valori massimi di a_g
1	$>0,25$
2	$0,15 \div 0,25$
3	$0,05 \div 0,15$
4	$<0,05$

TAB. 3 – VALORI DI ACCELERAZIONE ORIZZONTALE ASSOCIATI A CIASCUNA ZONA SISMICA

La classificazione vigente, identifica il Comune di Parma in **Zona 3** (Cfr. **Fig. 12**), cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresi tra $0,05*g$ e $0,15*g$ (dove g è l'accelerazione di gravità).

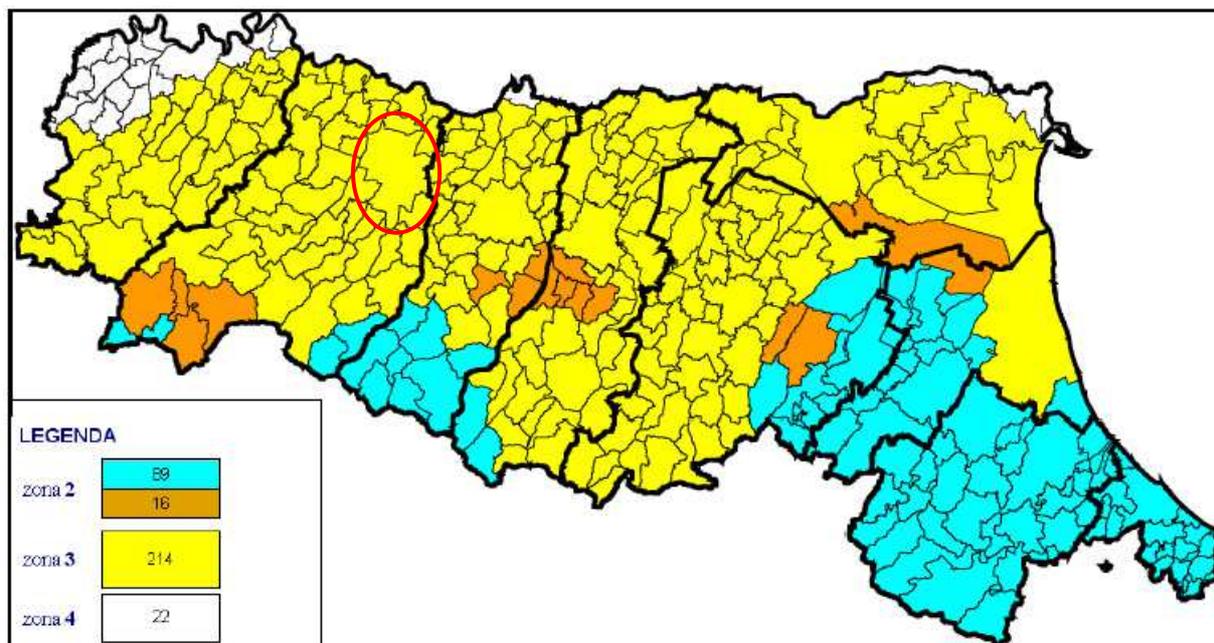


FIG. 12 – CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

Risulta opportuno evidenziare che, con l'entrata in vigore del decreto ministeriale 14 gennaio 2008 recante

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

A corredo del progetto di estensione insediamento produttivo CFT S.p.A., sita a Parma - Via Paradigna

“Norme Tecniche per le Costruzioni”, la stima della pericolosità sismica, non è più associata alla zona sismica di appartenenza, ma al valore di accelerazione massima orizzontale attesa su base probabilistica su uno specifico sito.

Ciò ha permesso di superare la differenza tra valori di accelerazione previsti dagli studi di pericolosità sismica a scala nazionale e valori previsti dalla normativa antisismica per un suolo di riferimento.

I valori del parametro *ag* al sito vengono forniti dal *Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti*, in corrispondenza dei punti di un reticolo, che ricopre tutto il territorio nazionale, i cui nodi non distano fra loro più di 4 km. Se il sito in esame non ricade in coincidenza di un nodo del reticolo di riferimento, il valore del parametro *ag* può essere ricavato come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici circostanti della maglia elementare, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Pertanto, i primi fattori da considerare per il calcolo dell'accelerazione sismica, sono le coordinate geografiche del sito (Latitudine e Longitudine) (Cfr. **Fig. 13**).

LONGITUDINE: 10.34533
LATITUDINE: 44.84243

REGIONE: Emilia-Romagna
PROVINCIA: Parma
COMUNE: Parma

Elaborazioni grafiche:
Grafici spettri di risposta
Variabilità dei parametri

Elaborazioni:
Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:
● Sito esterno al reticolo
● Interpolazione su 3 nodi
● Interpolazione corretta

Interpolazione:
superficie rigata

Diagramma del reticolo: 7.5 km x 7.5 km, nodi 15162, 15163, 15384, 15385.

FIG. 13 – COORDINATE GEOGRAFICHE DEL SITO ED INDICAZIONE DEI NODI DEL RETICOLO DI RIFERIMENTO (CSLP)

Successivamente, per ottenere l'output dei valori di accelerazione, occorre fissare i coefficienti connessi ai parametri di progetto dipendenti dall'opera in esame (Cfr. **Fig. 14**):

- Vita nominale (V_N);

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

A corredo del progetto di estensione insediamento produttivo CFT S.p.A., sita a Parma - Via Paradigna

- Coefficiente d'uso dell'opera (C_u);
- Stato Limite considerato.

nonché le condizioni morfologiche e stratigrafiche del sito, di seguito elencate (Cfr. **Fig. 14**):

- Coefficiente topografico (T);
- Categoria di suolo.

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	<input type="text" value="50"/>	info
Coefficiente d'uso della costruzione - C_u	<input type="text" value="1"/>	info
Valori di progetto		
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	<input type="text" value="50"/>	info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R		info
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="30"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="50"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="475"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="975"/>
Stato Limite		
Stato Limite considerato	SLV	info
Risposta sismica locale		
Categoria di sottosuolo	C	info
Categoria topografica	T1	info
$S_S =$	<input type="text" value="1.500"/>	$C_C =$ <input type="text" value="1.579"/> info
$h/H =$	<input type="text" value="1.000"/>	$S_T =$ <input type="text" value="1.000"/> info
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>		

FIG. 14 – VALORI DEI PARAMETRI DI INPUT, RELATIVI ALLE CONDIZIONI DI SITO E ALLA TIPOLOGIA DELL'OPERA

Nel presente studio, per la determinazione dei parametri sismici, si è utilizzato il foglio di calcolo **Spettri-NTC ver 1.03** sviluppato dal **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**. Come si evince dalla tabella riassuntiva raffigurata di seguito, il valore di ag/g relativo all'area di studio, per quella tipologia di opera, con probabilità di superamento in 50 anni del 10%, allo SLV, risulta essere pari a di **0,125 g**.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.125 g
F_n	2.503
T_C^*	0.291 s
S_S	1.500
C_C	1.579
S_T	1.000
q	1.000

Allo stesso modo, a partire dalla categoria di terreno, è stato determinato il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S che, moltiplicato a S_T , fornisce il valore del parametro di amplificazione S , necessario per valutare l'accelerazione massima attesa al suolo in superficie attraverso la seguente relazione:

$$a_{max} = S \times a_g = 0,187 \text{ g}$$

Dove:

a_{max} = accelerazione massima attesa in superficie

S = fattore di amplificazione ($S_S \times S_T$)

a_g = accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento

7. GEOTECNICA

7.1. Modello geotecnico

L'individuazione del modello geotecnico del terreno di fondazione è stato basato sulla interpretazione dei dati raccolti nel corso dell'esecuzione delle prove penetrometriche statiche. Nel dettaglio, le prove hanno mostrato in generale un buon grado di correlazione. Le diverse unità litologiche identificate sono state correlate alle caratteristiche geotecniche dei terreni determinate con le note correlazioni semiempiriche.

Successivamente, i dati geotecnici ricavati sono stati elaborati con metodi statistici, così come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

In particolare è stata valutata la distribuzione dei valori di ogni singolo parametro (suddiviso per orizzonti) ed il valore caratteristico è stato attribuito al 5° percentile della distribuzione della media. Riguardo la coesione è stata utilizzata una distribuzione log-normale, mentre per l'angolo di attrito interno, una distribuzione normale.

Per il modulo edometrico si è considerato il valore della media dei valori ricavati dalle prove in sito, poiché secondo le nuove normative, limitatamente a tale parametro, rappresenta il valore caratteristico.

Nel seguito viene proposta la caratterizzazione di dettaglio dei singoli orizzonti del modello geotecnico:

- **Orizzonte 1:** terreno di riporto, costituito da uno strato superficiale di ghiaia sabbiosa grigia di spessore medio pari a circa 20 cm, seguito da materiale misto formato da laterizi e ghiaie in matrice limoso-sabbiosa, rilevato sino a circa -0,60÷-0,70 m da p.c.. Relativamente al peso di volume si può stimare $\gamma_{\text{medio}} = 1.850 \text{ kg/cm}^3 = 18,14 \text{ kN/m}^3$.
- **Orizzonte 2:** litologicamente costituito da argille limose e limi argillosi, a comportamento coesivo, rilevati al disotto dell'**Orizzonte 1** sino a circa -1,60 m da p.c. Costituiscono l'originario terreno vegetale e la porzione più superficiale del terreno naturale. I parametri geomeccanici dell'orizzonte non risultano significativi ai fini delle verifiche geotecniche, dato che il piano di posa delle fondazioni andrà posizionato al di sotto di tali profondità. Relativamente al peso di volume si può stimare $\gamma_{\text{medio}} = 1.800 \text{ kg/cm}^3 = 17,65 \text{ kN/m}^3$.
- **Orizzonte 3:** trattasi di argille limose e limi argillosi, a comportamento coesivo. Si rinvengono a partire da -1,60 m da p.c., sino alla massima profondità indagata (-15,00 m da p.c.). La continuità dell'orizzonte risulta talora interrotta da corpi discontinui di argille plastiche di spessore inferiore ai 50 cm.

Parametri geotecnici:

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

A corredo del progetto di estensione insediamento produttivo CFT S.p.A., sita a Parma - Via Paradigna

- Peso specifico: valore medio $\gamma_{\text{medio}} = 1.800 \text{ kg/m}^3 = 17,65 \text{ kN/m}^3$
- Coesione non drenata: valore caratteristico $\mathbf{C}u_k = 0,61 \text{ Kg/cm}^2 = 59,82 \text{ kPa}$
- Angolo d'attrito interno: valore caratteristico $\phi'_k = 21,5^\circ$
- Modulo edometrico: valore caratteristico $\mathbf{M}_k = 48,00 \text{ kg/cm}^2 = 4,71 \text{ MPa}$

7.2. Considerazioni geotecniche

Il progetto esecutivo prevede la costruzione di n° 1 capannone a servizio dello stabilimento della *CFT S.p.A.*, cemento armato.

Sulla base di quanto emerso nel corso degli studi, potranno essere adottate fondazioni superficiali, del tipo a plinto o a trave rovescia, intestate alla profondità di almeno -1,60 m da p.c. e comunque interamente all'interno dell'**Orizzonte 3** descritto nel paragrafo precedente. Relativamente alle verifiche di capacità portante, si rimanda comunque ai contenuti della relazione geotecnica, redatta dal **Progettista Strutturale**, impiegando i parametri geomeccanici indicati nel modello geotecnico del paragrafo **7.1**.

In considerazione dei limitati valori di soggiacenza della falda rilevati durante l'esecuzione delle prove penetrometriche, confermati dai dati reperiti in bibliografia e in ragione di possibili aumenti del livello idrico a valori prossimi al piano campagna, occorrerà prestare particolare attenzione alla possibile presenza di acqua all'interno dell'area di scavo e prevederne eventuale allontanamento. Allo stesso modo, le strutture fondali andranno adeguatamente protette e impermeabilizzate dall'acqua e dall'umidità presente nei terreni.

8. CONCLUSIONI

Il presente studio ha consentito di pervenire alle seguenti conclusioni:

- *L'area in esame si colloca a nord del tracciato dell'autostrada A1 in prossimità dello svincolo del casello di Parma, al confine tra la Media e la Bassa Pianura Parmense. La morfologia si presenta sub-pianeggiante, con gradiente topografico molto ridotto e quote del piano campagna di circa 39,00 s.l.m.*
- *Sotto il profilo idraulico, la zona di interesse ricade in **Fascia C** (Area di inondazione per piena catastrofica) secondo quanto perimetrato nelle cartografie del P.T.C.P. della Provincia di Parma. Tale area può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento (si è assunta come portata la massima piena storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, o, in assenza di essa, la piena con tempo di ritorno di 500 anni).*
- *Sempre in relazione al rischio idraulico, la "mappa di pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti" redatta a corredo della direttiva 2007/60/CE "c.d. direttiva alluvioni" (Rif. art. 6), relativamente al reticolo idrografico principale, ricomprende l'area all'interno della categoria di pericolosità P1 - L Alluvioni rare (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi), mentre la cartografia elaborata per il reticolo secondario, definisce una pericolosità P3 - H (alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità).*
- *Il capannone in progetto poggerà su terreni, di origine alluvionale, prevalentemente argilloso-limosi riconducibili al cosiddetto "Subsistema di Ravenna" e, più specificatamente, nella sottounità di Modena.*
- *Per definire l'assetto litostratigrafico dell'area in esame, ci si è avvalsi dei dati desunti durante l'esecuzione di n° 4 prove penetrometriche statiche, oltre che di ulteriori indagini realizzate nelle immediate vicinanze. In particolare, al di sotto del terreno di riporto, si sono intercettate, argille limose e limi argillosi sino alla massima profondità indagata (-15,00 m da p.c.). Sulla base delle ricerche effettuate sulle indagini pregresse, i depositi argilloso-limosi sembrerebbero estendersi sino a profondità di almeno -30,00 m da p.c.*
- *Per quel che riguarda gli aspetti idrogeologici, secondo le misure rappresentate, riprese da precedenti studi condotti a scala comunale, il tetto della falda si attesterebbe a limitate profondità di circa -0,50 m÷-1,00 da p.c.. L'ordine di grandezza della soggiacenza della falda desunto dalla ricerca bibliografica, risulta in sostanziale accordo con i livelli misurati nel corso dell'esecuzione delle prove penetrometriche, variabili da -1,20 m da p.c. a -2,80 m da p.c. Si prevede che, in*

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA

A corredo del progetto di estensione insediamento produttivo CFT S.p.A., sita a Parma - Via Paradigna

corrispondenza periodi di alto piezometrico eccezionale, si potranno raggiungere valori di soggiacenza prossimi al piano campagna.

- Sulla base dei risultati desunti dalle prove sismiche eseguite, che hanno evidenziato valori di V_s via via crescenti con la profondità ma inferiori agli 800 m/s entro i primi 30 metri al di sotto delle fondazioni, la velocità equivalente delle onde sismiche di taglio viene definita dal parametro V_{s30} . Considerato che la V_{s30} calcolata considerando una profondità del piano di posa delle fondazioni attorno ai -2,00 m da p.c. attuale, assume un valore pari a 204 m/s, l'area viene ricompresa in categoria sismica C corrispondente Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*
- In relazione alla nuova classificazione sismica, è stato calcolato un valore di a_g relativo all'area di studio, per quelle tipologie di opera, con probabilità di superamento in 50 anni del 10%, allo SLV (utilizzato per la verifica della capacità portante in condizioni sismiche), pari a 0,125 g. Infine, è stato determinato un valore di accelerazione massima attesa in superficie di 0,187 g.*
- Il progetto esecutivo prevede la costruzione di n° 1 capannone a servizio dello stabilimento aziendale esistente, realizzato in cemento armato.*
- Per i suggerimenti, le raccomandazioni e le prescrizioni, in merito a problematiche di carattere geologico, geotecnico e idrogeologico, si rimanda ai contenuti del Paragrafo 7.2 della presente relazione.*

Per quanto esposto ed illustrato si dichiara la fattibilità dell'intervento, sotto il profilo geologico purché si operi tenendo conto delle prescrizioni indicate.

Parma, 22/11/2018

Il tecnico incaricato

Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi



COMUNE DI PARMA

Relazione geologico-sismica
Capannone CFT S.p.A.

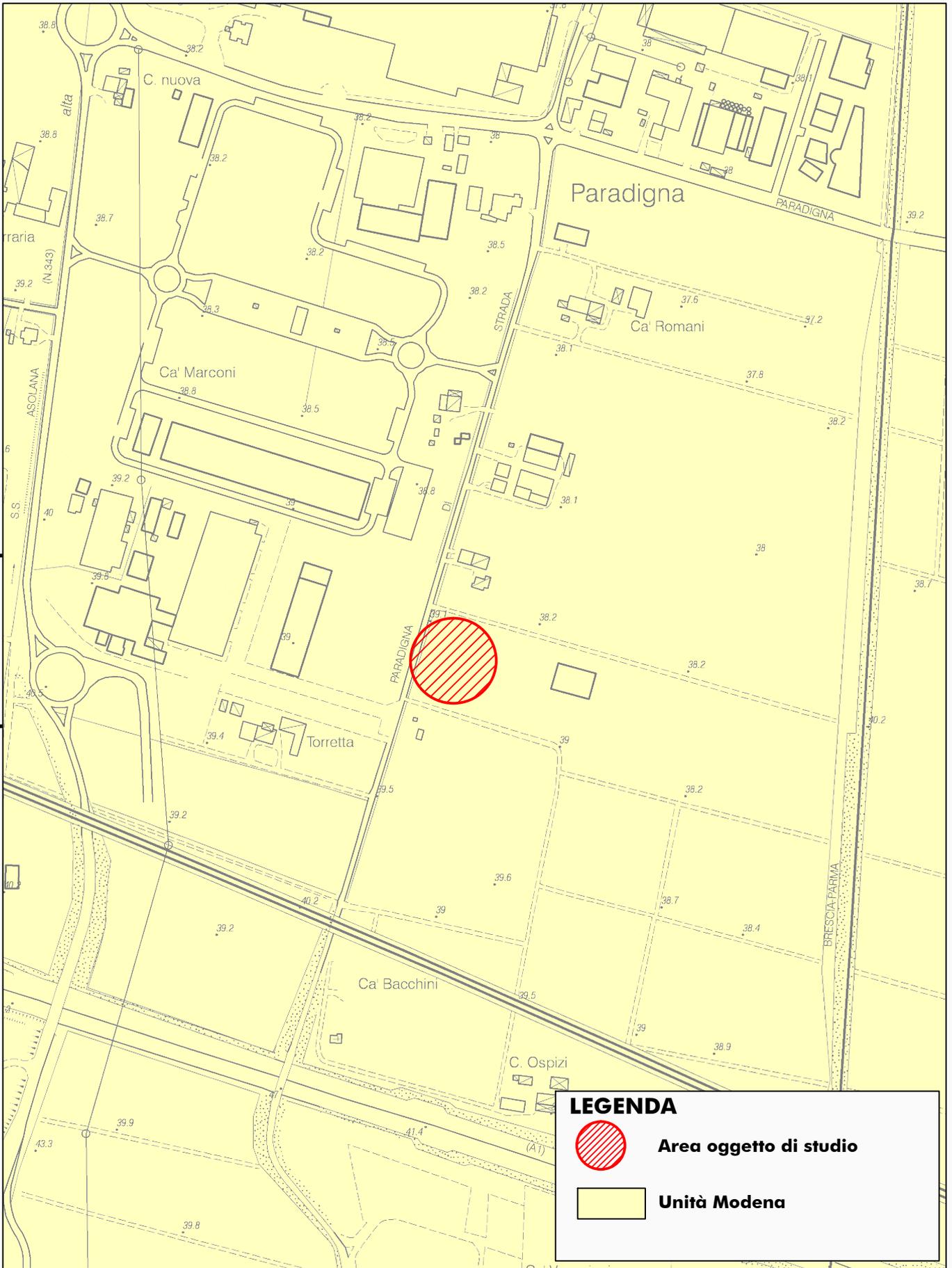


TAV. 1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Scala 1:10.000

COMUNE DI PARMA

**Relazione geologico-sismica
Capannone CFT S.p.A.**

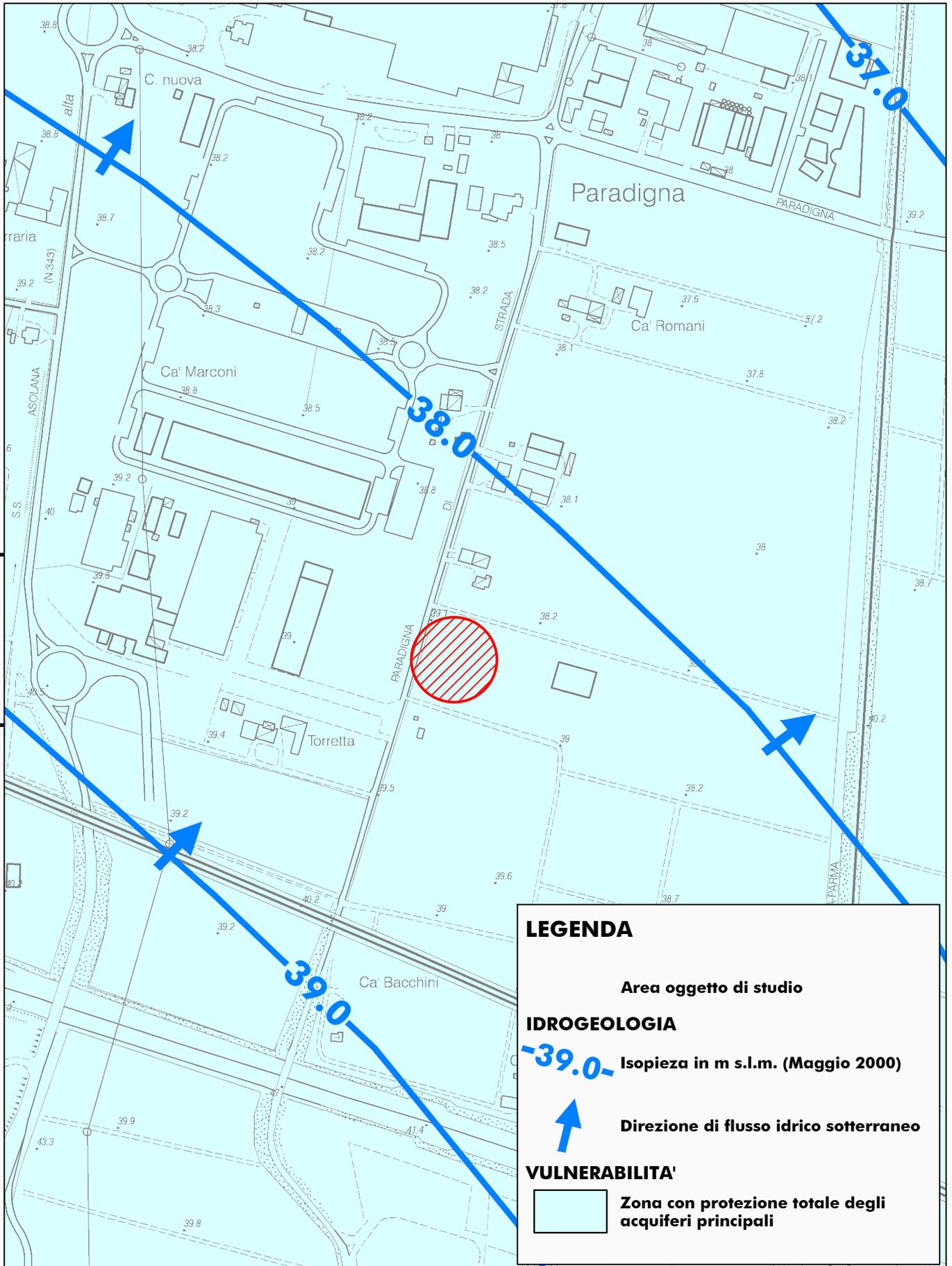


TAV. 2 - CARTA GEOLOGICO-MORFOLOGICA

Scala 1:5.000

COMUNE DI PARMA

Relazione geologico-sismica
Capannone CFT S.p.A.



TAV. 3 - CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' Scala 1:5.000

PARMA
Novembre 2018

REGIONE EMILIA-ROMAGNA
PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI PARMA

PROGETTO DI ESTENSIONE
INSEDIAMENTO PRODUTTIVO CFT S.P.A.,
SITA A PARMA - VIA PARADIGNA

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

All. 1

Committente:

CFT S.p.A.

Progettista Architettonico:

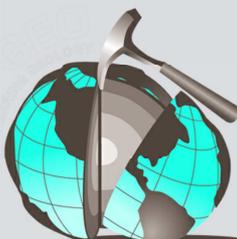
Arch. Mariangela Valesi

Progettista Strutturale:

Ing. Giacomo Giambrone

Il Geologo:

Dott. Massimiliano Trauzzi



Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi
Borgo Felino, 3 - 43121 Parma (PR)
Tel./Fax: 0521/255570 - Cell.: 328/4270828
e-mail: massimiliano.trauzzi@libero.it
posta pec: m.trauzzi@pec.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-083

- committente : Dr.Trauzzi
- lavoro : Costruzione capannone
- località : ViaParadigna - PR
- note :

- data : 08/11/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,90 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	15,0	28,0	15,0	1,07	14,0
0,40	----	----	--	-----	----	5,40	20,0	36,0	20,0	1,40	14,0
0,60	----	----	--	0,40	----	5,60	24,0	45,0	24,0	1,33	18,0
0,80	29,0	35,0	29,0	1,27	23,0	5,80	15,0	35,0	15,0	1,20	12,0
1,00	16,0	35,0	16,0	1,47	11,0	6,00	15,0	33,0	15,0	1,00	15,0
1,20	16,0	38,0	16,0	1,67	10,0	6,20	14,0	29,0	14,0	0,87	16,0
1,40	19,0	44,0	19,0	1,87	10,0	6,40	15,0	28,0	15,0	0,93	16,0
1,60	20,0	48,0	20,0	1,73	12,0	6,60	18,0	32,0	18,0	1,27	14,0
1,80	16,0	42,0	16,0	1,47	11,0	6,80	19,0	38,0	19,0	1,33	14,0
2,00	13,0	35,0	13,0	1,33	10,0	7,00	19,0	39,0	19,0	1,53	12,0
2,20	15,0	35,0	15,0	1,20	12,0	7,20	20,0	43,0	20,0	1,27	16,0
2,40	17,0	35,0	17,0	1,20	14,0	7,40	18,0	37,0	18,0	1,20	15,0
2,60	14,0	32,0	14,0	1,13	12,0	7,60	18,0	36,0	18,0	1,33	13,0
2,80	13,0	30,0	13,0	1,00	13,0	7,80	18,0	38,0	18,0	1,20	15,0
3,00	11,0	26,0	11,0	0,80	14,0	8,00	20,0	38,0	20,0	1,40	14,0
3,20	11,0	23,0	11,0	0,67	16,0	8,20	22,0	43,0	22,0	1,40	16,0
3,40	12,0	22,0	12,0	0,67	18,0	8,40	19,0	40,0	19,0	1,27	15,0
3,60	13,0	23,0	13,0	0,73	18,0	8,60	17,0	36,0	17,0	1,33	13,0
3,80	13,0	24,0	13,0	0,73	18,0	8,80	16,0	36,0	16,0	1,00	16,0
4,00	11,0	22,0	11,0	0,73	15,0	9,00	16,0	31,0	16,0	1,07	15,0
4,20	11,0	22,0	11,0	0,80	14,0	9,20	18,0	34,0	18,0	1,27	14,0
4,40	14,0	26,0	14,0	1,07	13,0	9,40	17,0	36,0	17,0	1,20	14,0
4,60	13,0	29,0	13,0	0,80	16,0	9,60	14,0	32,0	14,0	1,13	12,0
4,80	15,0	27,0	15,0	0,87	17,0	9,80	12,0	29,0	12,0	1,20	10,0
5,00	13,0	26,0	13,0	0,87	15,0	10,00	16,0	34,0	16,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-083

- committente : Dr.Trauzzi
- lavoro : Costruzione capannone
- località : ViaParadigna - PR
- note :

- data : 08/11/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	-----	----	7,80	18,0	36,0	18,0	1,53	12,0
0,40	----	----	--	-----	----	8,00	21,0	44,0	21,0	1,53	14,0
0,60	----	----	--	0,33	----	8,20	23,0	46,0	23,0	1,33	17,0
0,80	16,0	21,0	16,0	1,13	14,0	8,40	18,0	38,0	18,0	1,20	15,0
1,00	16,0	33,0	16,0	1,20	13,0	8,60	12,0	30,0	12,0	0,93	13,0
1,20	16,0	34,0	16,0	1,47	11,0	8,80	10,0	24,0	10,0	0,87	12,0
1,40	21,0	43,0	21,0	1,73	12,0	9,00	17,0	30,0	17,0	1,20	14,0
1,60	21,0	47,0	21,0	1,80	12,0	9,20	17,0	35,0	17,0	1,20	14,0
1,80	13,0	40,0	13,0	1,27	10,0	9,40	16,0	34,0	16,0	1,20	13,0
2,00	12,0	31,0	12,0	1,13	11,0	9,60	15,0	33,0	15,0	1,13	13,0
2,20	14,0	31,0	14,0	1,00	14,0	9,80	18,0	35,0	18,0	1,33	13,0
2,40	15,0	30,0	15,0	1,00	15,0	10,00	20,0	40,0	20,0	1,33	15,0
2,60	14,0	29,0	14,0	1,00	14,0	10,20	20,0	40,0	20,0	1,33	15,0
2,80	15,0	30,0	15,0	0,87	17,0	10,40	14,0	34,0	14,0	1,13	12,0
3,00	10,0	23,0	10,0	0,73	14,0	10,60	16,0	33,0	16,0	1,20	13,0
3,20	10,0	21,0	10,0	0,60	17,0	10,80	18,0	36,0	18,0	1,27	14,0
3,40	7,0	16,0	7,0	0,47	15,0	11,00	19,0	38,0	19,0	1,33	14,0
3,60	9,0	16,0	9,0	0,53	17,0	11,20	22,0	42,0	22,0	1,40	16,0
3,80	10,0	18,0	10,0	0,67	15,0	11,40	20,0	41,0	20,0	1,27	16,0
4,00	11,0	21,0	11,0	0,73	15,0	11,60	20,0	39,0	20,0	1,13	18,0
4,20	10,0	21,0	10,0	0,67	15,0	11,80	17,0	34,0	17,0	1,13	15,0
4,40	12,0	22,0	12,0	0,73	16,0	12,00	15,0	32,0	15,0	1,00	15,0
4,60	14,0	25,0	14,0	0,80	17,0	12,20	13,0	28,0	13,0	0,87	15,0
4,80	11,0	23,0	11,0	0,80	14,0	12,40	16,0	29,0	16,0	1,00	16,0
5,00	11,0	23,0	11,0	0,67	16,0	12,60	13,0	28,0	13,0	0,87	15,0
5,20	13,0	23,0	13,0	0,87	15,0	12,80	15,0	28,0	15,0	0,93	16,0
5,40	12,0	25,0	12,0	0,80	15,0	13,00	20,0	34,0	20,0	1,40	14,0
5,60	11,0	23,0	11,0	0,67	16,0	13,20	22,0	43,0	22,0	1,27	17,0
5,80	10,0	20,0	10,0	0,67	15,0	13,40	20,0	39,0	20,0	1,20	17,0
6,00	10,0	20,0	10,0	0,67	15,0	13,60	17,0	35,0	17,0	1,07	16,0
6,20	10,0	20,0	10,0	0,53	19,0	13,80	17,0	33,0	17,0	1,00	17,0
6,40	10,0	18,0	10,0	0,67	15,0	14,00	15,0	30,0	15,0	1,07	14,0
6,60	13,0	23,0	13,0	0,80	16,0	14,20	12,0	28,0	12,0	0,93	13,0
6,80	15,0	27,0	15,0	0,93	16,0	14,40	12,0	26,0	12,0	1,07	11,0
7,00	16,0	30,0	16,0	1,07	15,0	14,60	18,0	34,0	18,0	1,07	17,0
7,20	17,0	33,0	17,0	1,07	16,0	14,80	17,0	33,0	17,0	1,20	14,0
7,40	13,0	29,0	13,0	1,07	12,0	15,00	13,0	31,0	13,0	-----	----
7,60	17,0	33,0	17,0	1,20	14,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-083

- committente : Dr.Trauzzi
- lavoro : Costruzione capannone
- località : ViaParadigna - PR
- note :

- data : 08/11/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	11,0	22,0	11,0	0,73	15,0
0,40	----	----	--	-----	----	5,40	9,0	20,0	9,0	0,67	13,0
0,60	----	----	--	0,33	----	5,60	9,0	19,0	9,0	0,73	12,0
0,80	19,0	24,0	19,0	1,33	14,0	5,80	10,0	21,0	10,0	0,53	19,0
1,00	20,0	40,0	20,0	1,80	11,0	6,00	11,0	19,0	11,0	0,80	14,0
1,20	19,0	46,0	19,0	1,60	12,0	6,20	10,0	22,0	10,0	0,67	15,0
1,40	25,0	49,0	25,0	1,67	15,0	6,40	10,0	20,0	10,0	0,60	17,0
1,60	21,0	46,0	21,0	1,80	12,0	6,60	12,0	21,0	12,0	0,53	22,0
1,80	15,0	42,0	15,0	1,07	14,0	6,80	14,0	22,0	14,0	0,60	23,0
2,00	13,0	29,0	13,0	1,13	11,0	7,00	15,0	24,0	15,0	0,93	16,0
2,20	11,0	28,0	11,0	1,07	10,0	7,20	15,0	29,0	15,0	1,00	15,0
2,40	14,0	30,0	14,0	1,07	13,0	7,40	18,0	33,0	18,0	1,07	17,0
2,60	13,0	29,0	13,0	0,93	14,0	7,60	19,0	35,0	19,0	1,13	17,0
2,80	12,0	26,0	12,0	1,07	11,0	7,80	18,0	35,0	18,0	1,20	15,0
3,00	12,0	28,0	12,0	0,93	13,0	8,00	22,0	40,0	22,0	1,33	16,0
3,20	11,0	25,0	11,0	0,73	15,0	8,20	19,0	39,0	19,0	1,33	14,0
3,40	12,0	23,0	12,0	0,67	18,0	8,40	16,0	36,0	16,0	1,20	13,0
3,60	14,0	24,0	14,0	1,00	14,0	8,60	16,0	34,0	16,0	0,67	24,0
3,80	15,0	30,0	15,0	0,87	17,0	8,80	12,0	22,0	12,0	0,73	16,0
4,00	12,0	25,0	12,0	0,93	13,0	9,00	14,0	25,0	14,0	0,73	19,0
4,20	13,0	27,0	13,0	0,87	15,0	9,20	12,0	23,0	12,0	0,60	20,0
4,40	15,0	28,0	15,0	0,80	19,0	9,40	10,0	19,0	10,0	0,73	14,0
4,60	14,0	26,0	14,0	0,73	19,0	9,60	11,0	22,0	11,0	0,67	16,0
4,80	10,0	21,0	10,0	0,67	15,0	9,80	10,0	20,0	10,0	0,67	15,0
5,00	12,0	22,0	12,0	0,73	16,0	10,00	10,0	20,0	10,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-083

- committente : Dr.Trauzzi
- lavoro : Costruzione capannone
- località : ViaParadigna - PR
- note :

- data : 08/11/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc kg/cm ²	fs	qc/fs
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	----	----	--	-----	----	5,20	17,0	32,0	17,0	1,40	12,0
0,40	----	----	--	-----	----	5,40	15,0	36,0	15,0	1,13	13,0
0,60	----	----	--	0,53	----	5,60	21,0	38,0	21,0	1,40	15,0
0,80	17,0	25,0	17,0	1,00	17,0	5,80	15,0	36,0	15,0	0,93	16,0
1,00	16,0	31,0	16,0	1,47	11,0	6,00	12,0	26,0	12,0	0,47	26,0
1,20	18,0	40,0	18,0	1,80	10,0	6,20	18,0	25,0	18,0	0,73	25,0
1,40	23,0	50,0	23,0	2,00	12,0	6,40	10,0	21,0	10,0	0,73	14,0
1,60	21,0	51,0	21,0	2,07	10,0	6,60	12,0	23,0	12,0	0,87	14,0
1,80	15,0	46,0	15,0	1,33	11,0	6,80	19,0	32,0	19,0	1,00	19,0
2,00	12,0	32,0	12,0	1,20	10,0	7,00	16,0	31,0	16,0	1,07	15,0
2,20	14,0	32,0	14,0	1,13	12,0	7,20	13,0	29,0	13,0	1,07	12,0
2,40	15,0	32,0	15,0	1,13	13,0	7,40	15,0	31,0	15,0	1,07	14,0
2,60	14,0	31,0	14,0	1,20	12,0	7,60	14,0	30,0	14,0	1,07	13,0
2,80	13,0	31,0	13,0	0,80	16,0	7,80	19,0	35,0	19,0	1,07	18,0
3,00	10,0	22,0	10,0	0,87	12,0	8,00	18,0	34,0	18,0	1,20	15,0
3,20	10,0	23,0	10,0	0,67	15,0	8,20	15,0	33,0	15,0	1,00	15,0
3,40	9,0	19,0	9,0	0,60	15,0	8,40	13,0	28,0	13,0	0,93	14,0
3,60	9,0	18,0	9,0	0,60	15,0	8,60	10,0	24,0	10,0	0,80	12,0
3,80	11,0	20,0	11,0	0,87	13,0	8,80	8,0	20,0	8,0	0,67	12,0
4,00	12,0	25,0	12,0	1,00	12,0	9,00	10,0	20,0	10,0	0,73	14,0
4,20	13,0	28,0	13,0	0,93	14,0	9,20	10,0	21,0	10,0	0,67	15,0
4,40	16,0	30,0	16,0	1,00	16,0	9,40	10,0	20,0	10,0	0,73	14,0
4,60	16,0	31,0	16,0	1,00	16,0	9,60	11,0	22,0	11,0	0,80	14,0
4,80	14,0	29,0	14,0	1,00	14,0	9,80	12,0	24,0	12,0	0,80	15,0
5,00	13,0	28,0	13,0	1,00	13,0	10,00	11,0	23,0	11,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

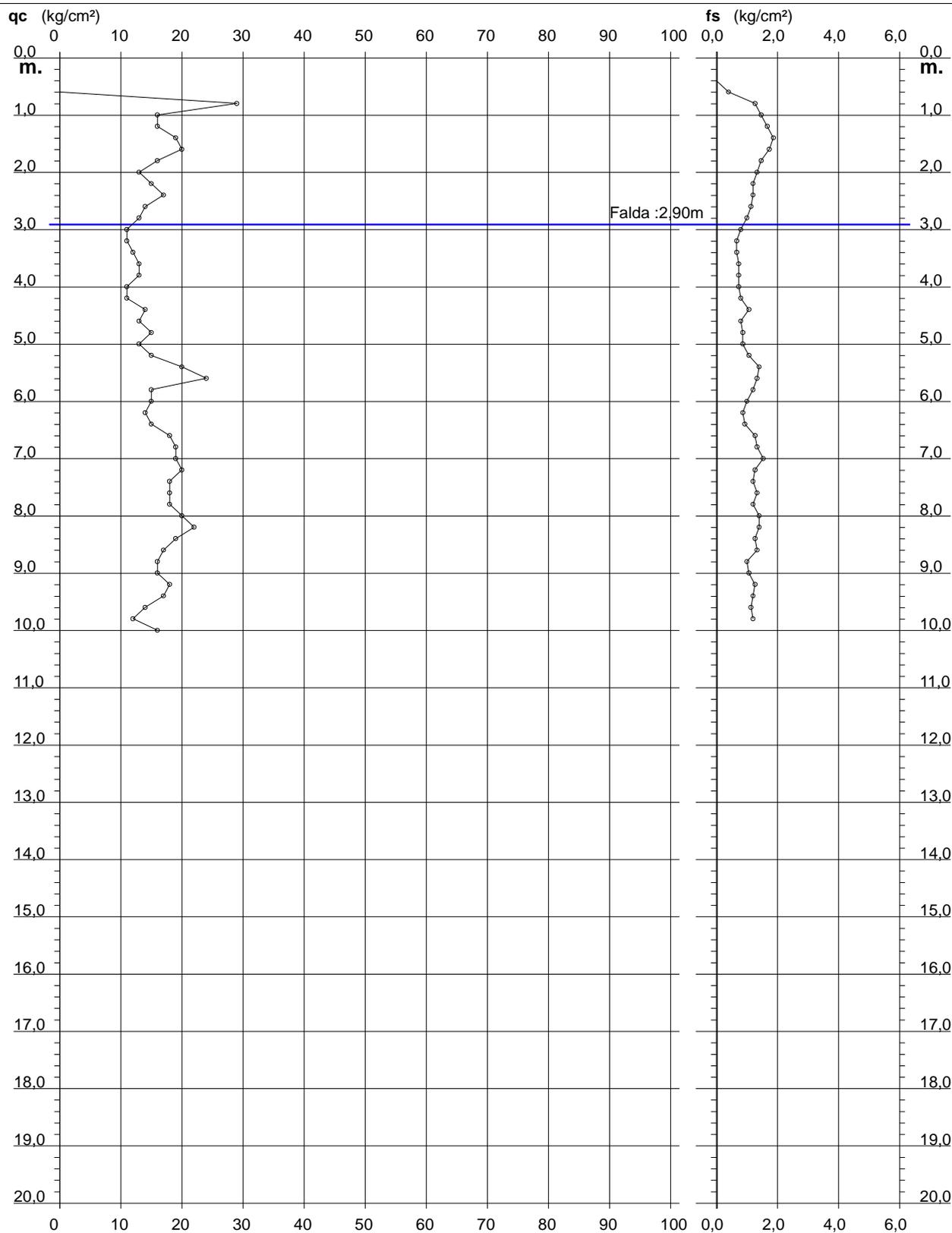
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-083

- committente : Dr.Trauzzi
- lavoro : Costruzione capannone
- località : ViaParadigna - PR

- data : 08/11/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,90 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



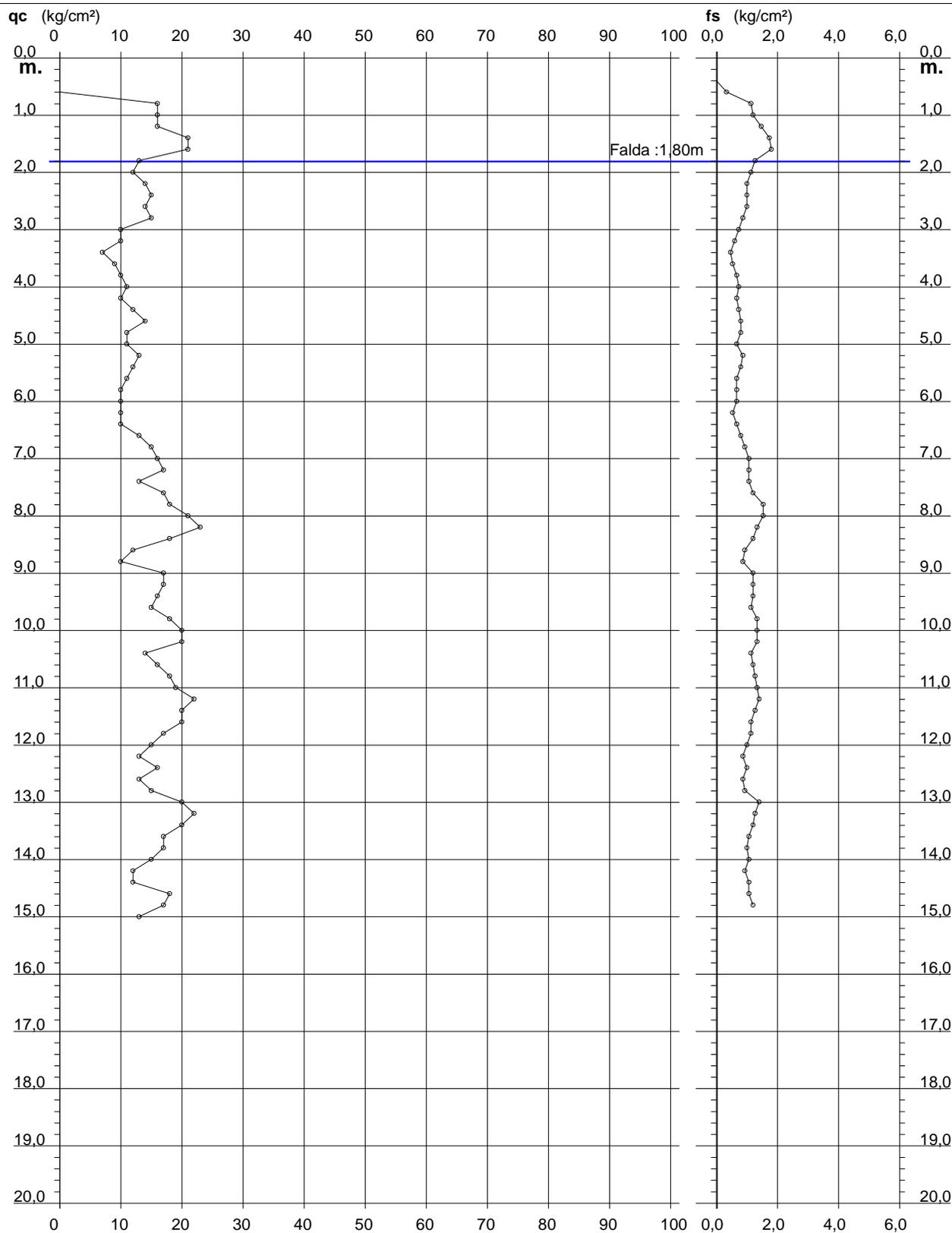
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-083

- committente : Dr.Trauzzi
- lavoro : Costruzione capannone
- località : ViaParadigna - PR

- data : 08/11/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



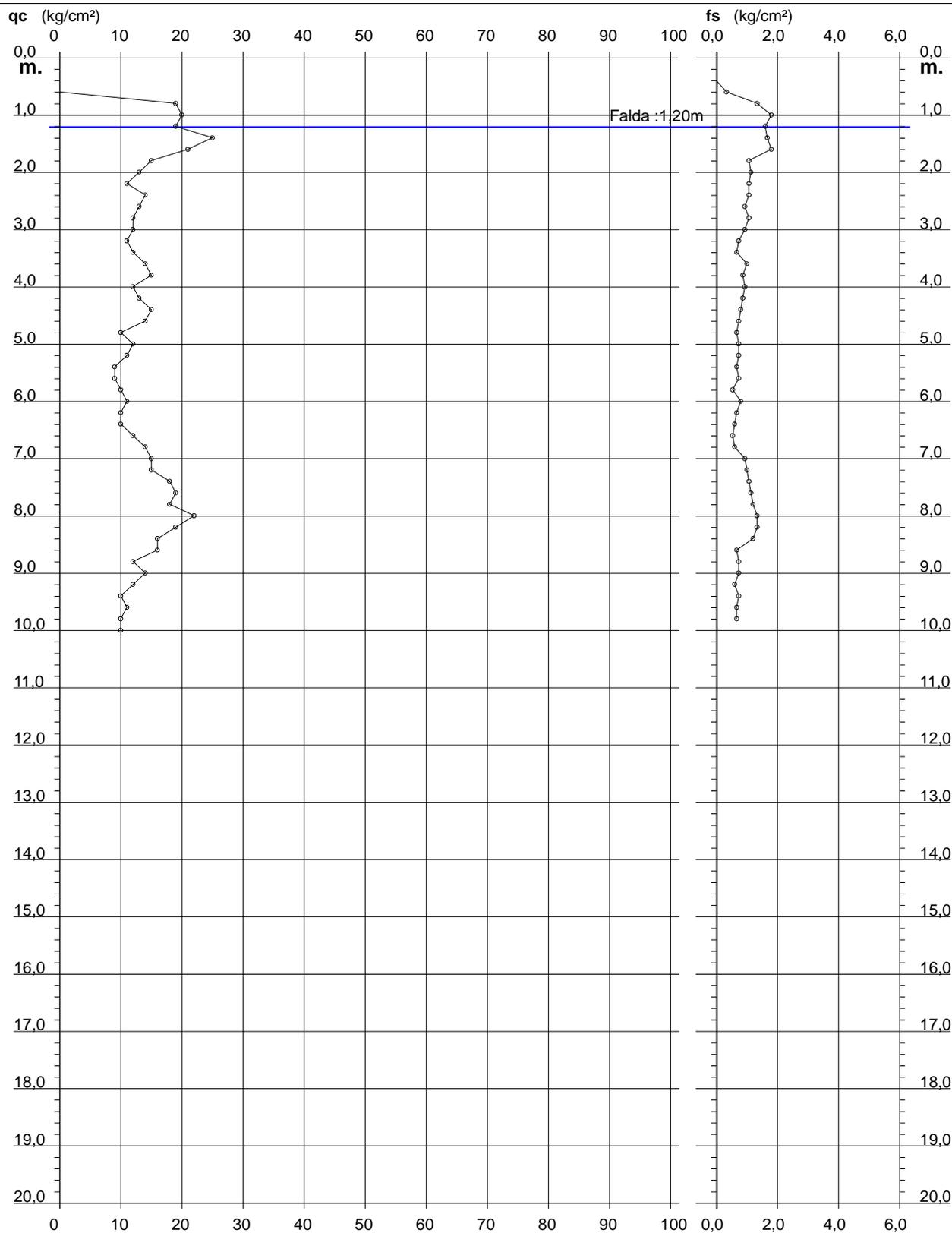
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-083

- committente : Dr.Trauzzi
- lavoro : Costruzione capannone
- località : ViaParadigna - PR

- data : 08/11/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



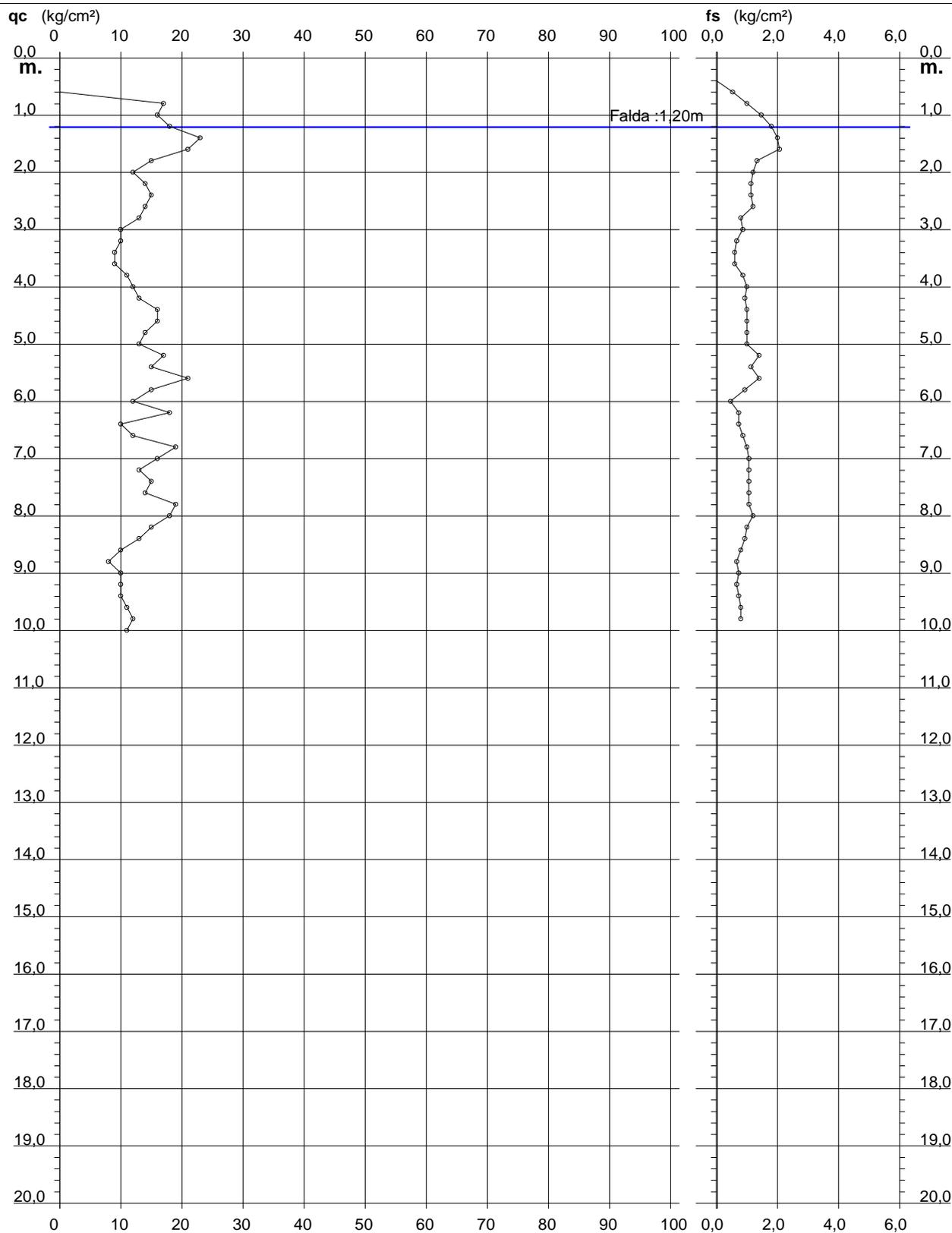
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-083

- committente : Dr.Trauzzi
- lavoro : Costruzione capannone
- località : ViaParadigna - PR

- data : 08/11/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



PARMA
Novembre 2018

REGIONE EMILIA-ROMAGNA
PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI PARMA

**PROGETTO DI ESTENSIONE
INSEDIAMENTO PRODUTTIVO CFT S.P.A.,
SITA A PARMA - VIA PARADIGNA**

INDAGINI SISMICHE

All. 2

Committente:

CFT S.p.A.

Progettista Architettonico:

Arch. Mariangela Valesi

Progettista Strutturale:

Ing. Giacomo Giambrone

Il Geologo:

Dott. Massimiliano Trauzzi



Dott. Geol. Massimiliano Trauzzi
Borgo Felino, 3 - 43121 Parma (PR)
Tel./Fax: 0521/255570 - Cell.: 328/4270828
e-mail: massimiliano.trauzzi@libero.it
posta pec: m.trauzzi@pec.it

CARATTERISTICHE DELLA STRUMENTAZIONE PER L'ACQUISIZIONE GEOFISICA

Descrizione

Gemini è un acquirente di dati sismici.

All'interno di un unico contenitore waterproof è integrata una terna di geofoni e un acquirente hardware da 24 bit, le masse oscillanti con frequenza di risonanza da 2Hz sono accuratamente accoppiate meccanicamente ed elettricamente.

Gemini permette di acquisire ed effettuare indagini di:

- Sismica passiva
 - dati HVSR, quindi di sismica cosiddetta "passiva";
 - misure vibrazionali.
- Sismica attiva
 - rilievi MASW;
 - dati Holisurface.

Collegata a computer tramite l'interfaccia USB, la Gemini consente la memorizzazione e la successiva analisi dei dati direttamente su PC tramite il software dedicato in dotazione. I tre geofoni interni sono orientati secondo una terna di assi cartesiani, assumendo la convenzione descritta nelle linee guida del Progetto "SESAME":

- asse Z = geofono verticale = direzione Up-Down;
- asse X = geofono orizzontale = direzione East-West;
- asse Y = geofono orizzontale = direzione North-South.

L'etichetta sul contenitore di Gemini riporta le informazioni per il corretto orientamento; ricordiamo inoltre che la terna deve essere livellata prima dell'acquisizione, operazione facilitata con l'ausilio della livella a bolla montata sul corpo dello strumento. Le operazioni di livellamento su pavimentazioni rigide sono possibili montando sulla terna gli appositi piedini regolabili in dotazione; per l'utilizzo su terreno, si consiglia l'utilizzo con gli appositi puntali.

Caratteristiche tecniche nominali della terna di geofoni Gemini-2 (temp.di rif.=20°C)

Frequenza Naturale: 2Hz \pm 10%

Sensibilità: 2V/cm*s-1 \pm 10%

Resistenza interna: 5.8 K Ω \pm 5%

Smorzamento (dumping): 0.7 \pm 10%

Distorsione armonica: \leq 0.2%

Impedenza di ingresso: \geq 10M Ω

Temperatura d'utilizzo: -25°C \sim +55°C

Dimensioni: \varnothing 128 x 80mm (piedini escl.)

Peso: 2.10 kg

VERSIONE “GEMINI HVSr”

- n.1 geofono triassiale Gemini da 2 Hz;
- n°3 puntali per terreno;
- n°3 piedini regolabili (per utilizzo su asfalto o supporti/materiali rigidi);
- n.1 cavo USB per connessione a PC;
- n.1 chiave USB con manuale, software di gestione e documentazione tecnica.

VERSIONE “GEMINI MASW”

- n.1 geofono triassiale Gemini da 2 Hz;
- n°3 puntali per terreno;
- n°3 piedini regolabili (per utilizzo su asfalto o supporti/materiali rigidi);
- n.1 cavo USB per connessione a PC dotato di connessione per trigger (geofono starter o mazza di battuta);
- n.1 cavo schermato su rullo (Mt. 100) per trigger Gemini;
- n.1 Geofono starter;
- n.1 Mazza di battuta da 8Kg, con starter piezoelettrico;
- n.1 Piattello di battuta in alluminio per energizzazione verticale, dimensioni 20x20x5 cm;
- n.1 Traversina in legno per energizzazione laterale;
- n.1 Chiave USB-GPS per geo-localizzazione;
- n.1 Chiave USB con manuale, software di gestione e documentazione tecnica.

SOFTWARE DI ACQUISIZIONE DATI: *PASI GEMINI - Versione 2.2.6*

Specifiche tecniche del software e dell’elettronica di campionamento

Impedenza d’ingresso: 2 M Ω

Frequenze di campionamento: 20, 100, 200, 500, 1000, 2000, 4000, Hz

Risoluzione della conversione A/D: 24 bit reali

Durata delle acquisizioni: da 250 ms a 1440 minuti

Numero di canali acquisiti: 3 + 1 AUX (eventuale trigger)

Dinamica massima teorica: 144 dB

Rev. 2.2.7 16

Rapporto S/N a Fc=1KHz: 117 dB

Banda passante a Fc=1KHz: 110 Hz, proporzionale a Fc

Temperatura d’utilizzo: -25°C ~□+55°C

SOFTWARE DI ELABORAZIONE DATI:

WinMASW 3C - Versione 6.0

HoliSurface - Versione 4.0

Per maggiori dettagli, si prega di consultare l’indirizzo Internet:

<http://www.winmasw.com>

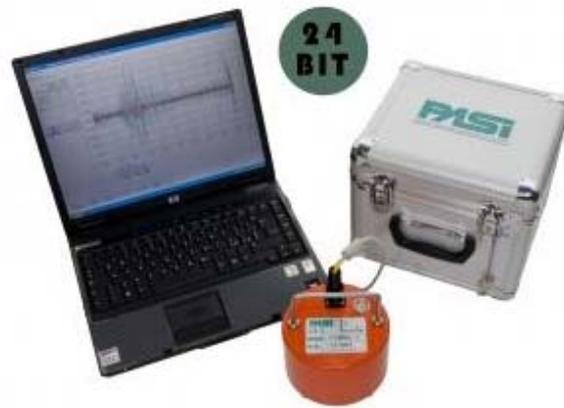


Figura A. 1 - Versione "GEMINI HVSr" basilare impiegata per la prospezione sismica passiva: dettaglio dei supporti intercambiabili in dotazione, da sostituire a seconda che si acquisisca su superficie rigida o su terreno.



Figura A. 2 - Versione "GEMINI MASW" impiegata per la prospezione sismica attiva: lo stendimento prevede il collegamento della strumentazione procedendo da sinistra verso destra. In aggiunta va inserito il PC come per una normale acquisizione HVSr.

LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Via Paradigna
COMUNE: Parma (PR)
DATA ACQUISIZIONE: 14 11 2018
ORA: 16.30



Subsurface model

Vs (m/s): 80 95 150 180 230 260 380 520

Thickness (m): 0.3 0.9 5.6 6.6 13.6 5.0 40.0

Density (gr/cm³): 1.96 1.65 2.26 1.79 1.90 1.98 1.96 2.03

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 13 15 51 58 101 134 284 549

Poisson: 0.49 0.32 0.50 0.29 0.39 0.43 0.28 0.25

Vs, eq = Vs30 (m/s): 190

CATEGORIA C

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180m/s e 360m/s.

Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:

F0 → 0,5-1,5 Hz

ACQUISIZIONE MASW-HS



Figura A. 3 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.

ACQUISIZIONE HVSR1



Figura A. 4 - Acquisizione HVSR1 realizzata in corrispondenza dell'area di studio.

ACQUISIZIONE MASW

Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.	
Operatore in campagna	Dott. Geol. Gabriele Oppo
Lunghezza Stendimento	64 metri
Offset Minimo	8 metri
Incremento	8 metri
N° tracce	8
Tipo di Onda	Rayleigh; Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love; Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
Lunghezza dell'acquisizione	2 secondi
Intervallo di Campionamento	0.001 secondi
Stacking	6 battute per punto sorgente: 2 Verticali + 4 Orizzontali

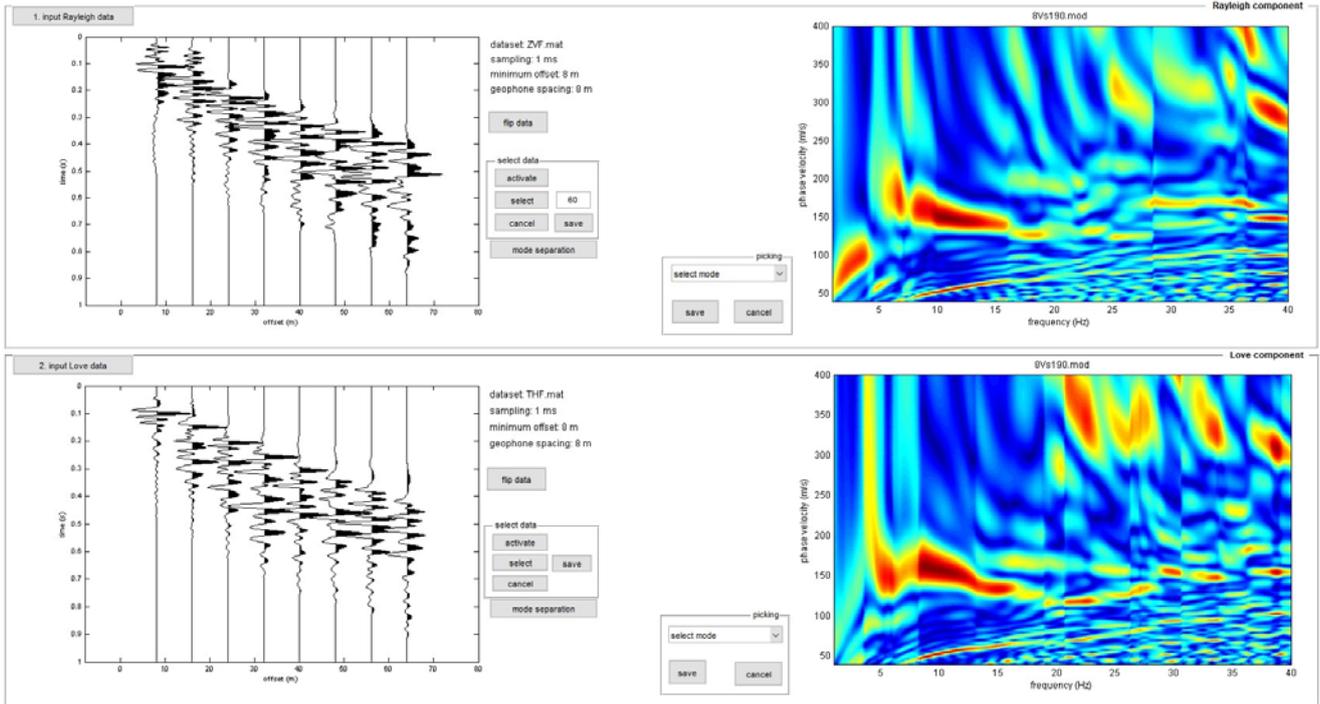
ACQUISIZIONE HS

Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
Operatore in campagna	Dott. Geol. Gabriele Oppo
Lunghezza Stendimento	64 metri
Offset Minimo	- metri
Incremento	- metri
N° tracce	1
Tipo di Onda	Rayleigh: n.2 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.4 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
Lunghezza dell'acquisizione	2 secondi
Intervallo di Campionamento	0.001 secondi
Stacking	6 battute per punto sorgente: 2 Verticali + 4 Orizzontali

ACQUISIZIONE MASW

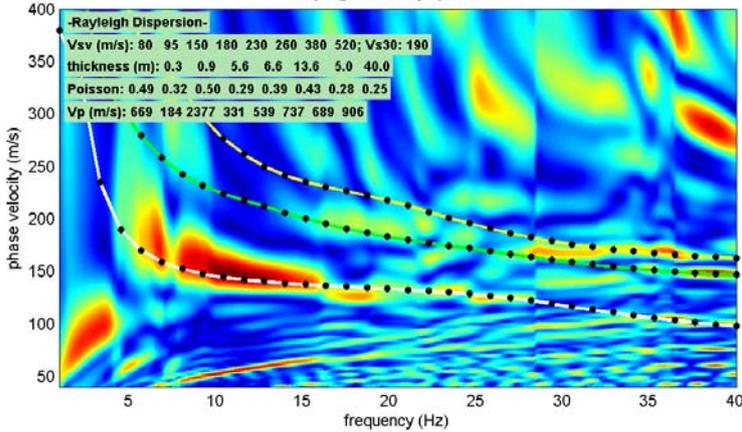
Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - THF & HVSr



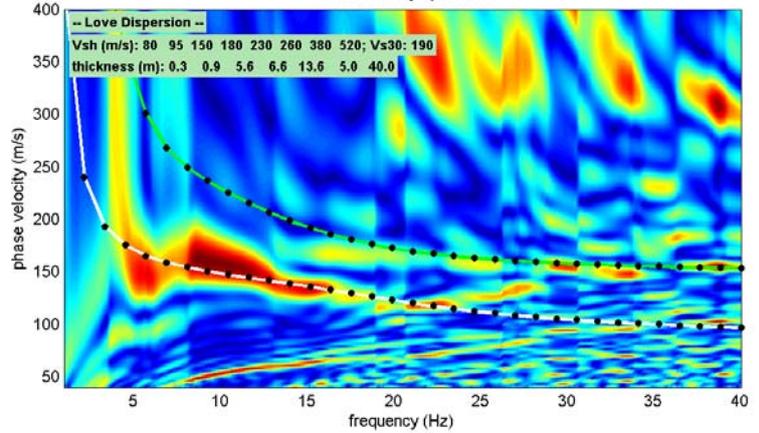
ZVF

THF

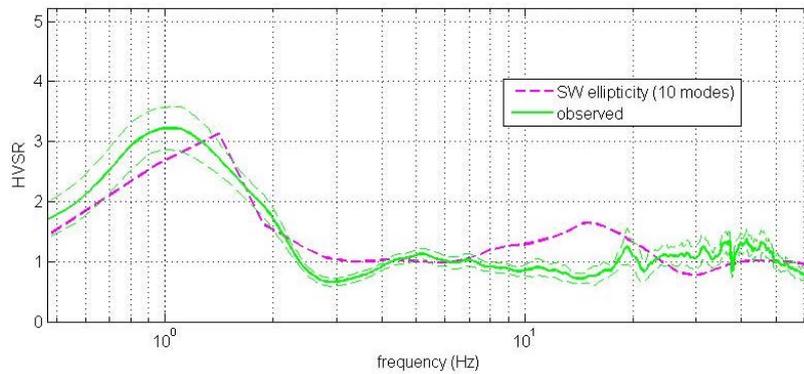
Rayleigh: velocity spectrum



Love: velocity spectrum

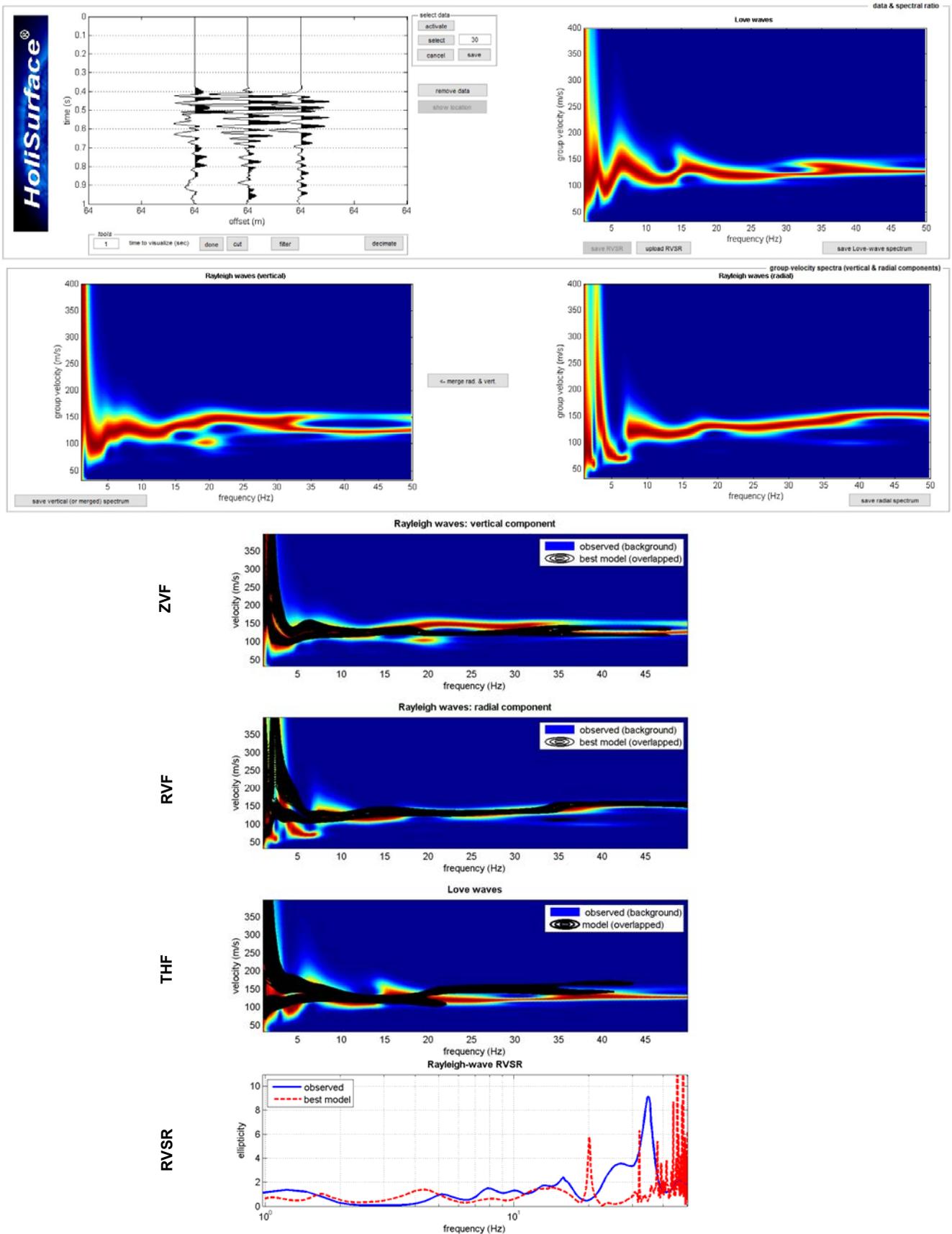


HVSr1



ACQUISIZIONE HS

Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF - THF - RVSR



Il modello elaborato risulta compatibile col dato MASW-HS, con l'RVSR e con l'HVSr, a conferma di una sua attendibilità.

ACQUISIZIONE HVSR1

CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA	A	B1	B2	C
Descrizione delle Classi	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET			
Comune: Parma (PR)		Indirizzo: Via Paradigna	
Attività da svolgere: Indagine HVSR		Data: 14/11/2018	Ora: 17.02
DATI TECNICI			
Operatore: Geol. Gabriele Oppo		Prova n° HVSR1	Codice file /
Strumento: Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>		Freq. Campionamento: 200 Hz	Durata (min): 30 min

CONDIZIONI ATMOSFERICHE

Vento	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

TERRENO DI PROVA

Suolo	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
Accoppiamento sensore	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

STRUTTURE CIRCOSTANTI

Abitazioni	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Piante	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti.	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
Strutt.sottterr.	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

SORGENTI DI RUMORE

Disturbo discontinuo	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>		<input checked="" type="checkbox"/>			
	<i>mezzi pesanti</i>		<input checked="" type="checkbox"/>			
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Disturbo continuo	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti			<input type="checkbox"/> Presenti		

ACQUISIZIONE HVSR1

Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20181114_1702HVSR1_PARMA_CFT.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 12.6

Tapering (%): 10

Smoothing (%): 5

=====

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 1.1 (± 0.2)

Peak HVSR value: 3.2 (± 0.4)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $1.1 > 0.5$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $1573 > 200$ (OK)

#3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

#1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: (NO)

#2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.1Hz (OK)

#3. [$A_0 > 2$]: $3.2 > 2$ (OK)

#4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)

#5. [$\sigma_{mf} < \epsilon(f_0)$]: $0.211 > 0.106$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.358 < 1.78$ (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

ACQUISIZIONE HVSr1

show data reset show location

step#1 (optional) - decimate
 128Hz new frequency resample

step#2 - HV computation
 remove events (only for > 2) clean axis
 20 window length (s)
 10 tapering (%)
 5% spectral smoothing (Vinegar window)
 show particle motion (raw data)
 full output compute

step#3a (optional) - directivity analysis
 compute max freq: 32 Hz

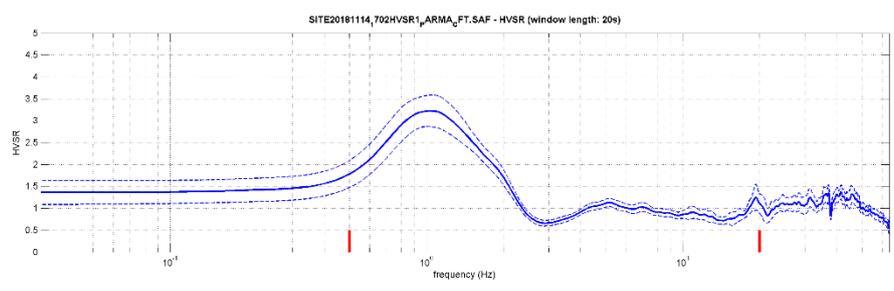
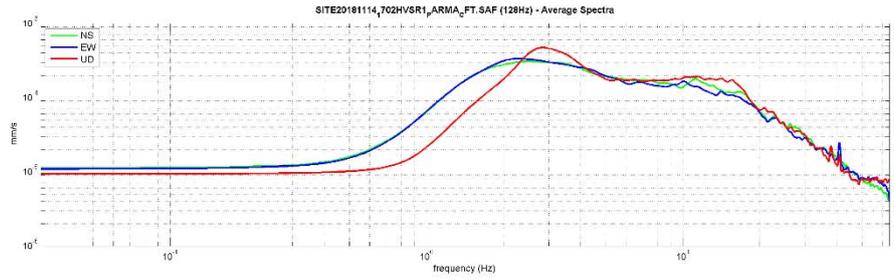
step#3b (optional) - directivity over time
 directivity on time time step: 60 s

save - optional#1: save HVSr as it is
 Save HV* files: 0.45 10 64 -2
 save HV curve (as it is)

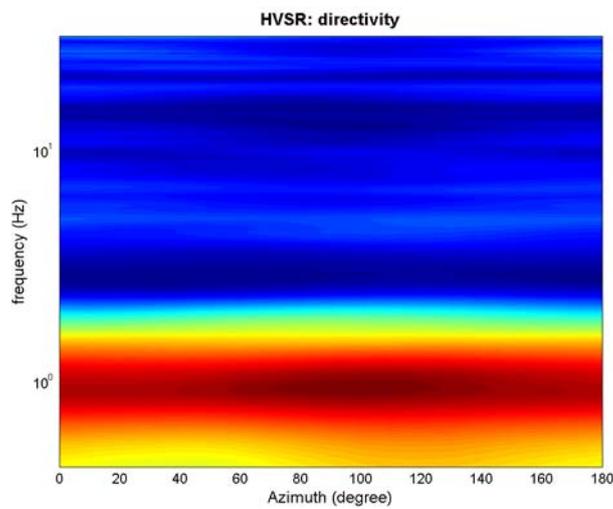
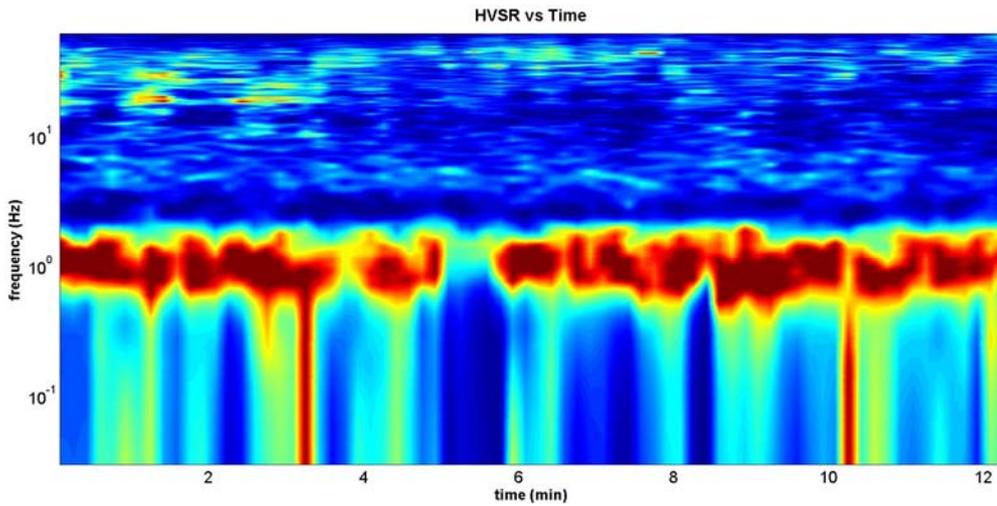
save - optional#2: picking HV curve
 pick HV curve save picked HV
 compute SESAME for picked curve

quick analysis of V_{s0} (Hz)
 average V_{s0} (m/s) (from surface to bedrock)
 180
 depth of the bed-rock (m)
 20
 V_{s0} of the borehole
 1000
 clean compute

www.wimasw.com



To model the HVSr (also jointly with MASW or RoMESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Structure, Modeling & Picking" panel and upload the saved HV curve



HVSR1

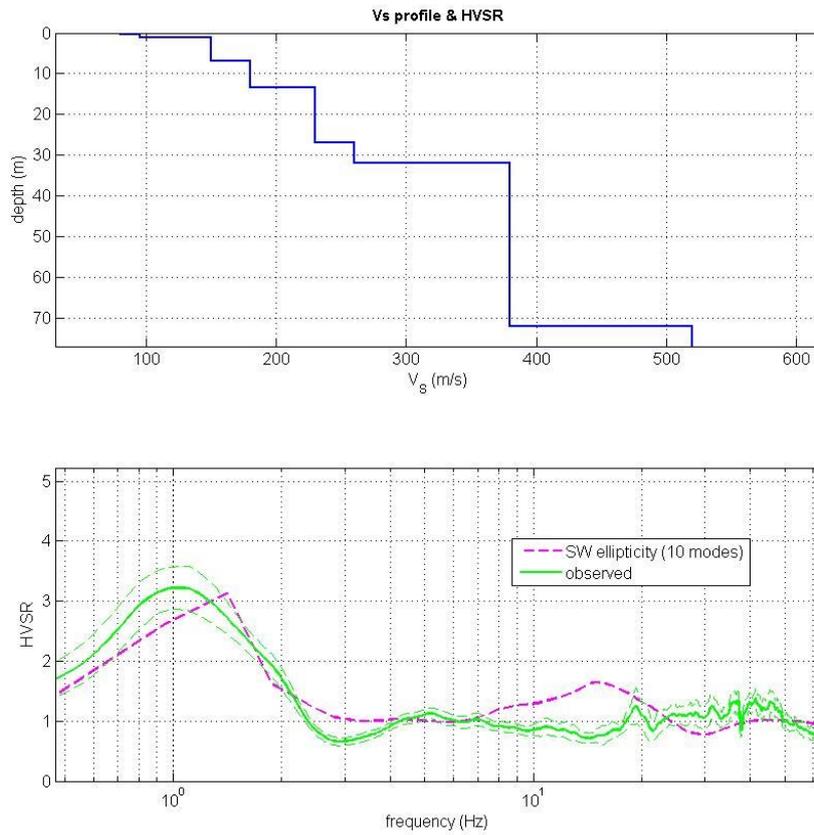


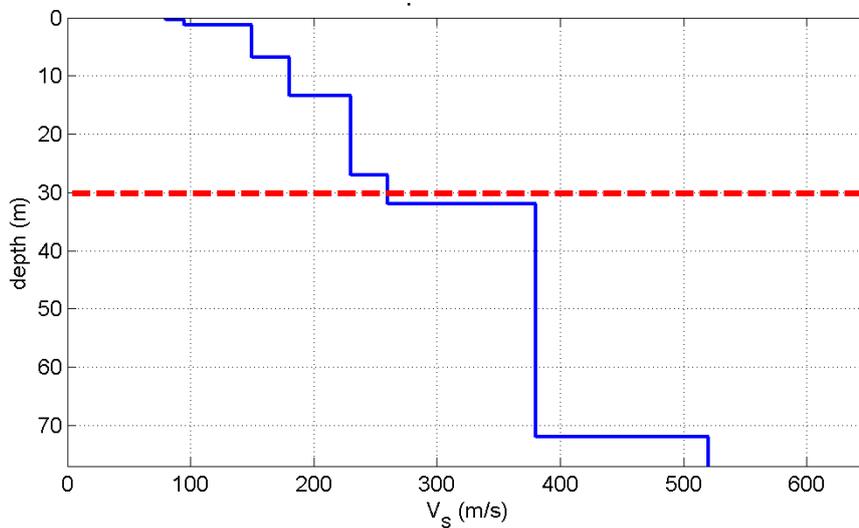
Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.

PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 HZ) DA PROVE HVSR						
N°PROVA	CRITERI SESAME <i>Reliable H/V Curve</i>	CRITERI SESAME <i>Clear H/V Peak</i>	PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1	FREQUENZA [Hz]	VALORE DEL RAPPORTO H/V	QUALITÀ MISURA
HVSR1	3 su 3	3 su 6	F0 F1	1,1 +/- 0,2 ~	3,2 +/- 0,4 ~	B1

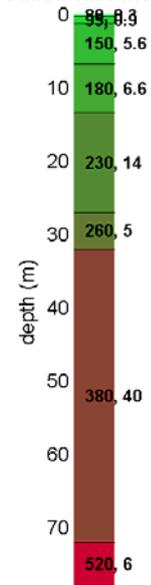
Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio	Rapporto di Poisson
1	0	0,3	80	0,49
2	0,3	0,9	95	0,32
3	1,2	5,6	150	0,50
4	6,8	6,6	180	0,29
5	13,4	13,6	230	0,39
6	27,0	5,0	260	0,43
7	32,0	40,0	380	0,28
8	72,0	Inf.	520	0,25

VS Profile



Subsurface model



CATEGORIA C

Vs, eq = Vs30 (m/s): 190

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180m/s e 360m/s.

Tabella E - Calcolo Vs, eq = Vs30 per i primi 5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = Vs30		
Profondità appoggio	Vs, eq = Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	190	C
-1m	199	C
-2m	204	C
-3m	210	C
-4m	216	C
-5m	222	C