



## PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO DELL'OPERA	LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA ED URBANISTICA VOLTI AL RECUPERO DEL FABBRICATO EX FERRHOTEL UBICATO NELLA CITTA' DI PESCARA, DA ADIBIRE A RESIDENZA PER STUDENTI UNIVERSITARI	
Committente	COMUNE DI PESCARA	
Project Manager	Arch. Tommaso Vespasiano	
Resp. del procedimento	Geom. Angelo Giuliante	
Progettista	Ing. Luigi Giovanni Caruso	
Supporto al R.U.P.	Arch. Mario Michetti	Prog. Architettonico - Impianti
	Ing. Stefano Cristini	Prog. Strutture

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA,  
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI  
TERRENI E MODELLAZIONE SISMICA

Geologo

Geol. Edgardo Scurti

Codice elaborato:

S D e  
01

Scala:

-

Il progettista:

Ing. Luigi Giovanni Caruso

Il responsabile del procedimento:

Geom. Angelo Giuliante

Project Manager:

Arch. Tommaso Vespasiano



CITTÀ DI PESCARA

Dipartimento Tecnico

Settore Imp. Sportivi - Pol. Energetiche, Ambientali e Paesaggistiche

## 1. INTRODUZIONE

La presente *Relazione Geologica, sulle indagini geognostiche e ricostruzione del modello sismico*, redatta per conto dell'Amministrazione Comunale di Pescara in qualità di membro del gruppo di lavoro interno all'Ente, riferisce di uno studio eseguito a supporto della progettazione definitiva per i "Lavori di manutenzione straordinaria e ristrutturazione edilizia ed urbanistica volti al recupero del fabbricato ex Ferrhotel ubicato nella Città di Pescara, da adibire a residenza per studenti universitari"

L'area oggetto di intervento identificata nello spazio recintato di pertinenza dell'ex Ferrhotel è contenuta in una superficie di circa 1500 mq, tra Corso Vittorio Emanuele II e il parcheggio della Stazione Centrale di Pescara. Si trova in una posizione strategica della città, in pieno centro cittadino, vicino alla stazione centrale, al mare e all'università.

Oltre al fabbricato storico dell'ex Ferrhotel, che affaccia su C.so V. Emanuele II a pianta regolare di forma rettangolare 44x9 mt alto circa tre livelli oltre il sottotetto, sono presenti una serie di manufatti oggetto di aggiunte successive, di forma irregolare e di altezze inferiori rispetto al manufatto principale.

Il progetto in sintesi prevede:

- il recupero dell'edificio dell'Ex Ferrhotel mediante una ri-funzionalizzazione degli spazi interni in virtù delle esigenze richieste dal bando e opere di miglioramento sismico e adeguamento delle misure di sicurezza antincendio in conformità alla normativa vigente;
- la demolizione dei manufatti collocati nel resto dell'area, consentendo una migliore organizzazione degli spazi e una più adeguata risposta alle esigenze del bando;
- la realizzazione di un nuovo fabbricato, lato parcheggio ferrovia, atto a contenere e completare gli ambienti richiesti dal bando;
- la riorganizzazione degli spazi vuoti all'interno dell'area oggetto di intervento mediante la realizzazione di percorsi, luoghi per la sosta, ecc.

Tutti gli interventi sono finalizzati alla realizzazione di residenze per studenti per un numero di posti letto totali pari a 66.

### Descrizione del progetto

Per una migliore comprensione del progetto qui di seguito si descrivono gli interventi previsti in progetto distinguendoli in tre ambiti di intervento: 1- Ex Ferrhotel, 2- Edificio nuovo e 3-Spazi attrezzati esterni.

**Ex Ferrhotel** (42 posti letto): tutte le opere previste sono finalizzate al recupero del manufatto, adeguandolo alle nuove esigenze funzionali e alla normativa antisismica e antincendio, senza tuttavia stravolgere l'impianto distributivo originario. Si prevede la demolizione dei manufatti realizzati nel corso degli anni aderenti o confinanti l'edificio principale in modo da restituire la originaria volumetria regolare a pianta rettangolare.

**Edificio nuovo** (24 posti letto): Nasce dall'esigenza di accogliere le funzioni richieste dal bando non contenute nell'edificio preesistente dell'Ex Ferrhotel.

Il nuovo fabbricato, posto a confine con l'area a parcheggio della Ex stazione ferroviaria assume il duplice ruolo compositivo di riorganizzare l'area oggetto di intervento e di fornire un nuovo fronte architettonico che affaccia sull'area libera del parcheggio.



L'edificio presenta una pianta rettangolare 46x77 mt, ed un volume di forma "a parallelepipedo" di altezza pari a circa 20 mt.

Il prospetto "lato mare" affaccia sullo spazio esterno attrezzato, verso l'edificio del Ex Ferrhotel, si compone da una parte porticata con ballatoio a sbalzo, quest'ultimo con funzione di disimpegno agli alloggi e di accesso alla scala di sicurezza. La parte restante del prospetto risulta continua con finitura in cotto.

**Spazio esterno attrezzato** (circa 710 mq): occupa l'area esterna compresa fra i due fabbricati destinati a residenza per studenti. Gli accessi allo spazio esterno avvengono da C.so V. Emanuele II mediante due percorsi, uno carrabile e l'altro pedonale collocati in posizione contrapposta a fianco dell'edificio dell'ex Ferrhotel. Lo spazio pedonale tra i due edifici, posto a quota +0,50 mt rispetto al piano strada di C.so Vittorio Emanuele II, assume la duplice funzione di elemento di collegamento pedonale tra i vari servizi contenuti nei fabbricati e area ricreativa di sosta. L'area articolata tra spazi a verde e superfici pavimentate si caratterizza per la presenza di sedute, elementi ombreggianti e spazi a servizio del bar. La parte pavimentata sarà in calcestruzzo con "graniglia a vista" in modo da ottenere una superficie di calpestio ruvida antiscivolo secondo quanto dettato dalla normativa vigente in materia.

Per maggiori dettagli sulla tipologia degli interventi previsti in progetto si rimanda alle relazioni specialistiche e agli elaborati progettuali allegati

Scopo del presente Studio è quello di fornire una ricostruzione quanto più dettagliata dei lineamenti geologico-stratigrafici del sito, con particolare attenzione rivolta alla definizione dei parametri geotecnici e geofisici dei terreni di sedime in corrispondenza delle opere da realizzare.

E' stata realizzata una campagna di indagine geognostica e geofisica cercando di ottimizzare le risorse economiche disponibili e le finalità preposte. Il modello geologico-idrogeologico-geotecnico così ricostruito pone i progettisti nella condizione di poter adottare le più opportune scelte tecnico-costruttive.

Per una valutazione globale del grado di predisposizione del territorio ad accogliere il progetto in esame sono state prese in considerazione le eventuali limitazioni dettate dalla cartografia tematica ufficiale (regionale, provinciale e comunale) inerenti vincoli all'uso del suolo. In tal senso:

- Il sito in esame ricade in Zona P1 - Zona a Pericolosità Geologica da nulla a bassa – Area ad urbanizzazione consigliata (Tavola D, all.4 al P.R.G. vigente della Città di Pescara)
- L'areale non è compreso tra le zone classificate a rischio frana o rischio idraulico della cartografia prodotta per il Piano di Recupero e Coordinamento della Provincia di Pescara pubblicato sul B.U.R.A. n. 24 del 13.11.2002 e non sono compresi tra le aree considerate a Pericolo Idraulico dalla cartografia prodotta per conto della Regione Abruzzo - Servizio "Gestione e Tutela Della Risorsa Acqua Superficiale e Sotterranea" per la stesura del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (**PSDA**), e non sono comprese nelle zone considerate a Pericolo Gravitativo dalla cartografia prodotta per conto della Regione Abruzzo - Servizio "Gestione e Tutela della Risorsa Suolo" – Autorità dei Bacini Regionali, per la stesura del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (**PAI**) dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro, ufficialmente adottati con D.G.R. del 29.12.2004 (pubblicata su B.U.R.A. n.8 del 4.02.2005), approvati con D.C.R. n. 94/5 e 94/7 del 29.01.2008 (pubblicate su B.U.R.A. n.12 Speciale del 1.02.2008). Per quanto riguarda il **PSDA** l'edificio esistente dell'**Ex Ferrhotel** è quasi integralmente ubicato in Zona P2 - pericolosità idraulica media - della Carta della Pericolosità Idraulica (elab. n. 7.2.07.pe.01\_var) adottata in prima adozione con delibera di Giunta Regionale n. 408





(BURAT n. 35 del 7-09-2016), mentre il **nuovo fabbricato** è per circa la metà sud orientale dell'ingombro interessato dalla zona P1 - pericolosità idraulica moderata.

Il presente studio è predisposto in ottemperanza del **D.M. LLPP. del 11.03.1988** (*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*) e del **D.M. del 14 gennaio 2008**, con il quale sono state approvate le nuove **Norme Tecniche per le Costruzioni**, della **Legge Antisismica Regionale n.28/2011** e dal relativo **Regolamento** di attuazione (promulgato con Decreto n.3/REG del 30 dicembre 2016 n. 3/REG, pubblicato sul BURAT n. 4 Speciale del 13 gennaio 2017) oltre che dalle **N.T.A. del Comune di Pescara**.

## 2. METODOLOGIA DI INDAGINE

Per ottemperare a quanto premesso si è proceduto al reperimento cartografico tematico ufficiale. In particolare si è consultato il Foglio 141 della *Carta Geologica d'Italia* (scala 1:100.000), la *Carta Geologica dell'Abruzzo* (Ghisetti e Vezzani, 1988 scala 100.000), la *Carta Geologica rilevata nell'ambito del progetto CARG* (rilevata alla scala 1:10.000) e la *Carta Geologica del Comune di Pescara*, redatta dal Dott. Geol. M. Orlini alla scala 1:10.000 a supporto del vigente P.R.G. comunale. Si è inoltre reperita la base aerofotogrammetrica, scala 1:2.000, eseguita dalla Sara Nistri nel febbraio 1988, utilizzata come supporto per la restituzione della sintesi delle indagini geognostiche di riferimento.

Tutte le ricostruzioni geologiche, stratigrafiche, idrogeologiche sono basate sulle risultanze di indagini svolte dallo scrivente su aree limitrofe, da rilievi di campagna e da indagini geognostiche e geofisiche realizzate per conto dell'Amministrazione Comunale o da privati. Oltre ad un'attenta analisi bibliografica si è fatto riferimento ai risultati di campagne di indagine geognostiche pregresse reperite in occasione del Progetto di Microzonazione Sismica di Livello 1 della Città di Pescara (lo *Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1* del Comune di Pescara, redatto dallo scrivente ai sensi e per le finalità di cui all'art.5 e all'art.19, comma 5 della Legge Regionale 11 agosto 2011, n. 28 -Legge Antisismica- è stato validato dal competente organo regionale il 4 agosto 2015) e gentilmente messe a disposizione dai geologi contattati. Inoltre e soprattutto si è fatto riferimento, in accordo con il RUP, ai risultati della campagna geognostica appositamente progettata e realizzata consistente in:

- **due sondaggi geognostici** eseguiti con la tecnica del carotaggio continuo, spinti alla profondità di **trenta metri** con l'installazione un piezometro a tubo aperto per il monitoraggio della falda
- **tre prove penetrometriche dinamiche superpesanti di tipo DPSH** spinte sino alla profondità di dieci metri
- una prospezione sismica di superficie di tipo **MASW**

I dati acquisiti hanno permesso di definire con buona accuratezza e precisione:

- le variazioni stratigrafiche dei terreni di sedime, sia in senso verticale che in senso orizzontale;
- lo spessore dell'intero cuneo costituito da depositi alluvionali e marini recenti
- il rilievo della superficie freatica
- la batimetria del substrato
- la parametrizzazione sismica dei terreni investigati, con le modalità previste dal D.M. del 14 gennaio 2008
- la valutazione della frequenza di risonanza dei terreni





CITTÀ DI PESCARA

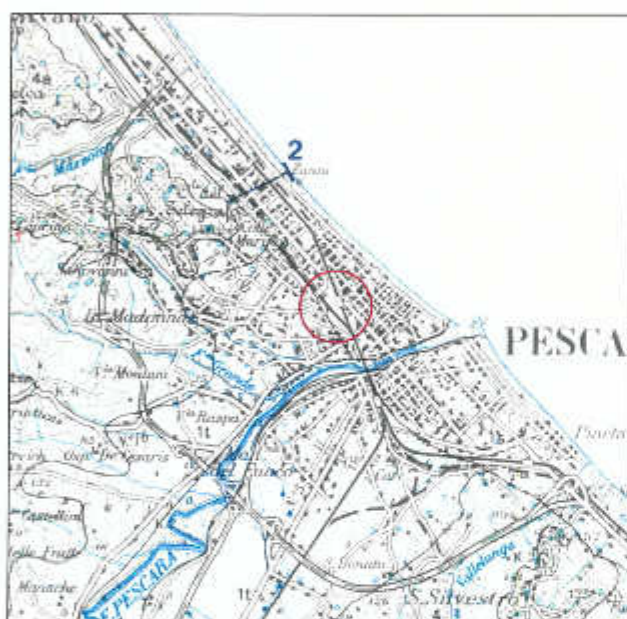
Dipartimento Tecnico

Settore Imp. Sportivi - Pol. Energetiche, Ambientali e Paesaggistiche

### 3. ASPETTI GEOLOGICI GENERALI

Il territorio comunale di Pescara, dal punto di vista tettonico-paleogeografico è inserito nell'Unità tettonica dell'*Avanfossa Periadriatica*.

Durante il *Pliocene Superiore* erano attive le ultime fasi del sollevamento della Catena Appenninica. In tale periodo gran parte delle grandi masse calcaree più interne erano già emerse, mentre al fronte della Catena vi era la delineazione di un bacino sedimentario fortemente subsidente, appunto definito *Avanfossa Periadriatica*. La disposizione spaziale di tale bacino consisteva in un asse longitudinale depresso, circa parallelo all'attuale linea di costa.



Stralcio della *Carta Geologica dell'Abruzzo*  
(GHISETTI E VEZZANI, 1988)

Tale bacino, subsidente, accoglieva la sedimentazione di materiali prevalentemente terrigeni a grana fine di piattaforma, con saltuari apporti maggiormente grossolani di natura torbida. I sedimenti che costituiscono tale formazione sono comunemente noti con il termine noto in letteratura di *Argille Grigio-Azzurre* (Pliocene Sup. - Pleistocene Inf.). Si tratta prevalentemente di limi argilloso - marnosi micacei consistenti, dalla stratificazione di solito distinta, decimetrica. Gli apporti più grossolani si manifestavano con sottili livelli millimetrici di sabbia fine giallastra, che si rinviene spesso arrossata per ossidazione.

A partire dal *Pleistocene Inferiore* si risentiva di una fase tettonica che ha coinvolto l'intero territorio comunale in un sollevamento generalizzato prodotto dalla retrostante catena appenninica che a sua volta era in fase di sollevamento sotto le spinte tettoniche che da W raggiungevano le porzioni orientali, diminuendo progressivamente di intensità. La catena appenninica aveva già inglobato le formazioni flyschoidi messiniane e plioceniche di avanfossa (*Formazioni del Cellino e Della Laga*).

La conseguente risposta sedimentaria al sollevamento avveniva con una progressiva colmatazione del bacino, caratterizzata dalla deposizione di materiali via via più grossolani, con una sequenza deposizionale tipicamente regressiva (depositi sabbioso - arenaci - conglomeratici). La sequenza regressiva si rinviene con una leggera discordanza angolare sulla sottostante sequenza argilloso-marnosa di piattaforma sommersa, a testimonianza di una tettonica sinsedimentaria: sono assenti strutture plicative importanti ma in genere l'immersione del corpo regressivo è di 5° verso est, mentre le Argille Grigio-Azzurre immergono in genere di circa 10-15°, sempre verso est. Il ciclo deposizionale marino si è concluso con la deposizione di un'Unità *Conglomeratica*



(Calabrian superiore) e con l'emersione dell'intero territorio. Quindi l'intero ciclo sedimentario conclusosi nel Quaternario con la sedimentazione litorale e fluvio – deltizia si presentava come una regolare monoclinale emersa, leggermente immergente verso est, struttura pervenuta fino ai giorni nostri.

Durante il *Quaternario* sono avvenute importanti e complesse variazioni del livello di base del mare (e quindi dei fiumi), governate principalmente dalle variazioni climatiche a scala terrestre (ere glaciali e periodi interglaciali). Tali oscillazioni della linea di costa hanno prodotto un intenso modellamento dei versanti che ha definito l'assetto morfologico del paesaggio attuale. Diversi sono gli effetti morfologici relativi allo stazionamento alto o basso del livello del mare.

Durante lo stazionamento alto le paleo linee di costa intagliavano sui versanti collinari emersi dei ripiani suborizzontali denominati *terrazzi marini*. Essi si formarono e si rinvenivano attualmente a diverse quote, a scalinata. Ogni terrazzo marino è quindi testimone dello stazionamento del livello del mare a quella quota.

Durante l'abbassamento del livello del mare erano al contrario fortemente attivi i processi erosivi. I versanti collinari venivano incisi dai corsi d'acqua. I fiumi, nei periodi di stasi del livello di base deponevano i propri sedimenti, reincisi nella successiva fase erosiva connessa ad un nuovo abbassamento del mare. L'alternanza di cicli di deposizione e erosione dei depositi alluvionali ha prodotto la formazione di *terrazzi alluvionali*, riconoscibili come cunei con superficie tabulare, suborizzontali e leggermente immergenti verso la costa, di materiale alluvionale rinvenibili sui versanti a diverse quote. I terrazzi alluvionali più antichi di norma sono posti a quote superiori e a distanze maggiori dall'attuale asta fluviale. I terrazzi vengono classificati in Ordini, di numero decrescente con l'età. La piana alluvionale si presenta fortemente asimmetrica. I depositi alluvionali più antichi e più rilevati si rinvenivano solo in sx idrografica. L'assenza in dx idrografica sarebbe la dimostrazione di una progressiva migrazione dell'asse del Fiume Pescara verso Sud. La teoria più accreditata per spiegare il perché di tale migrazione è quella legata a basculamenti di porzioni di territorio verso sud-est, secondo movimenti di sollevamento governati da faglie ad andamento antiappenninico (NE-SO). Su questo sistema di faglie si sarebbe impostato il corso del Fiume Pescara.

Il terrazzo di II Ordine, affiorante in maniera estesa sulle colline nord del territorio comunale di Pescara è costituito da prevalenti sedimenti granulari, *predominanti verso l'alto*. Lo spessore delle alluvioni del II Ordine di terrazzo è di circa 20-25 metri, alla base delle quali si rinvenivano localmente depositi *sabbiosi* di spiaggia (spessore di circa un metro), al di sopra di *ghiaia di origine fluvio-deltizia* (spessore di circa due metri), in contatto erosivo con i sottostanti sedimenti marini limoso argillosi grigi del substrato locale. Il *cuneo alluvionale si assottiglia leggermente verso nord*, allontanandosi quindi dall'asse attuale del Fiume Pescara. Il letto dei sedimenti alluvionali, contraddistinto da *ghiaie*, risale morfologicamente verso nord. Le ghiaie aumentano il loro contenuto in matrice limosa sempre verso nord, risultando a struttura *matrice-sostenuta* e di spessore minimo in corrispondenza del limite stratigrafico con i sedimenti marini del substrato non inciso. La base delle ghiaie si rinviene a quote che presentano *salti* anche importanti di dieci metri. Tale evidenza, con l'assenza totale del terrazzo in sponda destra del F. Pescara lascia presupporre che l'ambiente deposizionale che ha generato il cuneo alluvionale del II Ordine era probabilmente di tipo *braided* (o *intrecciato*), con più di un paleoalveo coevo, estremamente diverso dall'ambiente sedimentario del successivo terrazzo di III Ordine, tipico di un fiume *meandriforme*.

Alla base dei depositi alluvionali, nella zona di piana alluvionale (Terrazzo del III Ordine), si rinviene in maniera quasi continua la presenza di un'*Unità Ghiaiosa* di origine fluvio-deltizia in contatto erosivo con i sottostanti depositi marini del *substrato geologico*. Tali depositi, dello spessore variabile fino ai 10 metri, sono costituiti da ciottoli calcarei arrotondati con diametro massimo di 80 mm e grado di addensamento in genere molto elevato. La ghiaia si presenta clastosostenuta con matrice sabbiosa e percentuale variabile di ghiaietto. Nella piana alluvionale del Fiume Pescara si rinviene ad una profondità variabile fra i 50,00 e i 35,00 mt d.p.c.. Spessore e profondità tendono ad aumentare verso la costa. L'*Unità Ghiaiosa* è la testimonianza stratigrafica





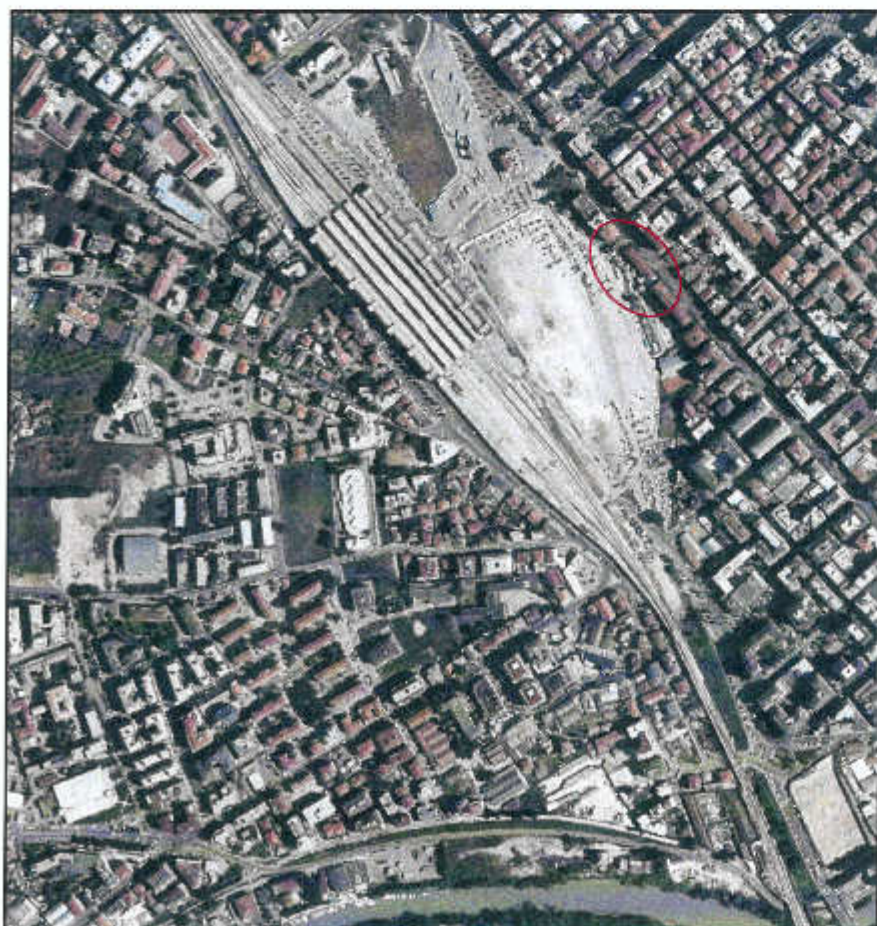
dell'ultima, breve ed ulteriore trasgressione marina post glaciale rinvenibile al di sotto dell'area attualmente pianeggiante (probabilmente nel Periodo "Fiandriano") prima della definitiva deposizione di materiali francamente continentali: alluvionali, palustri, di spiaggia e di retrospiaggia, i quali si interdigitano in eteropie latero - verticali complesse, frutto di processi e ambienti sedimentari tipicamente variabili nello spazio e nel tempo, geneticamente legati all'energia dei corsi d'acqua (il fiume Pescara in primis e i suoi affluenti), alle correnti marine e al moto ondoso.

La definitiva morfologia e l'aspetto del paesaggio sono il frutto dell'azione degli agenti atmosferici, perennemente attivi. I corsi d'acqua superficiali hanno eroso e approfondito le valli e frammentato i terrazzi marini e fluviali precedentemente formati (e descritti). I versanti collinari hanno subito processi di pedogenesi e degradazione fisico-meccanica e gravitativa, che hanno fatto in modo che oggi risultano spesso coperti da una coltre di alterazione eluvio – colluviale anche di svariati metri di spessore.

Sui lembi di terrazzi marini risparmiati dai fenomeni erosivi e gravitativi sono sorti numerosi centri storici del pescarese: Spoltore, Montesilvano Colle, S.Silvestro, Colle Del Telegrafo, Città S. Angelo, ecc.. L'agente morfogenetico attivo di maggiore impatto è attualmente sicuramente l'uomo, con le sue attività.

#### 4. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA LOCALI

Il presente capitolo è il risultato di sintesi delle indagini geognostiche a disposizione sopra menzionate.



*Veduta aerea dell'area  
d'intervento*

*Fonte: da Internet*





Il sito è compreso nella fascia pianeggiante costiera, con quota del piano campagna attuale posta a circa due metri s.l.m.. La piana costiera, a settentrione del fiume Pescara, si dilunga parallelamente all'attuale linea di costa per una fascia ampia circa 950 metri e si rastrema debolmente verso Nord. Geologicamente i terreni più superficiali, quasi del tutto interessati dall'urbanizzazione, sono costituiti da depositi di spiaggia e di retrospiaggia-lagunari, ai quali si interdigitano o sostituiscono i depositi alluvionali del Fiume Pescara.

Ad Ovest del tracciato ferroviario e di via Ferrari, la morfologia del paesaggio diventa blandamente collinare: le forme sono infatti dovute ai depositi alluvionali-terrazzati del II Ordine. I terrazzi alluvionali sono morfosculture a forma di ripiani costituiti dai depositi fluviali di letto o di tracimazione, incise dallo stesso fiume in successive fasi erosive. Pertanto i terrazzi più antichi sono localizzati normalmente a quote maggiori e ad una distanza maggiore dall'attuale asta fluviale. I depositi del terrazzo di II Ordine affiorano a partire dall'incrocio via Ferrari-via Arapietra, per salire dolcemente a nord verso l'area dell'Istituto Tecnico "Tito Acerbo" e poi verso la zona dei Colli; il terrazzo del III Ordine costituisce la piana alluvionale recente, si interdigita ai sedimenti marini di piana costiera e giunge pianeggiante fino agli attuali argini fluviali.

L'area di indagine pertanto è ubicata sui depositi marini granulari di piana costiera in prossimità (ad Est) del contatto fra i depositi alluvionali terrazzati, relativamente più antichi. Verso sud, fuori dall'area di intervento, i depositi marini recenti vengono sostituiti dai sedimenti prevalentemente fini e normalconsolidati della piana alluvionale.

L'origine dei sedimenti, legata ad ambienti paleogeografici dinamici ed in continua evoluzione ha permesso una sedimentazione estremamente variabile sia in senso verticale che in senso orizzontale. Le continue oscillazioni della linea di costa creavano ambienti deposizionali eterogenei (spiaggia-retrospiaggia-laguna) le cui testimonianze stratigrafiche sono sedimenti dalla disposizione lentiforme a granulometria variabile. I continui apporti alluvionali del Fiume Pescara contribuivano a rendere eterogenea la stratigrafia locale.

L'esame delle indagini a disposizione ci ha permesso di ricostruire le linee essenziali di una stratigrafia così eterogenea. Molto interessante è risultata la ricostruzione della **batimetria del substrato geologico locale sepolto**, costituito dai depositi argilloso siltosi della Formazione di Mutignano (c.d. *Argille grigio-azzurre*). L'abbassamento del livello base ha subito nel Quaternario oscillazioni e progressivi abbassamenti, con il suo minimo oggi identificato dal contatto erosivo tra ghiaie fluvio-deltizie e substrato posto a circa -50 metri nel depocentro della piana alluvionale. A questa profondità veniva appunto deposto in ambiente di delta l'orizzonte ghiaioso di base in fase di resistasia (ambiente freddo con abbassamento del livello del mare), circa continuo su tutta la piana, con spessori variabili fino a dieci metri, in generale aumento verso est. Ma a tali profondità il substrato si raccorda con salti morfologici piuttosto netti: una scarpata sepolta è stata individuata a direzione circa perpendicolare alla costa all'altezza circa di via Teramo - via Ravenna, con profondità del substrato che da circa **25** scende a circa **46 metri**. La profondità di 25 metri è circa costante su gran parte dell'area di risulta, ma viene separata da un'ulteriore scarpata sepolta che pone la profondità del substrato geologico verso nord a circa **12-15 metri**. In questo caso la scarpata sepolta sembra non essere rettilinea: il tratto circa parallelo all'attuale corso del fiume è posto all'altezza di via Roma, mentre un tratto parallelo alla linea di costa è posto circa in corrispondenza della parte nord di Corso Vittorio Emanuele II - via Michelangelo, a nord fino a via Giotto. La profondità di 12-15 metri sembra rimanga poi costante verso nord, sino al confine con Montesilvano. Quindi al di sotto dell'area di risulta sembra esserci un antico asse di drenaggio disposto a pettine che da via Giotto si raccordava verso sud fino al fiume Pescara, quando il suo livello di base era ancora posto a 25 metri di profondità. Le indagini svolte **sull'ex Ferrhotel** confermano che in quel tratto il substrato è posto alla profondità di circa **25 metri** (26,4 m in S1, 25,5 m in S2).

Le differenze batimetriche del substrato geologico rispecchiano differenze negli ambienti deposizionali e quindi della granulometria dei sedimenti. L'apporto dei sedimenti marini granulari (sabbie e ghiaie) è prevalente al di sopra del substrato, quando esso è posto a 12-15 metri di profondità e nella porzione nord



dell'area di risulta. Gli apporti alluvionali fini e normalconsolidati diventano al contrario prevalenti all'approfondimento del substrato, quindi nella porzione meridionale e orientale dell'area di risulta, compreso l'ambito dell'ex **Ferrhotel**. Dall'estremità nord dell'area di risulta sino al sondaggio S23, il corpo marino granulare poggia sul substrato, mentre dal sondaggio S28 al S30 il corpo granulare marino è ridotto in spessore e poggia sui depositi alluvionali, i quali verso sud diventano prevalenti, sino al depocentro della piana alluvionale. Una tale morfologia sepolta influenza anche la circolazione idrica sotterranea. Si è cercato di rappresentare quanto sin qui descritto con chiare sezioni longitudinali e trasversali al vecchio asse di drenaggio (fosso o rivo sepolto) che correva al di sotto dell'area di risulta.

Si rimanda necessariamente alle sezioni allegate fuori testo per la rappresentazione chiara del modello geologico-stratigrafico interpretativo, ricostruito in base a tutti i dati a disposizione. Visto il numero e la particolare disposizione lenticolare degli orizzonti litostratigrafici individuati si rimanda alle sezioni allegate per il dettaglio della loro descrizione.

## 5. IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA LOCALI

Il livello di base delle acque di infiltrazione è rappresentato dalla quota piezometrica del Fiume Pescara e del mare.

La permeabilità dei terreni dell'area di interesse è variabile come variabili sono le loro caratteristiche granulometriche (vedi precedente capitolo). La direzione di flusso di drenaggio sotterraneo è legato alla disposizione spaziale delle lenti di sedimenti grossolani maggiormente permeabili, i quali sono allungati parallelamente alla direzione della paleocorrente che li ha depositi. L'area della piana costiera ospita una falda acquifera la cui superficie piezometrica oscilla intorno al metro s.l.m.

La direzione di deflusso preferenziale è generalmente ortogonale alla linea di costa. Nei pressi dell'asta fluviale avvengono scambi idrici tra falda e fiume in ambo le direzioni.

La quota piezometrica è influenzata dall'andamento degli apporti meteorici e dall'andamento delle maree, con oscillazioni dell'ordine del decimetro.

Si rinvencono fenomeni di intrusione marina con inversioni delle linee di drenaggio preferenziale in concomitanza di periodi siccitosi e di maggior sfruttamento delle risorse sotterranee (sfruttamento legato alle attività industriali e turistiche estive).

La falda acquifera contenuta all'interno dei depositi alluvionali terrazzati è in contatto idraulico con la falda della pianura costiera sopramenzionata. Tuttavia le eterogeneità stratigrafiche verticali riscontrabili all'interno dei depositi alluvionali il cui spessore, come esposto nel precedente capitolo, è estremamente variabile, permettono la coesistenza di falde sospese, così da costituire un acquifero alluvionale multistrato. Le falde sospese sono contenute in livelli dalla granulometria grossolana e comunque risultano spesso in continuità idraulica verticale.

L'acquiclude (chiusura impermeabile) di base è costituito dai depositi marini prevalentemente argillosi della Formazione di Mutignano (c.d. Argille Grigio-Azzurre).

Una copiosa falda in pressione è al contrario contenuta all'interno dei depositi ghiaiosi di base, al contatto erosivo con i depositi marini impermeabili del substrato geologico, alle profondità indicate nel capitolo precedente. La batimetria del substrato quindi, unitamente alla presenza di ghiaie al contatto (vedi sezioni), è



probabile che influenzi la circolazione idrica sotterranea. La falda freatica superficiale, durante la campagna di indagine è stata rilevata all'interno dell'area di sedime dell'intervento (ex Ferrhotel e nuovo edificio) a **-1 metro d.p.c.**

## 6. ASPETTI GEOTECNICI

I meccanismi deposizionali dei sedimenti interessati dall'intervento, come già ricordato, hanno generato una variabilità latero-verticale sensibile delle caratteristiche sedimentologiche (e pertanto geotecniche).

In allegato unitamente, alle sezioni geologiche interpretative, vengono presentate sezioni litotecniche con la chiara individuazione di orizzonti dalle caratteristiche assimilabili e ai quali sono stati assegnati i principali parametri geotecnici.

Si anticipa che per la realizzazione del nuovo edificio adottare soluzioni fondali di tipo diretto potrebbe ingenerare problemi di cedimenti differenziali in quanto in corrispondenza della verticale più meridionale (DPSH3), l'orizzonte superficiale granulare non risulta presente. In tale indagine i primi 4,40 metri risultano scarsamente consistenti. L'adozione di fondazioni indirette su pali ammorsati all'interno delle argille del substrato (oltre 27 metri d.p.c.) o di punta sulle ghiaie poste al top del substrato (si rimette la più opportuna scelta al progettista) supera il problema dei cedimenti differenziali e di eventuali fenomeni di liquefazione.

## 7. ASPETTI SISMICI E MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

Secondo quanto stabilito dal D.M. del 14 gennaio 2008 (Suppl. Ord. Alla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008), le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $T_{VR}$ .

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima di sito;

$F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

I valori di necessari per la determinazione delle azioni sismiche sono stati calcolati mediando i 4 punti vicini forniti all'**Allegato B delle Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008** (approvate con D.M. del 14 gennaio 2008).





Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso

A titolo esemplificativo, qualora un edificio fosse considerato di **Classe d'uso pari a III**: "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso", avrebbe associato quindi  $C_U = 1.5$

Considerando (la scelta definitiva spetta al progettista) una vita nominale  $V_N$  di **50 anni**, il periodo di riferimento  $V_R$  diverrebbe pari a  $V_N \times C_U = 75$  anni

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva Tabella

Stati Limite		$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Viste le indagini acquisite nell'ambito dello studio di MZS1, al quale si rimanda, e soprattutto i risultati delle prove geognostiche eseguite in situ (prova MASW) si propone, con approssimazione buona, una **categoria di Sottosuolo** (procedura semplificata, par. 3.2.2 delle **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008**) di **tipo C**, così definita: *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  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

Il valore misurato con la prova MASW è un  $V_{s30}$  da piano campagna pari a 294 m/sec



Essendo il sito pianeggiante la **Categoria Topografica** (tab. 3.2.IV delle N.T.C. 2008) è **T1** (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* ), pertanto il **Coefficiente Topografico  $S_T$**  (tab. 3.2.VI delle N.T.C. 2008) è pari a **1,0**.

### **Misura del rumore sismico con la tecnica HVSR**

In aree prossime al sito di intervento sono state eseguite quattro misure in situ e relativa elaborazione del rumore sismico.

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.



CITTÀ DI PESCARA

Dipartimento Tecnico

Settore Imp. Sportivi - Pol. Energetiche, Ambientali e Paesaggistiche



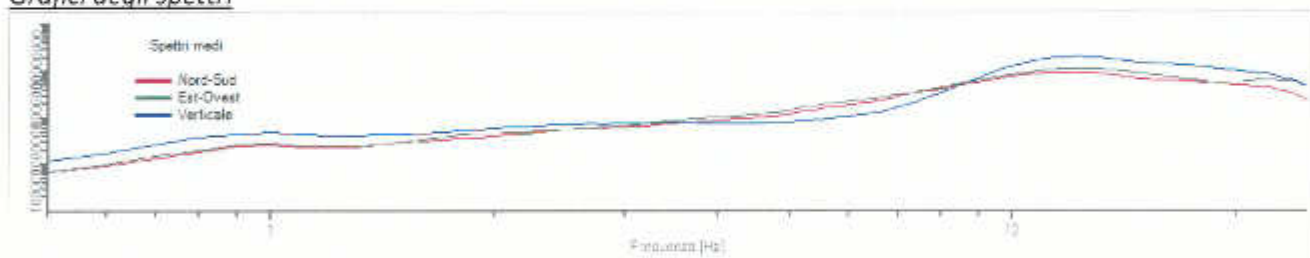
L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo  $V_{s30}$ . Si è deciso di non effettuare tale

procedura poiché ancora affetta da incertezze. I dati acquisiti sono comunque a disposizione per le successive fasi progettuali. Le velocità sismiche degli orizzonti litotecnici sono desumibili, in via preliminare, dai down-hole realizzati in aree limitrofe, da misurare in situ nelle successive fasi progettuali.

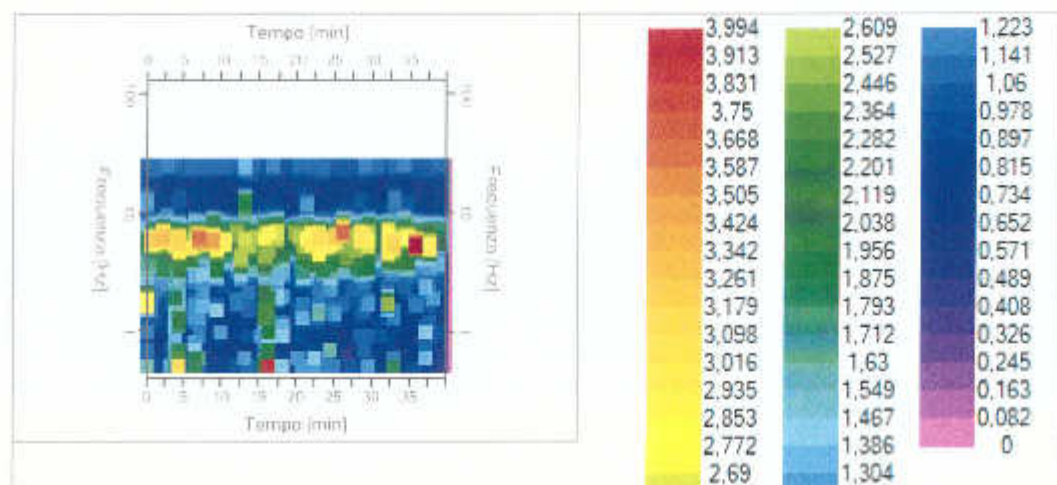
Di seguito i grafici risultanti dall'acquisizione ed elaborazione delle indagini HVSR effettuata:

## HVSR1

### Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni





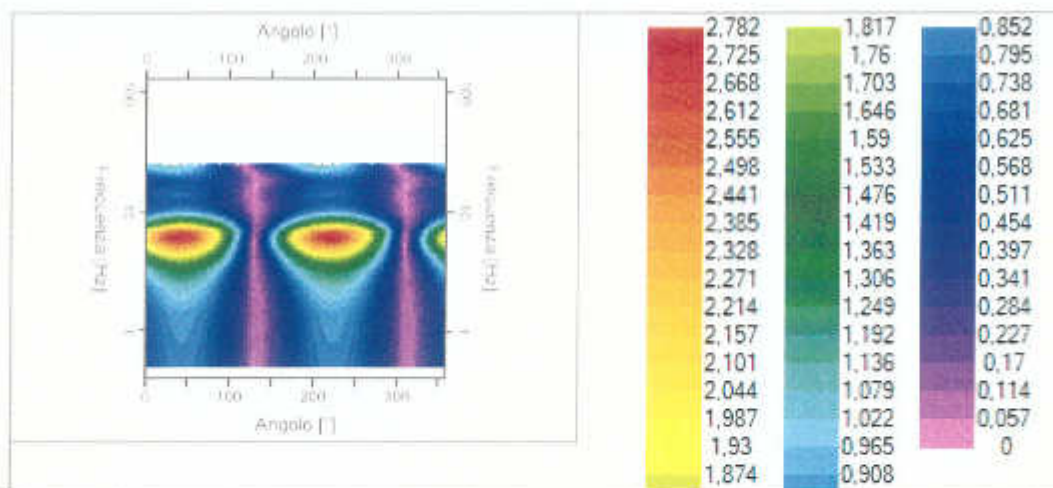


CITTÀ DI PESCARA

Dipartimento Tecnico

Settore Imp. Sportivi - Pol. Energetiche, Ambientali e Paesaggistiche

### Mappa della stazionarietà degli spettri



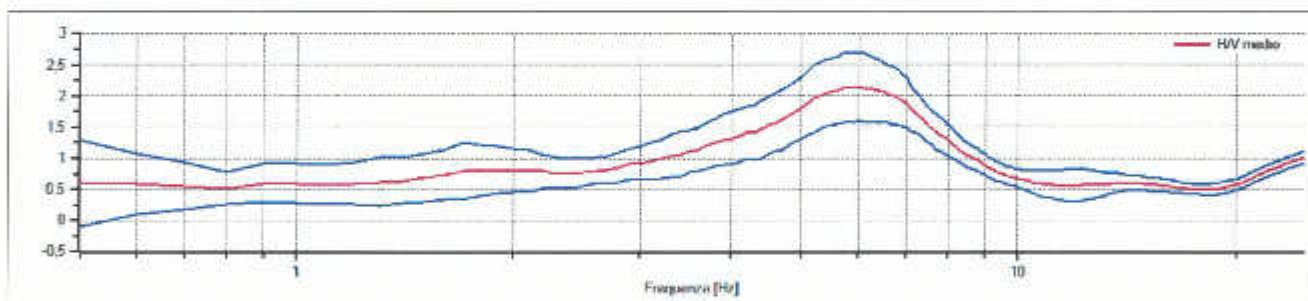
### Mappa della direzionalità degli spettri

#### Rapporto spettrale H/V

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 6,00 Hz  $\pm$  0,25 Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Il picco proprio di risonanza del sito è individuato quindi ad una frequenza di **6,00Hz  $\pm$  0,25 Hz**

#### HVSR2



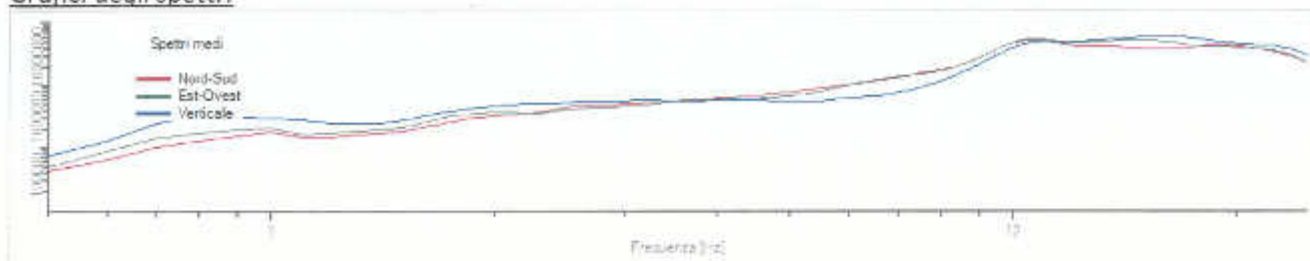


CITTÀ DI PESCARA

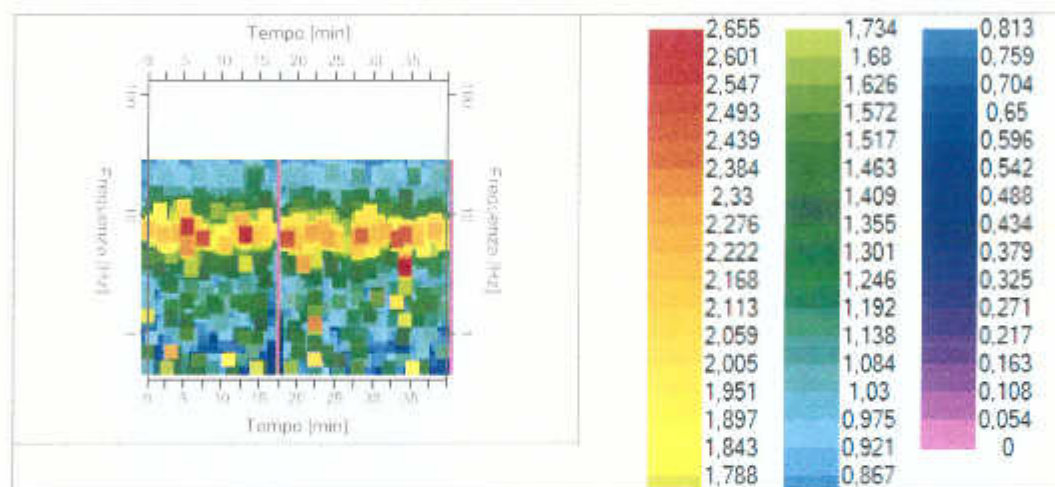
Dipartimento Tecnico

Settore Imp. Sportivi - Pol. Energetiche, Ambientali e Paesaggistiche

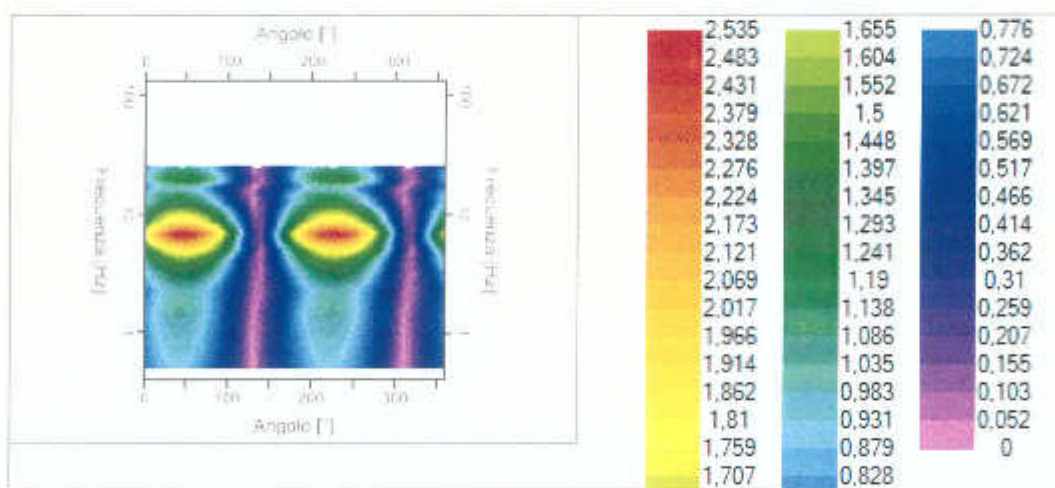
### Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

### Rapporto spettrale H/V

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V:

6,70 Hz  $\pm$  0,19 Hz

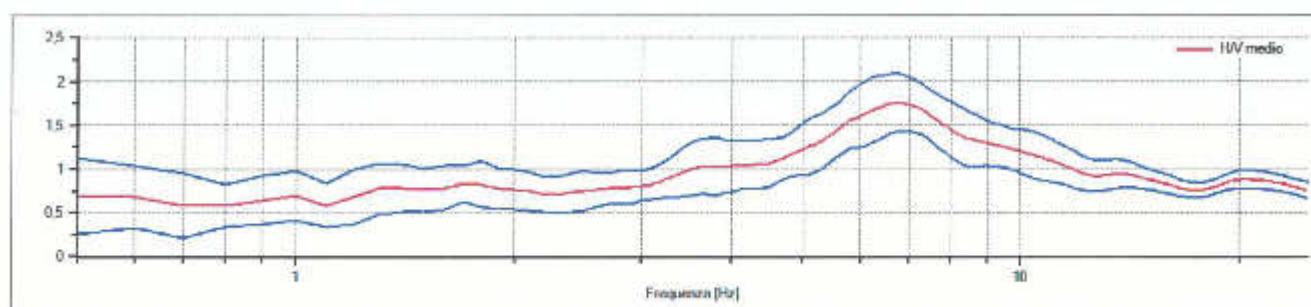


CITTÀ DI PESCARA

Dipartimento Tecnico

Settore Imp. Sportivi - Pol. Energetiche, Ambientali e Paesaggistiche

### Grafico rapporto spettrale H/V



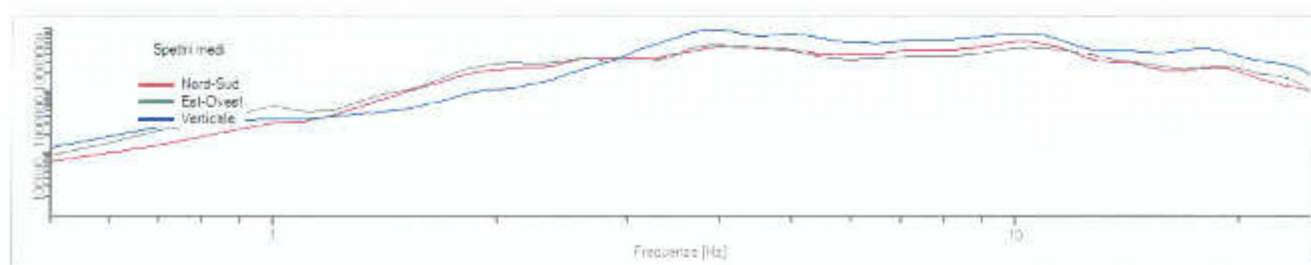
Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Il picco proprio di risonanza del sito è individuato quindi ad una frequenza di **6,70Hz ±0,19 Hz**

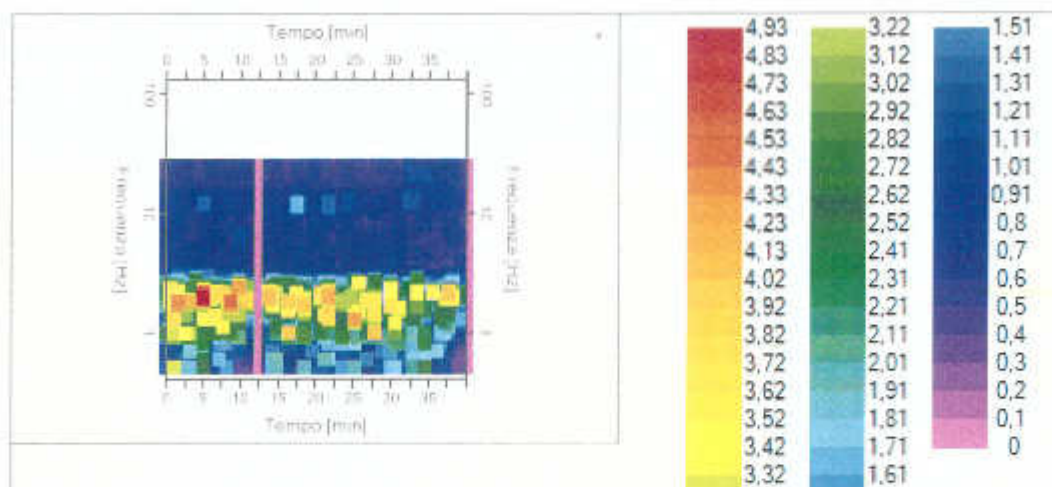
### HVSR3



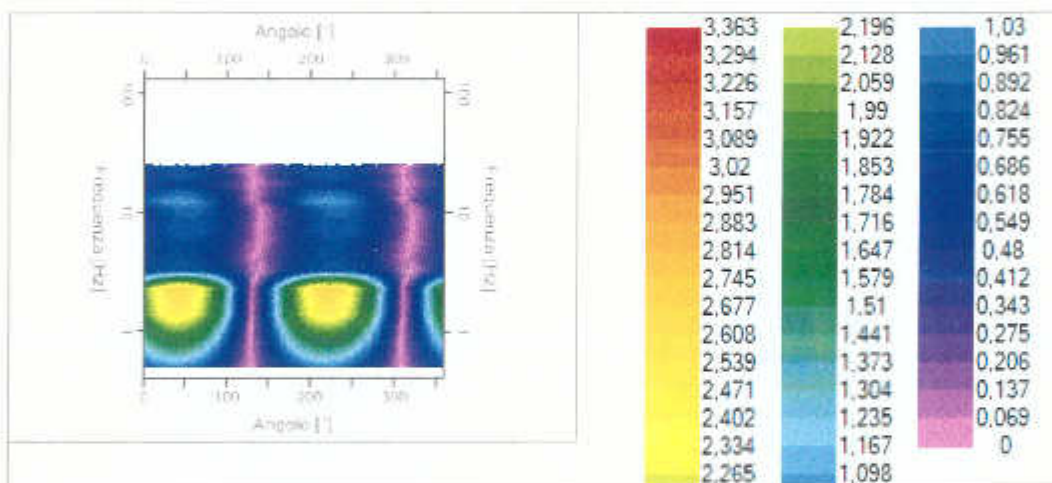
### Grafici degli spettri Spettri medi nelle tre direzioni







Mappa della stazionarietà degli spettri



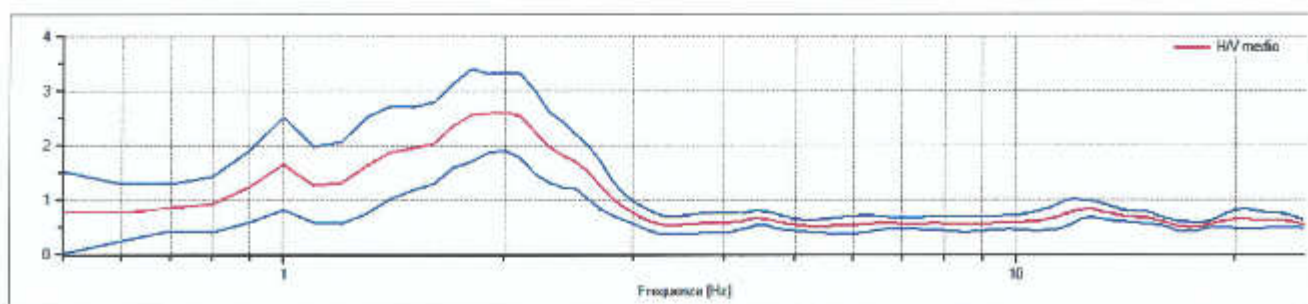
Mappa della direzionalità degli spettri

### Rapporto spettrale H/V

#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2,00 Hz  $\pm$  0,28 Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Il picco proprio di risonanza del sito è individuato quindi ad una frequenza di 2,00Hz  $\pm$  0,28 Hz

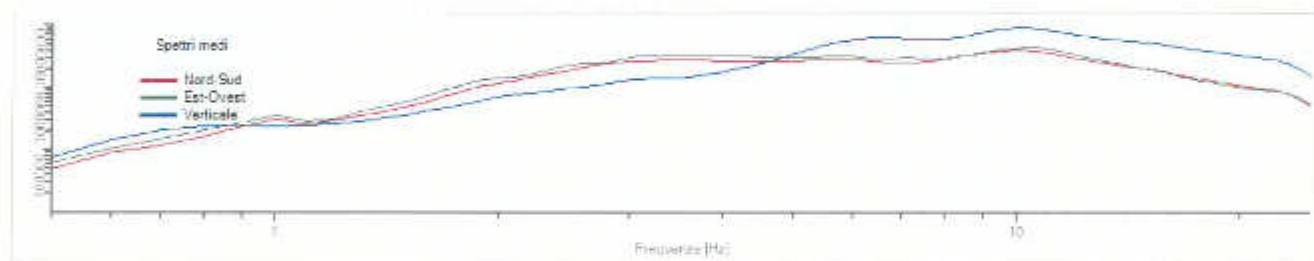


CITTÀ DI PESCARA

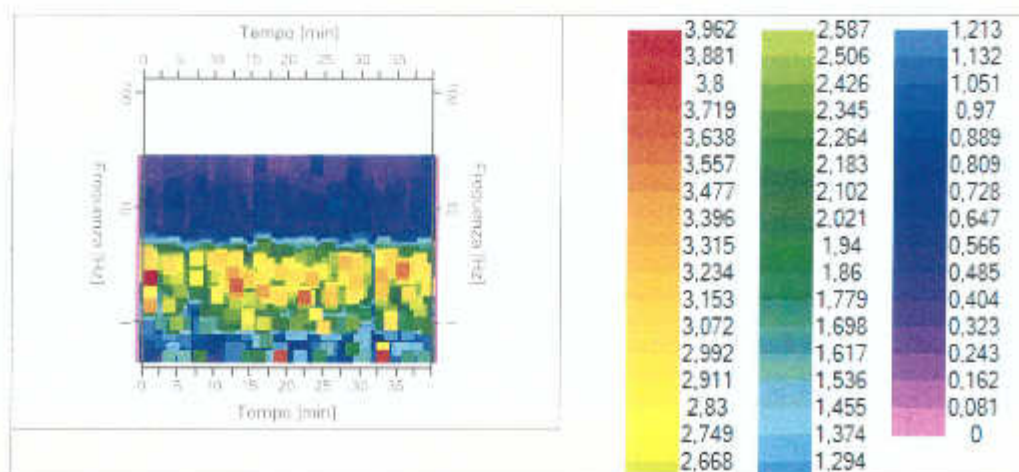
Dipartimento Tecnico

Settore Imp. Sportivi - Pol. Energetiche, Ambientali e Paesaggistiche

## HVSr4

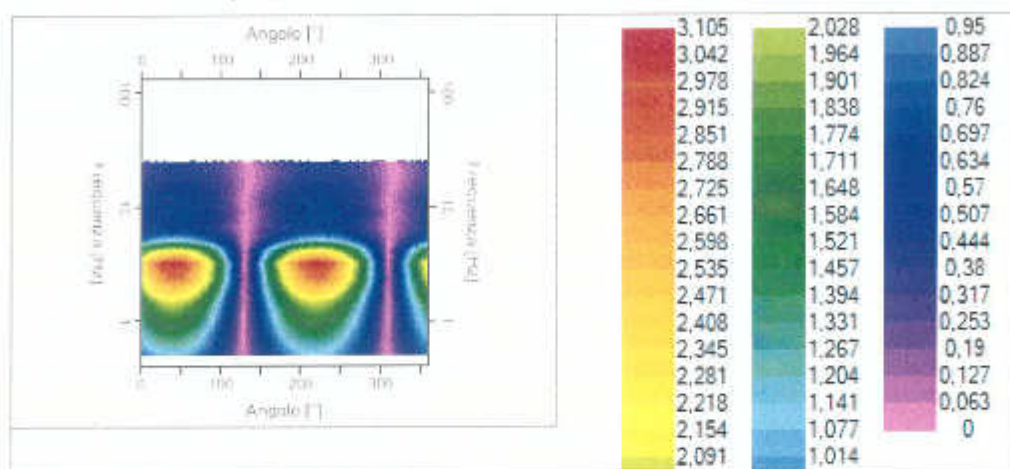
Grafici degli spettri Spettri medi nelle tre direzioni

## Mappa della stazionarietà degli spettri





### Mappa della direzionalità degli spettri

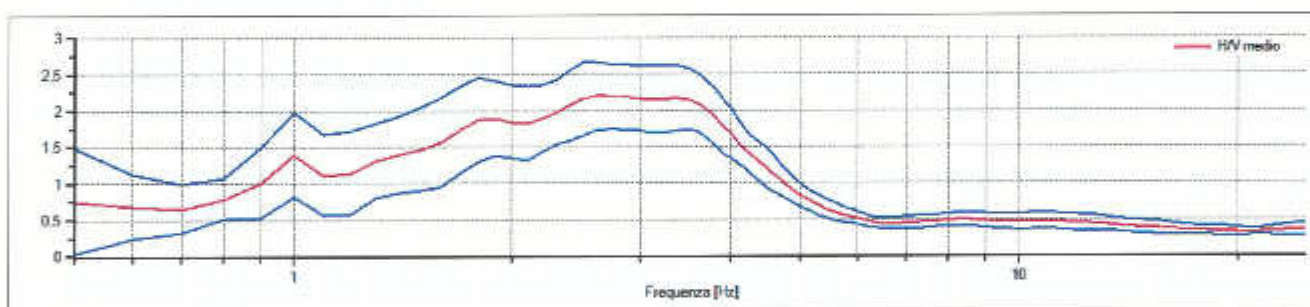


### Rapporto spettrale H/V

#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2,60 Hz  $\pm$  0,21 Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Il picco proprio di risonanza del sito è individuato quindi ad una frequenza di **2,60 Hz  $\pm$  0,21 Hz**

**PRIME CONSIDERAZIONI:** L'esecuzione delle quattro HVSR mostra come la stratigrafia superficiale influenza il picco della frequenza di risonanza. HVSR2 e HVSR1 sono state realizzate su sedimenti marini granulari sabbioso-ghiaiosi spessi circa 24 metri poggianti sul substrato e hanno un picco ben individuato a circa 6Hz, mentre HVSR4 e HVSR3 (proseguendo verso sud) mostrano come il corpo normalconsolidato alluvionale di limi e argille posto al di sotto del più sottile orizzonte marino granulare generano una traslazione del picco a frequenze più basse, fino ai 2Hz, pertanto nell'area di sedime del **Ferrhotel** si può fare riferimento ad un picco di risonanza di circa **2Hz, coerente con il modello geotecnico ricostruito che pone la profondità del substrato geologico non rigido a circa - 26 metri d.p.c..**





nelle verticali di indagine di riferimento non alto, impone tale classificazione. Per il nuovo edificio l'adozione di fondazioni indirette su pali all'interno delle argille del substrato non liquefacibile supera tale problematica.

## 8. SINTESI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE – CONSIDERAZIONI APPLICATIVE CONCLUSIVE

Dal punto di vista applicativo ci preme evidenziare alcune importanti osservazioni:

**Il modello geotecnico generale** per l'area in esame risulta costituito da quattro orizzonti litotecnici, **ad eccezione dei riporti antropici superficiali**, dall'alto verso il basso così distribuiti:

- 1) ORIZZONTE GRANULARE costituito da:

- **depositi di sabbie medie ben classate** giallo-avana tidali di battigia e/o dunari moderatamente addensate, recenti e attuali, intercalate o sostituite da **limi argillosi normalconsolidati di retrobarra o retroduna**. Verso monte (al di fuori dell'area di intervento) lo spessore diminuisce mentre aumentano le interdigitazioni (eteropie laterali);
- **depositi di sabbie medie e fini e di sabbie debolmente limose** grigie fluvio deltizie, fluviali di rotta o di barra, recenti, con grado di addensamento variabile, **intercalate a sabbie grosse con ghiaia o lenti di ghiaia** in genere addensate e **sottili livelli di limi sabbiosi** poco consistenti; Si tratta di un cuneo che si assottiglia verso monte (al di fuori dell'area di intervento)
- i depositi granulari non si rinvencono in corrispondenza della prova DPSH 3 a conferma del rischio di disomogeneità orizzontali tipiche dell'ambiente deposizionale della piana costiera (come di quella alluvionale)

- 2) ORIZZONTE COESIVO costituito da:

- Limi argillosi normalconsolidati, localmente sabbiosi. Generalmente di colore avana, localmente grigi sono depositi facies di transizione, di retrobarra o retroduna, olocenici. Poco consistenti, sono posti al di sotto dell'orizzonte granulare 1 ma lo sostituiscono in corrispondenza della DPSH3
- depositi normalconsolidati, prevalentemente fini, di tracimazione e di alveo con abbondanti resti organici torbosi, dalle scarse caratteristiche geotecniche. A luoghi si rinvencono livelli discontinui centimetrici e decimetrici di sabbie limose. Sono depositi di età post glaciale – olocenica, accresciuti conseguentemente a fenomeni di subsidenza e innalzamento progressivo del livello del mare. Le continue divagazioni dell'asse vallivo e la giovane età hanno contribuito alla estrema variabilità delle caratteristiche geotecniche e sedimentologiche (con rinvenimento di livelli granulari) sia secondo i vettori verticali che orizzontali (eteropie di facies); tali alluvioni hanno tridimensionalmente la forma di un cuneo con ispessimento verso est;

- 4) IL PASSAGGIO AL SUBSTRATO, disposto su più ampia scala a gradini terrazzati (vedi capitoli precedenti e sezioni) avviene in contatto erosivo con un orizzonte di ghiaie in matrice sabbiosa, fluviali o fluvio-deltizie molto addensate. Sono stati rinvenuti per uno spessore di 3,40 metri in S1 e di 2,50 metri in S2;



- 3) SUBSTRATO GEOLOGICO LOCALE costituito da **argille siltose sovraconsolidate** di origine marina di età plio-pleistocenica. Il passaggio alla formazione inalterata, dalle ottime caratteristiche geotecniche, può essere graduale e contraddistinto da un orizzonte parzialmente alterato di circa due metri di spessore, entro il quale possono rinvenirsi contenute circolazioni idriche all'interno di sottili livelli di sabbia fine posti nell'interstrato.

MODELLO GEOTECNICO (vedi sezioni). Costituito dall'Orizzonte Granulare 1, poggiante sull'Orizzonte Coesivo 2, sulle ghiaie dell'orizzonte 3 e poi sul substrato posto alla profondità di circa 25-26 metri.

Dal punto di vista applicativo ci preme evidenziare alcune importanti osservazioni:

- per la realizzazione degli scavi, sarà opportuno tenere in considerazione che un eventuale impianto di aggettamento della falda dovrà essere dimensionato prevedendo una trasmissività idraulica elevata nella porzione superficiale, lì dove sono state rilevate sabbie e ghiaie, pertanto ampio sarà il cono di depressione. Nessuno scavo può essere aperto senza prevedere una corretta progettazione delle opere temporanee necessarie a garantirne la stabilità a breve termine, vista l'assenza del carattere coesivo dei primi metri di terreno. Le pareti ed il fondo devono comunque avere dei sistemi drenanti, così da limitare e distribuire le spinte idrauliche dal basso. Gli studi progettuali esecutivi saranno volti alla corretta progettazione e dimensionamento, come disposto dal D.M.LL.PP. 11/03/1988 e dall'All.3 delle NTA allegate al PRG vigente, della modalità di esecuzione degli scavi, delle indispensabili strutture di consolidamento temporaneo o permanente dei fronti di scavo, delle opere drenanti e dell'impianto di aggettamento della falda, onde evitare effetti indesiderati sulle strutture degli edifici e i sottoservizi limitrofi, in base anche all'eventuale temporaneo abbattimento della falda. I dati geognostici esecutivi saranno di supporto anche per la corretta predisposizione del Piano di Sicurezza e Coordinamento di cui all'art. 100 del D.lgs 81/2008 e ss. mm. e ii..
- per quanto concerne il materiale di scavo, qualora non si intendesse riutilizzarlo per la nuova sistemazione o in altri siti, lo stesso costituisce *rifiuto* e, pertanto, sottoposto alle disposizioni in materia di rifiuti di cui alla parte quarta del Codice dell'Ambiente (D.Lgs 152/2006 e ss. mm. e ii.); qualora invece dovesse essere utilizzato per eventuali rinterri, occorre che venga espletato l'iter tecnico-amministrativo relativo alla gestione dei "materiali da scavo" in particolare per quanto concerne la verifica della sussistenza della qualità ambientale dello stesso.
- Qualora si intendessero adottare soluzioni fondali di tipo indiretto occorrerà ammorsare i pali all'interno delle argille di base e sarà da evitare la porzione superficiale, ove è evidente il contatto erosivo con le ghiaie e sabbie fluvio-deltizie, alterato fisicamente. Dalle indagini reperite lo spessore delle ghiaie e sabbie di base non è omogeneo e continuo (rinvenuto per uno spessore di 3,40 metri in S1 e di 2,50 metri in S2), quindi la scelta di ammorsare eventuali pali "di punta" su di esso è sconsigliata.
- Poiché in tale settore la superficie piezometrica è posta a profondità tale da essere intercettata da eventuali piani interrati, occorrerà ben impermeabilizzare tutte le eventuali opere interrate. Se l'acqua piovana o di falda dovesse penetrare nell'interrato non ha possibilità di evacuazione se non con un adeguato sistema di pompaggio, che andrebbe a gravare sulla capacità ricettiva della rete pubblica di smaltimento delle acque bianche.
- Particolare attenzione dovrà porsi alla regolamentazione delle acque superficiali e alle acque di piazzale, verificando la capacità ricettiva del sistema di smaltimento della rete pubblica esistente.

Dallo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 eseguito è emerso che:



CITTÀ DI PESCARA  
Dipartimento Tecnico  
Settore Imp. Sportivi - Pol. Energetiche, Ambientali e Paesaggistiche

- Gran parte della zona di interesse deve essere necessariamente classificata come **Zona di attenzione per potenziale Liquefazione** (Carta delle MOPS - retino colore grigio). La scelta di adottare soluzioni fondali indirette supera tale eventualità, oltre che eventuali problemi dettati da possibili cedimenti differenziali dovuti alle scarse caratteristiche geotecniche dell'orizzonte superficiale (fino a 4,40 metri d.p.c. rinvenuto nella porzione meridionale del nuovo manufatto, in DPSH3).
- per quanto riguarda la compatibilità con il Piano Stralcio Difesa Alluvioni si è provveduto ad una verifica di dettaglio con i file georeferenziati pubblicati sul sito della Regione Abruzzo e quindi risulta che *l'edificio esistente dell'Ex Ferrhotel è quasi integralmente ubicato in Zona P2 - pericolosità idraulica media - della Carta della Pericolosità Idraulica (elab. n. 7.2.07.pe.01\_var) adottata in prima adozione con delibera di Giunta Regionale n. 408 (BURAT n. 35 del 7-09-2016), mentre il nuovo fabbricato è solo per circa la metà sud orientale dell'ingombro interessato dalla zona P1 - pericolosità idraulica moderata (vedi allegato in calce). Poiché l'intervento non prevede la realizzazione di piani seminterrati e interrati (vietati dall'art. 21, comma 1, lettera b) in zona P2) risulta compatibile poiché ammesso dall'art. 21, comma 1, lettera i) "realizzazione e l'ampliamento di opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico". Ad ogni buon conto la DGR 408/2016 non ritiene applicabili le misure di salvaguardia per le aree P1 e P2 della Carta elab. n. 7.2.07.pe.01 var, pertanto allo stato attuale il sito non è considerabile vincolato dal PSDA.*

Si resta a disposizione dei progettisti per ogni ulteriore chiarimento, anche nelle successive fasi progettuali.

Pescara, aprile 2017



Il tecnico incaricato

Dott. Geol. Edgardo Scurti



**INDICE**

1. INTRODUZIONE.....	1
2. METODOLOGIA DI INDAGINE .....	3
3. ASPETTI GEOLOGICI GENERALI .....	4
4. GEOLOGIA e GEOMORFOLOGIA LOCALI .....	6
Fonte: da Internet.....	6
5. IDROLOGIA e IDROGEOLOGIA LOCALI .....	8
6. ASPETTI GEOTECNICI .....	9
7. ASPETTI SISMICI e microzonazione sismica di livello 1 .....	9
Misura del rumore sismico con la tecnica HVSR .....	11
Microzonazione Sismica di Livello 1 .....	19
8. SINTESI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE – CONSIDERAZIONI	
APPLICATIVE CONCLUSIVE .....	20

**Allegati:**

- 1 - Stralcio della Carta Geologica - Progetto CARG, scala 1: 25.000
- 2 - Stralcio della Carta Geologica Comunale, scala 1:5.000
- 3 - Stralcio della Carta della Pericolosità Geologica Regionale (PAI), scala 1:10.000
- 4 - Stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica (PSDA), scala 1:5.000 e 1:500
- 5 - MZS1: Carta delle Indagini, scala 1:10.000
- 6 - MZS1: Carta Geologico Tecnica, scala 1:10.000
- 7 - MZS1: Carta delle MOPS, scala 1:10.000
- 8 - Risultati delle Indagini: Terra Drilling Technology
- 9 - ubicazione Indagini pregresse
- 10 - sezione geologica interpretativa, scala 1:200
- 11 - sezione litotecnica interpretativa, scala 1:200



CITTÀ DI PESCARA

Dipartimento Tecnico

Settore Imp. Sportivi - Pol. Energetiche, Ambientali e Paesaggistiche

***Allegati***



**CITTA' DI PESCARA**

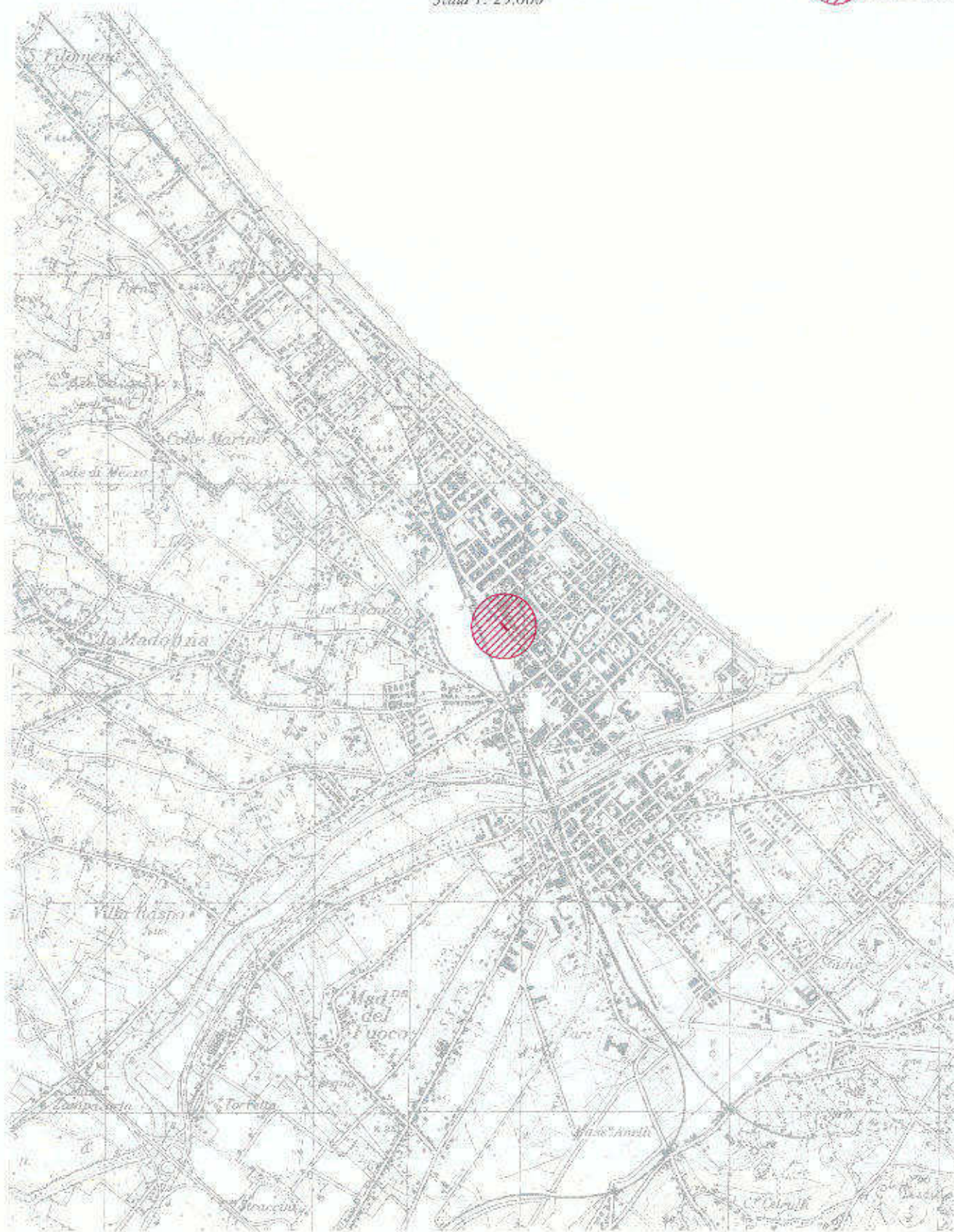
Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e BIAA

## COROGRAFIA

Scala 1: 25.000



IN OGGETTO







**CITTA' DI PESCARA**

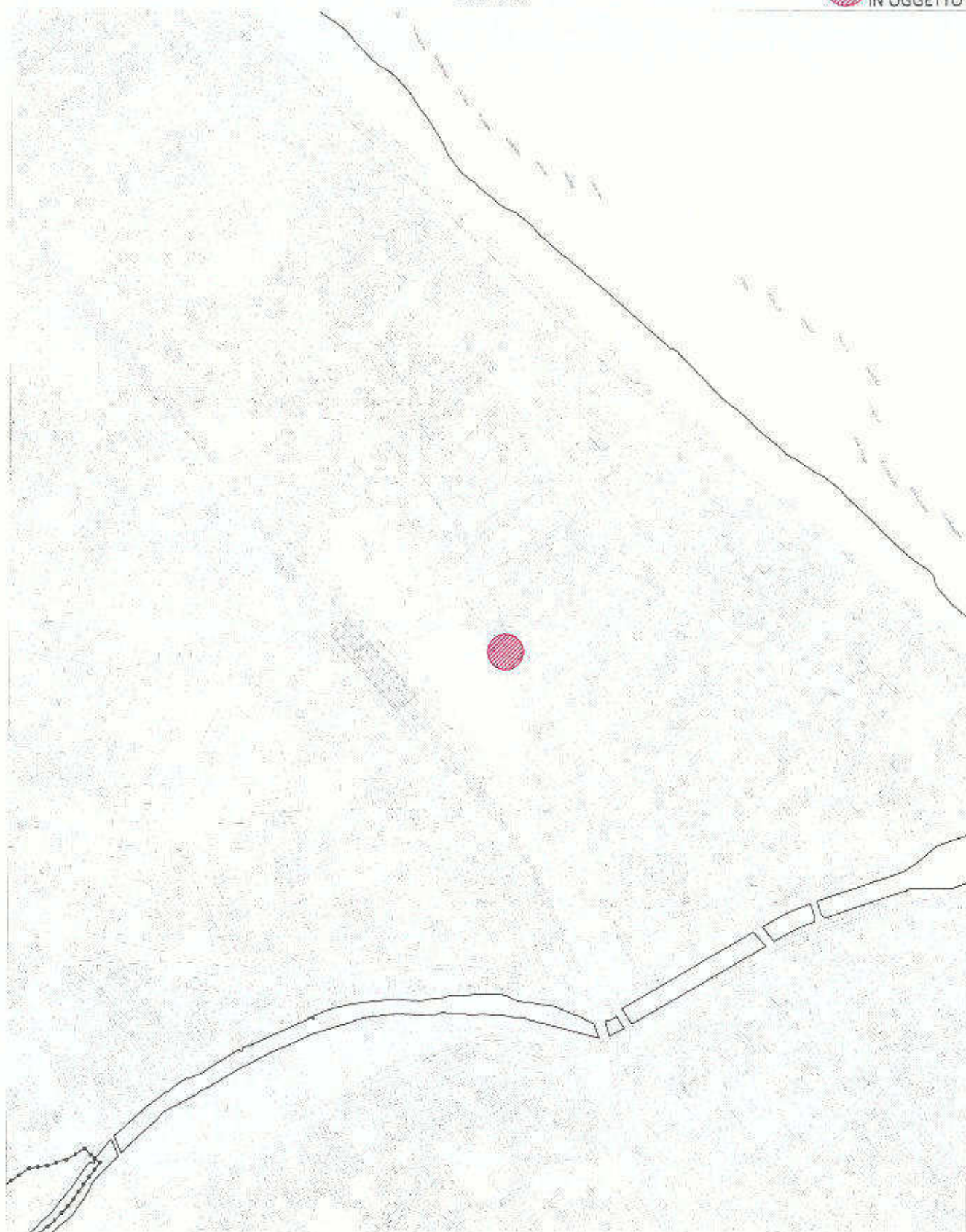
Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e BB.AA.

## STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO

Scala 1:5.000



IN OGGETTO







**CITTA' DI PESCARA**

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e BAA

## CARTA GEOLOGICA Stralcio Progetto CARG

Scala 1:25.000



IN OGGETTO





# CARTA GEOLOGICA Progetto CARG

## LEGENDA

### SISTEMA DI VALLE MAJELAMA

Questo sistema è costituito prevalentemente da depositi alluvionali, terrazzati e disposti in diversi ordini ad altezze variabili sul fondovalle ed è stato suddiviso in 4 subsistemi. Il limite inferiore dei depositi è sempre costituito da una superficie erosiva a contatto con i depositi della successione marina o con i depositi più antichi della successione continentale. Il limite superiore è costituito dalla superficie deposizionale alla sommità del deposito, più o meno rimodellata ed erosa, o dal contatto erosivo con i depositi continentali più recenti.

#### PLEISTOCENE SUPERIORE

subsystema di Chieti Scalo (AVM<sub>1</sub>)

È costituito da depositi alluvionali e da depositi e gneiss mista. Depositati alluvionali - Sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbide; le ghiaie, prevalenti nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a clasti poligenici (arenacei, calcarei e calciferi), di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in una abbondante matrice sabbioso-limosa; sono riferibili ad ambiente fluviale. Le sabbie prevalgono nella parte alta dei depositi e spesso sono in contatto netto con le sottostanti ghiaie. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzati a quote comprese tra i 5 e 15 m sul fondovalle attuale (AVM<sub>1</sub>). Deposito di origine mista - Ghiaie eterometriche e conglomerati debolmente cementati, con matrice sabbioso-limosa da assente ad abbondante, in assetto caotico o con stratificazioni poco evidenti, di origine mista sia di natura alluvionale che legata all'azione della gravità. Affiorano lungo i versanti di fossi minori nell'area di Silvi (AVM<sub>1</sub>).

#### PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

subsystema di Majelama (AVM<sub>2</sub>)

### DEPOSITI OLOCENICI

I depositi olocenici sono costituiti da una gran varietà di litofacies riferibili a depositi di frana, depositi alluvionali, coltri eluvio-colluviali, depositi eolici, depositi lacustri e palustri, depositi di spiaggia e depositi antropici. Il limite inferiore è sempre erosivo sui depositi delle successioni marine o sul sistema pleistocenico della successione continentale; il limite superiore è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva.

Depositi di frana - Depositati poligenici in assetto caotico. In generale sono formati da litotipi prevalentemente argilloso e sabbiosi o da blocchi conglomeratici e arenacei (ole<sub>1</sub>). Depositati alluvionali - Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe, ghiaie e sabbie di conoidi alluvionali. I livelli ghiaiosi, prevalenti nella parte bassa, sono costituiti da clasti di dimensione da centimetriche a decimetriche, localmente pluridecimetriche, poligenici, da sub angolari ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi (ole<sub>2</sub>). Coltri eluvio-colluviali - Limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie da grigiastre a giallastre a bruno-rossastre con clasti centimetrici arenacei e calcarei dispersi all'interno di materiali fini residuali; sono presenti frequentemente concrezioni calcaree; sono in assetto caotico o disposti in lenti e livelli clino-stratificati conformemente ai versanti (ole<sub>3</sub>).

Depositi eolici - Sabbie a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente addensate (ole<sub>4</sub>).

Depositi lacustri e palustri - Peliti palustri e peliti sabbioso-ciottolose, terreni di bonifica e torbe (ole<sub>5</sub>).

Depositi di spiaggia - Sabbie a granulometria medio-fine, sciolte o addensate, ghiaie con ciottoli eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti (ole<sub>6</sub>).

Depositi antropici - Depositati caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di manufatti.

In corrispondenza di cave di ghiaia dismesse sono costituiti dai residui, essenzialmente sabbioso-limosi, dell'attività estrattiva (ole<sub>7</sub>).

### FORMAZIONE DI MUTIGNANO

#### PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE p.p.

associazione sabbioso-conglomeratica (FMT<sub>1</sub>)

Sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli di qualche centimetro, sempre ben sciolti; ed embriciati, in prevalenza calcarei o, subordinatamente, silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere stratificati in set tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo e talora rippled simmetrici tipici di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. (Zone MNN19d-e? A nannofossili calcarei). Lo spessore varia da 5-10 m fino ad un massimo di 50 m.

associazione sabbioso-pellica (FMT<sub>2</sub>)

Arenanza di sabbie e sabbie silteose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille silteose grigiastre sottilmente lamine. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari a 1. È presente una ricca macrofauna a bivalvi (Pecten, Chlamys, Ostrea) e gasteropodi di ambiente marino. Lo spessore varia da alcune decine di metri fino ad un massimo di 60-70 m. (Zone MNN19c-MNNd a nannofossili calcarei).

associazione pellico-sabbiosa (FMT<sub>3</sub>)

Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi. Il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Il contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da molluschi quali bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi che individuano un ambiente di offshore. Lo spessore massimo osservato è di circa 400 m. (Zone MNN18-MNN19c a nannofossili calcarei).



AVM<sub>1</sub>



ole



FMT<sub>1</sub>

FMT<sub>2</sub>

FMT<sub>3</sub>

## SIMBOLOGIA

- strati dritti
- strati orizzontali
- contatto stratigrafico
- taglia
- conoidi alluvionali e di debris flow
- conoidi di origine mista di debris flow-elo torrentizio-elo valanga
- orio di terrazzo
- orio di scarpata di frana
- orio di scarpata di cave
- cave attiva e inattiva
- traccia di sezione geologica

- a1 corpo di frana
- b deposito alluvionale ghiaioso
- c deposito alluvionale ghiaioso-sabbioso
- d deposito alluvionale sabbioso
- e depositi eolici
- f deposito lacustre e palustre limoso-sabbioso
- g1 deposito di spiaggia sabbioso
- g2 deposito di spiaggia ghiaioso-sabbioso
- h2 coltri eluvio-colluviali e prodotti eluviali
- i depositi di origine mista





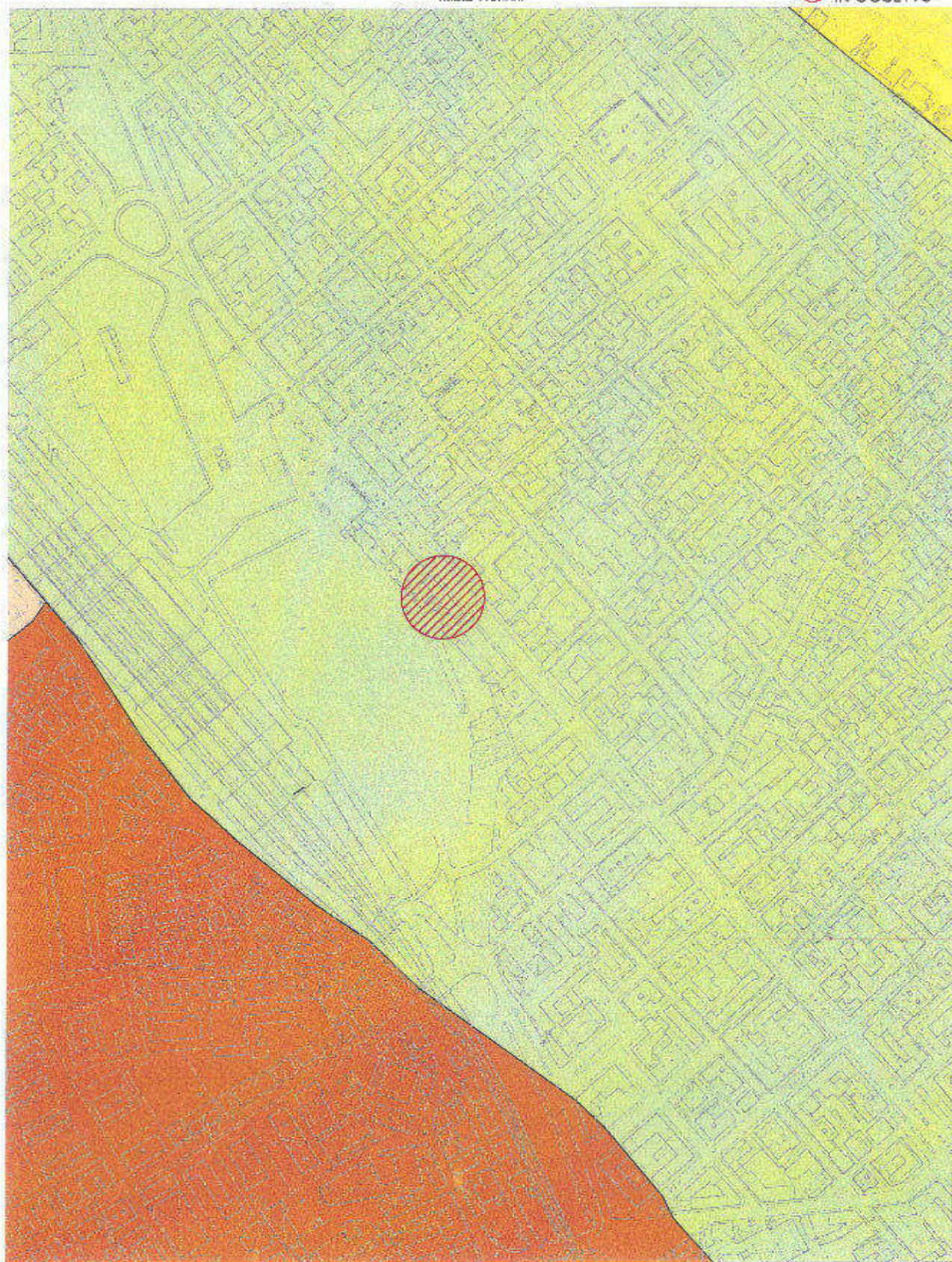
**CITTA' DI PESCARA**

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e B.B.AA.

stralcio della **Carta Geologica** (Orlini 2001)  
Scala 1:5.000



IN OGGETTO







## CITTA' DI PESCARA

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche

Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e B.B.A.

### stralcio della **Carta Geologica** (Orlini 2001)

## LEGENDA

A1: Sabbie attuali di spiaggia (depositi di ambiente di transizione)

### DEPOSITI CONTINENTALI

A2: Sabbie, limi, argille e torbe, con lenti ghiaiose della parte costiera

A3: Depositi colluviali: argille, limi, e sabbie in percentuale variabile, di colamento del fanofuore, con spessore di sventi medi

A4: Depositi cluviali: sabbie limose con frequent. concrezioni calcaree

A5: Depositi alluvionali di parte costiera

A6: Coltre detritiche: ciottoli e sabbie in matrice limoso-argillosa

A7: Depositi dell'alveo attuale del F. Pescara

A8: Depositi aluvionali: terrazzi del II Ordine del F. Pescara a granulometria limoso-argillosa variabilmente sabbiosa, con ghiaia e ciottoli

A9: Depositi alluvionali: terrazzi del II Ordine del F. Pescara a granulometria limoso-argillosa variabilmente sabbiosa, con intercalazioni lenti fangose di spessore ridotto, di ghiaia e ciottoli eterometrici, in prevalenza calcarei, arrotondati

### DEPOSITI MARINI

B0: Terrazzo di erosione marina: conglomerati ad elementi eterometrici in prevalenza calcarei, arrotondati, sovente appiattiti, talora fortemente cementati

### A) UNITA' ARENACEO-CONGLOMERATICA (CORPO REGRESSIVO Pleistocene)

B1: Litofacies conglomeratica: conglomerati eterometrici ad elementi arrotondati, sovente appiattiti, prevalentemente calcarei in matrice sabbiosa, localmente fortemente cementati. Alla base sono presenti alternanze di sabbie e argille con livelli di ciottoli

B2: Litofacies arenacea conglomeratica: sabbie giallastre a granulometria da grossolana a fine, con intercalazioni sottili, di conglomerati eterometrici arrotondati, prevalentemente calcarei, in matrice sabbiosa, a fogli prevalentemente

B3: Litofacies arenacea: sabbie giallastre a granulometria da grossa a fine, in strati da medi a massicci (da 0,5 a 5,00 m), spesso cementati, con sottili intercalazioni discontinue di limi argillosi, e fogli fossiliferi

### B) UNITA' E PELITICO-ARENACEA (Pleistocene)

B4: Argille limose grigio-azzurre con livelli sabbiosi discontinui, a granulometria fine, in strati da sottili a medi, a fogli fossiliferi

### SEGNI CONVENZIONALI

Discarica R.S.U. di Fosso Grande

Faglie e lincosazioni tettoniche

Giacitura degli strati





**CITTA' DI PESCARA**

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
*Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e B.B.A.A.*

**PAI**

stralcio del PSB della Regione Abruzzo

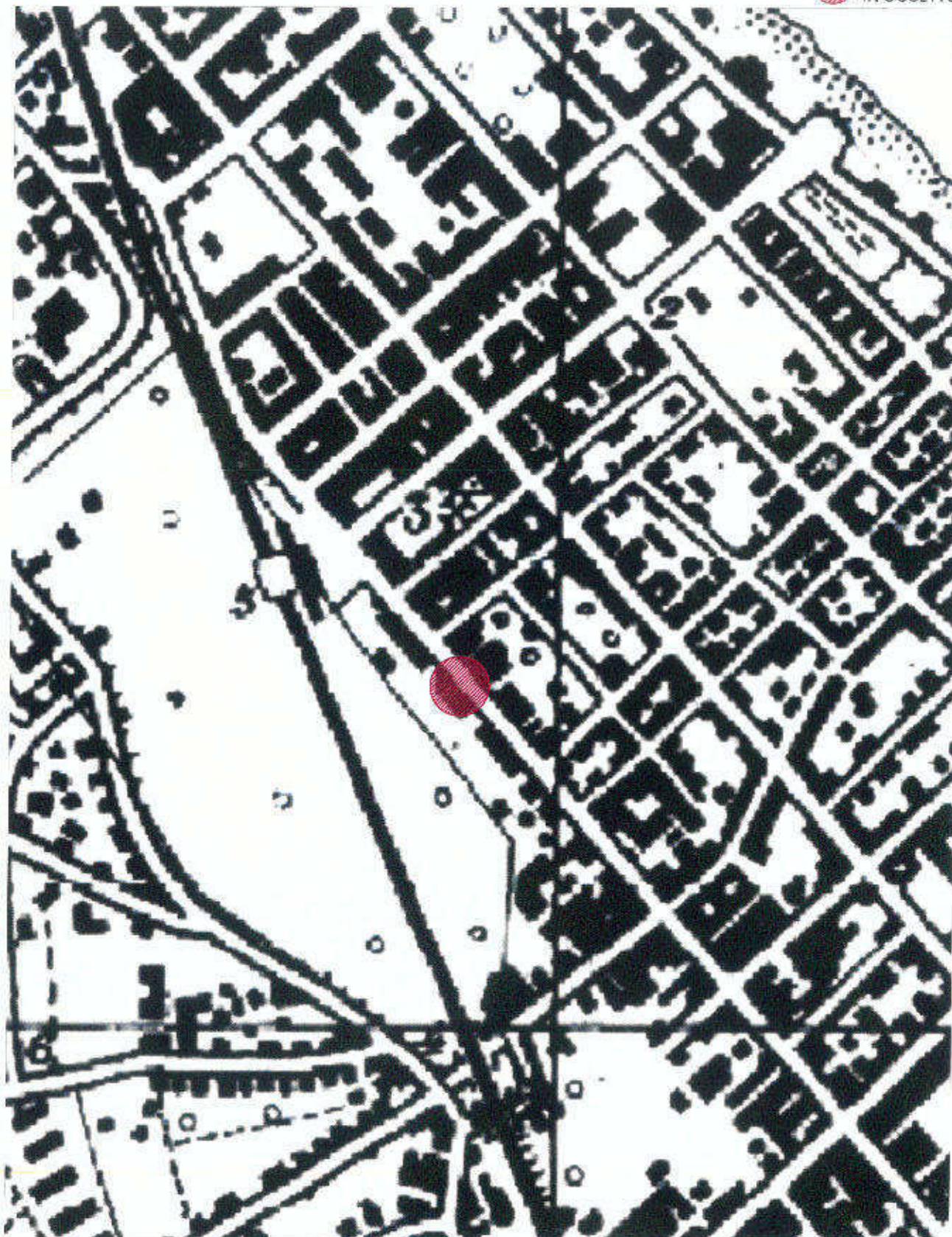
## **PERICOLOSITA' GEOLOGICA**

Scala 1:5.000

*adottato con D.C.R. n. 1386 del 29.12.2001  
pubblicato su B.U.R.A. n.8 del 04.02.2005  
approvato con D.C.R. n.94/5 e 94/7 del 29.01.2008  
pubblicato su B.U.R.A. speciale n.12 del 1.02.2008*



**IN OGGETTO**







## CITTA' DI PESCARA

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e BBA.

### stralcio del PSB della Regione Abruzzo **PERICOLOSITA' GEOLOGICA**

*adottato con D.C.R. n. 1386 del 29.12.2004*

*pubblicato su B.U.R.A. n.8 del 04.02.2005*

*approvato con D.C.R. n.94/5 e 94/7 del 29.01.2008*

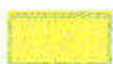
*pubblicato su B.U.R.A. speciale n.12 del 1.02.2008*

#### **PSB**



#### **P3 PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA**

Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente



#### **P2 PERICOLOSITA' ELEVATA**

Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione



#### **P1 PERICOLOSITA' MODERATA**

Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione



#### **Pscarpate PERICOLOSITA' DA SCARPATE**

Aree interessate da Dissesti tipo scarpate





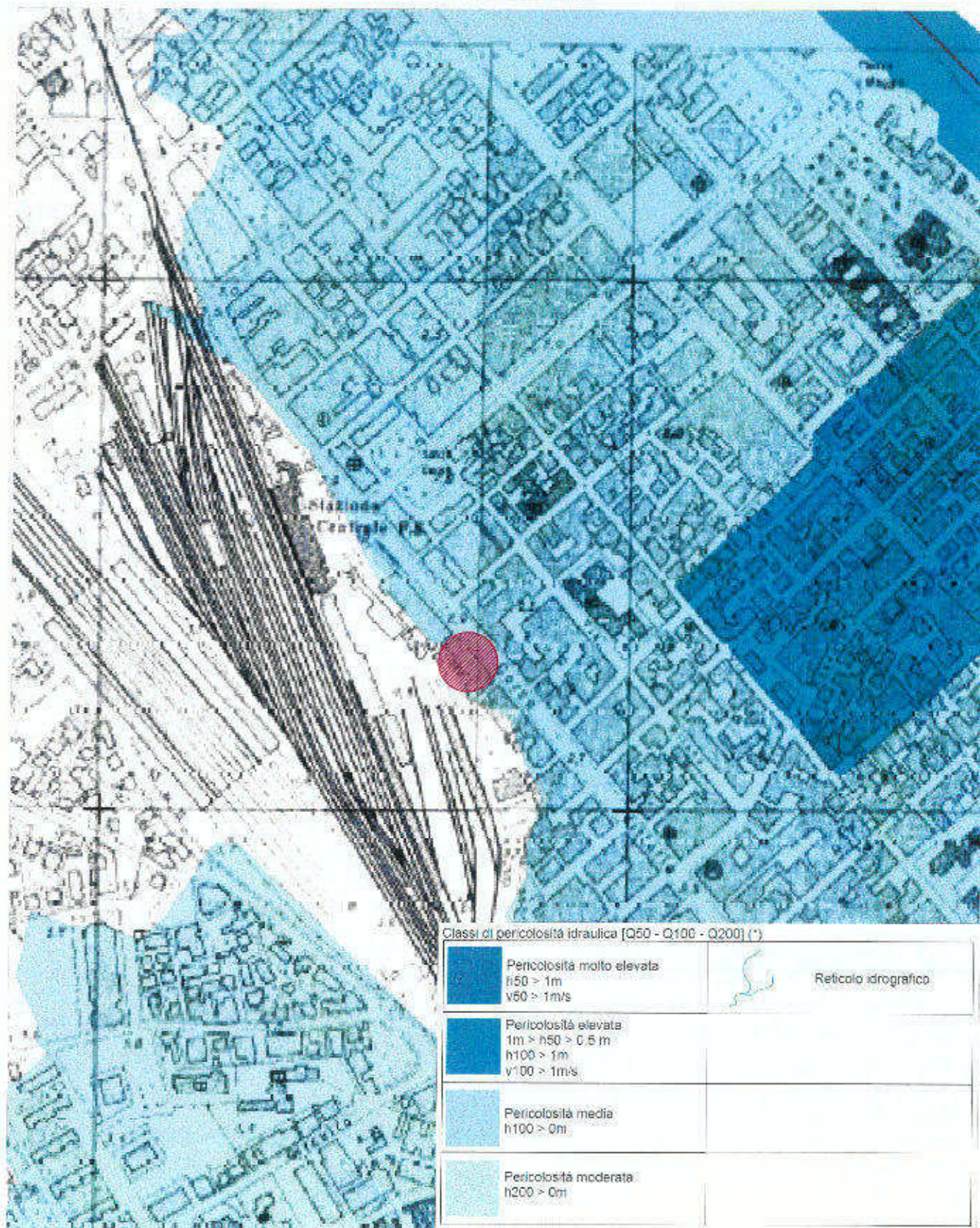
**CITTA' DI PESCARA**

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, V.A.S. e B.B.A.A.

**PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI  
CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA**

Aggiornamenti cartografici (D.G.R. n. 408 del 29.06.2016 - BURA n. 35 del 07 Settembre 2016)

scala 1:5000







**CITTA' DI PESCARA**

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paisaggistiche

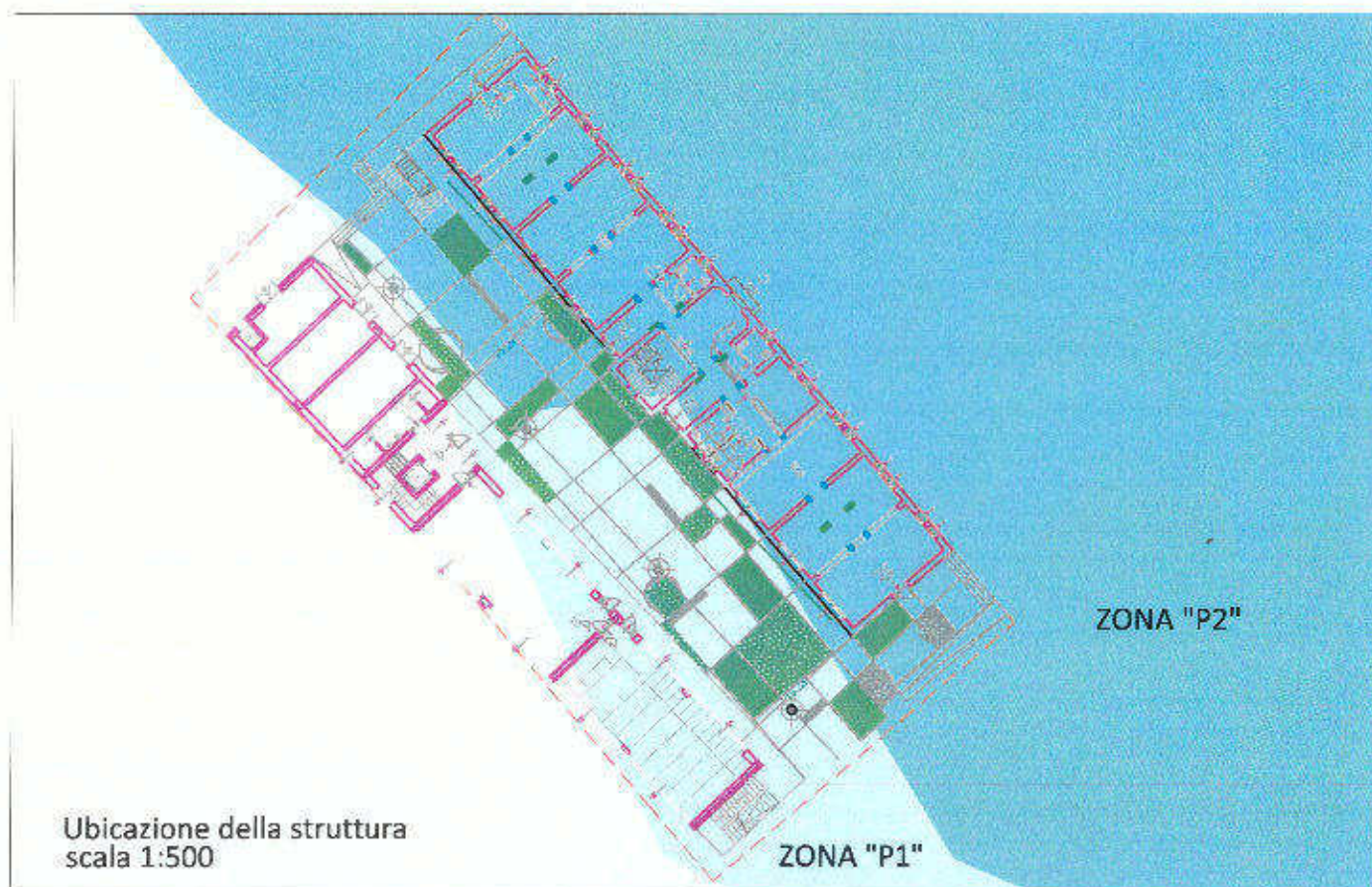
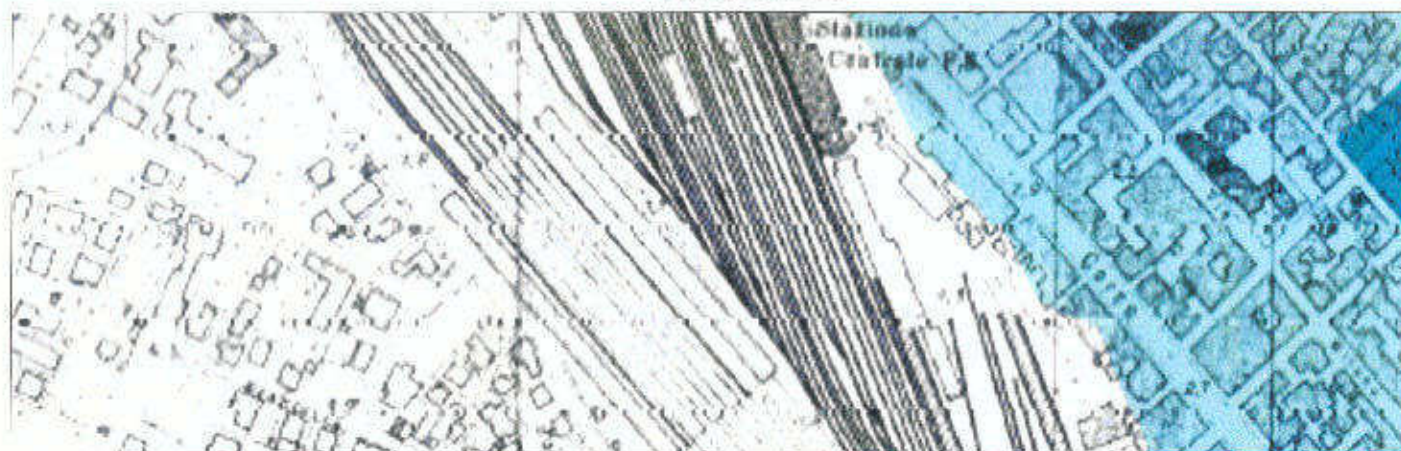
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e BB.AA.

**PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI**

**CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA**

Aggiornamenti cartografici (D.G.R. n. 408 del 29.06.2016 - BURA n. 35 del 07 Settembre 2016)

scala 1:5000



Classi di pericolosità idraulica (Q50 - Q100 - Q200) (\*)

	Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1\text{m}$ $v_{50} > 1\text{m/s}$	 Reticolo idrografico
	Pericolosità elevata $1\text{m} > h_{50} > 0.5\text{m}$ $h_{100} > 1\text{m}$ $v_{100} > 1\text{m/s}$	
	Pericolosità media $h_{100} > 0\text{m}$	
	Pericolosità moderata $h_{200} > 0\text{m}$	





**CITTA' DI PESCARA**

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e B.R.A.A.

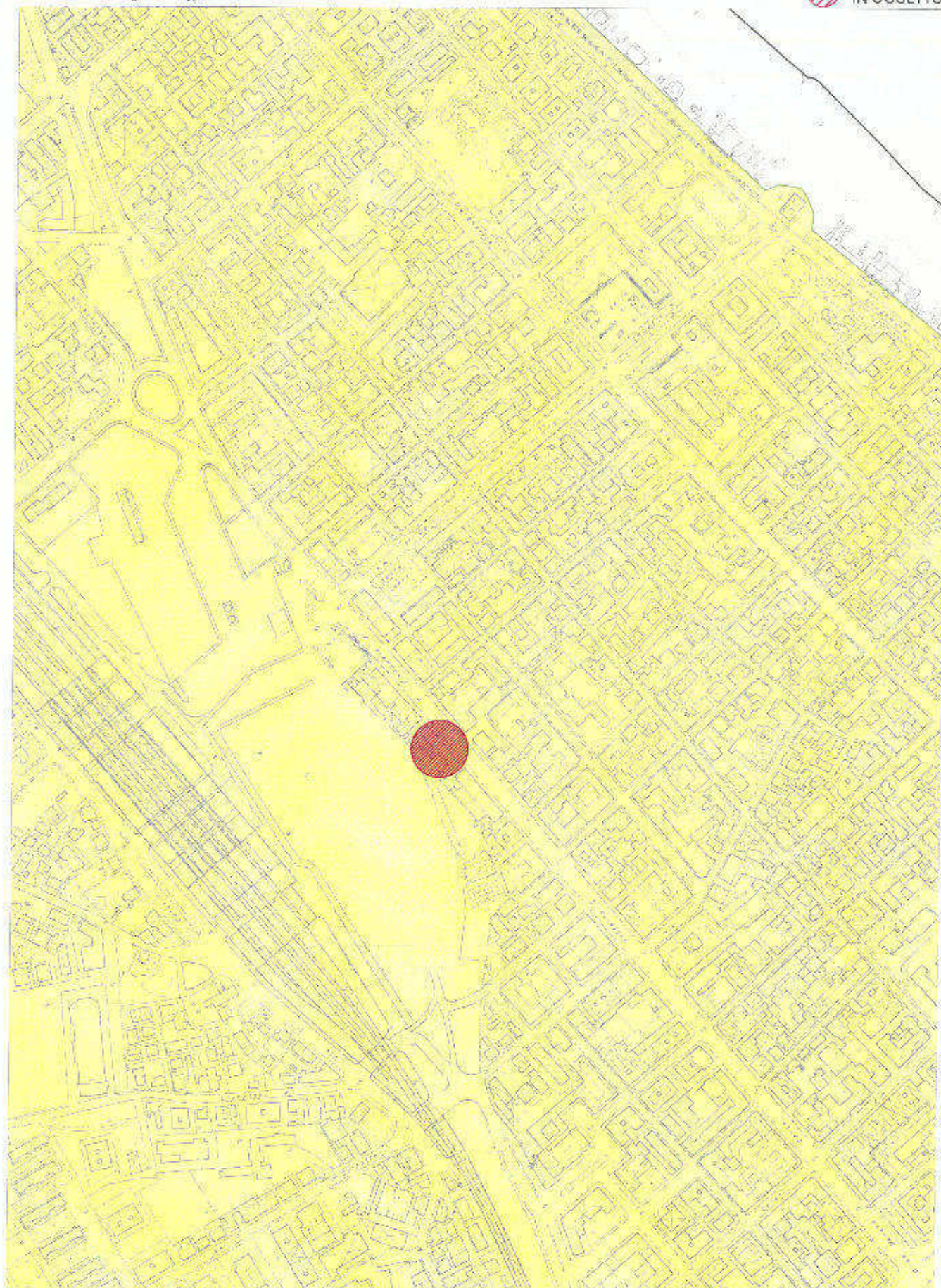
**STRALCIO DELLA CARTA DELLA  
PERICOLOSITA' GEOLOGICA**

TAI.D all.4 alla Variante al P.R.G. approvata con atto di C.C. n.94 del 8/08/2007

Scala 1: 5.000



IN OGGETTO







## CITTA' DI PESCARA

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e BBA.

### STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

TAV.1) all.4 alla Variante al P.R.G. approvata con atto di C.C. n. 94 del 8/06/2007



#### Area P1 - Pericolosità da nulla a bassa

Sono comprese:

- aree di pianura;
- aree collinari ad acclività nulla o modesta;
- aree che presentano uno spessore ridotto di coltre superficiale alterata;
- aree in cui non sono evidenti indizi geomorfologici che possano far presumere fenomeni potenziali o in atto di dissesti gravitativi.



#### Area P2 - Pericolosità media

Sono comprese:

- aree discretamente ecclivi o ben acclivi;
- aree di versante in cui la coltre superficiale alterata presenta uno spessore superiore ai due metri;
- aree di versante in cui sono evidenti indizi di soliflusso superficiale generalizzato o blandi fenomeni di erosione concentrata;
- aree poste su materiale di riporto e coltamento dalle caratteristiche geotecniche scadenti ma che non presentano pericolo, poiché poco acclivi o pianeggianti, di evolvere in movimenti gravitativi importanti.

### AREE A PERICOLOSITA' ALTA



#### Area P3/1 - Fossi ed Impluvi

Sono comprese aree poste:

- in prossimità di impluvi secondari che presentano indizi di dissesti potenziali e/o in zone in cui un'ulteriore edificazione comprometterebbe in maniera negativa gli equilibri idrogeologici attuali;
- in una fascia minima di rispetto di fossi ed impluvi tale da non pregiudicare le potenzialità autofiltranti dei terreni rispetto a potenziali ed effettivi carichi inquinanti;
- su versanti di fossi o torrenti in evidente attività erosiva;



#### Area P3/2 - Versanti

Sono comprese aree poste:

- su scarpate, versanti collinari fortemente o ben acclivi;
- su o a ridosso di ingenti volumi di riporti antropici che presentano indizi di potenziale dissesto o dissesto in atto;
- su superfici interessate da fenomeni di soliflusso ed erosione diffusa e/o concentrata imposta su una coltre di alterazione clivio-colluviale dello spessore maggiore di due metri o su cono e falde detritiche di disfacimento dei versanti sabbioso-conglomeratici o su accumuli di antiche frane;
- su versanti in cui disposizione a franapoggio del substrato argilloso-limoso, posto al tetto di terreni dalle caratteristiche reologiche fortemente differenti, e presenza di faglia costituiscono pericolo potenziale di scivolamento gravitativo.

### Integrazione con PSDA



#### Area P3/3 - Fiume Pescara

Sono comprese aree:

- considerate a pericolo idraulico molto elevato (studi condotti per conto della Regione Abruzzo - Servizio "Gestione e Tutela Della Risorsa Acqua Superficiale e Sotterranea" per la stesura del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA);
- prossime alla foce del Pescara coinvolte nell'esondazione del 1992.



#### Area P2/1 - Fiume Pescara

Sono comprese aree:

- considerate a pericolo idraulico elevato (studi condotti per conto della Regione Abruzzo - Servizio "Gestione e Tutela Della Risorsa Acqua Superficiale e Sotterranea" per la stesura del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA);









**CITTA' DI PESCARA**

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e B.B.A.A.

Validazione TT-MZS del 16-07-2015

UNIONE EUROPEA



REGIONE ABRUZZO



## Microzonizzazione Sismica carta delle INDAGINI

### Legenda

#### Indagini puntuali

- I 10** Sigla e numero che identificano l'indagine puntuale
- Sondaggio e campionaggio continuo  
12 (n. progressivo), 10 (profondità raggiunta in metri dal P.C.)
  - Sondaggio a carotaggio continuo che tocca il substrato  
25 (n. progressivo), 10 (profondità del substrato geologico in metri dal P.C.)
  - Tomografia sismica passiva
  - Tomografia sismica in foro tipo Deoniche
  - Sondaggio da carotaggio statico in campo
  - Sondaggio con SPT
  - Sondaggio con penetrometro
  - Prova per acqua
  - Sondaggio con prova di Fret
  - Prova penetrometrica dinamica pesante (D15M)
  - Prova penetrometrica dinamica leggera (D1)
  - Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
  - Prova penetrometrica statica con punta elettrica (CPT-E)
  - Prova di isotomia (DNT)
  - Prova di isotomia sismica (SDNT)
  - Sezione per microtomografia a scansione singola (MVS)

#### Indagini lineari

- L 10** Sigla e numero che identificano l'indagine lineare
- Profilo sismico a riflessione
  - Profilo sismico di tipo MW
  - Profilo tomografico elettrico

#### Altri simboli

- Tracce delle sezioni geologiche e geotecniche
- Aree da sottoporre a successivi approfondimenti per possibilità di liquefazione tipo 1
- Aree con possibili impatti di variazioni sismiche alla scala di base delle caratteristiche geotecniche dei materiali fuoristrada (es. falde di argille organiche) che potrebbero determinare fenomeni di cedimenti e con possibili lenti discostanze di materiale granulare potenzialmente liquefacibile. Per tale area sono fortemente raccomandati tutti gli approfondimenti necessari al fine di definire tali possibili elementi di instabilità.
- Pianificazione del centro urbano
- Limiti comunali





CITTA' DI PESCARA

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, V.A.S. e B.R.A.A.

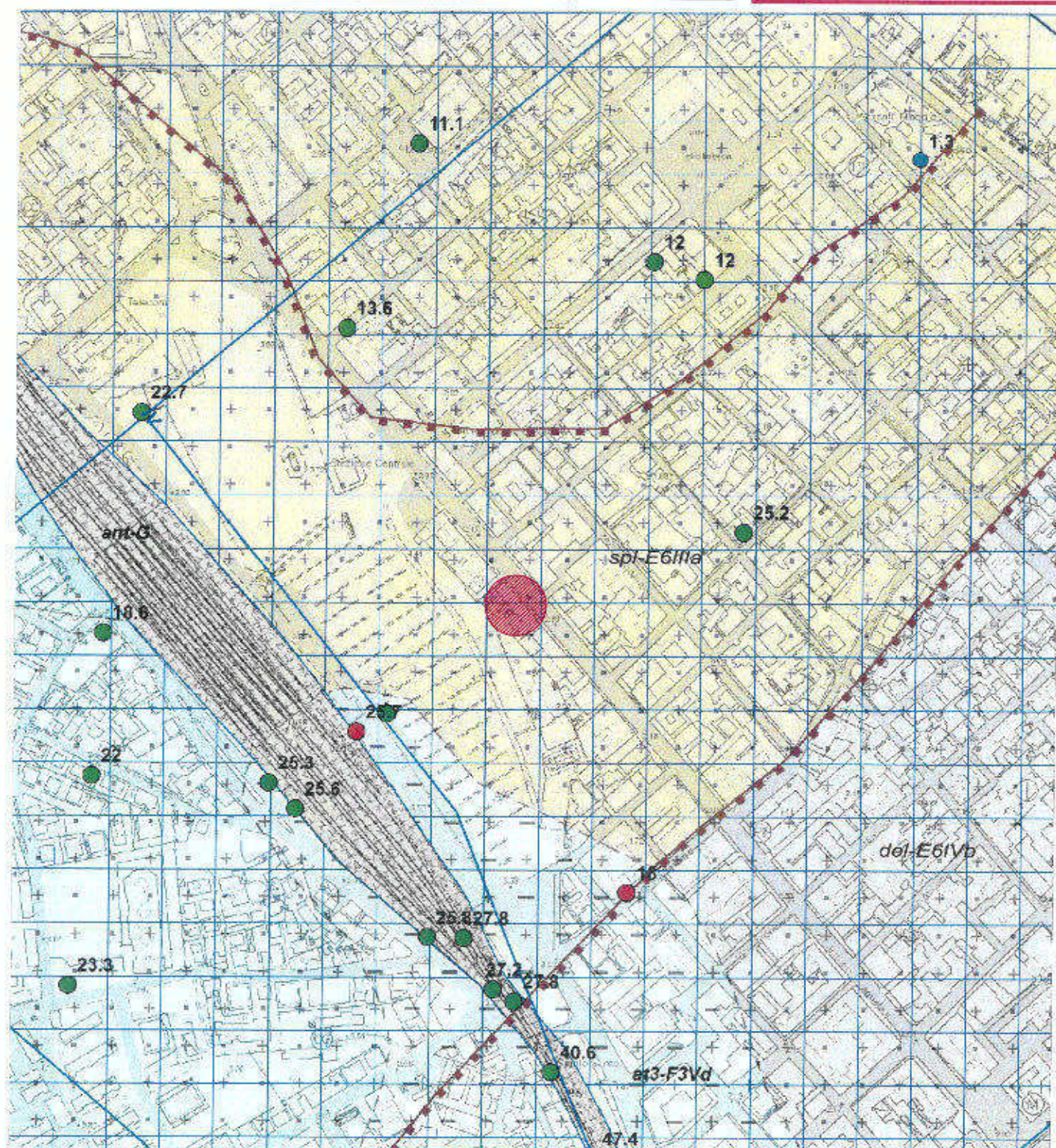
## Microzonizzazione Sismica carta **GEOLOGICO - TECNICA**

Scala 1: 5.000



IN OGGETTO

Validazione TT-MZS del 16-07-2015







## CITTA' DI PESCARA

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e BB.AA.

UNIONE EUROPEA



REGIONE  
ABRUZZO



# Microzonizzazione Sismica carta GEOLOGICO - TECNICA

Validazione TT-MZS del 16-07-2015

## Codici delle Unità Geologico - Tecniche

### Substrato

C3 - FMTd

Unità geologica

Unità litotecnica

### Coperture

spi - E4 IV a

Caratteri tessiturali particolari

Grado di addensamento/consistenza

Unità litotecnica

Unità geologica

### Caratteristiche

Grado di addensamento  
dei terreni granulari:

- I - Addensato
- II - Moderatamente addensato
- III - Poco addensato
- IV - Sciolto

Grado di consistenza  
dei terreni coesivi:

- I - Estremamente consistente
- II - Molto consistente
- III - Consistente
- IV - Moderatamente consistente
- V - Poco consistente
- VI - Privo di consistenza

Caratteri tessiturali particolari:

a) frammenti lapidei di dimensioni maggiori

b) frazione fine interstiziale non coesiva

c) frazione fine interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare

d) presenza di abbondante materia organica dispersa o di involii/lenti di torba e lignite

## Legenda

### Unità geologiche

### Unità geologiche continentali

- ant-G** - Depositi antropici  
Materiale di riporto antropico, rilievi stradali, accumuli residuali di lava, colmate, ecc. Età: Olocene.
- dis** - Discarica  
Discariche di rifiuti solidi urbani e di rifiuti misti. Età: Olocene.
- FL** - Depositi di frana  
Depositi originali del movimento di masse causato principalmente dalla gravità, secondo meccanismi variabili quali: scivolamento lento traslazionale, rotolamento, deformazioni superficiali lente, rotolamento, ecc. Tali depositi, disposti in modo caotico e privi di strutture sedimentarie, derivano dal decadimento dei vastissimi litotipi affioranti (HMI) e sono costituiti da sabbie limose e limi argillosi talora con presenza più o meno abbondante di clasti eterogenei.  
Età: Olocene. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Ruscadelli G. et al., 2000)
- COL** - Coltre eluvio colluvie  
Coltre eluvio colluvio composta prevalentemente da sabbie fini, argille e limi con sporadici clasti ghiaiosi. Si rinvengono tipicamente orizzonti con abbondanti nuclei biancastri di riprecipitazione secondaria di carbonato di calcio (Calcicoli). Deriva generalmente dall'azione combinata dell'acqua e della gravità esercitata sui conifanti del substrato geologico (FMT). Gli spessori sono compresi tra 3 e 15 m. Età: Olocene.  
Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Ruscadelli G. et al., 2000
- VIX** - Depositi derivati da versanti  
Materiale detritico, generalmente sabbie e ghiaie limose. I clasti sono eterogenei a prevalenza calcarea, subarrotolati e subfiscati. Si rinvengono blocchi avascati. Depositi derivanti principalmente dallo smantellamento del substrato geologico (FMT). Gli spessori sono compresi tra 3 e 20 m.  
Età: Olocene. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Ruscadelli G. et al., 2000)
- SP** - Depositi di spiaggia  
Depositi di ambiente dunale e litorale, di retroduna o retrobarra, costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi. In prossimità delle face fluviali si hanno inclusioni di limi e limi argillosi, talora e sabbioso-ghiaiose talvolta ricchi in materiale organico. Sono presenti microfossili a bivalvi e gasteropodi e microfossili a nanofossili calcarei e foraminiferi.  
Età: Olocene. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Ruscadelli G. et al., 2000)
- DEL** - Depositi di delta  
Depositi costituiti da sabbie e sabbie-limose con limi di ghiaie e di toriere sciolte. L'andamento detentazionale e de-ambrosiano all'interramento tra gli apporti sedimentari delle maree e a quelli dovuti all'afflusso fluviale.  
Età: Olocene. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Ruscadelli G. et al., 2000)
- ALL** - Depositi alluvionali  
I depositi appartenenti alla piana alluvionale, costituiti da limi - argille, argille limose e limi ghiaiosi - sabbiose o sabbioso-ghiaiose variate.  
Età: Olocene. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Ruscadelli G. et al., 2000)
- AT** - Depositi alluvionali terrazzati  
at1 at2 at3  
I depositi appartenenti alla piana alluvionale o a terrazzi fluviali (at1) sono prevalentemente composti da limi - argille e argille limose a forte componente organica da poco consistenti e inconsistenti con limi ghiaiosi - sabbiose e sabbioso-ghiaiose moderatamente addensate. L'orizzonte superficiale è localmente indurito per ossidazione. Hanno uno spessore che varia da 40 a 50 metri con ingrossamento verso est nel deposito, fino a 12 - 15 metri ai margini. I terrazzi fluviali più antichi (at2 - at3) sono principalmente costituiti da limi sabbiosi ed argille sabbiose moderatamente consistenti. Lo spessore varia dai 5 ai 20 metri. Il passaggio al sottostante substrato marino è in discontinuità angolare ed erosiva, avviene in genere con un livello ghiaioso - sabbioso addensato.  
Età: Pleistocene medio - Pleistocene superiore. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Ruscadelli G. et al., 2000)

### Unità geologiche marine

- PMIT** - Formazione di Melignano - associazione sabbioso-conglomeratica  
Sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli ghiaiosi e conglomeratici composti da ciottoli centimetrici, ben sciolti, ed ostrinici. In presenza calcarei e subvolcanicamente vitrei. Generalmente si presentano stratificati con lieve pendente, si possono osservare, al loro interno, strutture a laminazione incrociata, stratificazione piano parallela e talora sabbie simmetriche tipiche di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. Presenti microfossili a bivalvi e gasteropodi. Lo spessore varia da 5-10 m fino ad un massimo di 50 m.  
Età: Pleistocene inferiore. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Ruscadelli G. et al., 2000)
- HMI** - Formazione di Melignano - associazione sabbioso-pellica  
Alternanza di sabbie siltose di colore grigio, verde e blu con argille - sabbie limose - sabbie limose ed argille siltose grigie sabbie siltose limose. Localmente sono presenti strutture sedimentarie tipo hummocky, laminazione incrociata, a ripple e laminazione piano parallela. La giacitura è suborizzontale, in leggera disclinazione angolare con la formazione sottostante. La spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile e medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari ad 1. E' presente una ricca macrofauna a bivalvi e gasteropodi di ambiente marino e microfossili calcarei e nanofossili calcarei. Lo spessore varia da alcuni decimetri ad un massimo di 60-70 m.  
Età: Pleistocene inferiore. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Ruscadelli G. et al., 2000)
- HMIa** - Formazione di Melignano - associazione pellico-pellica  
Argille ed argille - limi di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi. Il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Il contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi oltre a nanofossili calcarei e foraminiferi bentonici che individuano un ambiente di offshore. Lo spessore massimo osservato è di circa 100 m.  
Età: Pleistocene superiore - Pleistocene inferiore. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Ruscadelli G. et al., 2000)

## Legenda

### Unità litotecniche

### Substrato geologico non rigido

- C1** - Alternanza di sabbie, sabbie cementate e arenarie deboli con intercalazioni di sottili livelli di silti grigio-azzurre. Generalmente presenta una stratificazione da media a sottile, con spessori max di 40 cm, a spiccata subverticalità. La porzione superficiale (0-10 m circa) è spesso incrociata da frammenti di alterazione che ne indeboliscono i caratteri geotecnici. La velocità delle onde sismiche Vs è superiore rispetto alla formazione sottostante e può raggiungere raramente gli 800 m/s.
- D2** - Peliti costituite principalmente da argille siltose grigio-azzurre con presenza di sottili livelli sabbiosi grigi e giallo-ocra, arroccati per ossidazione. Generalmente la stratificazione è centimetrica, piano-parallela e lenticolare. La porzione superficiale (0-10 m circa) è spesso interessata da fenomeni di alterazione che ne indeboliscono i caratteri geotecnici. La velocità delle onde sismiche Vs è sempre inferiore a 600 m/s.

### Terreni di copertura

- F3 IVd** - Sabbie e ghiaie con presenza di abbondante materia organica dispersa, frazione fine interstiziale non coesiva e livelli discontinui di sabbie ghiaiose. Derivanti dalla messa in posto dei depositi alluvionali attuali. Presentano uno spessore medio di circa 10 - 20 m.
- B4 IVa** - Depositi sabbioso-ghiaiosi con presenza di clasti di dimensioni maggiori. Derivanti dalla messa in posto dei depositi di versante attuali. Presentano uno spessore medio di circa 5 - 20 m.
- E5 IVb** - Sabbie debolmente limose da poco addensate a siltose. Sono presenti limi a prevalente componente fine coesiva. Derivanti dalla messa in posto in ambiente tidale e fluvio-deltico. Lo spessore aumenta verso il mare fino a raggiungere i 25 metri circa.
- T6 IIIa** - Alternanza di sabbie argillose e sabbie limose poco addensate, con presenza di limi con clasti di dimensioni maggiori. Depositi in ambiente marino e/o fluvio-deltico si rinvengono nella piana costiera, mentre di origine fluviale costituiscono i terrazzi di I e II Ordine. In entrambe i casi lo spessore varia dai 5 ai 20 m.
- T6 IVa** - Depositi sabbioso-limosi e sabbioso-argillosi siltosi, con presenza di clasti di dimensioni maggiori. Derivanti dalla disclinazione dei sedimenti del substrato. Lo spessore è molto variabile e può raggiungere localmente anche 10-20 m, circa.
- B6 IVd** - Depositi sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi debolmente argillosi scarsamente addensati. Si rinvengono limi di sabbie - ghiaiose e limi di materiale organico. Depositi in ambiente fluvio-deltico. Poggiano su un orizzonte basale di ghiaie calcaree addensate fluvio-deltiche. Lo spessore medio di circa 40 m.
- F2 IVd** - Depositi limoso-argillosi ricchi di materiale organico poco consistenti della piana alluvionale. Verso il basso appaiono la frazione argillosa. Si rinvengono limi di sabbie ghiaiose generalmente decastriche mediamente addensate. La porzione superficiale si presenta localmente indurita per essiccazione. Depositi in ambiente fluvio-lacustre, di rotta e di barra, nel depocentro hanno uno spessore di circa 40 m e poggiano su un orizzonte basale di ghiaie calcaree addensate fluvio-deltiche.
- C** - Terreni di origine antropica, riporti e colmate a diverso grado di addensamento.

### Instabilità di versante

- Scorrimento rotazionale/traslazionale - attiva**
- Scorrimento rotazionale/traslazionale - quiescente**
- Scorrimento rotazionale/traslazionale - inattiva**
- Scorrimento superficiale lento - attiva**
- Scorrimento superficiale lento - quiescente**
- Scorrimento superficiale lento - inattiva**
- Genesi complessa - attiva**
- Genesi complessa - quiescente**

## Forme di superfocie e sepolte

Validazione TT-MZS del 16-07-2015

- Orlo di terrazzo fluviale < 10 m**
- Orlo di terrazzo fluviale 10-20 m**
- Orlo di scarpata morfologica 10-20 m (naturale e di origine antropica)**
- Orlo di scarpata morfologica > 20 m (naturale e di origine antropica)**
- Cresta**
- Valle sepolta stretta C > 0,25**
- Valle sepolta larga C < 0,25**
- Scarpata sepolta (presunta)**

## Elementi Tettonico Strutturali

- Limite delle U.L. certo**
- Limite delle U.L. presunto**
- Frattura (lineamento incerto)**
- Traccia delle sezioni geologico - tecniche**

## Elementi geologici e idrogeologici

- 10** Strati orizzontali e suborizzontali (0-10').
- 50** Strati diritti.
- 12** Sondaggio che intercetta il substrato geologico con indicazione della profondità in metri dal p.c.
- 30** Sondaggio che non intercetta il substrato geologico con indicazione della profondità in metri dal p.c. raggiunta.
- 50** Sondaggio o pozzo che intercetta la falda con indicazione della profondità in metri dal p.c.
- Corso d'acqua perenne**
- Area con falda a profondità dal p.c. < 15 metri**





**CITTA' DI PESCARA**

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e B.B.A.A.

**Microzonizzazione Sismica**

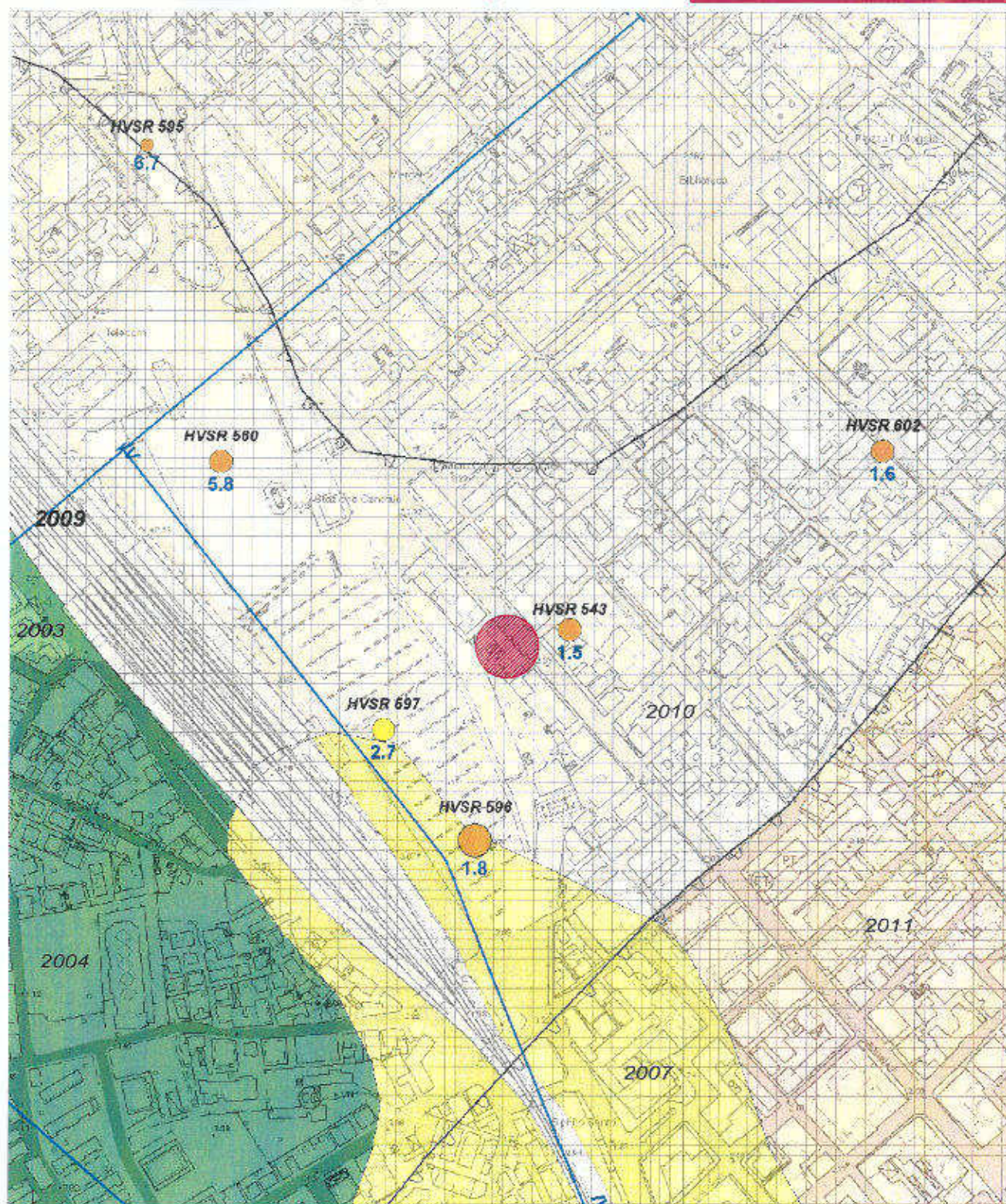
**carta delle MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
CON FREQUENZE FONDAMENTALI DI VIBRAZIONE**

Scala 1: 5.000



IN OGGETTO

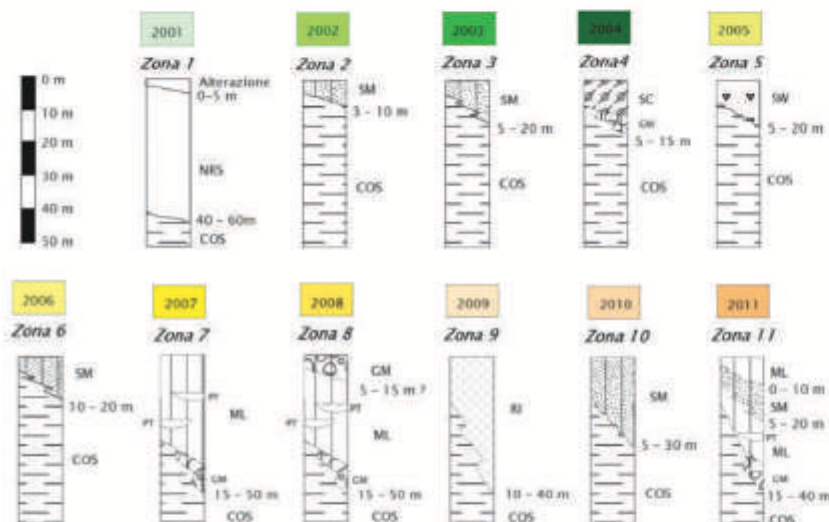
Validazione TT-MZS del 16-07-2015





## Legenda

### Zone stabili suscettibili di amplificazione locali



- Substrato non rigido stratificato - Alternanza di sabbie da moderatamente addensate a cementate e arenarie deboli con intercalazioni di sottili livelli di silti grigio-azzurri (FMTd - FMTc) (NRS).
- Substrato coesivo sovraconsolidato e stratificato - Sedimenti costituiti principalmente da argille grigio-azzurre con presenza di livelli sabbiosi grigi (FMTa) (COS).
- Depositi prevalentemente sabbioso-limosi e sabbiosi - argillosi con lenti ghiaiose - sabbiose. Generalmente si presentano da sciolti e poco consistenti/addensati nei livelli ghiaiosi. Nei depositi alluvionali si hanno livelli limoso - torbosi (SM).
- Depositi prevalentemente sabbioso - argillosi con livelli sabbioso-limosi e sabbioso-ghiaiosi. Generalmente si presentano da sciolti e poco addensati (SC).
- Depositi costituiti da sabbie e sabbie-ghiaiose, spesso sciolti e/o poco addensati (SW).
- Depositi prevalentemente limoso - sabbiosi e limoso - argillosi con livelli ricchi in limi - torbosi. Generalmente si presentano da sciolti. Possono presentare lenti ghiaiose (ML).
- Depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi clasto-sostenuti e addensati (CM).
- Lenti costituite da materiali ad alto contenuto organogeno, legnosi e torbosi (PT).
- Discarica RSU e/o riporti antropici usati per ritombamenti di cave dismesse (RI).

### Zone di attenzione per instabilità

- IS\_A** ZAFR\_A - Zona di attenzione per instabilità di versante attiva
  - IS\_Q** ZAFR\_Q - Zona di attenzione per instabilità di versante quiescente
  - IS\_I** ZAFR\_I - Zona di attenzione per instabilità di versante inattiva
  - ISO** ZALQI - Zona di attenzione per instabilità di liquefazione tipo 1 (Zona 2010)
- Nella zona della piana alluvionale del fiume Pescara (Zona 2007 e 2011) e di Fosso Grande (Zona 2008) si ha la presenza di aree con possibili importanti variazioni tridimensionali alla scala di sito delle caratteristiche geotecniche dei materiali fini alluvionali (es. torbe e argille organiche), che potrebbero determinare fenomeni di cedimenti oltre presenza di possibili lenti discontinue di materiale granulare potenzialmente liquefacibili.

### Forme di superficie e sepolte

- Cresta
- Valle sepolta stretta  $C > 0,25$
- Valle sepolta larga  $C < 0,25$
- Scarpata sepolta (presunta)
- Olio di scarpata morfologica  $> 20m$
- Olio di scarpata morfologica  $10-20m$

### Altri simboli

- Traccia delle sezioni geologico - tecniche
- Perimetrazione del centro urbano
- Limite comunale

200 100 0 200 Metri

## Legenda

### Frequenza fondamentale (F0) ed ampiezza del picco (A0)

F0 (HZ)	A0
Nessun Picco significativo	1.1 - 1.9
0.5 - 0.9	2.0 - 2.9
1.0 - 2.4	3.0 - 3.9
2.5 - 4.9	4.0 - 4.9
5.0 - 7.4	5.0 - 10.0
7.5 - 9.9	
10.0 - 14.9	
15.0 - 20.0	

### Secondo picco (F1, A1)

F1 (HZ)	A1
0.5 - 0.9	1.1 - 1.9
1.0 - 2.4	2.0 - 2.9
2.5 - 4.9	3.0 - 3.9
5.0 - 7.4	4.0 - 4.9
7.5 - 9.9	5.0 - 10.0
10.0 - 14.9	
15.0 - 20.0	



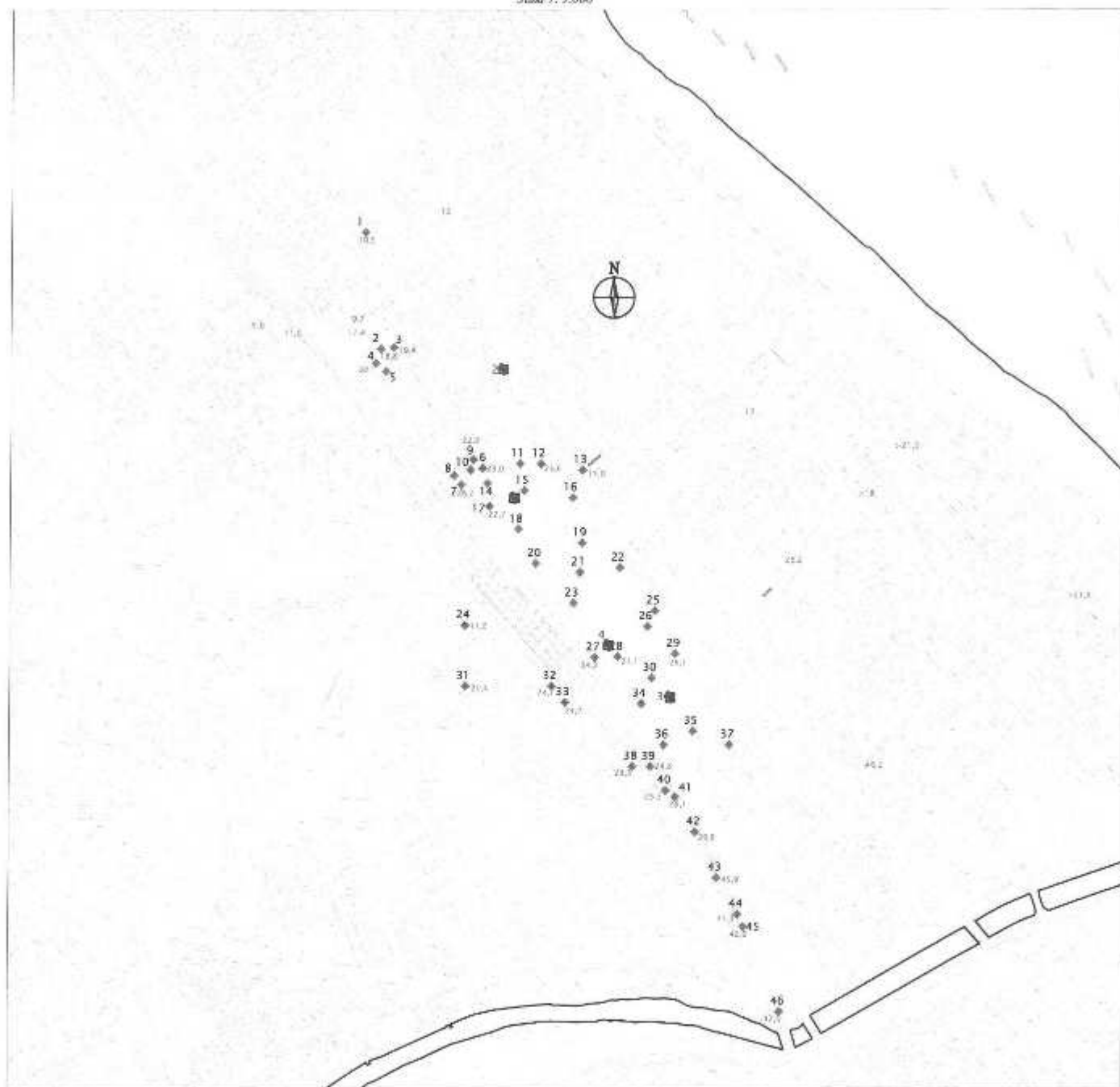


## CITTA' DI PESCARA

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paisaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e BAA.

### INDAGINI PREGRESSE

Scala 1:5.000



#### INDAGINI PREGRESSE

SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

28

Numero identificativo progressivo

21,1

Profondità del substrato geologico rispetto al piano medio area di risulta (3 m s.l.m.)

1



STAZIONE DI MISURA HVSR

A

TRACCIA DELLE SEZIONI GEOLOGICHE

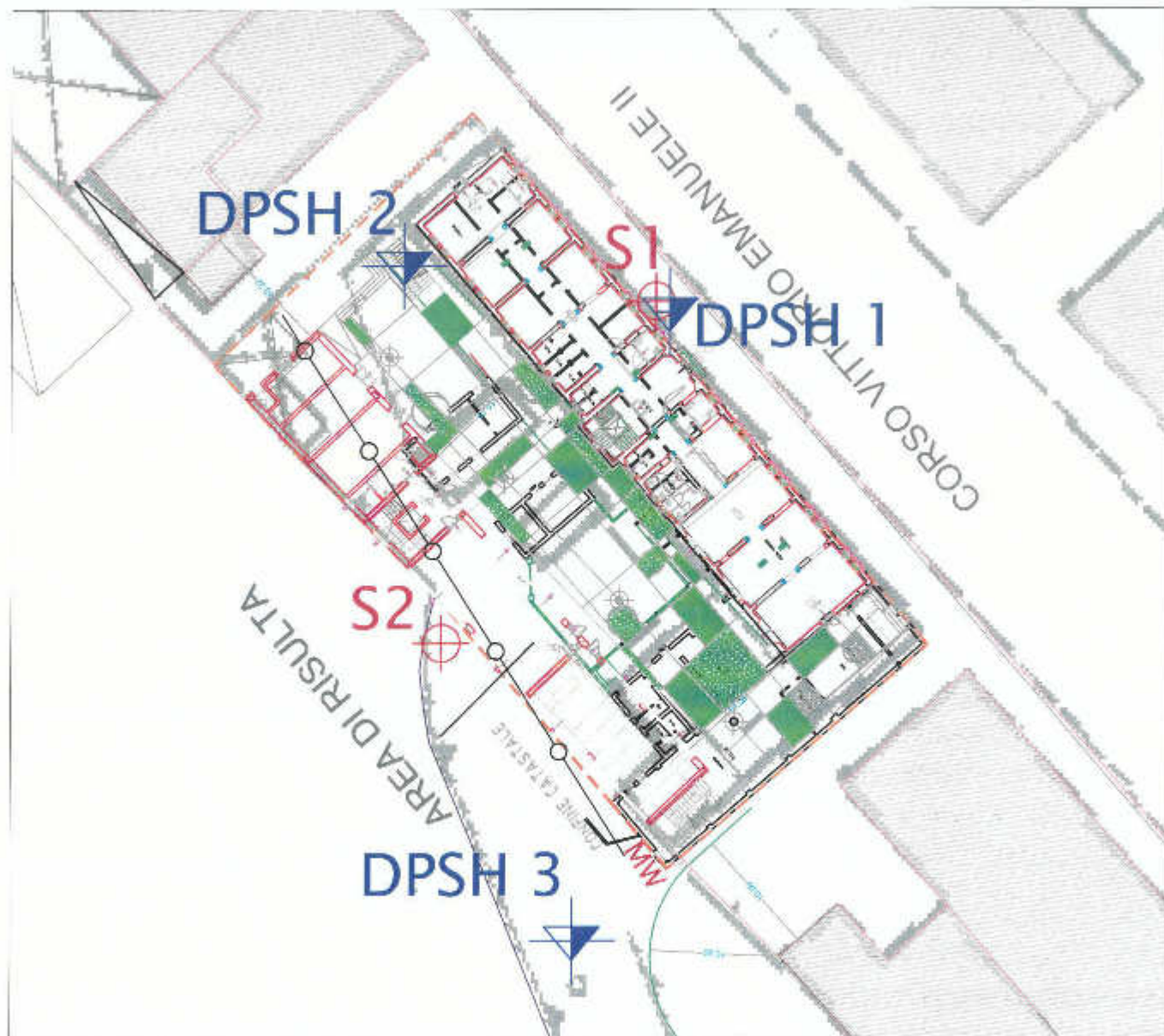


**CITTA' DI PESCARA**

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche  
Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e B.A.A.

## UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Scala 1:500



### Legenda

Geofisica

Tipologia

**MW** — MASW

Gegnostica

Tipologia



Sondaggio a carotaggio continuo



Prova penetrometrica dinamica superpesante



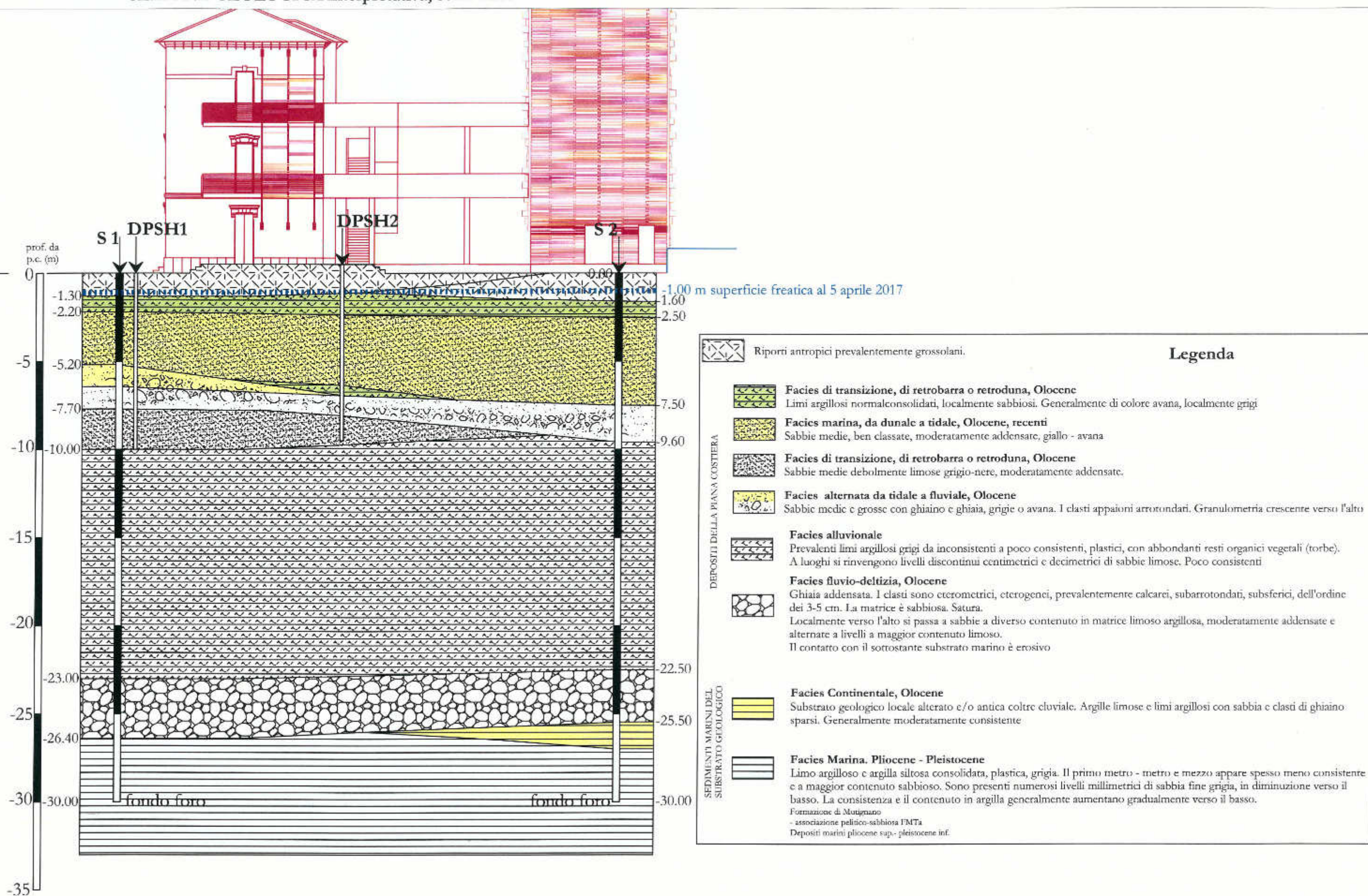


CITTA' DI PESCARA

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche

Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e BBA

## SEZIONE GEOLOGICA interpretativa, scala 1:200





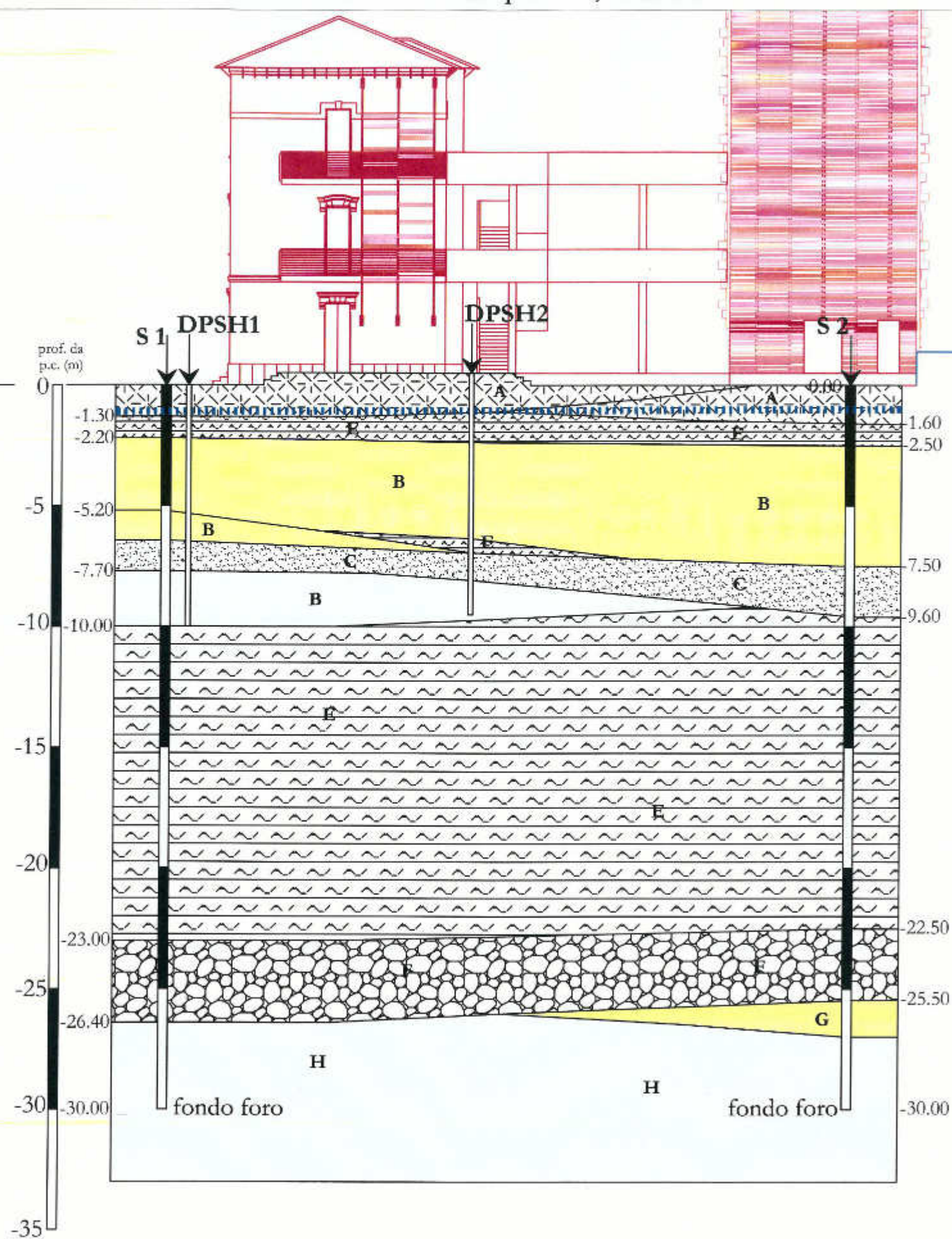


CITTA' DI PESCARA

Settore Impianti Sportivi Politiche Energetiche Ambientali e Paesaggistiche

Servizio Geologia, Siti Contaminati, VAS e BAA

## SEZIONE LITOTECNICA interpretativa, scala 1:200



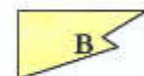
### Legenda



#### Riporti antropici

Materiale prevalentemente grossolano

$\gamma$	Peso di volume (t/mc)	1,6+/-0,05
$c'$	Coazione efficace (Kg/cmq)	0
$\Phi'$	Resistenza al taglio di picco ( $^{\circ}$ )	21+/-0,5



#### Facies marina, da dunale a tidale e di transizione

Sabbie medie, ben classate, e sabbie debolmente limose, moderatamente addensate

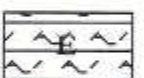
$\gamma$	Peso di volume (t/mc)	2,0+/-0,1
$c'$	Coazione efficace (Kg/cmq)	0
$\Phi'$	Resistenza al taglio di picco ( $^{\circ}$ )	30,0+/-0,5
	Indice Nspt (n.colpi/30cm)	16+/-1
Me	Modulo Elastico (Kg/cmq)	170+/-20
Dr	Densità Relativa (%)	40
Vs	Velocità onde S (m/sec)	250



#### Facies alternata da tidale a fluviale

Sabbie medie e grosse con ghiaio e ghiaia, da moderatamente addensate a addensate

$\gamma$	Peso di volume (t/mc)	2,0+/-0,05
$c'$	Coazione efficace (Kg/cmq)	0-0,03
$\Phi'$	Resistenza al taglio di picco ( $^{\circ}$ )	31+/-0,5
	Indice Nspt (n.colpi/30cm)	23+/-5
Me	Modulo Elastico (Kg/cmq)	230+/-20
Dr	Densità Relativa (%)	45-50
Vs	Velocità onde S (m/sec)	230-240



#### Facies alluvionale o di retrobarra-retroduna

Prevalenti limi argillosi da inconsistenti a poco consistenti, a luoghi torbosi

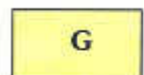
$\gamma$	Peso di volume (t/mc)	1,75+/-0,05
$c'$	Coazione efficace (Kg/cmq)	0,08+/-0,01
$c_u$	Coazione non drenata (Kg/cmq)	0,4+/-0,1
$\Phi'$	Resistenza al taglio di picco ( $^{\circ}$ )	22+/-0,5
Me	Modulo Elastico (Kg/cmq)	30+/-5
Vs	Velocità onde S (m/sec)	170-200



#### Facies fluvio-deltizia, Olocene

Ghiaia addensata.

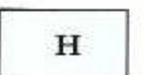
$\gamma$	Peso di volume (t/mc)	2,1+/-0,05
$c'$	Coazione efficace (Kg/cmq)	0
$\Phi'$	Resistenza al taglio di picco ( $^{\circ}$ )	33+/-0,5
	Indice Nspt (n.colpi/30cm)	55+/-5
Me	Modulo Elastico (Kg/cmq)	250+/-20
Vs	Velocità onde S (m/sec)	450-550



#### Facies Continentale, Olocene

Coltre Eluvio - Colluviale

$\gamma$	Peso di volume (t/mc)	1,9+/-0,5
$c'$	Coazione efficace (Kg/cmq)	26+/-2
$c_u$	Coazione non drenata (Kg/cmq)	1,3+/-0,1
$\Phi'$	Resistenza al taglio di picco ( $^{\circ}$ )	25+/-2
	Indice Nspt (n.colpi/30cm)	9+/-1
Me	Modulo Elastico (Kg/cmq)	100+/-20



#### Facies Marina. Pliocene - Pleistocene

Sedimenti marini del substrato locale.

Formazione di Mutignano  
- associazione pelitico-sabbiosa FMTa

$\gamma$	Peso di volume (t/mc)	2,0+/-0,05
$c'$	Coazione efficace (Kg/cmq)	1,0+/-0,05
$c_u$	Coazione non drenata (Kg/cmq)	2,0+/-0,1
$\Phi'$	Resistenza al taglio di picco ( $^{\circ}$ )	27,0+/-0,5
	Indice Nspt (n.colpi/30cm)	40+/-5
Me	Modulo Elastico (Kg/cmq)	150+/-20
Vs	Velocità onde S (m/sec)	380-400



	REGIONE ABRUZZO
	PROVINCIA DI PESCARA
	COMUNE DI PESCARA
COMMITTENTE:	
AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI PESCARA	
INDAGINI GEOGNOSTICHE – GEOFISICHE – STRUTTURALI – EX FERROTEL PESCARA	

## **RELAZIONE DI CANTIERE**

PESCARA, APRILE 2017

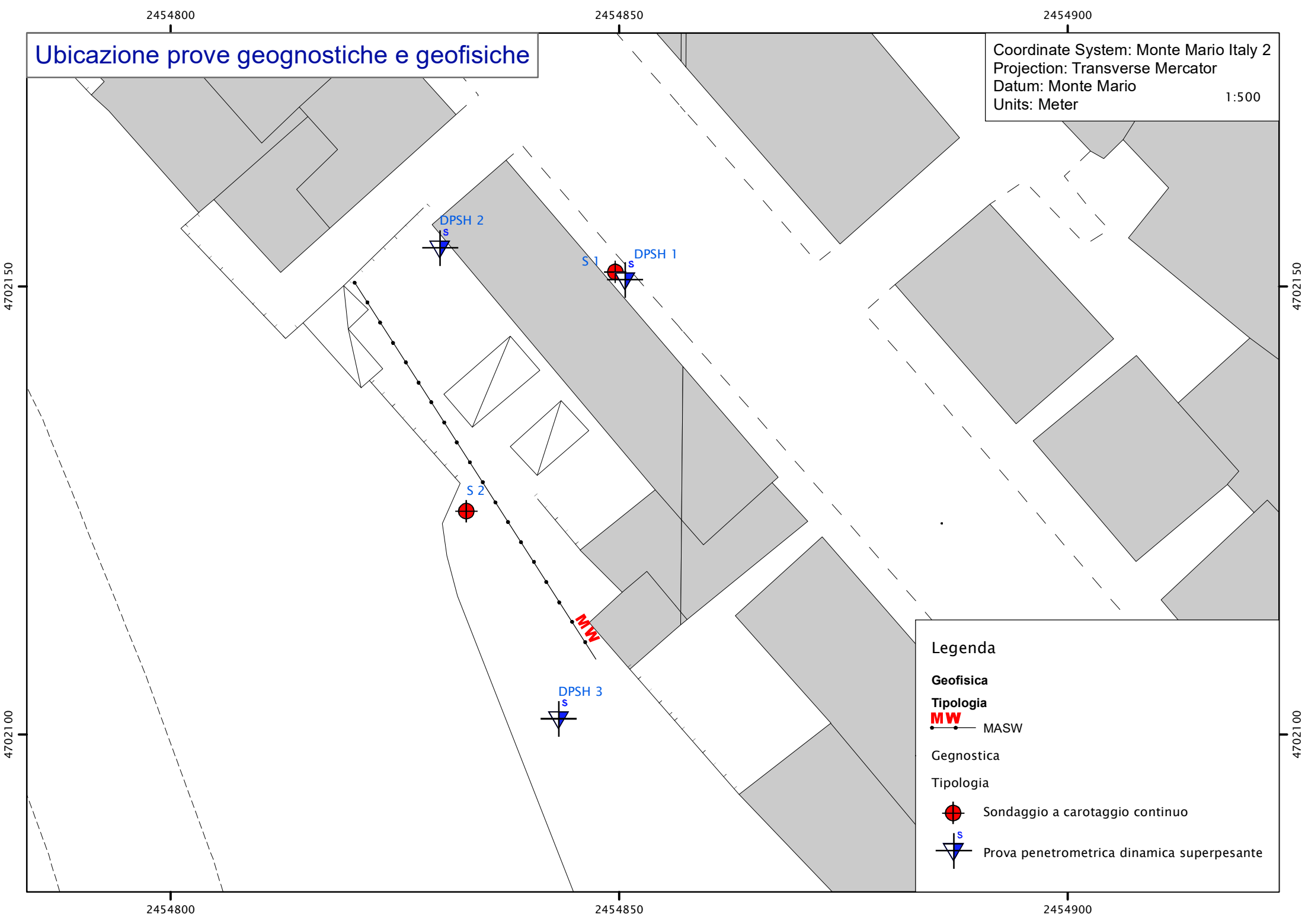
TERRA DRILLING TECHNOLOGY

*Terra Drilling Technology  
Via Genova n. 45- 65122 Pescara  
Cell. 335.725.8128 – tel. 085.240.1187 - email: terra.drilling@gmail.com*



Ubicazione prove geognostiche e geofisiche

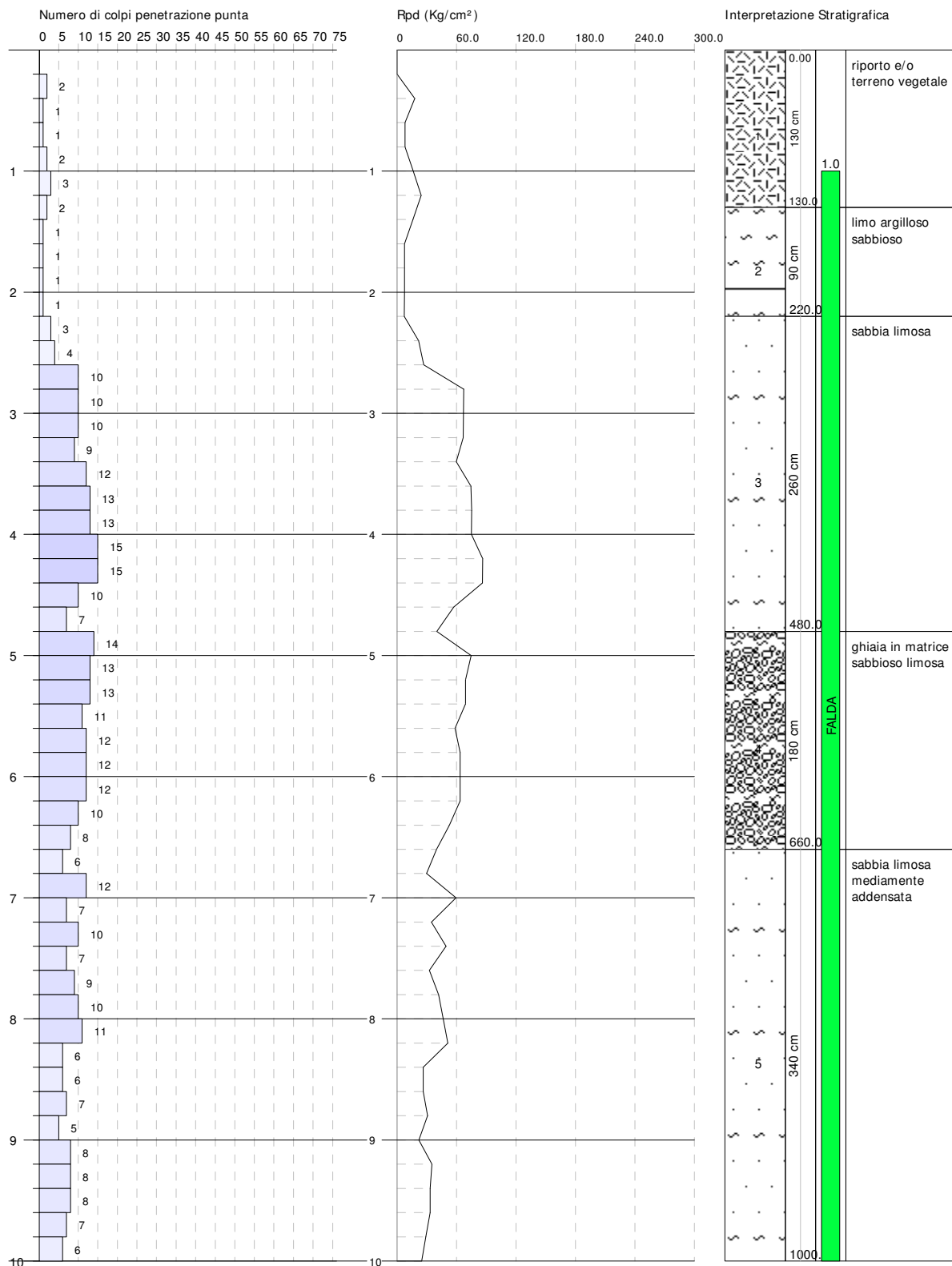
Coordinate System: Monte Mario Italy 2  
Projection: Transverse Mercator  
Datum: Monte Mario  
Units: Meter  
1:500



Committente: Amministrazione Comunale di Pescara  
Cantiere: Ex Ferrotel  
Località: Pescara (PE)

Data: 05/04/2017

Scala 1:50

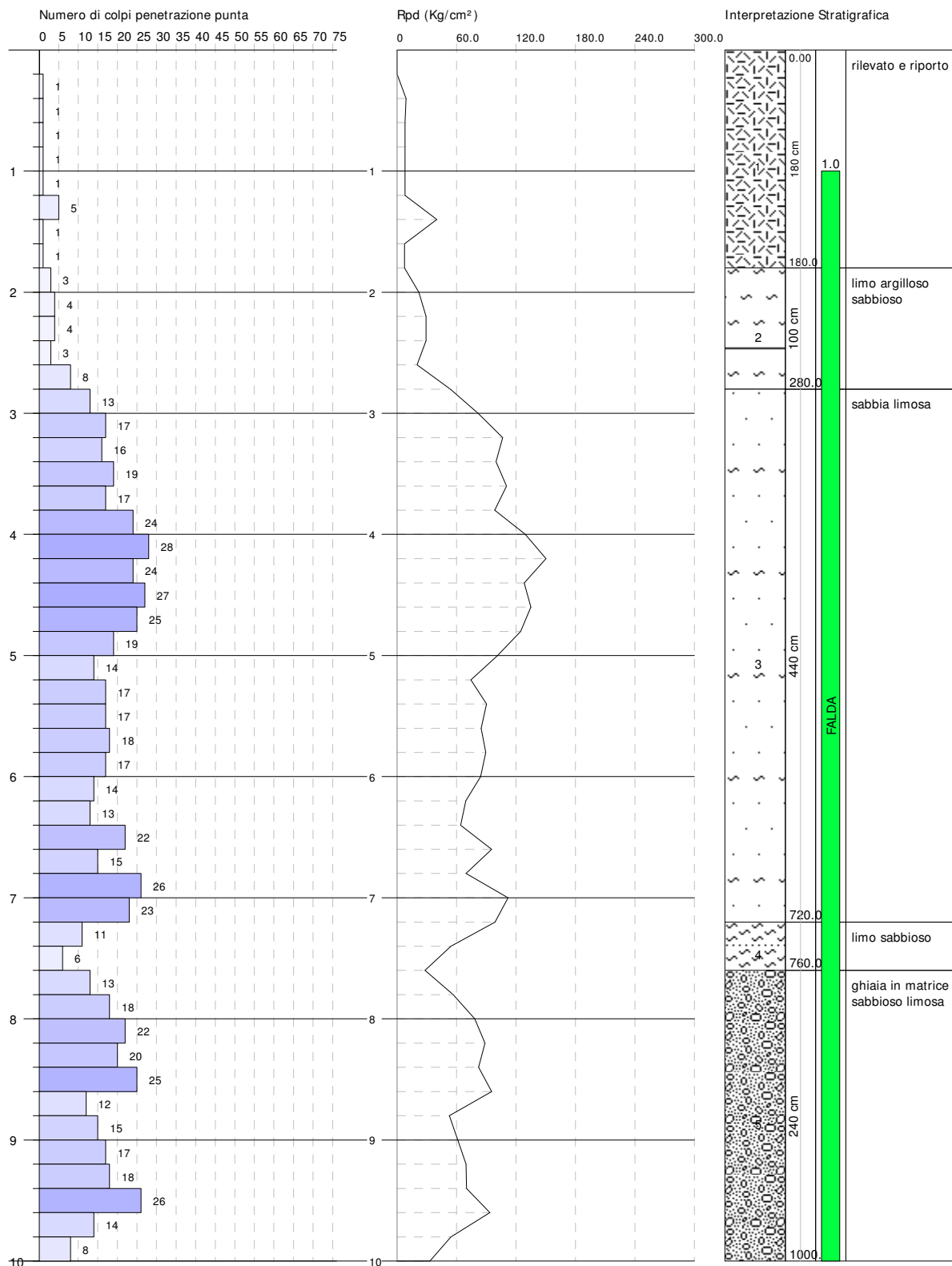




Committente: Amministrazione Comunale di Pescara  
Cantiere: Ex Ferrotel  
Località: Pescara (PE)

Data: 05/04/2017

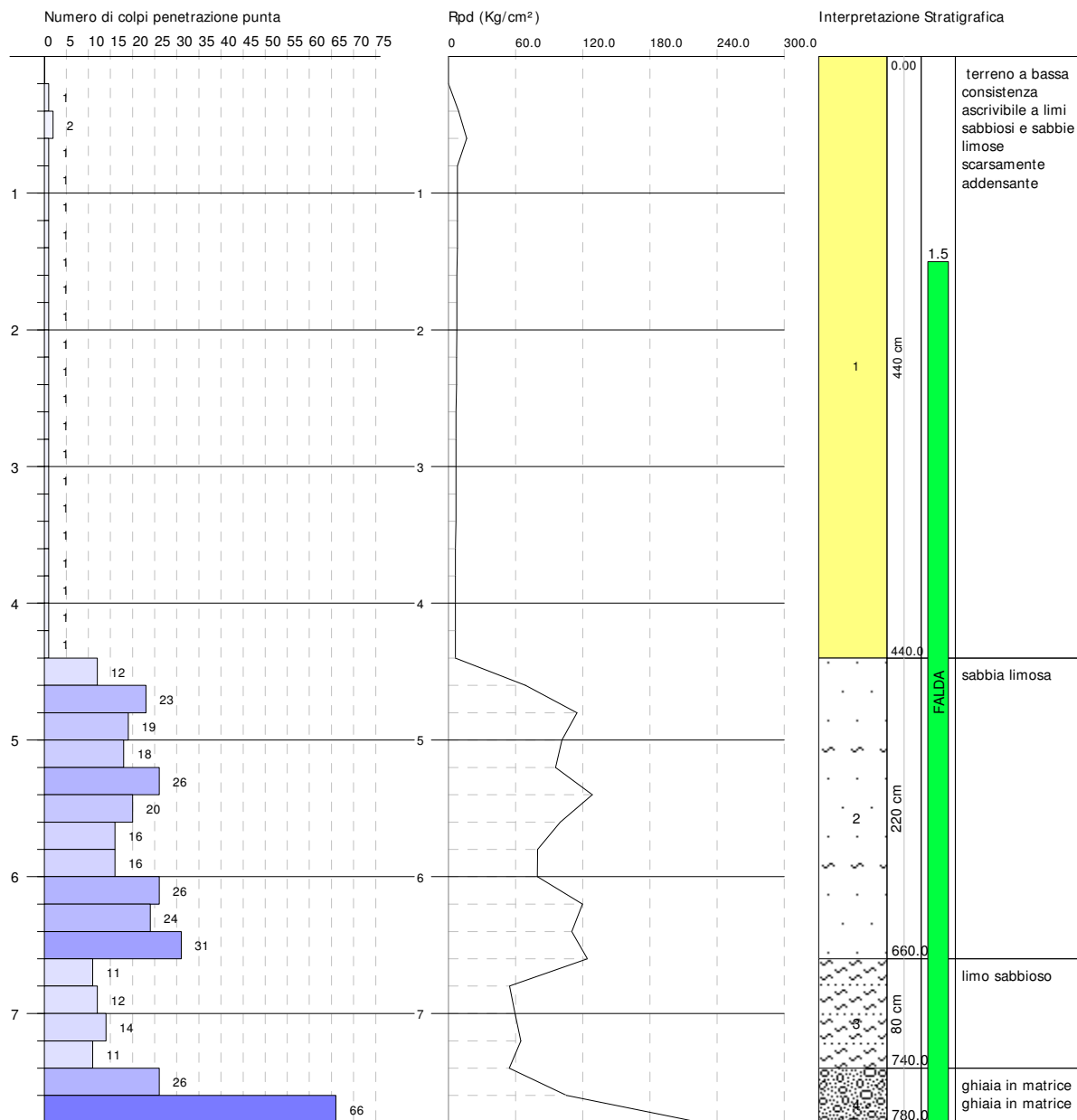
Scala 1:50



Committente: Amministrazione Comunale di Pescara  
Cantiere: Ex Ferrotel  
Località: Pescara (PE)

Data: 05/04/2017

Scala 1:50





## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Amministrazione Comunale di Pescara  
Cantiere: Ex Ferrotel  
Località: Pescara (PE)

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 <sup>2</sup>
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	1.46
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

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

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) 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  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- 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 ( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> 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 ( $\alpha = 60-90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A=10$  cm<sup>2</sup> 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  $A=20.27$  cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
 massa battente  $M=63.5$  kg, altezza caduta  $H=0.75$  m, avanzamento  $\delta=20-30$  cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ-90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20$  cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con $N_{spt}$

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  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

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

in cui  $Q$  è l'energia specifica per colpo e  $Q_{spt}$  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;
- $\delta$  = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta $R_{pd}$

Formula Olandesi

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

- $R_{pd}$  = resistenza dinamica punta (area  $A$ );
- $e$  = infissione media per colpo ( $\delta / N$ );
- $M$  = peso massa battente (altezza caduta  $H$ );
- $P$  = peso totale aste e sistema battuta.

### 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 resistenze 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.

### 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 mt. ed immorsamento  $d = 1$  mt..

### 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**

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

$N_{spt}$  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 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-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 mt. sopra falda e < 7 mt. 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° .
- 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°).
- 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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL 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 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

### **Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie 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 ghiaie 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 ghiaie 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 Gamma**

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

### **Peso di volume saturo**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

### **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  $\tau$  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/sec)**

- 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 ( $K_0$ )**

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

#### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

### **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  $N_{spt} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  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 , ( $C_u$ - $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (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 ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

#### **Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )**

- 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 - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (  $N_{spt} < 30$ ) medie e molli (  $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose (  $N_{spt}=6-12$ ).

#### **Modulo Di Young ( $E_Y$ )**



- 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 Gamma***

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

***Peso di volume saturo***

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )

**PROVA ...DPSH1**

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

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 05/04/2017  
 10.00 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.41	0.48
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.41	0.48
1.00	2	0.840	16.20	19.29	0.81	0.96
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	2	0.833	16.06	19.29	0.80	0.96
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.37	0.45
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.37	0.45
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.37	0.45
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.37	0.45
2.40	3	0.817	21.84	26.73	1.09	1.34
2.60	4	0.814	26.97	33.13	1.35	1.66
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	10	0.809	66.97	82.82	3.35	4.14
3.20	10	0.806	66.75	82.82	3.34	4.14
3.40	9	0.803	59.88	74.54	2.99	3.73
3.60	12	0.801	74.34	92.83	3.72	4.64
3.80	13	0.748	75.26	100.56	3.76	5.03
4.00	13	0.746	75.02	100.56	3.75	5.03
4.20	15	0.744	86.29	116.03	4.31	5.80
4.40	15	0.741	86.03	116.03	4.30	5.80
4.60	10	0.789	57.27	72.57	2.86	3.63
4.80	7	0.787	39.98	50.80	2.00	2.54
5.00	14	0.735	74.68	101.60	3.73	5.08
5.20	13	0.733	69.15	94.34	3.46	4.72
5.40	13	0.731	68.97	94.34	3.45	4.72
5.60	11	0.779	58.57	75.18	2.93	3.76
5.80	12	0.777	63.74	82.01	3.19	4.10
6.00	12	0.775	63.60	82.01	3.18	4.10
6.20	12	0.774	63.45	82.01	3.17	4.10
6.40	10	0.772	52.76	68.34	2.64	3.42
6.60	8	0.770	39.80	51.66	1.99	2.58
6.80	6	0.769	29.79	38.75	1.49	1.94
7.00	12	0.767	59.45	77.49	2.97	3.87
7.20	7	0.766	34.61	45.20	1.73	2.26
7.40	10	0.764	49.35	64.58	2.47	3.23
7.60	7	0.763	32.68	42.85	1.63	2.14
7.80	9	0.761	41.94	55.09	2.10	2.75
8.00	10	0.760	46.51	61.21	2.33	3.06
8.20	11	0.759	51.07	67.33	2.55	3.37
8.40	6	0.757	27.81	36.73	1.39	1.84
8.60	6	0.756	26.39	34.90	1.32	1.75
8.80	7	0.755	30.73	40.72	1.54	2.04
9.00	5	0.753	21.92	29.09	1.10	1.45
9.20	8	0.752	35.01	46.54	1.75	2.33
9.40	8	0.751	34.96	46.54	1.75	2.33
9.60	8	0.750	33.25	44.34	1.66	2.22
9.80	7	0.749	29.05	38.80	1.45	1.94
10.00	6	0.748	24.86	33.25	1.24	1.66



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH1****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	1.75	2.20	Shioi - Fukui (1982)	0.18

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	1.75	2.20	Buisman-Sanglerat	21.88

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	1.75	2.20	Apollonia	17.50

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 2	1.75	2.20	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	1.75	2.20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.33

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	1.75	2.20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.83

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2.63	1.30	2.63	Meyerhof 1957	38.24
Strato 2	1.75	2.20	1.75	Meyerhof 1957	29.18
Strato 3	14.72	4.80	14.72	Meyerhof 1957	77.99
Strato 4	17.04	6.60	16.02	Meyerhof 1957	74.4
Strato 5	11.42	10.00	11.42	Meyerhof 1957	57.53

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2.63	1.30	2.63	Shioi-Fukuni (1982)	21.28
Strato 2	1.75	2.20	1.75	Shioi-Fukuni (1982)	20.12
Strato 3	14.72	4.80	14.72	Shioi-Fukuni (1982)	29.86
Strato 4	17.04	6.60	16.02	Shioi-Fukuni (1982)	30.5
Strato 5	11.42	10.00	11.42	Shioi-Fukuni (1982)	28.09

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	2.63	1.30	2.63	Bowles (1982)	25.89
Strato 2	1.75	2.20	1.75	Bowles (1982)	23.25
Strato 3	14.72	4.80	14.72	Bowles (1982)	62.16
Strato 4	17.04	6.60	16.02	Bowles (1982)	66.06
Strato 5	11.42	10.00	11.42	Bowles (1982)	52.26

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	2.63	1.30	2.63	Begemann (1974)	32.87
Strato 2	1.75	2.20	1.75	Begemann (1974)	31.06
Strato 3	14.72	4.80	14.72	Begemann (1974)	57.70
Strato 4	17.04	6.60	16.02	Begemann (1974)	60.37
Strato 5	11.42	10.00	11.42	Begemann (1974)	50.92

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2.63	1.30	2.63	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	1.75	2.20	1.75	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	14.72	4.80	14.72	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENT E ADDENSATO
Strato 4	17.04	6.60	16.02	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENT E ADDENSATO
Strato 5	11.42	10.00	11.42	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENT E ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	2.63	1.30	2.63	Meyerhof ed altri	1.43
Strato 2	1.75	2.20	1.75	Meyerhof ed altri	1.39
Strato 3	14.72	4.80	14.72	Meyerhof ed altri	1.87
Strato 4	17.04	6.60	16.02	Meyerhof ed altri	1.91
Strato 5	11.42	10.00	11.42	Meyerhof ed altri	1.78



**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	2.63	1.30	2.63	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 2	1.75	2.20	1.75	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 3	14.72	4.80	14.72	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
Strato 4	17.04	6.60	16.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
Strato 5	11.42	10.00	11.42	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2.63	1.30	2.63	(A.G.I.)	0.35
Strato 2	1.75	2.20	1.75	(A.G.I.)	0.35
Strato 3	14.72	4.80	14.72	(A.G.I.)	0.33
Strato 4	17.04	6.60	16.02	(A.G.I.)	0.32
Strato 5	11.42	10.00	11.42	(A.G.I.)	0.33

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
Strato 1	2.63	1.30	2.63	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 2	1.75	2.20	1.75	Seed e Idriss (1971)	0.582
Strato 3	14.72	4.80	14.72	Seed e Idriss (1971)	3.413
Strato 4	17.04	6.60	16.02	Seed e Idriss (1971)	2.237
Strato 5	11.42	10.00	11.42	Seed e Idriss (1971)	0.951



**PROVA ...DPSH2**

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

05/04/2017

Profondità prova

10.00 mt

Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.41	0.48
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.41	0.48
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.40	0.48
1.40	5	0.833	40.16	48.22	2.01	2.41
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.37	0.45
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.37	0.45
2.00	3	0.823	22.01	26.73	1.10	1.34
2.20	4	0.820	29.23	35.64	1.46	1.78
2.40	4	0.817	29.13	35.64	1.46	1.78
2.60	3	0.814	20.23	24.85	1.01	1.24
2.80	8	0.811	53.76	66.25	2.69	3.31
3.00	13	0.759	81.68	107.66	4.08	5.38
3.20	17	0.756	106.44	140.79	5.32	7.04
3.40	16	0.753	99.83	132.51	4.99	6.63
3.60	19	0.751	110.36	146.97	5.52	7.35
3.80	17	0.748	98.42	131.50	4.92	6.58
4.00	24	0.696	129.22	185.65	6.46	9.28
4.20	28	0.694	150.25	216.59	7.51	10.83
4.40	24	0.691	128.37	185.65	6.42	9.28
4.60	27	0.689	135.05	195.94	6.75	9.80
4.80	25	0.687	124.66	181.42	6.23	9.07
5.00	19	0.735	101.35	137.88	5.07	6.89
5.20	14	0.733	74.47	101.60	3.72	5.08
5.40	17	0.731	90.19	123.37	4.51	6.17
5.60	17	0.729	84.71	116.18	4.24	5.81
5.80	18	0.727	89.47	123.01	4.47	6.15
6.00	17	0.725	84.29	116.18	4.21	5.81
6.20	14	0.724	69.24	95.68	3.46	4.78
6.40	13	0.722	64.15	88.84	3.21	4.44
6.60	22	0.670	95.24	142.07	4.76	7.10
6.80	15	0.719	69.62	96.87	3.48	4.84
7.00	26	0.667	112.02	167.90	5.60	8.40
7.20	23	0.666	98.87	148.53	4.94	7.43
7.40	11	0.764	54.28	71.04	2.71	3.55
7.60	6	0.763	28.01	36.73	1.40	1.84
7.80	13	0.711	56.60	79.57	2.83	3.98
8.00	18	0.710	78.21	110.18	3.91	5.51
8.20	22	0.659	88.68	134.66	4.43	6.73
8.40	20	0.707	86.58	122.42	4.33	6.12
8.60	25	0.656	95.40	145.43	4.77	7.27
8.80	12	0.755	52.68	69.81	2.63	3.49
9.00	15	0.703	61.39	87.26	3.07	4.36
9.20	17	0.702	69.45	98.89	3.47	4.94
9.40	18	0.701	73.41	104.71	3.67	5.24
9.60	26	0.650	93.66	144.10	4.68	7.21



9.80	14	0.699	54.22	77.59	2.71	3.88
10.00	8	0.748	33.15	44.34	1.66	2.22

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH2****TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6.42	2.80	Shioi - Fukui (1982)	0.32

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6.42	2.80	Buisman-Sanglerat	32.10

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6.42	2.80	Apollonia	64.20

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 2	6.42	2.80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	6.42	2.80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.41

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	6.42	2.80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1.88

**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2.19	1.80	2.19	Meyerhof 1957	34.18
Strato 2	6.42	2.80	6.42	Meyerhof 1957	54.46
Strato 3	28.21	7.20	21.605	Meyerhof 1957	85.25
Strato 4	12.41	7.60	12.41	Meyerhof 1957	57.73
Strato 5	25.3	10.00	20.15	Meyerhof 1957	69.7

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2.19	1.80	2.19	Shioi-Fukuni (1982)	20.73
Strato 2	6.42	2.80	6.42	Shioi-Fukuni (1982)	24.81
Strato 3	28.21	7.20	21.605	Shioi-Fukuni (1982)	33
Strato 4	12.41	7.60	12.41	Shioi-Fukuni (1982)	28.64
Strato 5	25.3	10.00	20.15	Shioi-Fukuni (1982)	32.39

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	2.19	1.80	2.19	Bowles (1982)	24.57
Strato 2	6.42	2.80	6.42	Bowles (1982)	37.26
Strato 3	28.21	7.20	21.605	Bowles (1982)	82.82
Strato 4	12.41	7.60	12.41	Bowles (1982)	55.23
Strato 5	25.3	10.00	20.15	Bowles (1982)	78.45

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	2.19	1.80	2.19	Begemann (1974)	31.96
Strato 2	6.42	2.80	6.42	Begemann (1974)	40.65
Strato 3	28.21	7.20	21.605	Begemann (1974)	71.84
Strato 4	12.41	7.60	12.41	Begemann (1974)	52.96
Strato 5	25.3	10.00	20.15	Begemann (1974)	68.85

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2.19	1.80	2.19	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	6.42	2.80	6.42	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	28.21	7.20	21.605	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	12.41	7.60	12.41	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	25.3	10.00	20.15	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	2.19	1.80	2.19	Meyerhof ed altri	1.41
Strato 2	6.42	2.80	6.42	Meyerhof ed altri	1.60
Strato 3	28.21	7.20	21.605	Meyerhof ed altri	2.02
Strato 4	12.41	7.60	12.41	Meyerhof ed altri	1.81
Strato 5	25.3	10.00	20.15	Meyerhof ed altri	2.00



**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	2.19	1.80	2.19	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 2	6.42	2.80	6.42	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato 3	28.21	7.20	21.605	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.42
Strato 4	12.41	7.60	12.41	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
Strato 5	25.3	10.00	20.15	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.40

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2.19	1.80	2.19	(A.G.I.)	0.35
Strato 2	6.42	2.80	6.42	(A.G.I.)	0.34
Strato 3	28.21	7.20	21.605	(A.G.I.)	0.31
Strato 4	12.41	7.60	12.41	(A.G.I.)	0.33
Strato 5	25.3	10.00	20.15	(A.G.I.)	0.31

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
Strato 1	2.19	1.80	2.19	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 2	6.42	2.80	6.42	Seed e Idriss (1971)	1.004
Strato 3	28.21	7.20	21.605	Seed e Idriss (1971)	9.131
Strato 4	12.41	7.60	12.41	Seed e Idriss (1971)	1.058
Strato 5	25.3	10.00	20.15	Seed e Idriss (1971)	1.734



**PROVA ...DPSH3**

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

05/04/2017

Profondità prova

7.80 mt

Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	2	0.847	16.34	19.29	0.82	0.96
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.41	0.48
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.40	0.48
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.40	0.48
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.37	0.45
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.37	0.45
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.37	0.45
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.37	0.45
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.36	0.45
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.34	0.41
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.34	0.41
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.33	0.41
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.33	0.41
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.33	0.41
3.60	1	0.801	6.20	7.74	0.31	0.39
3.80	1	0.798	6.18	7.74	0.31	0.39
4.00	1	0.796	6.16	7.74	0.31	0.39
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.31	0.39
4.40	1	0.791	6.12	7.74	0.31	0.39
4.60	12	0.789	68.73	87.08	3.44	4.35
4.80	23	0.687	114.68	166.91	5.73	8.35
5.00	19	0.735	101.35	137.88	5.07	6.89
5.20	18	0.733	95.75	130.62	4.79	6.53
5.40	26	0.681	128.50	188.68	6.42	9.43
5.60	20	0.729	99.66	136.68	4.98	6.83
5.80	16	0.727	79.52	109.35	3.98	5.47
6.00	16	0.725	79.33	109.35	3.97	5.47
6.20	26	0.674	119.71	177.69	5.99	8.88
6.40	24	0.672	110.22	164.02	5.51	8.20
6.60	31	0.620	124.19	200.19	6.21	10.01
6.80	11	0.769	54.61	71.04	2.73	3.55
7.00	12	0.767	59.45	77.49	2.97	3.87
7.20	14	0.716	64.70	90.41	3.24	4.52
7.40	11	0.764	54.28	71.04	2.71	3.55
7.60	26	0.663	105.46	159.14	5.27	7.96
7.80	66	0.561	226.75	403.98	11.34	20.20



**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH3****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1.53	4.40	1.53	Meyerhof 1957	26.4
Strato 2	30.66	6.60	22.83	Meyerhof 1957	87.37
Strato 3	17.52	7.40	16.26	Meyerhof 1957	68.76
Strato 4	67.16	7.80	41.08	Meyerhof 1957	100

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1.53	4.40	1.53	Shioi-Fukuni (1982)	19.79
Strato 2	30.66	6.60	22.83	Shioi-Fukuni (1982)	33.51
Strato 3	17.52	7.40	16.26	Shioi-Fukuni (1982)	30.62
Strato 4	67.16	7.80	41.08	Shioi-Fukuni (1982)	39.82

**Modulo di Young**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	1.53	4.40	1.53	Bowles (1982)	22.59
Strato 2	30.66	6.60	22.83	Bowles (1982)	86.49
Strato 3	17.52	7.40	16.26	Bowles (1982)	66.78
Strato 4	67.16	7.80	41.08	Bowles (1982)	141.24

**Modulo Edometrico**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	1.53	4.40	1.53	Begemann (1974)	30.61
Strato 2	30.66	6.60	22.83	Begemann (1974)	74.36
Strato 3	17.52	7.40	16.26	Begemann (1974)	60.86
Strato 4	67.16	7.80	41.08	Begemann (1974)	111.84

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	1.53	4.40	1.53	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	30.66	6.60	22.83	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 3	17.52	7.40	16.26	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	67.16	7.80	41.08	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	1.53	4.40	1.53	Meyerhof ed altri	1.38
Strato 2	30.66	6.60	22.83	Meyerhof ed altri	2.04
Strato 3	17.52	7.40	16.26	Meyerhof ed altri	1.91
Strato 4	67.16	7.80	41.08	Meyerhof ed altri	2.21

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.53	4.40	1.53	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 2	30.66	6.60	22.83	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.45
Strato 3	17.52	7.40	16.26	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
Strato 4	67.16	7.80	41.08	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1.53	4.40	1.53	(A.G.I.)	0.35
Strato 2	30.66	6.60	22.83	(A.G.I.)	0.31
Strato 3	17.52	7.40	16.26	(A.G.I.)	0.32
Strato 4	67.16	7.80	41.08	(A.G.I.)	0.27

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
Strato 1	1.53	4.40	1.53	Seed e Idriss (1971)	0.573
Strato 2	30.66	6.60	22.83	Seed e Idriss (1971)	>10
Strato 3	17.52	7.40	16.26	Seed e Idriss (1971)	1.602
Strato 4	67.16	7.80	41.08	Seed e Idriss (1971)	>10






Committente: Amministrazione Comunale di Pescara	Geologo: Angelo Di Ninni	Perforazione: Rotazione	<b>S1</b>
Opera: Sondaggio geognostico	Operatore: C. De Angelis	Rivestimento: 127 mm	Scala: 1:100
Località: Ex Ferrotel	Unità: EGT MD 1500	Coordinate:	Data inizio: 05/04/17
Campionatore:	Sh=Shelby; Mz=Mazier; Os=Osterberg; Dn=Denison; T2; T6; T6S	Quota s.l.m.:	Data fine: 05/04/17

Profondità(m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica:	Falda (m)	Pocket Penetrometer (Kg/cmq) 1 2 3 4	tubo in PVC	Rivestimento	S.P.T.	Campioni	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S1 1 di 2
0.00	1.30		Terreno vegetale e/o riporto							
1.30	0.90		Limo argilloso sabbioso di colore grigio con plaghe sabbiose di colore avana.							
2.20	3.00		Sabbie di colore avana con la presenza sporadica di alcuni ciottoli.							
5.20	2.50		Ghiaie sabbiose di colore avana tendente al grigio scendendo di profondità. I clasti si presentano eterometrici, da mm a cm, da arrotondati a subarrotondati							
7.70	2.30		Sabbia limosa di colore grigio-azzurro.							
10.00	10.00		Limo argilloso generalmente di bassa consistenza. il colore varia con la profondità, generalmente di presenta grigio chiaro con livelli grigio marroni (10 - 12m e 19.6- 20m), nei primi 2 metri è possibile osservare una serie di intercalazioni limo sabbiose.							
20.00										



Terra Drilling Technology s.r.l.  
via Genova 45, 65122 PESCARA  
tel./fax 085.2401187 - cell. 335.7258128  
em@il: terra.drilling@gmail.com

Committente: Amministrazione Comunale di Pescara	Geologo: Angelo Di Ninni	Perforazione: Rotazione	<b>S1</b>
Opera: Sondaggio geognostico	Operatore: C. De Angelis	Rivestimento: 127 mm	Scala: 1:100
Località: Ex Ferrotel	Unità: EGT MD 1500	Coordinate:	Data inizio: 05/04/17
Campionatore:	Sh=Shelby; Mz=Mazier; Os=Osterberg; Dn=Denison; T2; T6; T6S	Quota s.l.m.:	Data fine: 05/04/17

Profondità(m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica:	Falda (m)	Pocket Penetrometer (Kg/cmq) 1 2 3 4	tubo in PVC	Rivestimento	S.P.T.	Campioni	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S1 2 di 2
20.00	3.00		Limo argilloso e sabbioso. si osserva la presenza di resti carboniosi a varie quote. Il colore tende a variare in base al contenuto di resti carboniosi passando da toni del grigio marrone a grigio. Alla quota di 22.0m si osserva un livello prettamente torboso di colore grigio scuro.							
23.00	3.40		Ghiaie e ciottoli in matrice limo sabbiosa di colore grigio. I clasti si presentano eterometrici, da mm a dm, da arrotondati a subarrotondati.							
26.40	3.60		Argilla sabbiosa di colore grigio. Nelle porzioni superiori il contenuto in sabbia tende ad essere preponderante e si possono osservare una serie di plaghe sabbiose di colore avana.							
30.00										
40.00										



Committente: Amministrazione Comunale di Pescara	Geologo: Angelo Di Ninni	Perforazione: Rotazione	<b>S2</b>
Opera: Sondaggio geognostico	Operatore: C. De Angelis	Rivestimento: 127 mm	Scala: 1:100
Località: Ex Ferrotel	Unità: EGT MD 1500	Coordinate:	Data inizio: 05/04/17
Campionatore:	Sh=Shelby; Mz=Mazier; Os=Osterberg; Dn=Denison; T2; T6; T6S	Quota s.l.m.:	Data fine: 05/04/17

Profondità(m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica:	Falda (m)	Pocket Penetrometer (Kg/cmq) 1 2 3 4	tubo in PVC	Rivestimento	S.P.T.	Campioni	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S2 1 di 2
0.00	1.60		Rilevato stradale							
1.60	0.90		Limo argilloso sabbioso di colore grigio con plaghe sabbiose di colore avana.							
2.50	5.00		Sabbie di colore avana con la presenza sporadica di alcuni ciottoli.							
7.50	2.10		Ghiaie in matrice sabbioso limosa di colore grigio . I clasti si presentano eterometrici, da mm a pochi cm, da arrotondati a subarrotondati							
9.60	10.40		Limo argilloso di colore grigio/azzurro generalmente di bassa consistenza. Si può notare la presenza di materiale di origine vegetale nei punti in cui abbiamo una colorazione tendente al marrone.							
20.00										



Tubo piezometrico cieco

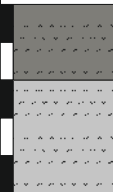



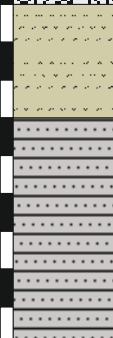




Tubo piezometrico microfessurato



Terra Drilling Technology s.r.l.  
via Genova 45, 65122 PESCARA  
tel./fax 085.2401187 - cell. 335.7258128  
em@il: terra.drilling@gmail.com

Committente: Amministrazione Comunale di Pescara	Geologo: Angelo Di Ninni	Perforazione: Rotazione	S2
Opera: Sondaggio geognostico	Operatore: C. De Angelis	Rivestimento: 127 mm	Scala: 1:100
Località: Ex Ferrotel	Unità: EGT MD 1500	Coordinate:	Data inizio: 05/04/17
Campionatore:	Sh=Shelby; Mz=Mazier; Os=Osterberg; Dn=Denison; T2; T6; T6S	Quota s.l.m.:	Data fine: 05/04/17

Profondità(m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica:	Falda (m)	Pocket Penetrometer (Kg/cmq) 1 2 3 4	tubo in PVC	Rivestimento	S.P.T.	Campioni	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S2 2 di 2
20.00	2.50		Limo argilloso - sabbioso con ciottoli e ghiaia di colore grigio scuro. Il contenuto dei clasti tende ad aumentare con la profondità							
22.50	3.00		Ghiaie e ciottoli in matrice limo sabbiosa di colore grigio. I clasti si presentano eterometrici, da mm a dm, da arrotondati a subarrotondati.							
25.50	4.50		Limo argilloso di colore grigio verde passante ad argilla sabbiosa di colore grigio dal quota di 27.0m. Si possono osservare una serie di plaghe sabbiose di colore avana a varie quote.							
30.00										

40.00
-------

Tubo piezometrico cieco

Tubo piezometrico microfessurato



TERRA

Drilling Technology

Terra Drilling Technology s.r.l.

via Genova 45, 65122 PESCARA

tel./fax 085.2401187 – cell. 335.7258128

em@il: terra.drilling@gmail.com

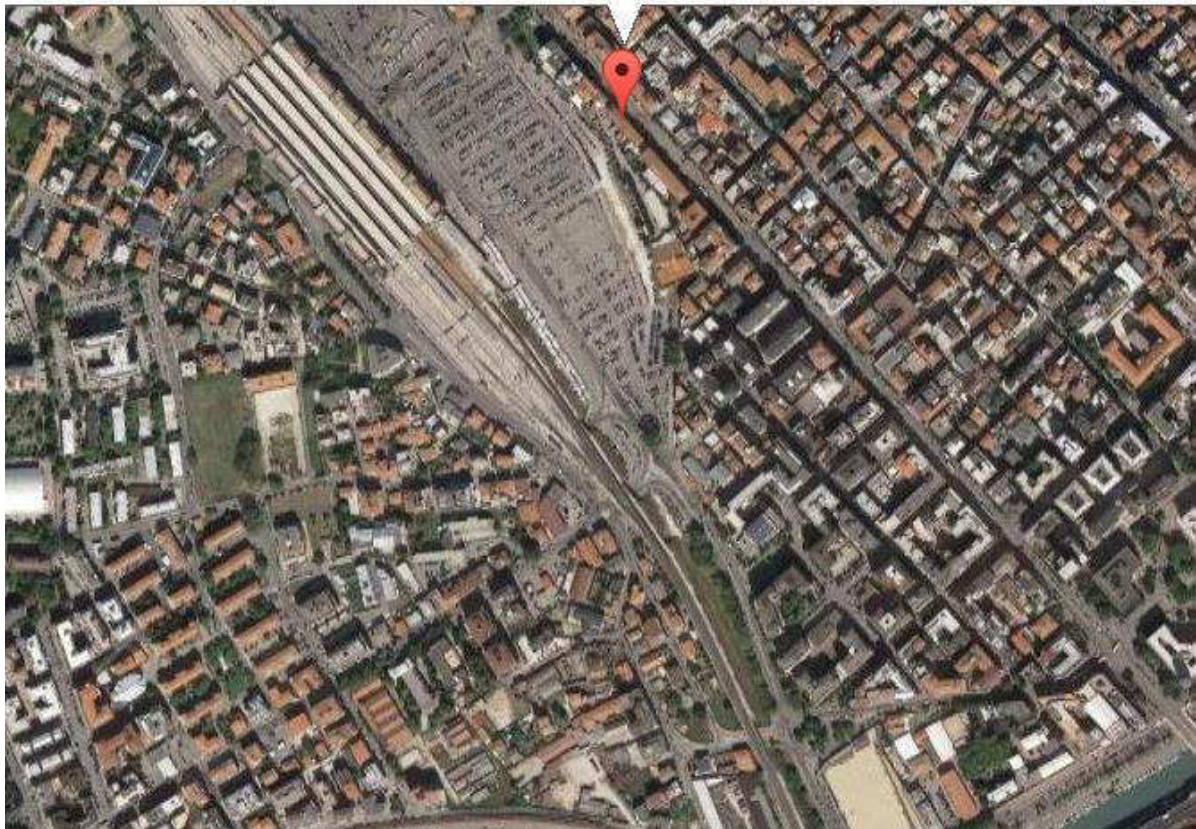


## **RAPPORTO PROSPEZIONE SISMICA MASW**

- consistente di n. 18 pagine -

eseguita nel Comune di Pescara (Pe)

Lat: 42.468833  
Long: 14.207313



Pescara, Aprile 2017

TERRA DRILLING TECHNOLOGY

## **1.0 PREMESSA**

Nel presente rapporto si espongono i risultati di una prova sismica Masw nel Comune di Pescara (Pe), in conformità alle norme tecniche NTC2008 ed alle disposizioni di cui alla O.P.C.M. 3274/2003 e successive modificazioni.

Allo scopo è stata effettuata una prospezione consistita in n. 1 linea sismica di tipo MASW.

La prova si effettua ai fini della caratterizzazione sismica del suolo.

Il lavoro, si articola in due parti: la prima, si effettua sul sito in esame, e consiste nella acquisizione del segnale sismico, e la seconda parte, da effettuarsi in studio, consiste nella elaborazione dei segnali acquisiti.

Mediante l'analisi e l'elaborazione dei dati di campagna è stato valutato l'effetto della risposta sismica locale in modo da individuare la categoria sismica di sottosuolo.

Nel prossimo paragrafo vengono introdotti i concetti relativi alla classificazione sismica del territorio in relazione alle nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica Ntc 2008.

Il capitolo 2 è dedicato alla descrizione del metodo usato per la prospezione sismica "MASW".

Nei capitoli 3 e 4 viene esposta la campagna di acquisizione del segnale sismico e il processo di analisi ed elaborazione dei dati.

Nel capitolo 5 vengono esposte le conclusioni con una descrizione della categoria di suolo rilevata.

In allegato sono riportate le schede relative alla strumentazione usata per il lavoro di campagna e la documentazione fotografica.

### **1.1 INTRODUZIONE ALL'NTC 2008**

Le norme tecniche per le costruzioni (NTC) definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, riguardo le loro prestazioni richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio e durabilità. Trattano pertanto gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

Con il Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14 gennaio 2008 sono state introdotte le nuove norme tecniche che includono le costruzioni in zona sismica e i nuovi criteri per la classificazione sismica del territorio.

Le diversificate e complesse attività già avviate con l'Ordinanza 3274/2003 hanno come fine ultimo il miglioramento della qualità dell'intero sistema costruito e quindi, in definitiva, un aumento della sicurezza di tutti i cittadini esposti al rischio sismico. Tale necessità è particolarmente evidente soprattutto nelle aree le quali, con l'applicazione dei nuovi criteri di classificazione, sono classificate con livelli di pericolosità medi ed alti e che vedono contestualmente la presenza di un patrimonio



edilizio non recente o, di centri storici caratterizzati da un'elevata vulnerabilità in ragione delle loro tipologie costruttive ed urbanistiche.

Per la realizzazione di opere in zona sismica, alla luce delle nuove norme tecniche NTC2008 è prevista la caratterizzazione del suolo di fondazione in funzione della velocità delle onde S (superficie) e la definizione del parametro specifico Vs30 ovvero la velocità delle onde di taglio nei primi trenta metri dal piano campagna.

La velocità equivalente delle onde di taglio Vs30 è definita dalla espressione:

$$V_{s30} = \frac{30 \text{ m}}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Si calcolano inoltre i coefficienti Ko e Kv in dipendenza di vari fattori:

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_o$$

dove:

Kv = Coefficiente sismico verticale. Kv è definito in funzione di Ko

Ko = Coefficiente sismico orizzontale =  $ag_R \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$

agR : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

$\gamma_I$ : fattore di importanza,

S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (classi A / E)

ag =  $ag_R \cdot \gamma_I$  è la "accelerazione attesa sul tipo di terreno di classe A"

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

$S_s$  (effetto di amplificazione stratigrafica):  $0.90 \leq S_s \leq 1.80$ ; è funzione di F0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica) per fondazioni in prossimità di pendii.

$S_T$  è un valore che varia al variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

Categoria topografica	Coefficiente di amplificazione topografica $S_T$	Ubicazione dell'opera o intervento
T1	( $S_T = 1.0$ ) - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
T2	( $S_T = 1.20$ ) - Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio
T3	( $S_T = 1.20$ ) - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo
T4	( $S_T = 1.40$ ) - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = \frac{V_R}{1 - P_{VR}}$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $P_{VR}$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario pertanto valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi utili al fine di individuare la categoria di sottosuolo. Di seguito vengono riportate le categorie di riferimento dei suoli di fondazione:

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche devono essere valutate sulla base delle norme dell'NTC 2008.

categorie di riferimento dei suoli di fondazione	
<b>A</b>	<b><i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i></b> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<b><i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti</i></b> con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NSPT_{30} > 50$ , o coesione non drenata $cu_{30} > 250$ kPa).
<b>C</b>	<b><i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i></b> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<b><i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i></b> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<b><i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i></b> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo (si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso), ai fini dell'identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s30}$  di



propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità 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 sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

<b>categorie per terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità</b>
<b>S1</b> - Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_u,30 < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
<b>S2</b> - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

L'analisi della risposta di un suolo alle sollecitazioni sismiche (Risposta Sismica Locale), costituisce la parte fondamentale delle attività di Microzonazione Sismica.

La valutazione della risposta sismica locale richiede innanzitutto una definizione, in termini quantitativi, dell'evento sismico atteso. A questo scopo, vengono solitamente prodotti uno o più accelerogrammi rappresentativi della sismicità dell'area d'indagine. L'elaborazione di queste informazioni, mediante l'impiego di codici numerici di simulazione, consente di calcolare accelerogrammi aventi caratteristiche spettrali strettamente legate ai meccanismi focali, alle intensità sismiche e ai percorsi di propagazione corrispondenti alle unità sismogenetiche considerate. Occorre successivamente stabilire l'influenza delle proprietà meccaniche dei terreni sul moto di un sisma.

Ai fini di questa valutazione, come già specificato, assai utile è la conoscenza dell'andamento delle velocità relative alle onde S ( $V_s$ ) nel sottosuolo. La stessa quantità di energia sismica può produrre infatti, danni assai diversi in funzione delle caratteristiche dei manufatti coinvolti e della situazione geologica e morfologica locale. Gli effetti, in linea teorica generale, saranno maggiori in corrispondenza di terreni soffici, e minori su terreni rigidi.

Così come sarà maggiore sulle cime dei rilievi, sulle creste, lungo i bordi delle scarpate e dei versanti ripidi (amplificazione sismica locale). Effetti distruttivi si hanno quando la frequenza sismica che raggiunge il suolo è pari a quella di risonanza dell'edificio (amplificazione sismica locale).

Ai fini della caratterizzazione sismica, è stata effettuata una indagine sismica con metodologia MASW (vedi Capitolo 3).

## 2.0 IL METODO MASW - MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES

### 2.1 Introduzione al metodo

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, usata per stimare il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, 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 e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

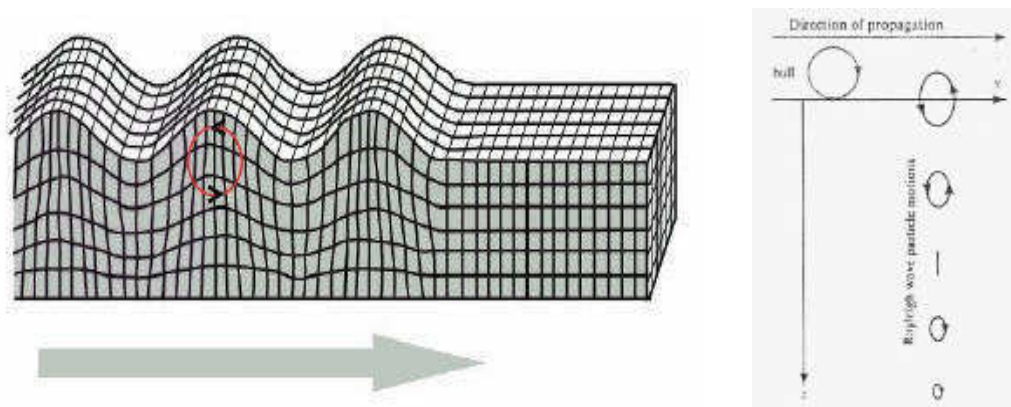


Fig. 2 Schematizzazione della propagazione di un'onda di Rayleigh. Traiettorie orizzontale (a sinistra) e profondità di azione (a destra) (Aki e Richards 1980).

Il metodo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30m-50m, in funzione della rigidezza del suolo.

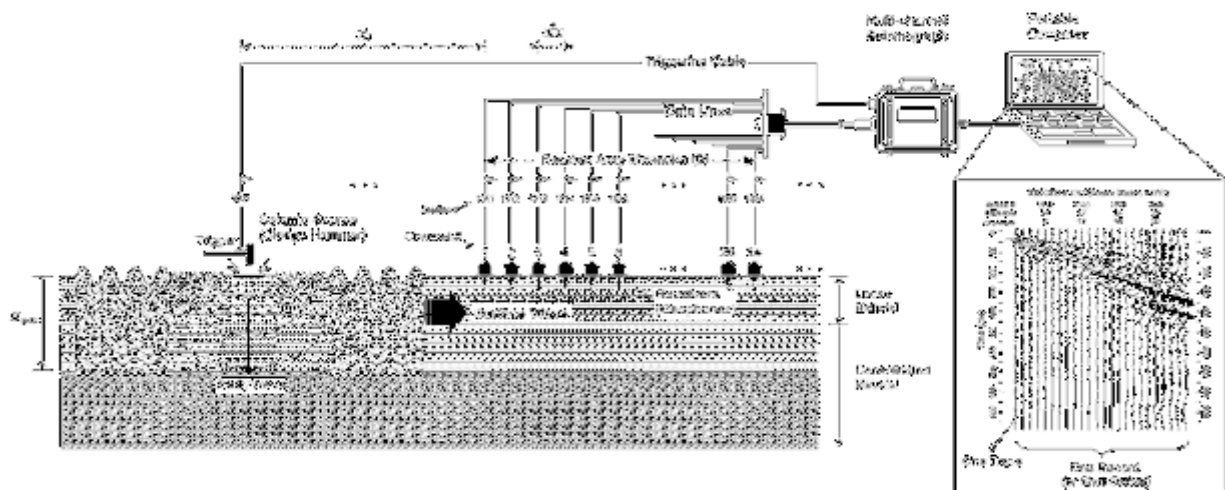


Fig. 3 Tipologia di acquisizione della prova MASW (Park, C.B., Miller, R.D., and Xia, J., 1999).



### 3.0 CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE DEL SEGNALE SISMICO

L'acquisizione del segnale sismico consiste in uno stendimento di una bobina di cavo lungo il quale sono collegati una serie di sensori geofonici (o geofoni).

La sorgente sismica è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 5kg) che batte su una piastra circolare (All. 2) in *duralluminium* posta in prossimità del primo geofono dello stendimento alla distanza da 4 a 6 m.

La sorgente sismica viene energizzata per un numero non inferiore a 6 volte (3 per lato) o più a seconda delle necessità, nel caso specifico sono state eseguite 8 acquisizioni.

Il segnale sismico viene poi trasferito dai geofoni ad un computer attraverso il sismografo DOREMI a 24 canali della ditta SARA Instruments. Quest'ultimo strumento è stato progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica.

La gestione dell'apparecchiatura è integrata dal computer, che gestisce tutte le operazioni di registrazione dei dati ed archivio.

Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 20 geofoni verticali da 4.5Hz (all.2), posizionati lungo il profilo di indagine (All. 3) con distanza intergeofonica (offset) di 2,5 m.

Le acquisizioni dei segnali sono state effettuate per una lunghezza di tempo di 2 secondi usando una frequenza di  $1000\text{ Hz}$  con periodo di  $1\text{ ms}$ .

In seguito alla campagna di acquisizione che si effettua sul sito in esame il lavoro prosegue in studio con la elaborazione dei segnali sismici registrati nella memoria del computer, come illustrato nel prossimo capitolo.

### 4.0 ELABORAZIONE DI DATI

L'analisi dei dati acquisiti nel sito in esame è stata eseguita in studio con il programma EasyMasw della ditta Geostru softwares, con il quale è stato possibile svolgere l'intero processo di elaborazione.

Una prima fase di elaborazione consiste nella analisi spettrale del sismogramma in modo da elaborare una immagine della distribuzione del segnale in funzione delle frequenze di cui è costituito.

La seconda fase è relativa alla estrapolazione della curva di dispersione.

Una terza fase consiste nella discriminazione sismostratigrafica in funzione dell'attenuazione del segnale in termini di velocità.

I risultati di tale analisi vengono rappresentati graficamente con il profilo di velocità (fig. 8).

In relazione al numero delle energizzazioni effettuate, viene operata una scelta di quella più rilevante mediante il confronto della elaborazione e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase, eseguite per ognuna di loro. Il confronto tra le varie inversioni, permette di definire quale sia la curva utile. Tramite questo processo è stato possibile ottenere il risultato finale per stabilire la categoria di suolo.

Nelle prossime figure vengono riportati gli elaborati sviluppati in forma di grafici e tabelle.

Dati generali	
<b>Località</b>	Pescara (ex ferrotel)
<b>Data della prova</b>	22-03-2017
Tracce	
<b>N. tracce</b>	20
<b>Durata acquisizione</b>	1999
<b>[msec]</b>	
<b>Interdistanza geofoni</b>	2.5
<b>[m]</b>	
<b>Periodo di</b>	1,00
<b>campionamento</b>	
<b>[msec]</b>	



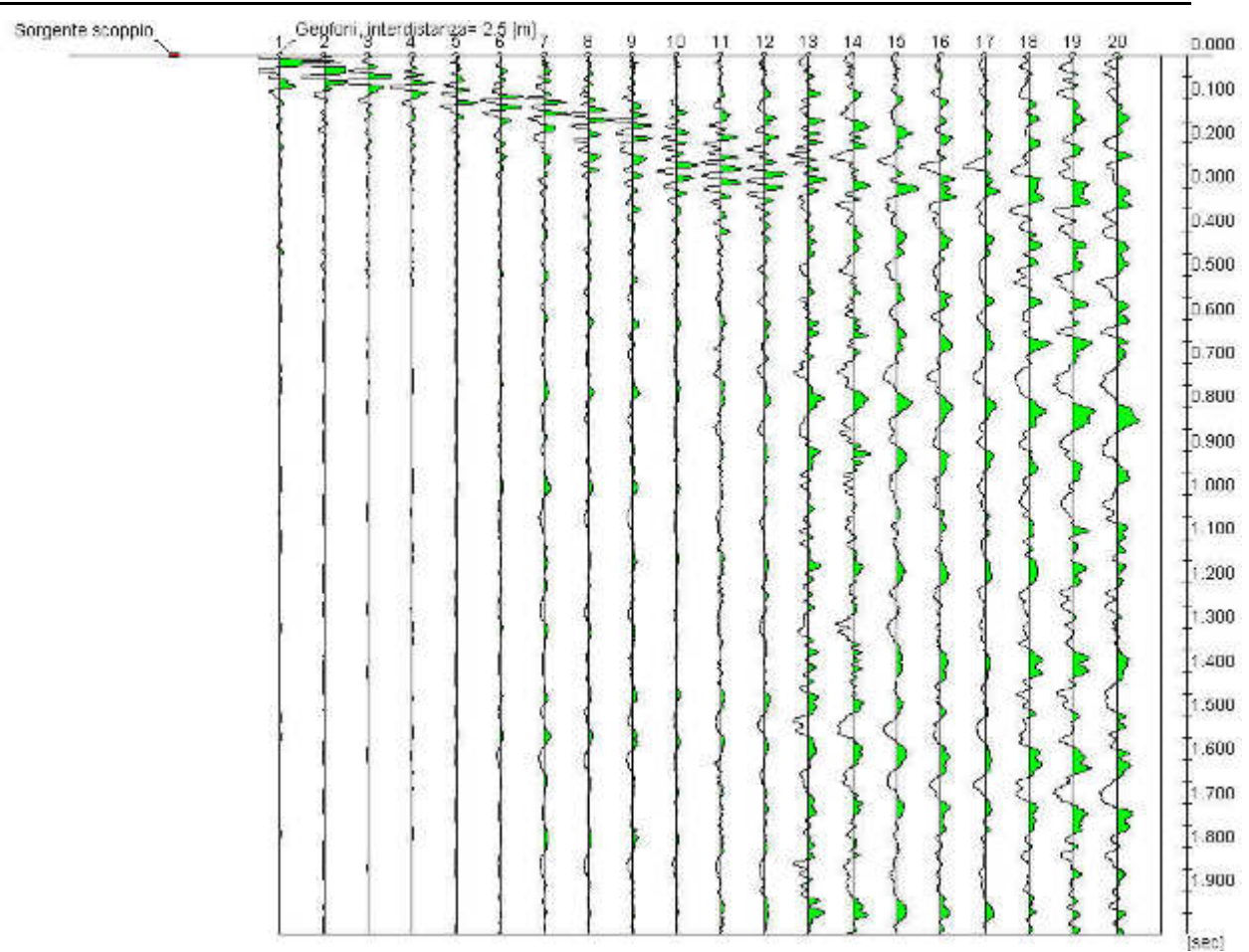
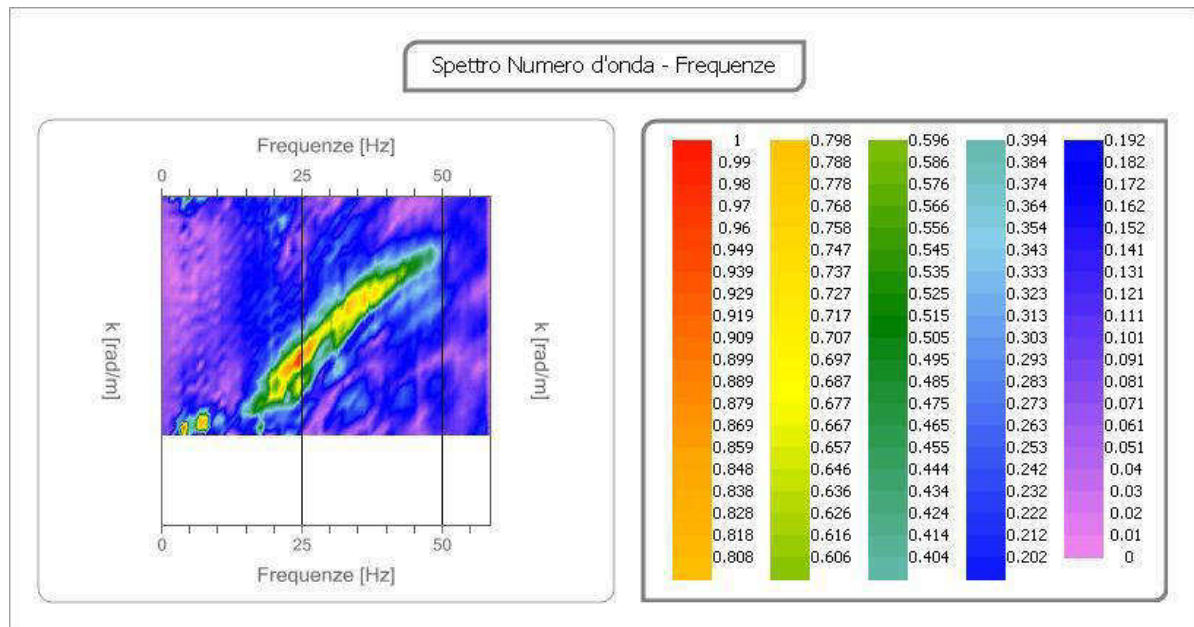


Fig. 4 Schema relativo alla geometria dello stendimento con sismogrammi.

### Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Fig. 5- Spetto numero d'onda/frequenze [  $f/k$  ]

### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	22.0	314.2	1
2	22.5	230.3	0
3	24.5	215.5	0
4	28.5	188.4	0
5	32.3	168.7	0
6	34.8	163.8	0
7	37.3	158.8	0
8	40.6	166.2	0
9	40.8	166.2	0
10	44.9	166.2	0
11	48.7	171.2	0
12	52.0	166.2	0
13	52.7	227.9	1



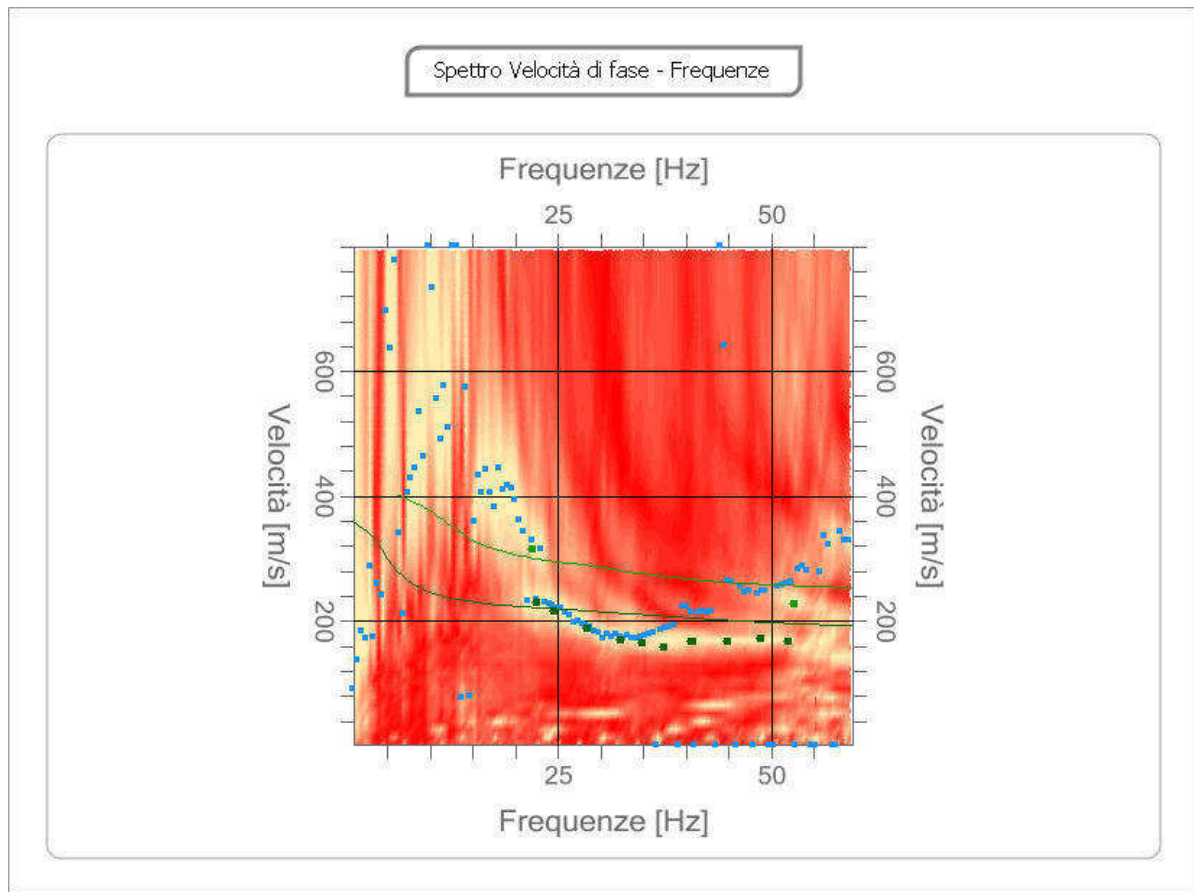


Fig 6- velocità di fase

### Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso saturato per unità di volume [kg/mc]	Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.79	1.79	1700.0	0.3	No	296.4	158.4
2		8.92	7.13	1800.0	0.4	No	580.7	237.1
3		21.31	12.38	1900.0	0.4	No	797.0	325.4
4		23.73	2.42	1950.0	0.3	No	679.7	363.3
5		34.55	10.82	2100.0	0.4	No	984.0	401.7
6		oo	oo	2100.0	0.4	No	1010.3	412.4

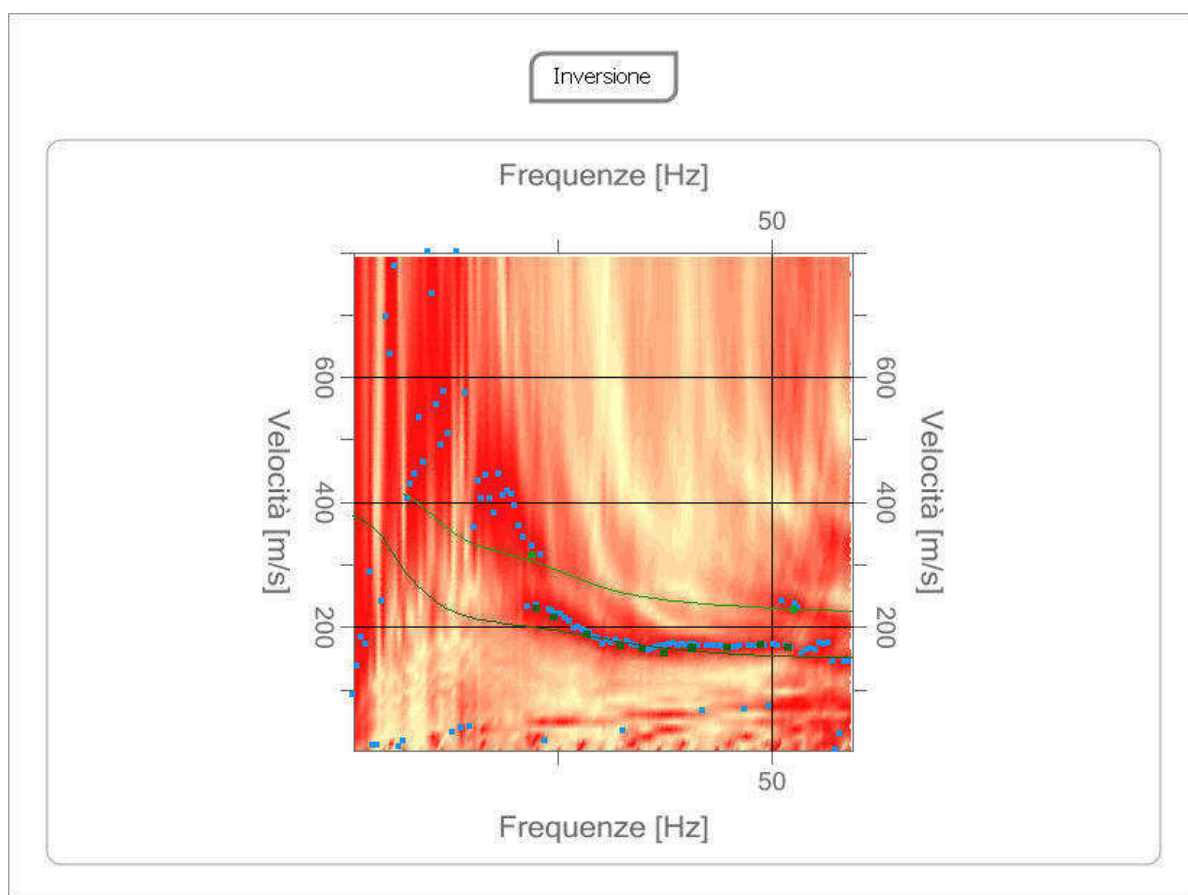


Fig. 7 Inversione della curva



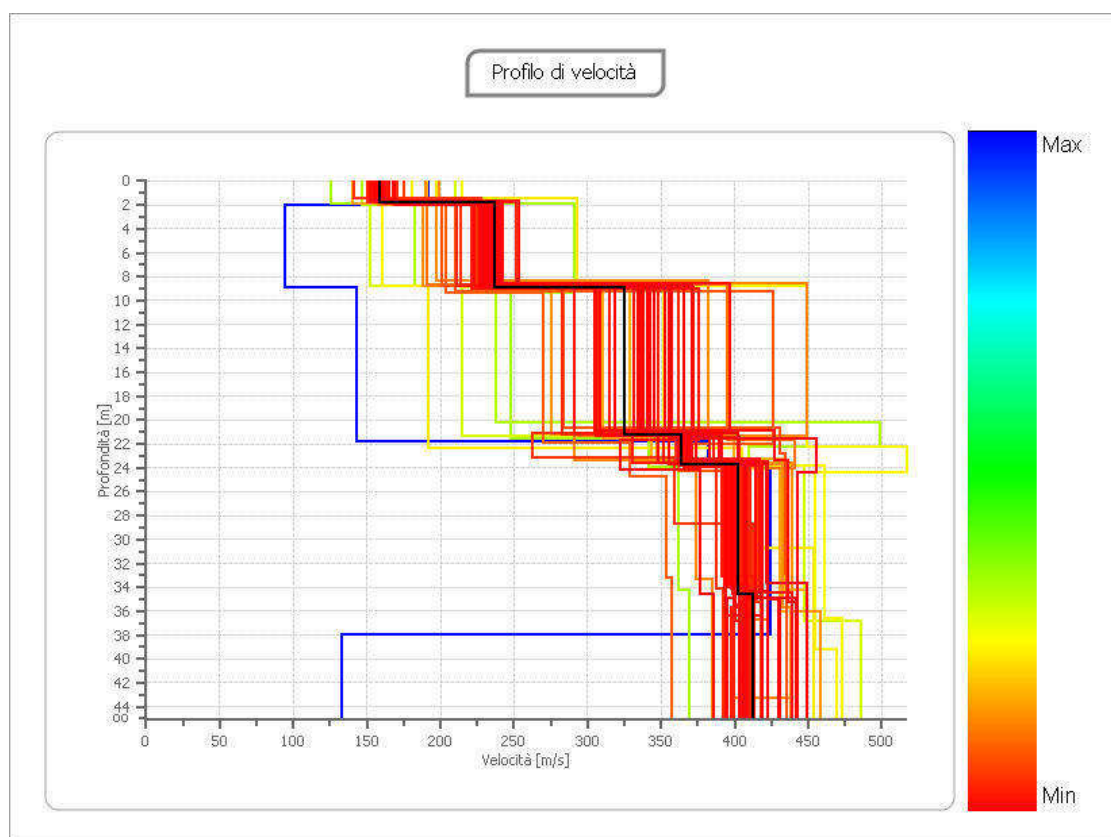


Fig. 8.1 Profili individuati verticali 1D. A destra andamento del disadattamento.

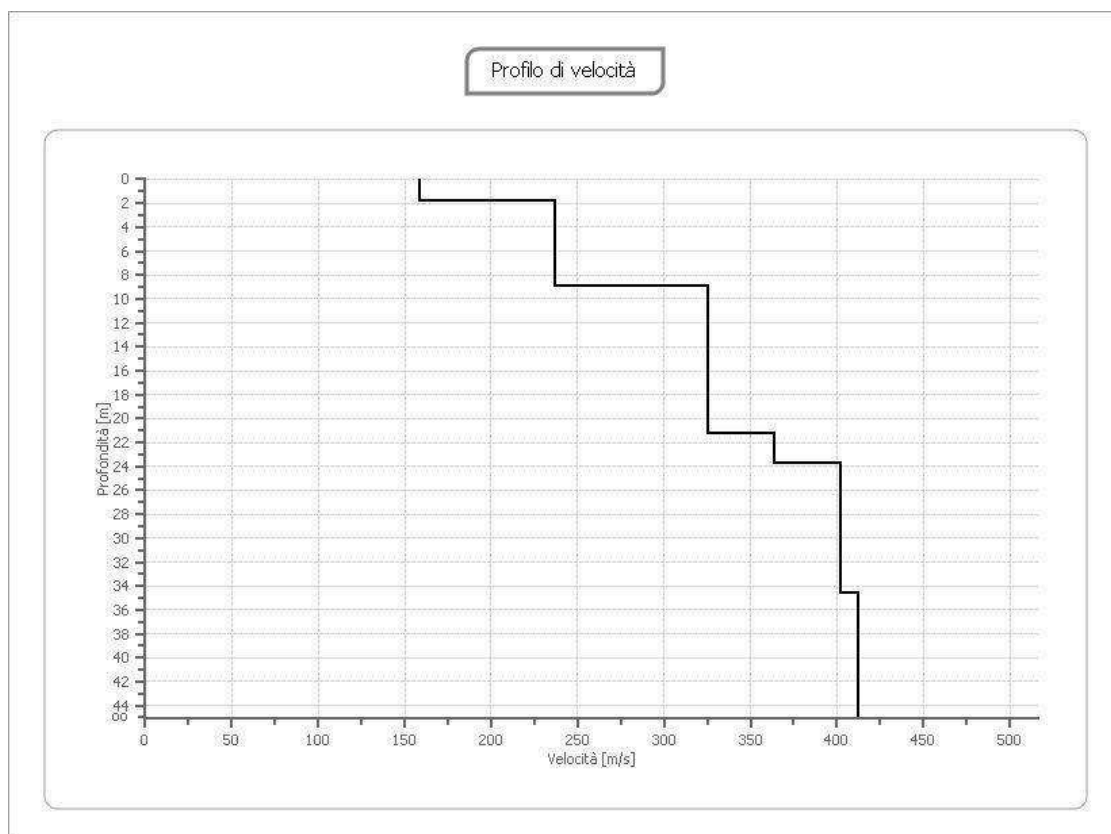


Fig. 8.2- Stima profilo verticale 1D rilevato con minimo fattore di adattamento.

Dai profili di Fig. 8 è possibile osservare che i valori medi delle Vs possono oscillare.

L'indagine sismica MASW, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30 m, ed il piano di posa a 0 mt dal piano campagna, ha fornito una Vs30 di 294 m/s. Considerando un piano di posa a -3 mt dal p.c. la prova ha fornito una Vs30 di 323 m/s.

La velocità è stata ricavata, dalla relazione:

$$V_{s30} = \frac{30 \text{ m}}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di profondità.



## 5.0 CONCLUSIONI

Nel presente rapporto si espongono i risultati di una prova sismica Masw nel Comune di Pescara (Pe), in conformità alle norme tecniche NTC2008 ed alle disposizioni di cui alla O.P.C.M. 3274/2003 e successive modificazioni. Allo scopo è stata effettuata una prospezione consistita in n. 1 linea sismica di tipo MASW.

La prova è stata effettuata ai fini della caratterizzazione sismica del suolo.

Il lavoro è stato svolto seguendo un iter che parte dall'acquisizione del segnale sismico, tramite strumento sismometro DOREMI della ditta SARA electronics (PG) nel sito in esame ed a un successivo lavoro di elaborazione del segnale, per mezzo del programma EasyMASW (Geostru Softwares) così da ricavare il parametro VS30 finale utile alla caratterizzazione.

I risultati forniti dalla prova effettuata sono i seguenti:

profondità piano di posa: piano campagna

<b>Vs30 [m/sec]</b>	294
<b>Categoria del suolo</b>	C

profondità piano di posa: -3 mt

<b>Vs30 [m/sec]</b>	323
<b>Categoria del suolo</b>	C

Dalla sezione sismostratigrafica ottenuta dalla prova, così come riportato anche in figg. 8 è possibile individuare sismostrati caratterizzati da valori di Vs differenti dove, quello rappresentato con linea in nero, rappresenta l'andamento con fattore di disadattamento minore.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

TERRA DRILLING TECHNOLOGY

## ***Sommario***

1.0 PREMESSA.....	1
1.1 INTRODUZIONE ALL'NTC 2008.....	1
2.0 IL METODO MASW - MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES .....	5
2.1 Introduzione al metodo .....	5
3.0 CAMPAGNA DI ACQUISIZIONE DEL SEGNALE SISMICO .....	6
4.0 ELABORAZIONE DI DATI.....	6
5.0 CONCLUSIONI.....	14

## ***Allegati:***

- 1. Caratteristiche tecniche del sistema di acquisizione*
- 2. Caratteristiche tecniche dei sensori geofonici*
- 3. Ubicazione Posizione*
- 4. Documentazione Fotografica*

## 1. Caratteristiche dello strumento usato per l'acquisizione del segnale.

### Acquisitore DOREMI Sara electronics

#### Caratteristiche tecniche

##### Architettura

Classe strumentale:	sismografo multicanale per geofisica
Topologia:	rete differenziale RS485 half-duplex multipoint
Lunghezza massima della rete:	1200 metri senza ripetitori (virtualmente illimitata con ripetitori)
Numero massimo di canali per tratta:	255
Dimensioni dell'elemento (escluso il cavo):	80x55x18 mm
Peso:	250 g (un elemento con lunghezza cavo 5 metri)
Cavo:	4 conduttori, 2 coppie ritorte, robotico resistente a torsioni, flessione-torsioni, abrasioni ed agenti chimici

##### Campionamento

Memoria:	64 kByte (>30000 campioni)
Frequenze in Hz:	200,300,400,500,800,1000,2000,3000,4000, 8000,10000,20000
pari ad intervalli in ms di:	5, 3.33, 2.5, 2, 1.25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05
Esempi di utilizzo della memoria:	ReMi: 500Hz, t-max 60 secondi MASW: 4000Hz, t-max 7.5 secondi Riflessione: 20000Hz, t-max 1.5 secondi

##### Dinamica del sistema

Risoluzione con guadagno 10x:	7.600 $\mu$ V
Risoluzione con guadagno 1000x:	0.076 $\mu$ V
Dinamica di base:	96dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore:	80dB
Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz:	>90dB
Full range a 10x:	0.5V p-p
Risoluzione RMS a 1000x e 4000SPS:	0.0000002V p-p
Dinamica totale teorica:	155dB
Dinamica totale senza postprocessing:	> 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
Dinamica totale in postprocessing:	>140dB

##### Alimentazione

Tensione di alimentazione:	10-15Vdc
Consumo:	
Unità di testa:	20mA
Per Canale:	40mA
Consumo totale 12 canali:	510mA

##### Convertitore A/D

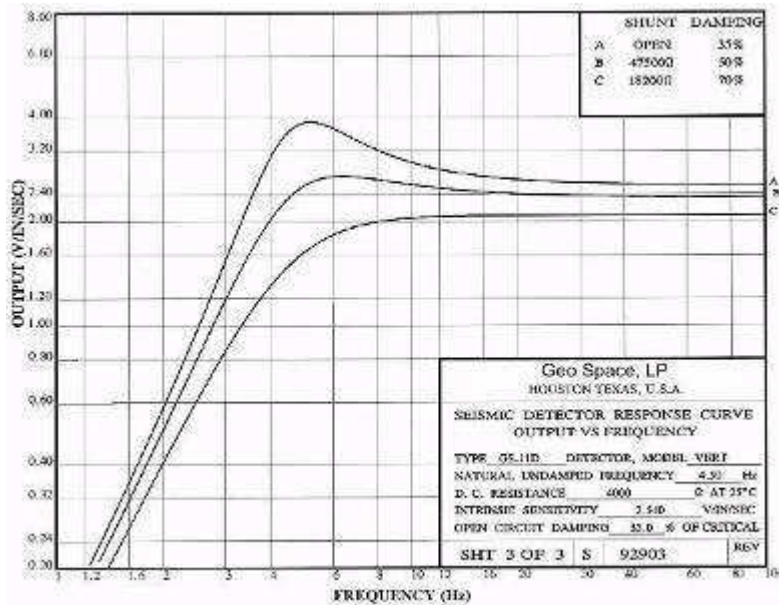
Tipologia:	SAR
Risoluzione:	16 bit
Dinamica:	96 dB

##### Preamplificatore

Tipologia:	ultra-low noise con ingresso differenziale
Filtri:	3Hz passa alto 1 polo, 200Hz passa basso 4 poli
Guadagni:	da 10x a 8000x
Selezione di modo comune:	>80dB
Diافonia (crosstalk):	non applicabile (elementi singoli a trasmissione digitale)
Impedenza d'ingresso:	>100k $\Omega$



## 2. Caratteristiche tecniche dei sensori geofonici



Sensore 4,5 Hz



Piastra in duralluminium

## 3. Ubicazione Posizione



Rappresentazione della posizione dello stendimento per la masw (non in scala)

#### 4. Documentazione Fotografica

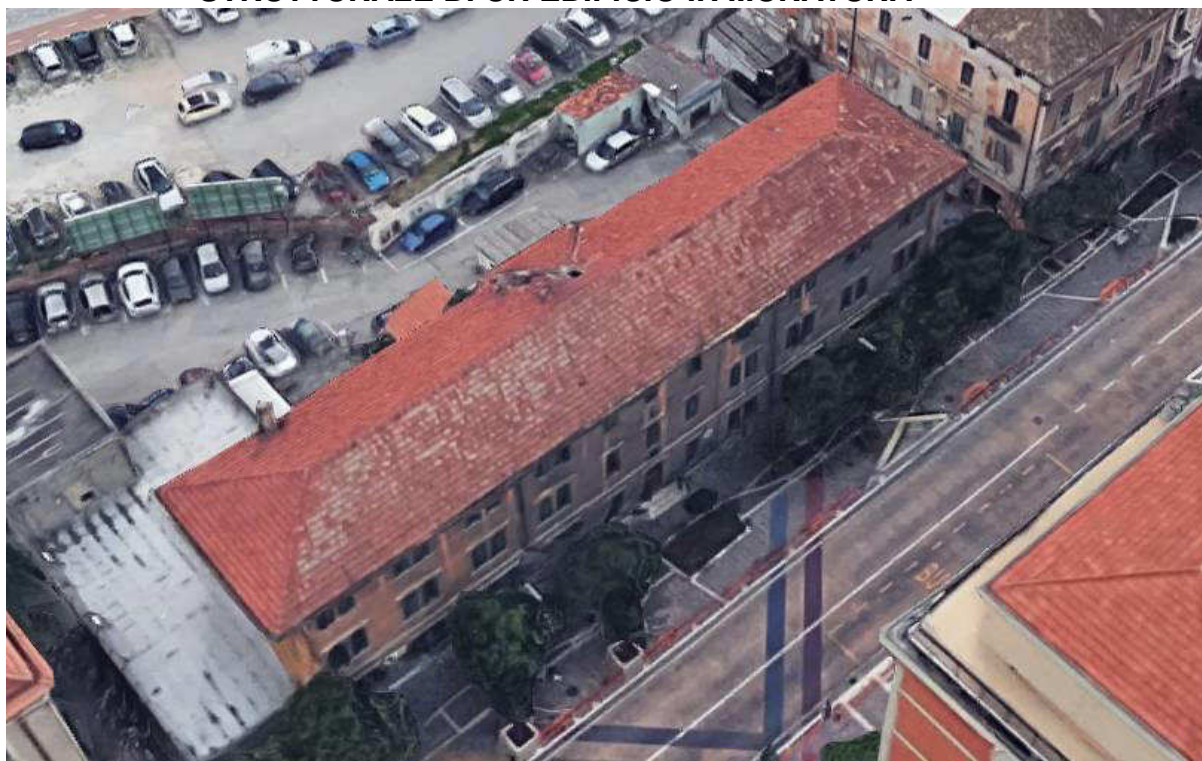


Rappresentazione della posizione dello stendimento.



## RAPPORTO DI PROVA

**OGGETTO: INDAGINI DIAGNOSTICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE DI UN EDIFICIO IN MURATURA**



**LOCALITÀ: COMUNE DI PESCARA**  
**INDIRIZZO: CORSO VITTORIO EMANUELE II**  
**RIF. EDIFICIO EX-FERROTEL**  
N° DOC. 17\_RP-CS013 REV. 17\_CS01

**DATA ESECUZIONE PROVE: 05/04/17**

La Società: **A.C.N.D. s.r.l.**

Il Direttore Tecnico: **Ing. RANALLI Danilo**

**A.C.N.D. s.r.l.**  
Studi di Ingegneria Civile ed Ambientale  
Esecuzione Indagini e Monitoraggio  
Via Carlo D'Andrea snc.  
Località Monticchio - 67100 L'Aquila  
mail: [acnd@pec.it](mailto:acnd@pec.it)  
P.IVA: 01920420666 - REA: AQ 131160



**LUOGO E DATA: L'Aquila, 05.04.2017**  
**NUMERO PAGINE: 67**



---

**INDICE**

PREMESSA.....	3
AREA DELLE INDAGINI.....	3
CERTIFICAZIONE DEL PERSONALE.....	4
PLANIMETRIE AREE INDAGINI.....	8
INDAGINI INDIRETTE: TERMOGRAFIA IR.....	9
TIPOLOGIA E MODALITÀ DI INDAGINE.....	9
RISULTATI.....	10
INDAGINI SONICHE SU MURATURA.....	49
TIPOLOGIA E MODALITÀ DI INDAGINE.....	49
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	50
RISULTATI.....	51
INDAGINI DIRETTE: MARTINETTI PIATTI .....	52
TIPOLOGIA DI INDAGINE .....	52
RISULTATI MARTINETTO PIATTO DOPPIO .....	54
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	59
INDAGINI INDIRETTE: IDENTIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE MURATURA.....	62
TIPOLOGIA E MODALITÀ DI INDAGINE.....	62
RISULTATI.....	64
CONCLUSIONI.....	67

## **PREMESSA**

Il presente lavoro illustra i risultati di una campagna di indagini diagnostiche eseguita su elementi strutturali campione di un edificio in muratura, sito in Corso Vittorio Emanuele II del comune di Pescara, rif. Edificio Ex-Ferrhotel.

Le indagini sono state effettuate allo scopo di individuare e caratterizzare gli elementi strutturali componenti il fabbricato. Le prove sono state eseguite in ottemperanza alla Circolare 2 febbraio 2009, n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

L'incarico è stato assolto dal gruppo di lavoro: ingg. Nicola Aretusi, Danilo Ranalli, Marco Pesaresi, Antonio Filippone; arch. Cristina Santacroce

## **AREA DELLE INDAGINI**



## CERTIFICAZIONE DEL PERSONALE

# AJA Registrars Europe S.r.l.

Corso Vittorio Emanuele II, 82 – 10121 Torino (TO)  
www.ajaregistrars.it



### Certificazione delle Competenze delle Persone

Certification of Competence of Persons

### CERTIFICATO DI LIVELLO 3

Level 3 Certificate

### Prove/Monitoraggio su Strutture in Calcestruzzo, Calcestruzzo Armato e Precompresso, Muratura e Strutture Metalliche

Testing/Monitoring on Concrete, Reinforced Concrete, Prestressed Concrete, Masonry and Metallic  
Structures

Si attesta che

This is to Certify that

**Nicola Aretusi**

nato a Atri (TE) il 08/12/1971

ha positivamente completato il processo di valutazione delle competenze delle persone in  
conformità alla norma UNI EN ISO 9712:2012 e al Regolamento Generale (XPERT-  
REG\_GEN\_NDT)

has successfully completed the process of assessing the competence of persons in accordance with UNI  
EN ISO 9712:2012 and with the General Regulations (XPERT-REG\_GEN\_NDT)

Per il metodo / For the method

**Esame visivo delle opere (VT)**

Per il settore delle costruzioni in Ingegneria

For the Engineering Construction Sector

Certificato n. / Certificate n.: **XPERT-NDT/14/2277**

Data di prima registrazione: 10/04/2014

Original Registration Date:

Data di scadenza: 09/06/2024

Expiring Date:

Data di emissione: 10/06/2014

Issue Date:

Data di Aggiornamento: N/A

Renewed on:



REG. N° 057/L

Registri degli Esperti di Mutua Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreements

Mario Bergamini  
Consigliere Delegato

Prodotti e Competenze  
AJA Registrars Europe S.r.l.





# AJA Registrars Europe S.r.l.

Corso Vittorio Emanuele II, 82 – 10121 Torino (TO)  
www.ajaregistrars.it



**Certificazione delle Competenze delle Persone**  
Certification of Competence of Persons

**CERTIFICATO DI LIVELLO 3**  
Level 3 Certificate

**Prove/Monitoraggio su Strutture in Calcestruzzo, Calcestruzzo Armato e  
Precompresso, Muratura e Strutture Metalliche**  
Testing/Monitoring on Concrete, Reinforced Concrete, Prestressed Concrete, Masonry and Metallic  
Structures

Si attesta che  
This is to Certify that

**Nicola Aretusi**

nato a Atri (TE) il 08/12/1971

ha positivamente completato il processo di valutazione delle competenze delle persone in  
conformità alla norma UNI EN ISO 9712:2012 e al Regolamento Generale (XPERT-  
REG\_GEN\_NDT)

has successfully completed the process of assessing the competence of persons in accordance with UNI  
EN ISO 9712:2012 and with the General Regulations (XPERT-REG\_GEN\_NDT)

Per il metodo / For the method  
**Indagine Termografica (TG)**

Per il settore delle costruzioni in Ingegneria  
For the Engineering Construction Sector

Certificato n. / Certificate n.: **XPERT-NDT/14/2279**

Data di prima registrazione: 10/04/2014  
Original Registration Date:

Data di emissione: 10/06/2014  
Issue Date:

Data di scadenza: 09/06/2024  
Expiring Date:

Data di Aggiornamento: N/A  
Renewed on:



REG. N° 057/C  
Protocollo degli Accordi di Mutual Recognition  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreement

Mario Bergamini  
Consigliere Delegato  
Prodotti e Competenze  
AJA Registrars Europe S.r.l.



# AJA Registrars Europe S.r.l.

Corso Vittorio Emanuele II, 82 - 10121 Torino (TO)  
www.ajaregistrars.it



**Certificazione delle Competenze delle Persone**  
Certification of Competence of Persons

**CERTIFICATO DI LIVELLO 3**  
Level 3 Certificate

**Prove/Monitoraggio su Strutture in Calcestruzzo, Calcestruzzo Armato e  
Precompresso, Muratura e Strutture Metalliche**  
Testing/Monitoring on Concrete, Reinforced Concrete, Prestressed Concrete, Masonry and Metallic  
Structures

Si attesta che  
This is to Certify that

**Nicola Aretusi**

nato a Atri (TE) il 08/12/1971

ha positivamente completato il processo di valutazione delle competenze delle persone in  
conformità alla norma UNI EN ISO 9712:2012 e al Regolamento Generale (XPERT-  
REG\_GEN\_NDT)

has successfully completed the process of assessing the competence of persons in accordance with UNI  
EN ISO 9712:2012 and with the General Regulations (XPERT-REG\_GEN\_NDT)

Per il metodo / For the method  
**Prova con martinetti piatti (MP)**

Per il settore delle costruzioni in Ingegneria  
For the Engineering Construction Sector

Certificato n. / Certificate n.: **XPERT-NDT/14/2276**

Data di prima registrazione: 10/04/2014  
Original Registration Date:

Data di emissione: 10/06/2014  
Issue Date:

Data di scadenza: 09/06/2024  
Expiring Date:

Data di Aggiornamento: N/A  
Renewed on:



PER N° 057/0  
Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione  
Internazionale  
Ministry of Foreign Affairs and International  
Cooperation  
Registry of EA, EN and UK  
National Recognition Agreements

Mario Bergamini  
Consigliere Delegato  
Prodotti e Competenze  
AJA Registrars Europe S.r.l.



# AJA Registrars Europe S.r.l.

Corso Vittorio Emanuele II, 82 - 10121 Torino (TO)  
www.ajaregistrars.it



**Certificazione delle Competenze delle Persone**  
Certification of Competence of Persons

**CERTIFICATO DI LIVELLO 3**  
Level 3 Certificate

**Prove/Monitoraggio su Strutture in Calcestruzzo, Calcestruzzo Armato e  
Precompresso, Muratura e Strutture Metalliche**  
Testing/Monitoring on Concrete, Reinforced Concrete, Prestressed Concrete, Masonry and Metallic  
Structures

Si attesta che  
This is to Certify that

**Nicola Aretusi**

nato a Atri (TE) il 08/12/1971

ha positivamente completato il processo di valutazione delle competenze delle persone in  
conformità alla norma UNI EN ISO 9712:2012 e al Regolamento Generale (XPRT-  
REG\_GEN\_NDT)

has successfully completed the process of assessing the competence of persons in accordance with UNI  
EN ISO 9712:2012 and with the General Regulations (XPRT-REG\_GEN\_NDT)

Per il metodo / For the method  
**Prova Sonora - Ecometrica (SO-EC)**

Per il settore delle costruzioni in Ingegneria  
For the Engineering Construction Sector

Certificato n. / Certificate n.: **XPRT-NDT/14/2281**

Data di prima registrazione: 10/04/2014  
Original Registration Date:

Data di emissione: 10/06/2014  
Issue Date:

Data di scadenza: 09/06/2024  
Expiring Date:

Data di Aggiornamento: N/A  
Renewed on:



PER N° 677 C  
Ministero degli Affari di Stato (Ministero)  
D.A. 24/11/2013  
Registry of EA, ISO and ILAC  
Mutual Recognition Agreements

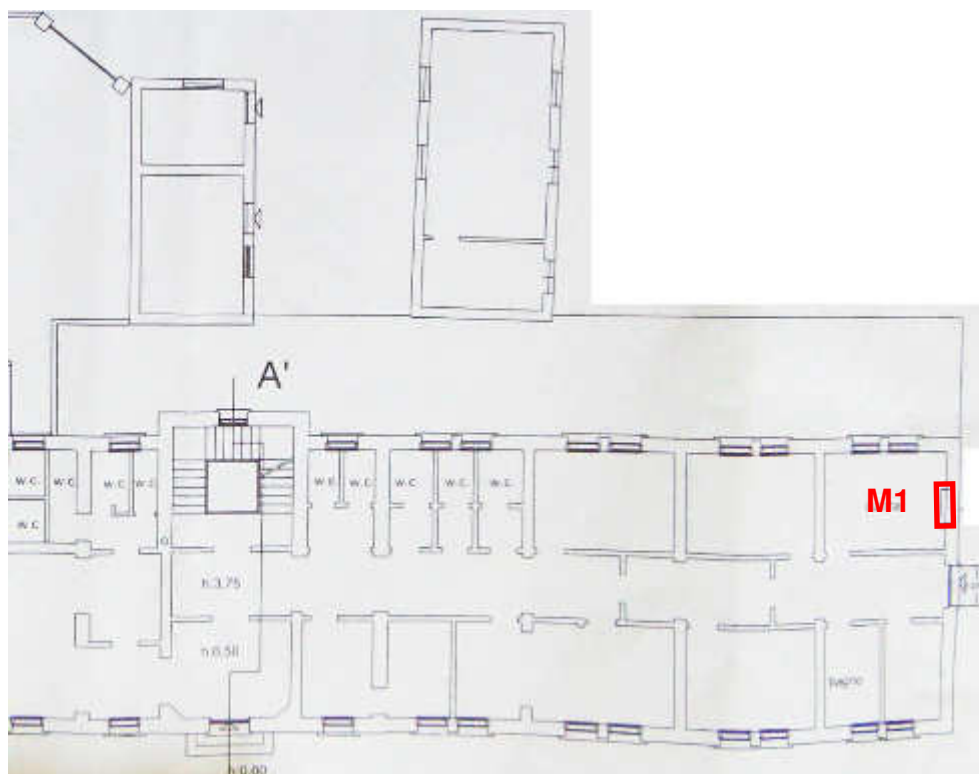
Mario Bergamini  
Consigliere Delegato  
Prodotti e Competenze  
AJA Registrars Europe S.r.l.



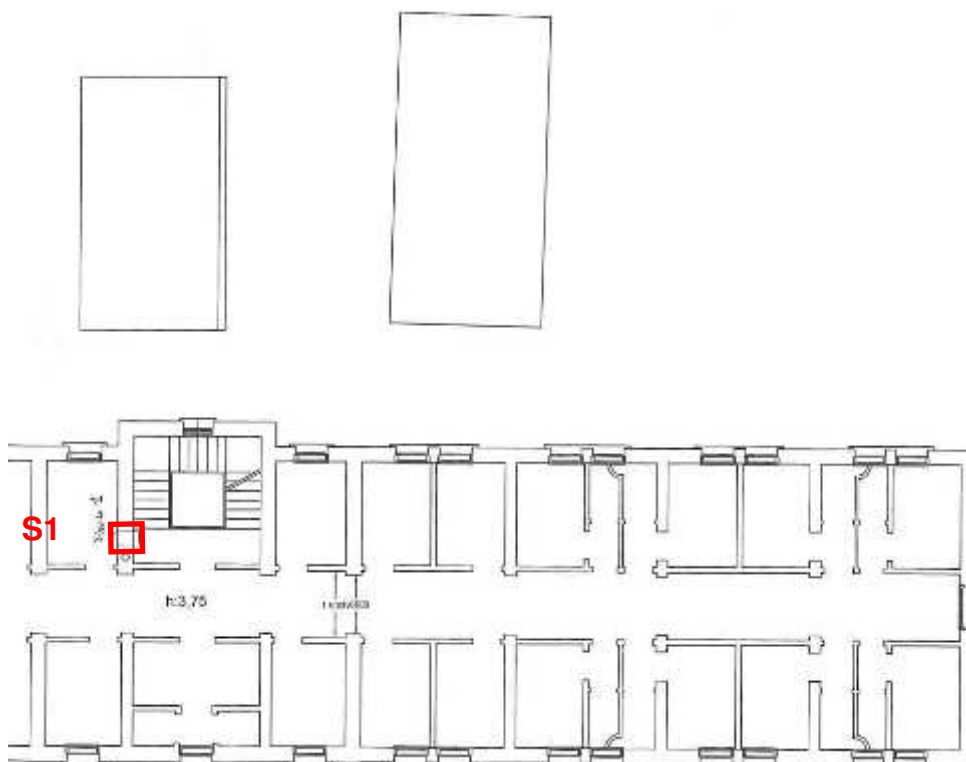


## **PLANIMETRIE AREE INDAGINI**

### **PIANO TERRA**



### **PIANO PRIMO**



---

**INDAGINI INDIRETTE: TERMOGRAFIA IR****TIPOLOGIA E MODALITÀ DI INDAGINE**

Tecnica telemetrica in grado di determinare la temperatura radiante di una superficie con notevole risoluzione spaziale e precisione. Si tratta di un mezzo di diagnosi non distruttiva basato sull'analisi di immagini che evidenziano discontinuità termiche. La metodologia sfrutta la capacità di alcuni dispositivi (sensori bolometrici) di rivelare l'intensità della radiazione nella zona termica dello spettro elettromagnetico, ovvero quella dell'infrarosso.

L'energia termica, o infrarossa, consiste in una luce la cui lunghezza d'onda risulta troppo grande per essere individuata dall'occhio umano; si tratta della porzione dello spettro elettromagnetico che viene percepita come calore. A differenza della luce visibile, nel mondo dei raggi infrarossi tutti gli elementi con una temperatura al di sopra dello zero assoluto (cioè a  $0\text{ K} = -273,15\text{ °C}$ ) emettono calore. Più è alta la temperatura dell'oggetto, più quest'ultimo irradierà raggi infrarossi.

Il principio quindi si basa sulla misura della distribuzione delle temperature superficiali dell'oggetto in esame. Un'anomalia di tale distribuzione di temperature è indicativa di un possibile difetto.

La termocamera è uno strumento che rileva a distanza l'energia infrarossa (o termica) e la converte in un segnale elettronico, che viene in seguito elaborato al fine di produrre immagini video e realizzare calcoli della temperatura.

Il calore rilevato da una termocamera può essere quantificato con estrema precisione permettendo all'utente di monitorare la performance termica e, allo stesso tempo, di identificare e valutare l'entità di problemi di natura termica.

Tuttavia, la radiazione rilevata dalla telecamera non è unicamente dipendente dalla temperatura degli oggetti ma è anche determinata dall'emissività, dalla radiazione originata dall'ambiente circostante che viene riflessa sull'oggetto e dall'assorbimento della radiazione derivante dall'oggetto nonché della radiazione riflessa da parte dell'atmosfera.

Nella maggior parte dei casi la termografia viene utilizzata per una prima mappatura delle zone caratterizzate da anomalie superficiali, sulle quali poi eventualmente effettuare indagini più approfondite in grado di esaminare il mezzo in profondità.

---

**CARATTERISTICHE TECNICHE**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| ▪ Modello:                          | FLIR 620                                     |
| ▪ Intervallo di temperatura:        | Da -20°C a +120°C                            |
| ▪ Accuratezza:                      | $\pm 1^\circ\text{C}$ o $\pm 1\%$ di lettura |
| ▪ Campo visivo(FOV):                | 24° x 18°                                    |
| ▪ Distanza minima di messa a fuoco: | 0.3 m  |
| ▪ Sensibilità termica (NETD mK):    | <40 mK @ +30°C (+86°F)                       |
| ▪ Risoluzione IR:                   | 640 x 480 pixels                             |
| ▪ Campo spettrale:                  | da 7.5 a 13 $\mu\text{m}$                    |

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Norma UNI 10824-1 Prove non distruttive - Termografia all'infrarosso -Termini e definizioni.
- Norma UNI EN 13187 Prestazione termica degli edifici - Rivelazione qualitative delle irregolarità termiche negli involucri edilizi - Metodo all'infrarosso.

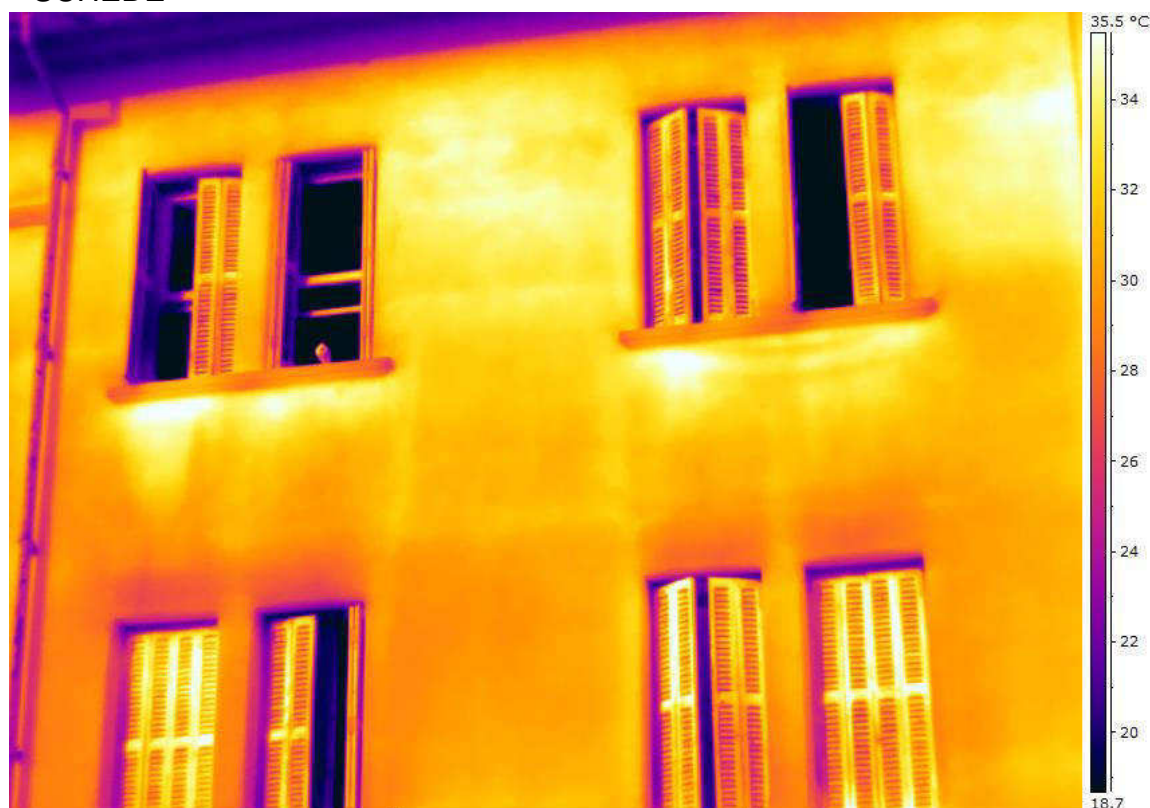
**RISULTATI**

Le indagini termometriche, realizzate in un intervallo temporale di qualche minuto, e quindi nelle medesime condizioni ambientali interne ed esterne, non hanno rilevato disomogeneità di materiale o anomali correlabili a soluzioni di continuità, aperture tamponate o altre criticità che potrebbero compromettere la funzionalità degli elementi strutturali.

Sono state individuate aree al di sotto della linea di gronda e aree localizzate tra piano terra e piano primo, interessate da fenomeni di umidità, particolarmente sui prospetti est e ovest. Tali fenomeni sembrano essere innescati principalmente dalla presenza di pluviali ammalorati e da zone danneggiate della copertura.



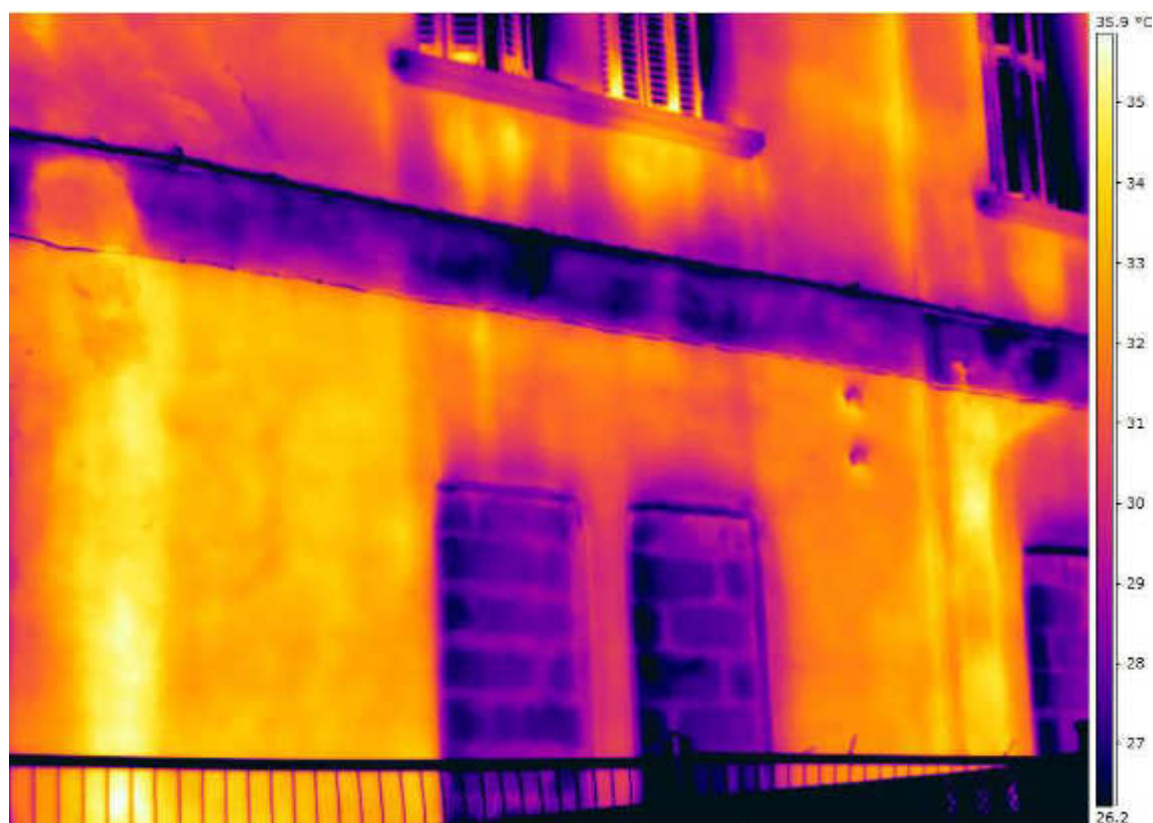
## SCHEDE



Prospetto ovest



Prospetto ovest



Prospetto ovest





Prospetto ovest



Prospetto ovest



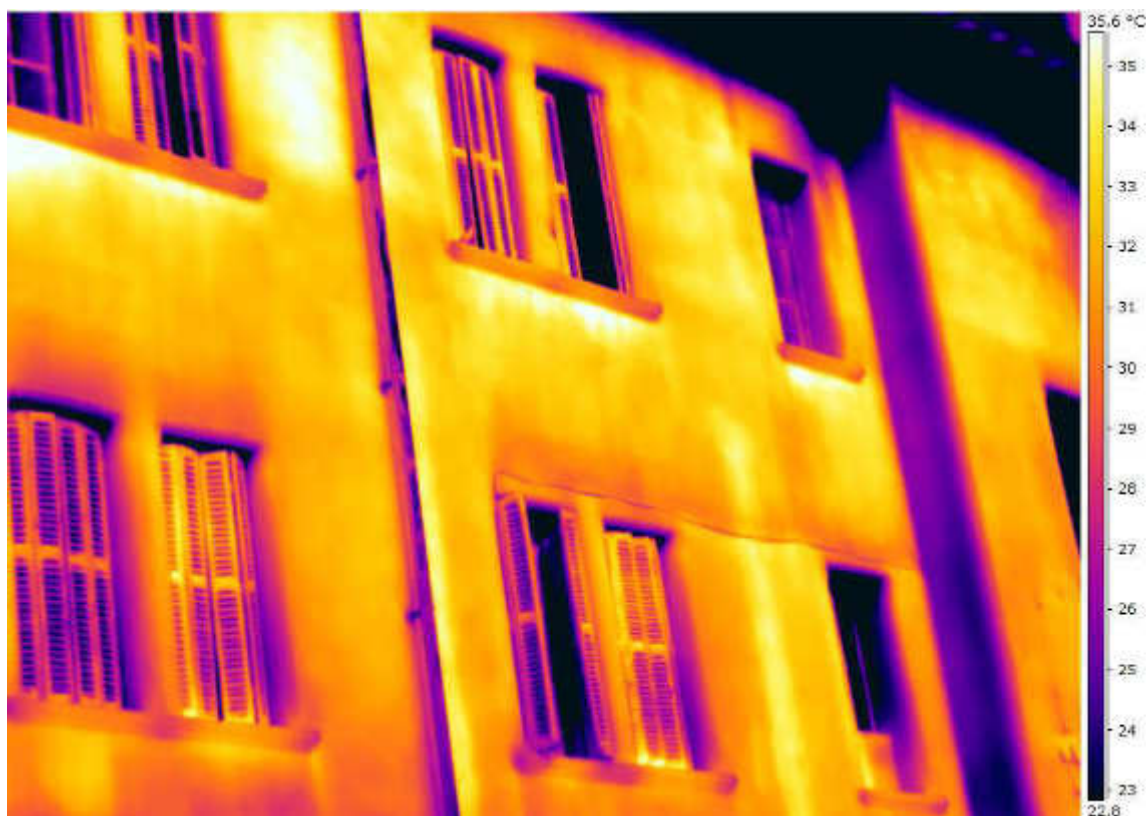


Prospetto ovest





Prospetto ovest



Prospetto ovest





Prospetto ovest





Prospetto ovest



Prospetto ovest





Prospetto ovest





Prospetto ovest



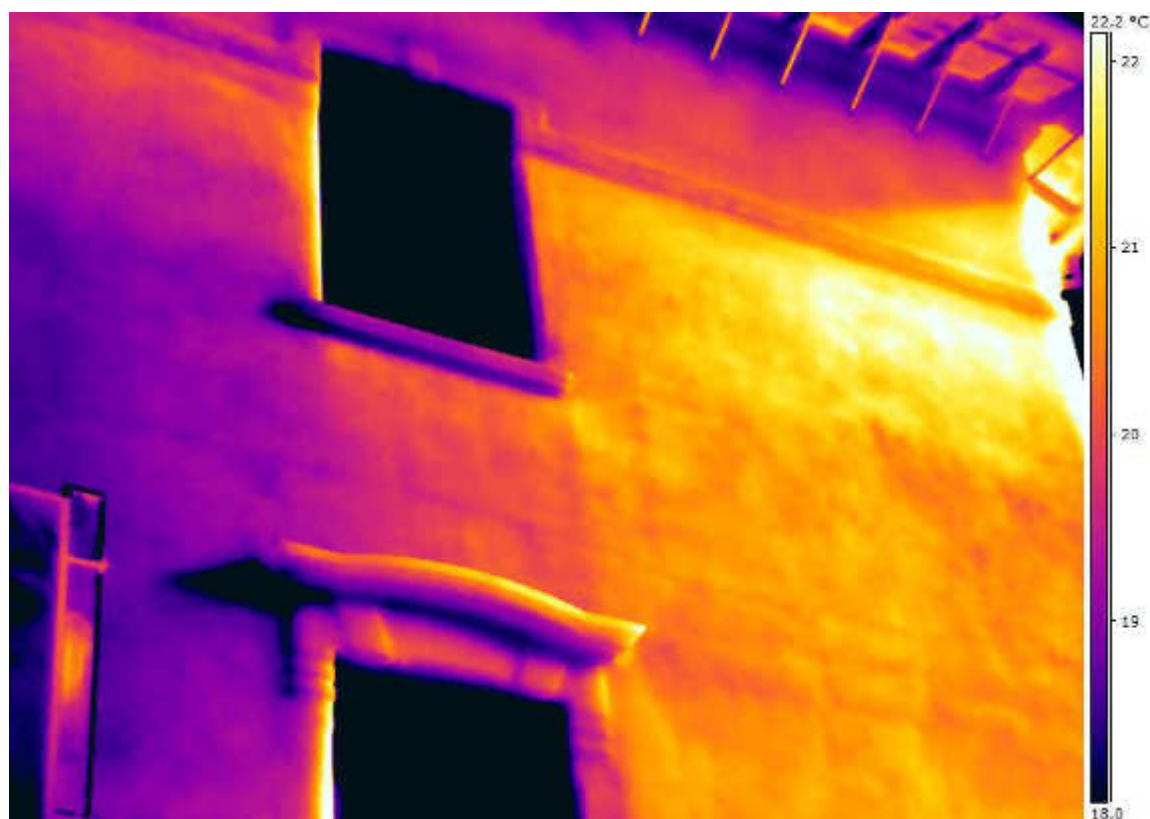
Prospetto ovest



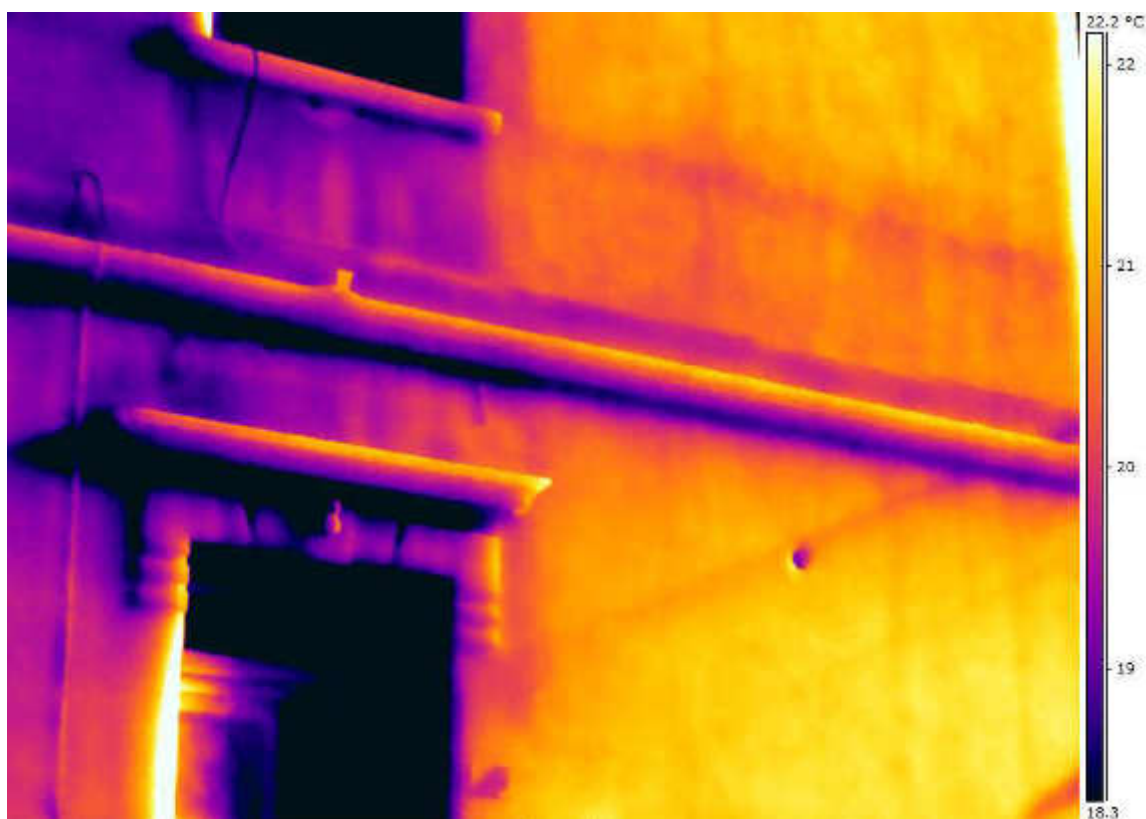


Prospetto ovest





Prospetto nord

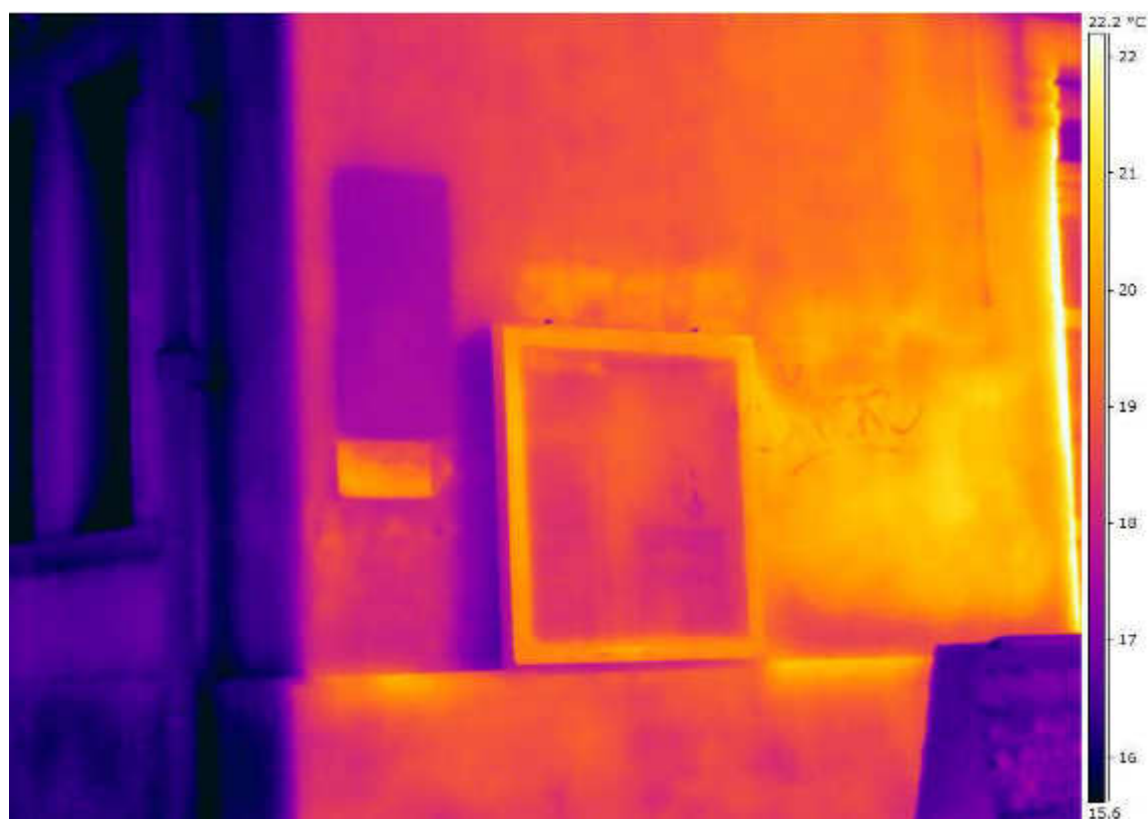


Prospetto nord



Prospetto nord

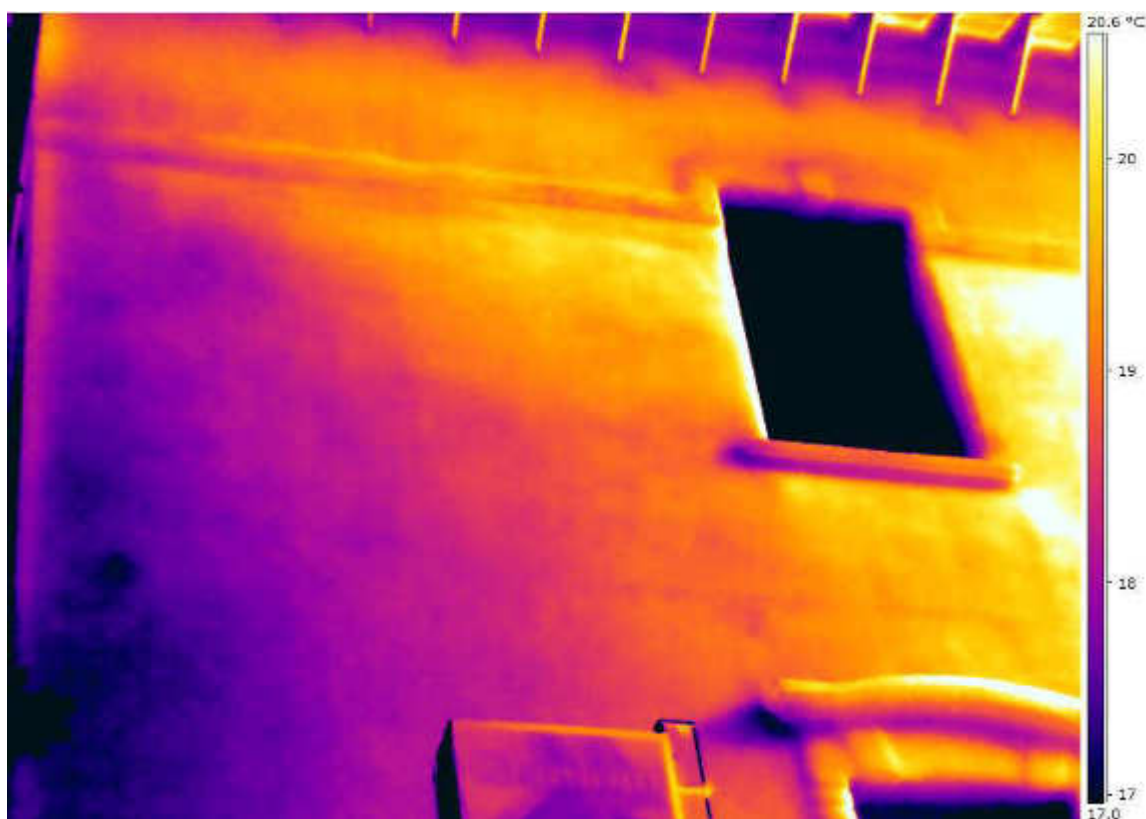




Prospetto nord

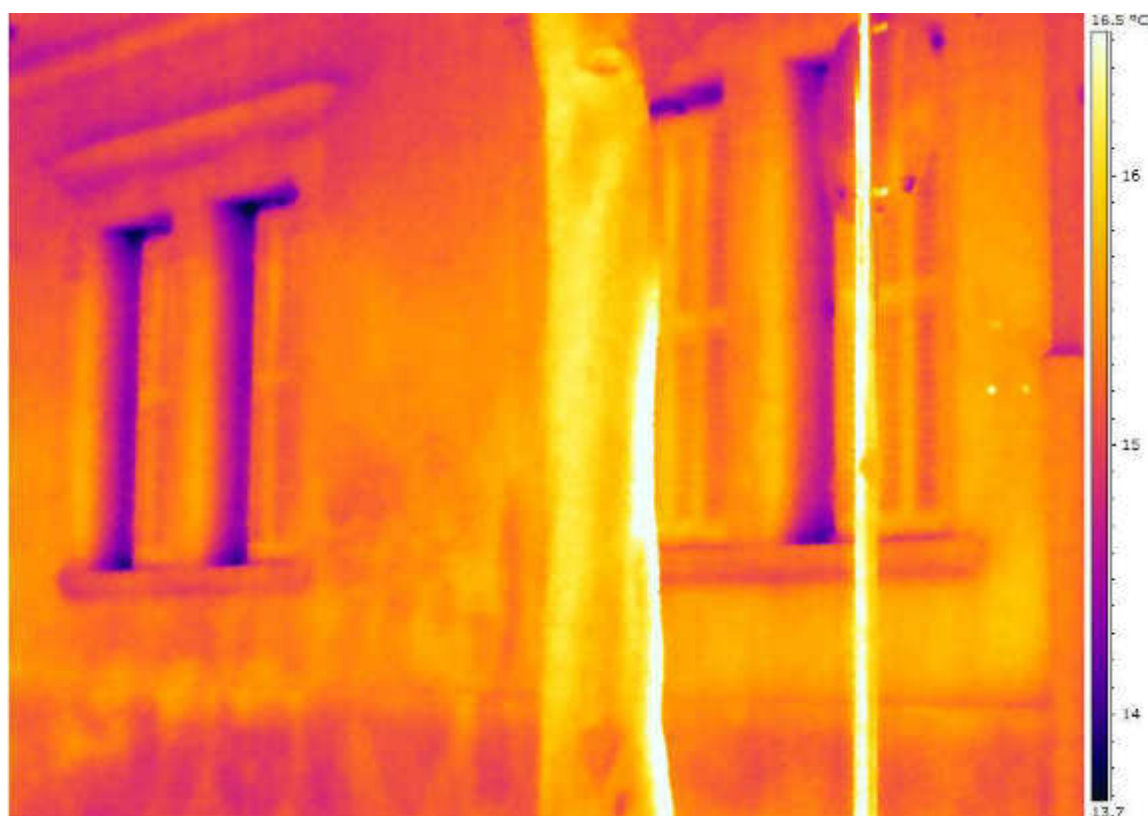


Prospetto nord

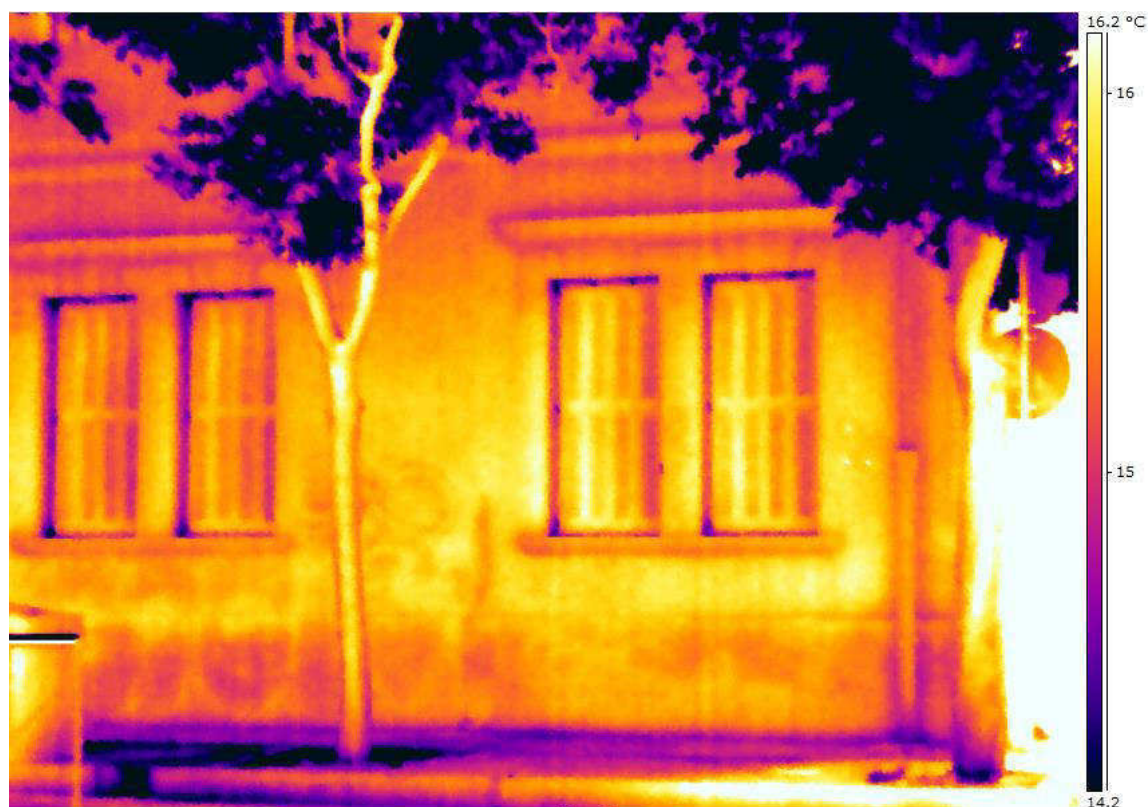


Prospetto nord

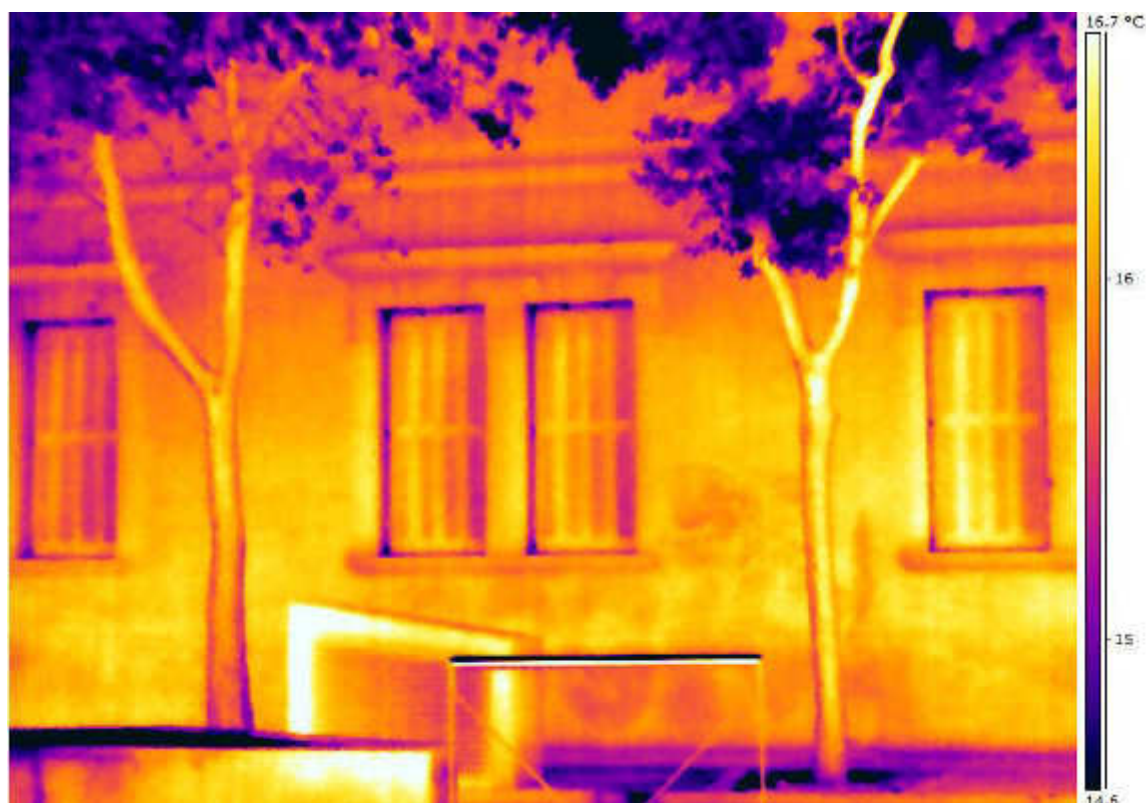




Prospetto est



Prospetto est

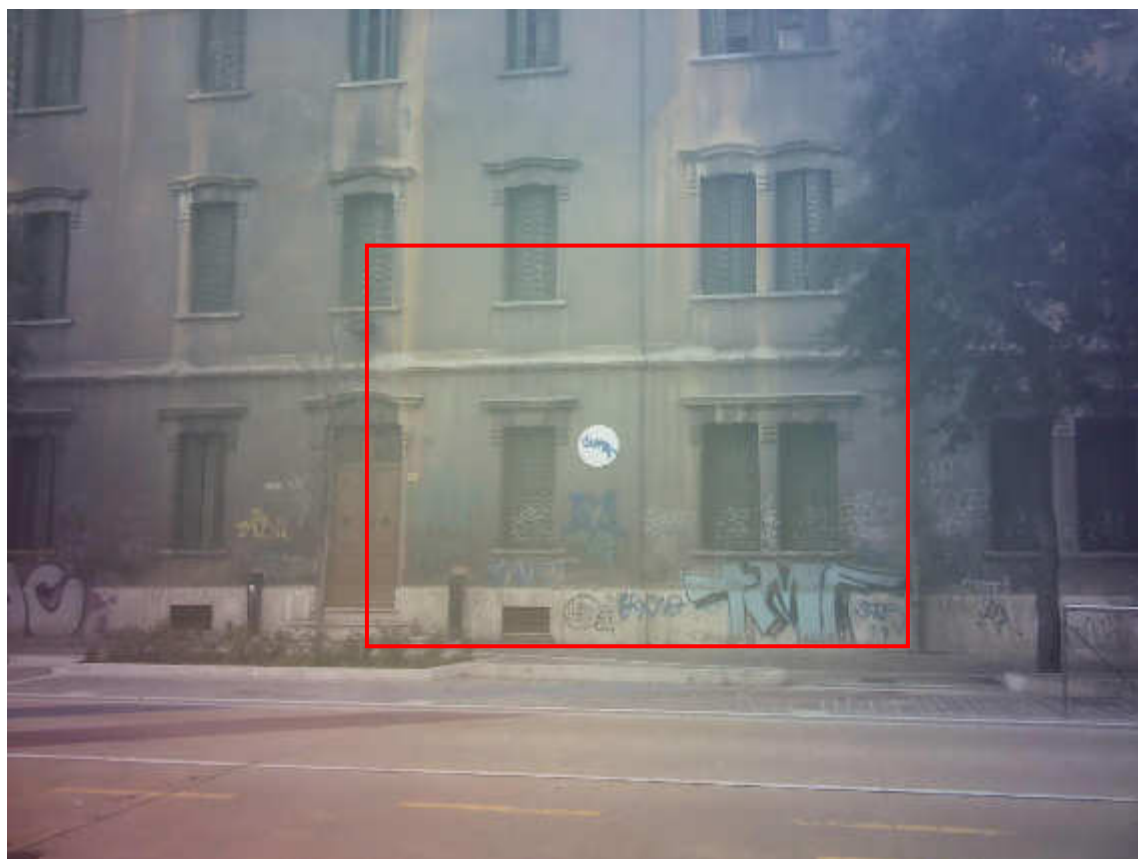
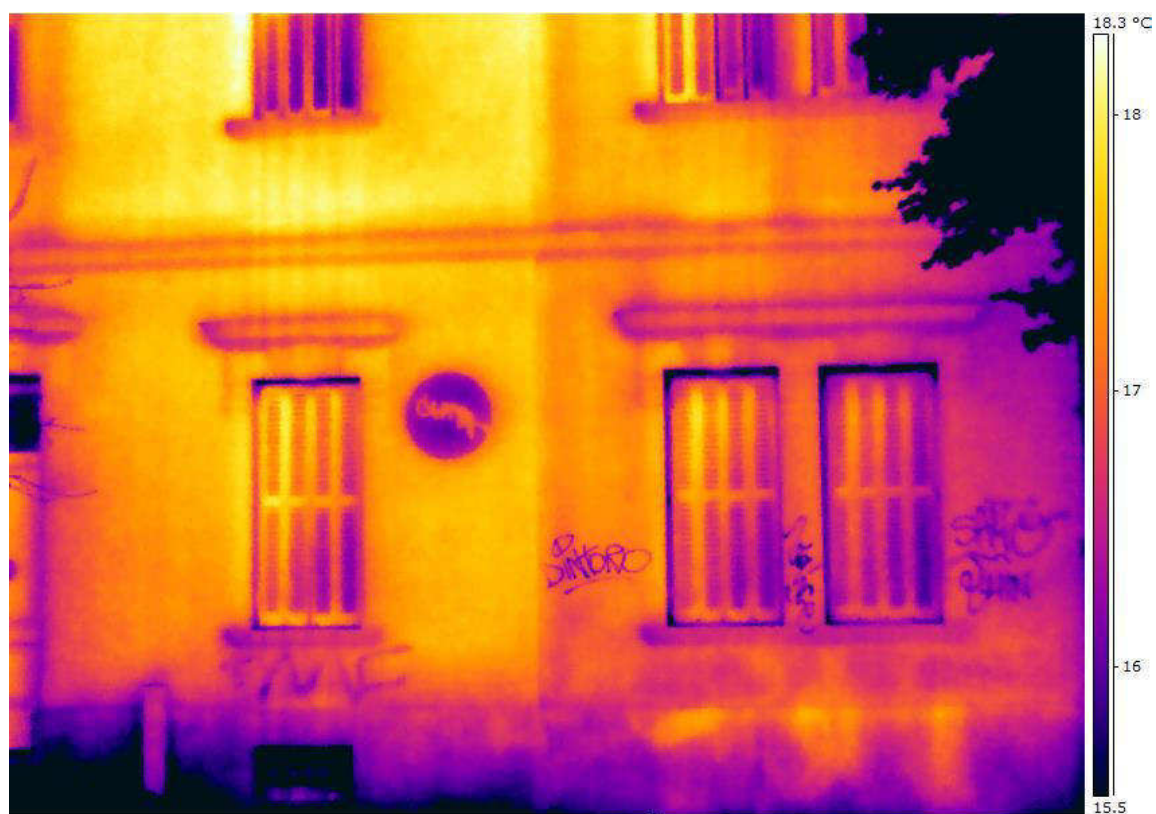


Prospetto est





Prospetto est



Prospetto est



Prospetto est





Prospetto est

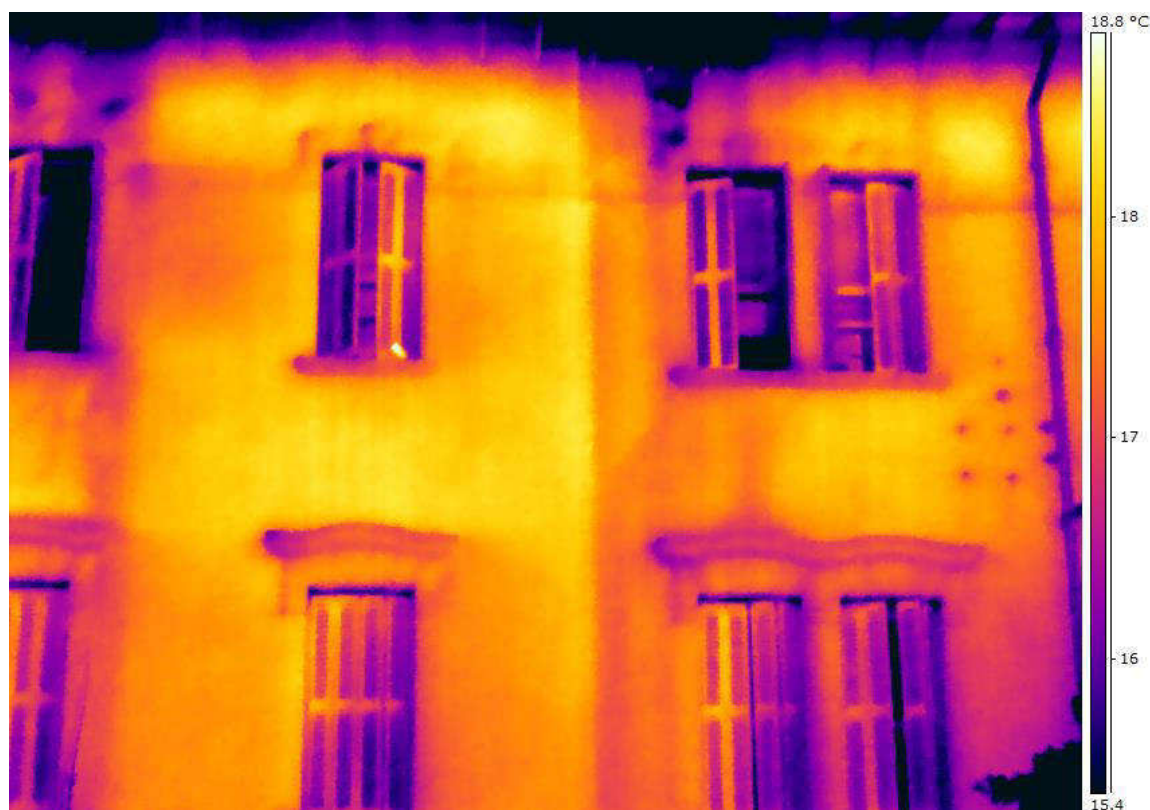


Prospetto est

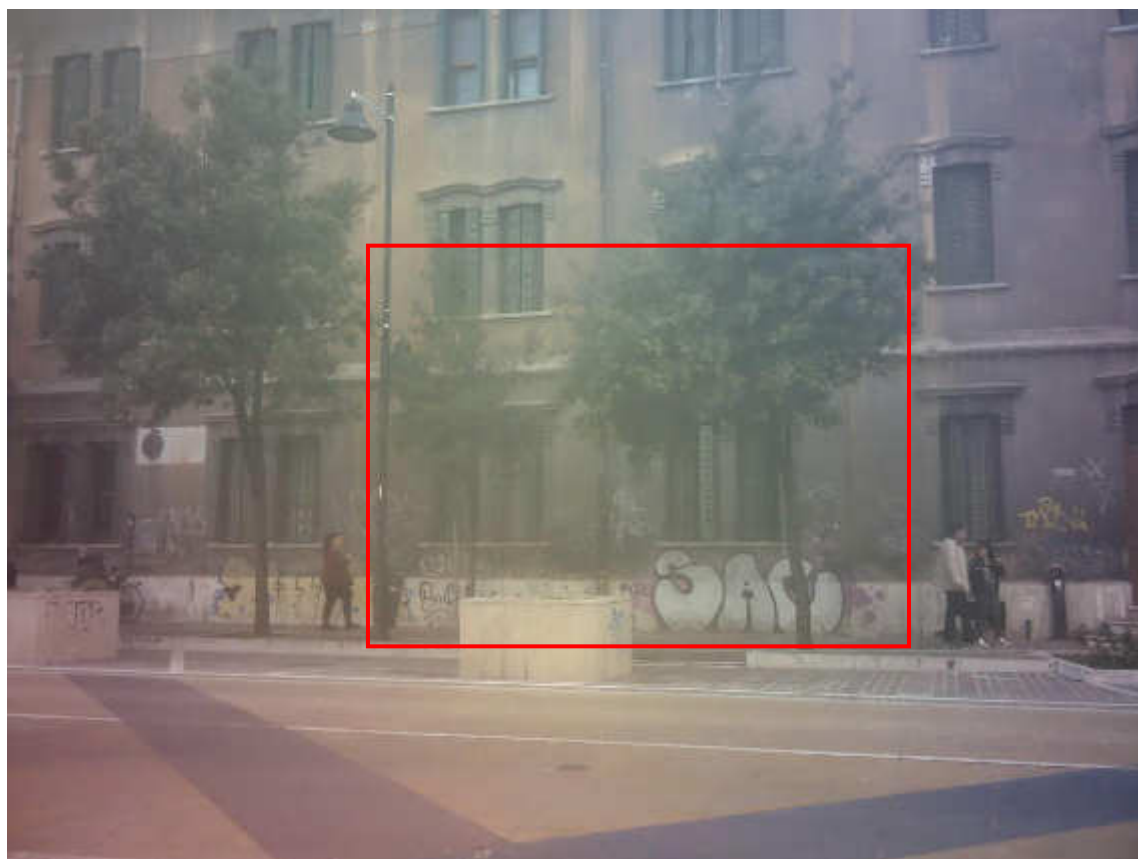


Prospetto est





Prospetto est



Prospetto est

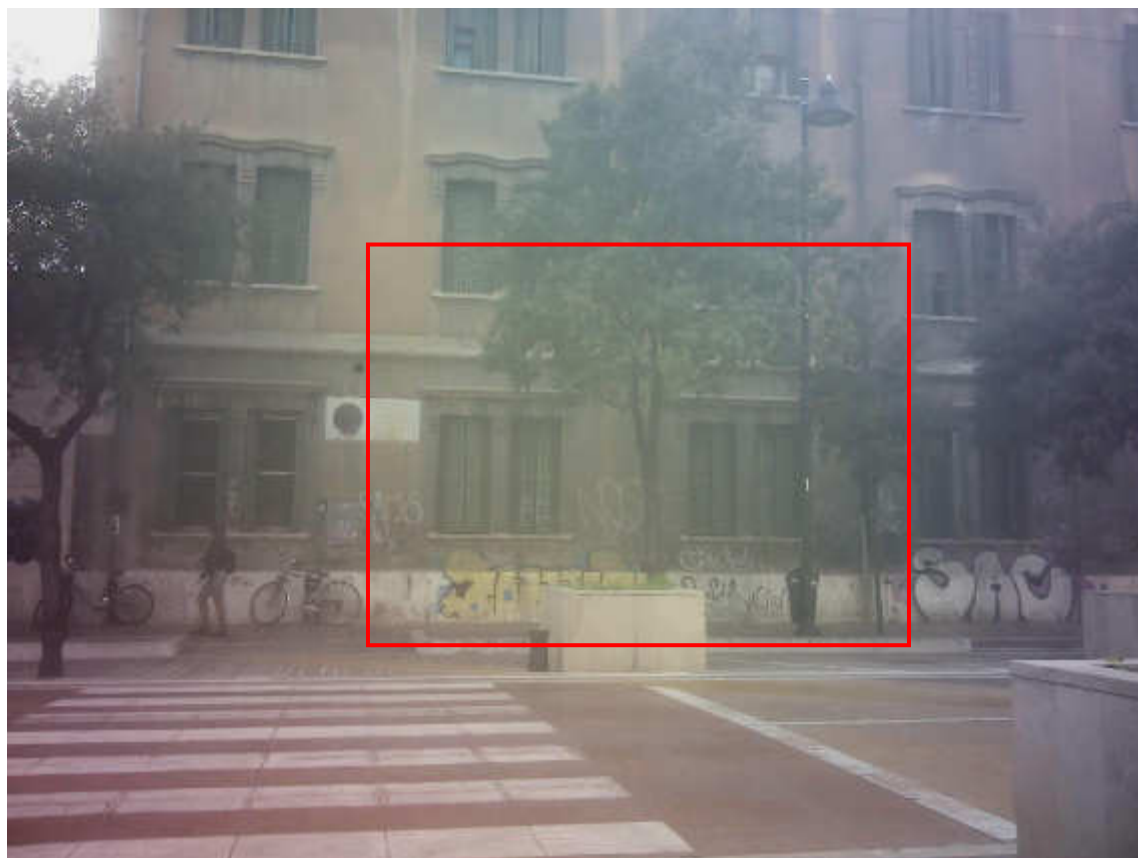


Prospetto est

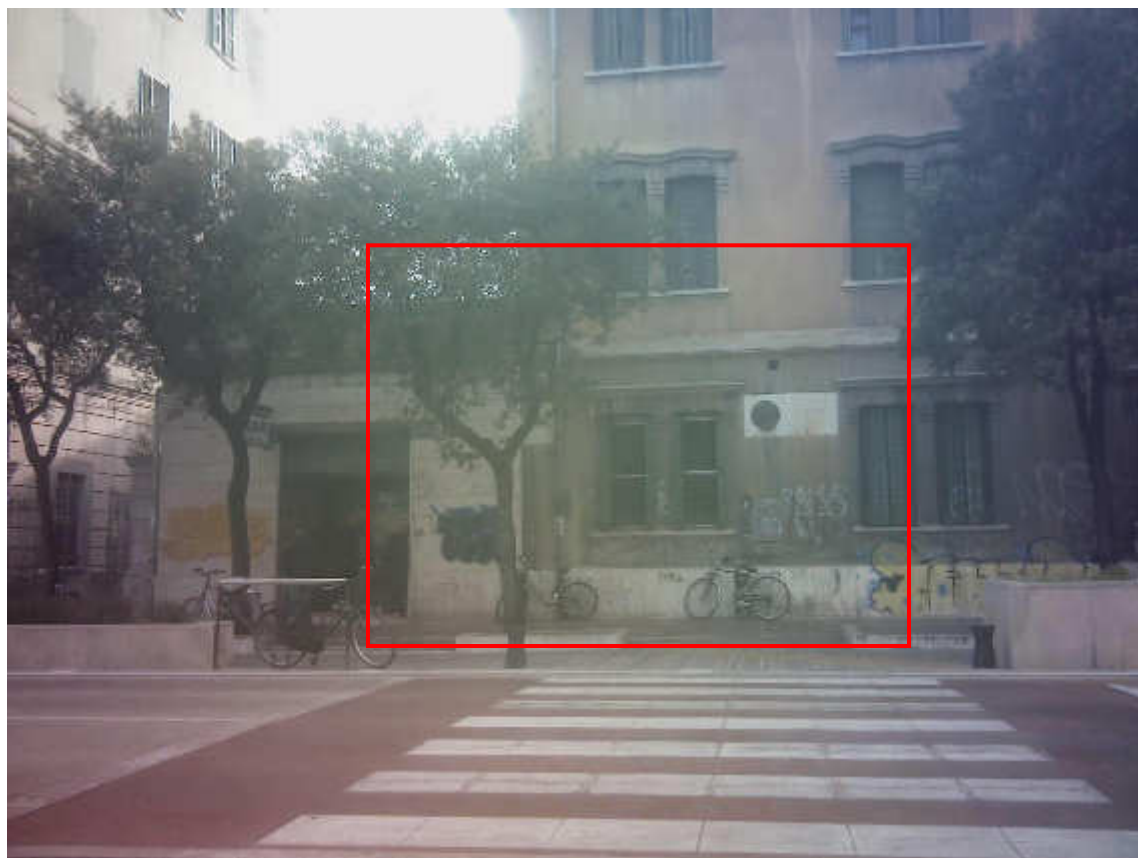




Prospetto est



Prospetto est



Prospetto est





Prospetto est



Prospetto sud

## **INDAGINI SONICHE SU MURATURA**

### **TIPOLOGIA E MODALITÀ DI INDAGINE**

Lo scopo delle indagini soniche è quello di valutare il grado di compattezza di una muratura esaminata, ossia l'eventuale presenza di vuoti all'interno della stessa, lo stato della malta e degli elementi costitutivi. Il principio del metodo si basa sulla teoria di propagazione delle onde meccaniche in un mezzo ed in particolare sul fatto che la loro velocità di propagazione è strettamente connessa con le caratteristiche elastiche del mezzo attraversato. Le misure si eseguono applicando un impulso di pressione su di un punto della muratura e rilevando i suoi effetti nella posizione diametralmente opposta. Infatti, conoscendo la distanza del percorso effettuato dall'onda e misurando il relativo tempo di transito, si può calcolare la velocità di transazione dell'onda nel mezzo analizzato.

La catena di acquisizione utilizzata per le prove soniche è costituita dai seguenti elementi:

- un punzone, che serve a localizzare precisamente il punto da energizzare, strumentato con un geofono, il quale funge da marcatempo dell'inizio dell'onda;
- un geofono, il quale funge da marcatempo dell'inizio dell'onda;
- un martello che serve da sorgente dell'impulso sonico;
- un geofono, posto nella posizione diametralmente opposta rispetto al punzone che funge da ricevitore delle onde;
- un PC portatile provvisto di software per l'acquisizione, il monitoraggio, la memorizzazione e l'elaborazione di dati dinamici.

Il martello percuote il punzone strumentato, che a sua volta trasmette l'impulso alla muratura; nel frattempo l'inizio dell'impulso è avvertito dal sensore presente nel punzone e registrato dal software. L'onda percorre la muratura e giunge al secondo sensore, che l'avverte e l'invia al software dove viene registrata.

Il risultato della prova consiste in un riflessogramma, dove è possibile leggere il tempo di transito e, conoscendo la distanza, calcolare la velocità.

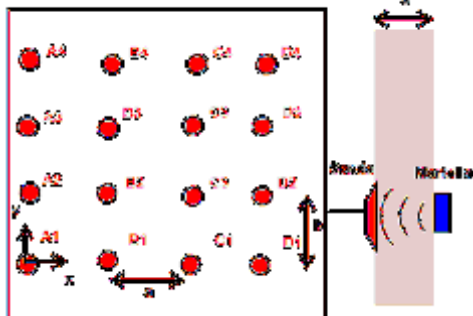
Realizzando una maglia rettangolare di punti di misura, le indagini soniche possono fornire un tomogramma sonico, ove attraverso diverse tonalità di colore è possibile evidenziare le zone con caratteristiche fisico-meccaniche differenti.

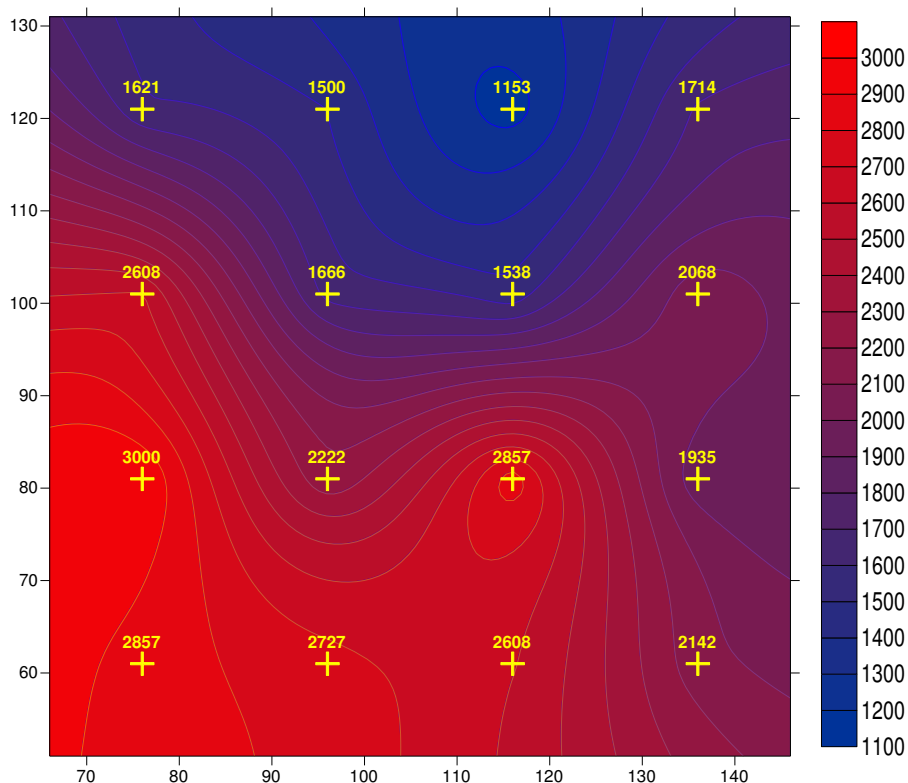


## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**RISULTATI**

DATA	23/03/2017	SITO	Ferrhotel Pescara	ID:S1					
GEOMETRIA			PUNTO	X [cm]	Y [cm]	μs	V [m/s]		
INTERASSE X [cm]	a = 20		A1	76	61	150,51	2857,0		
INTERASSE Y [cm]	b = 20		A2	76	81	143,33	3000,0		
SPESSORE MURATURA [cm]	s = 43		A3	76	101	164,88	2608,0		
			A4	76	121	265,27	1621,0		
			B1	96	61	157,68	2727,0		
			B2	96	81	193,52	2222,0		
			B3	96	101	258,10	1666,0		
			B4	96	121	286,67	1500,0		
			C1	116	61	164,88	2608,0		
			C2	116	81	150,51	2857,0		
			C3	116	101	279,58	1538,0		
			C4	116	121	372,94	1153,0		
			D1	136	61	200,75	2142,0		
			D2	136	81	222,22	1935,0		
			D3	136	101	207,93	2068,0		
			D4	136	121	250,88	1714,0		
						V <sub>min</sub> [m/s]		V <sub>max</sub> [m/s]	V <sub>media</sub> [m/s]
			STATISTICA DESCRITTIVA			1153,0		3000,0	2138,5
			NOTE			DEV.ST. [m/s]		CV [%]	
			Intonaci presenti			578,848		27,1	



## **INDAGINI DIRETTE: MARTINETTI PIATTI**

### **TIPOLOGIA DI INDAGINE**

L'uso dei martinetti piatti nella diagnosi dello stato delle murature ha due finalità: ottenere lo stato di esercizio tensionale di una zona specifica di muratura attraverso

l'uso di un martinetto piatto singolo; o attraverso l'uso di due martinetti piatti determinare in sito le caratteristiche meccaniche della muratura.

L'esecuzione ed elaborazione delle prove con martinetto piatto singolo e doppio seguono le indicazioni riportate nelle seguenti normative:

- ASTM C 1196-91 In situ compressive stress within solid unit masonry estimated using flat jack measurements;
- RILEM Lum 90/2 Lum.D.2.- In situ stress based on the flat jack.

L'apparecchiatura utilizzata per l'esecuzione delle prove con martinetti piatti si compone della seguente attrezzatura:

- Attrezzatura di taglio: troncatrice idraulica con utensile anulare del diametro di 350 mm;
- Martinetti piatti: martinetti piatti di forma semiovale con dimensioni di 350 x 260 x 4 mm, certificati dal produttore (Boviar s.r.l.)
- Sistema pneumatico: composto da pompa pneumatica ad alta pressione e da due manometri con fondo scala di 25 e 100 bar;
- Misura delle deformazioni: per la misura delle deformazioni della muratura viene utilizzato un deformatore meccanico applicato su capisaldi realizzati mediante perforazione del paramento esterno ed inserimento di barre di acciaio filettate con testa ad incavo, solidarizzate alla muratura con resina epossidica.

### **MARTINETTO PIATTO SINGOLO**

La rilevazione dello stato tensionale della muratura è basata sulla variazione dello stato deformativo in un punto della struttura per effetto di un taglio eseguito in direzione normale alla superficie. Durante l'esecuzione del taglio, attuata attraverso



una speciale troncatrice, la parte muraria sovrastante si scarica della tensione di esercizio. La rilevazione del rilassamento è attuata attraverso 3 basi di misura che registrano un allungamento mano a mano che il taglio è completato. Si procede quindi all'inserimento del martinetto piatto ed alla messa in pressione. Mano a mano

che la pressione aumenta i sensori di deformazione rilevano il ripristino delle tensioni. La pressione di misura è quella che permette di ripristinare l'equilibrio alla posizione precedente al taglio. La tensione di esercizio della muratura è calcolata mediante la seguente formula:

$$\sigma_e = k_m p_o \frac{A_m}{A_t}$$

$\sigma_e$  = tensione di esercizio della muratura [MPa];  
 $k_m$  = coefficiente di taratura del martinetto;  
 $p_o$  = pressione di ripristino delle condizioni di deformazione [MPa];  
 $A_m$  = area del martinetto [cm<sup>2</sup>];  
 $A_t$  = area della superficie del taglio [cm<sup>2</sup>].

### MARTINETTO PIATTO DOPPIO

Una volta rilevato il carico di esercizio della muratura si può proseguire installando un secondo martinetto parallelo al primo ad una distanza di circa 40 cm. Tra i due martinetti è installato un ulteriore sensore di deformazione su base di misura 20 cm.

Il volume di materiale interposto ai due martinetti è sottoposto ad una prova di compressione aumentando la pressione contemporaneamente sui due martinetti piatti. La pressione è aumentata fin tanto che la curva carico deformazione determina

una linearità inferiore all'85% ad identificare l'inizio della deformazione plastica.

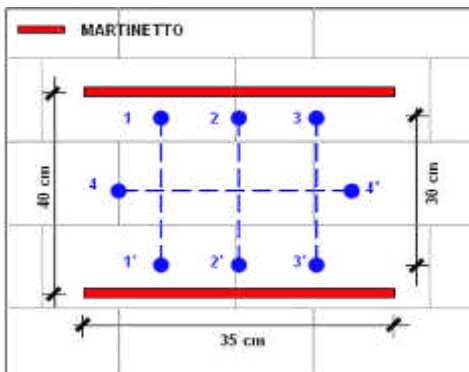
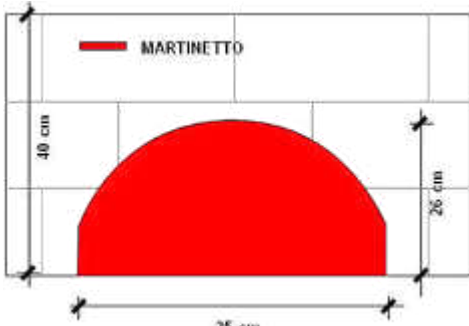
Per il calcolo della tensione di rottura  $\sigma_r$  si utilizza la formula:

$$\sigma_r = k_m p_o \frac{A_m}{A_t}$$

Dove  $p_o$ ,  $A_m$  ed  $A_t$  sono i coefficienti introdotti nella formulazione precedente, e  $K_m$  è rappresentato dalla media dei coefficienti di taratura dei due martinetti.

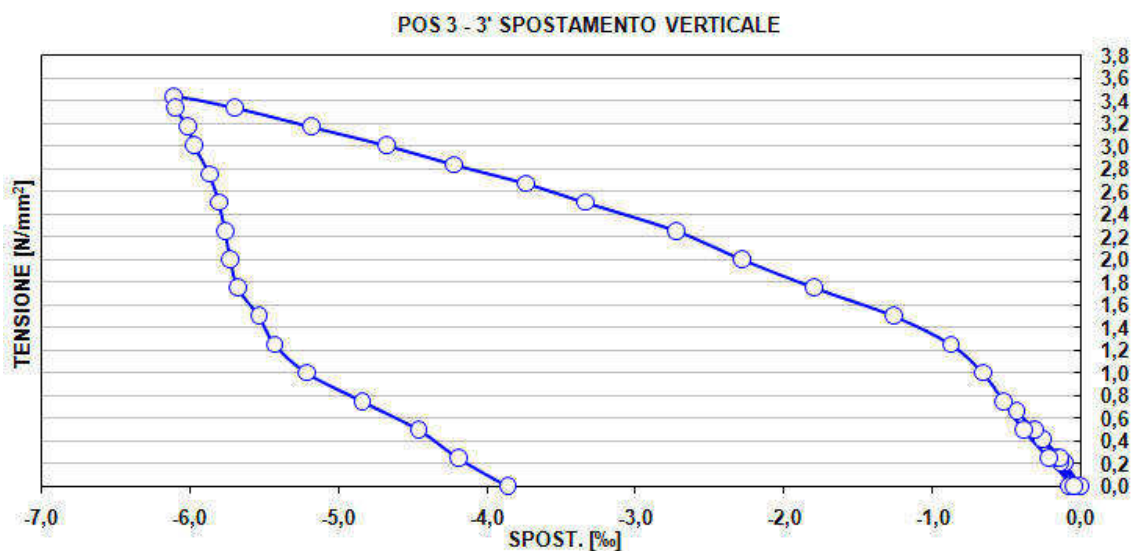
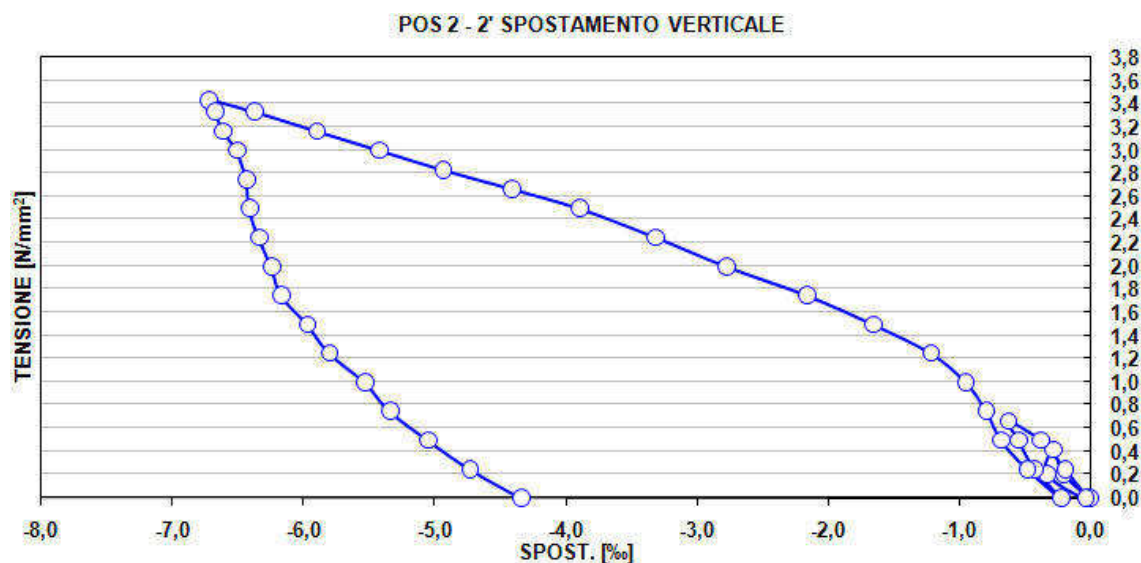
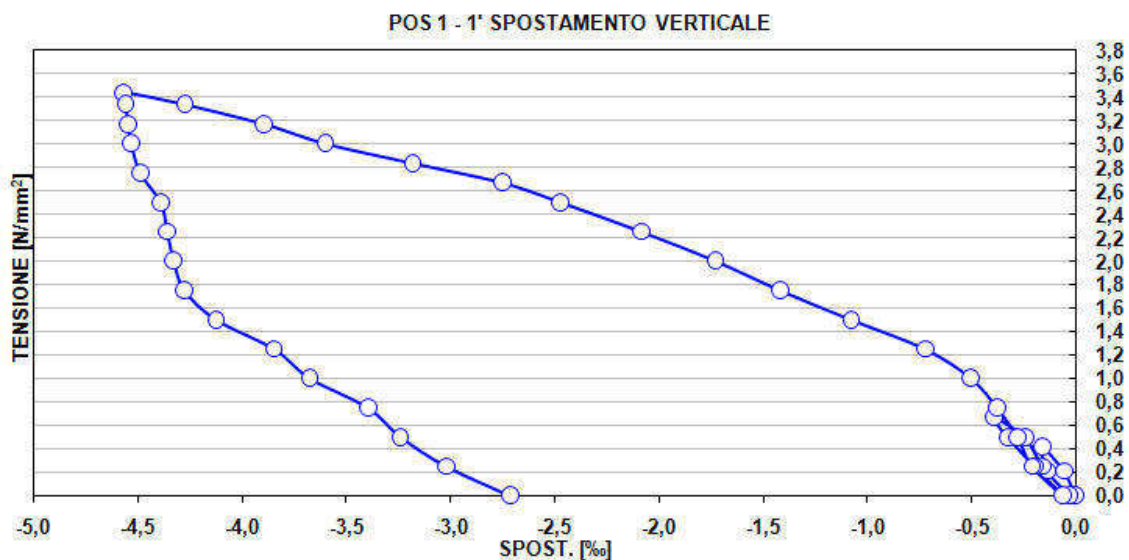
Sono state posizionate quattro basi di misura all'interno della zona di compressione delimitata orizzontalmente dalla superfici di taglio: le prime tre basi sono disposte verticalmente alla direzione dei tagli, la quarta in senso orizzontale.

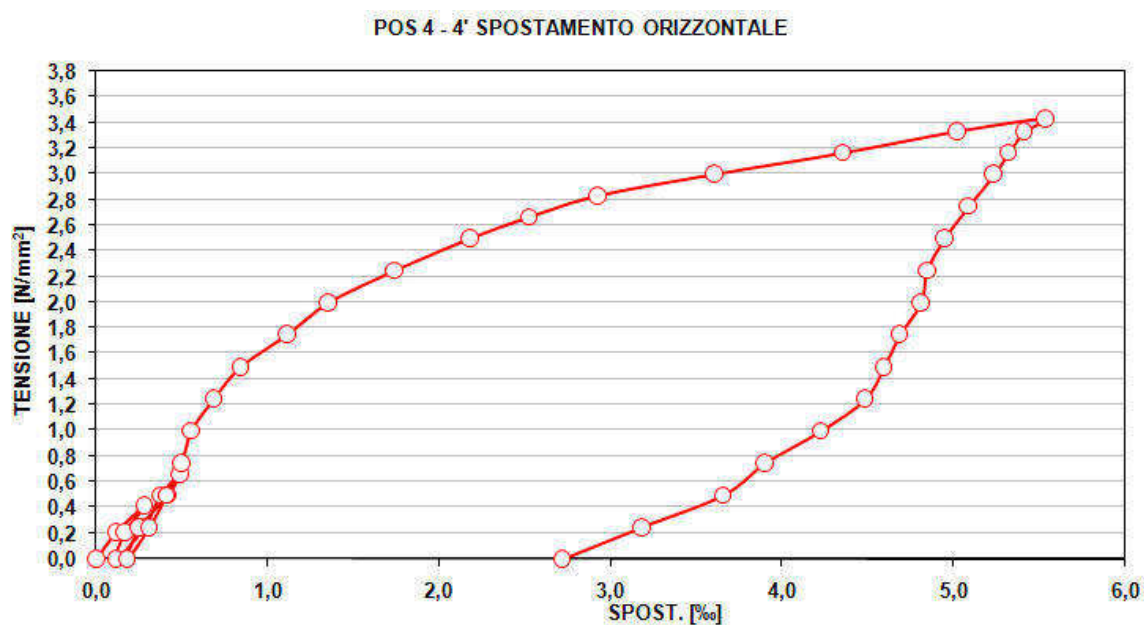
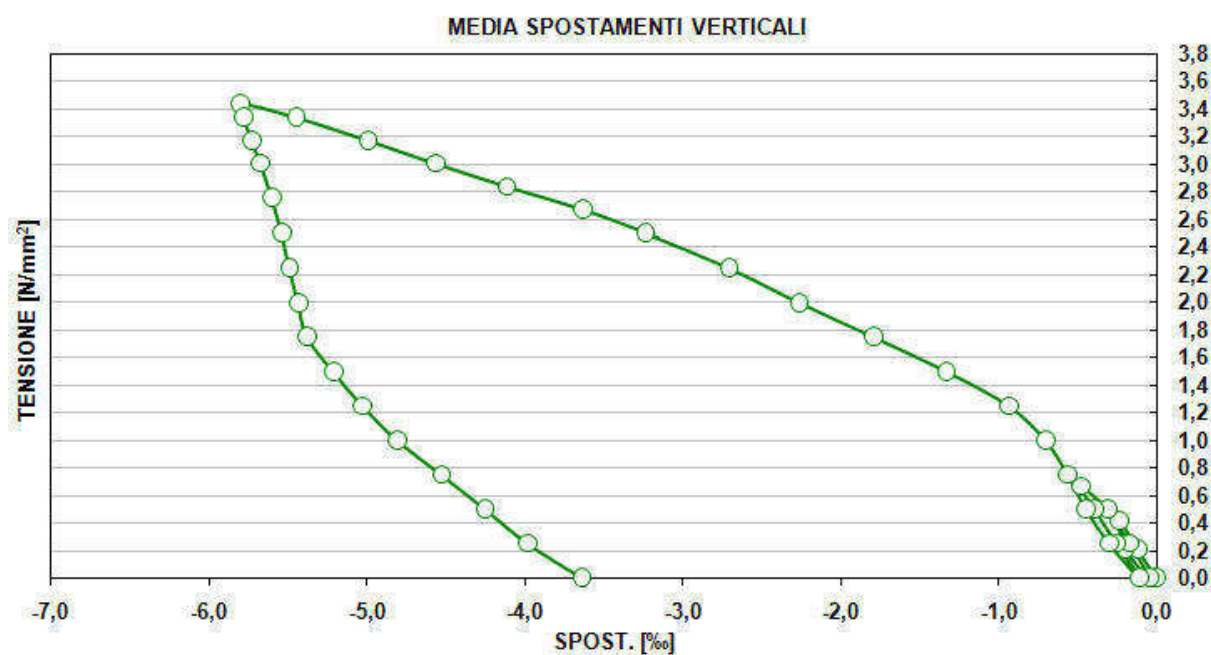
**RISULTATI MARTINETTO PIATTO DOPPIO**

Letture rilevate al comparatore del deformometro						
Pressione	pos 1 - 1' verticale	pos 2 - 2' verticale	pos 3 - 3' verticale	pos 4 - 4' orizzontale		
[bar]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		
0,0	9,360	5,611	11,319	2,560		
2,5	9,346	5,560	11,292	2,589		
5,0	9,319	5,540	11,253	2,632		
2,5	9,326	5,527	11,285	2,602		
0,0	9,353	5,603	11,300	2,589		
3,0	9,320	5,563	11,278	2,632		
6,0	9,298	5,515	11,239	2,656		
8,0	9,260	5,452	11,209	2,685		
6,0	9,277	5,472	11,240	2,667		
3,0	9,310	5,503	11,284	2,624	Lettura rilevata al comparatore $L_0$ [mm]	255,447
0,0	9,345	5,555	11,308	2,606	Coefficiente Taratura Martinetto $k_m$	0,890
3,0	9,307	5,489	11,265	2,639	Area Martinetto $A_m$ [cm <sup>2</sup> ]	778,56
6,0	9,289	5,438	11,221	2,665	Area Superficie Taglio $A_t$ [cm <sup>2</sup> ]	830,56
9,0	9,264	5,409	11,187	2,687	Rapporto $A_m/A_t$	0,937
12,0	9,232	5,369	11,151	2,702		
15,0	9,176	5,301	11,096	2,735		
18,0	9,085	5,188	10,998	2,776		
21,0	8,998	5,059	10,861	2,845		
24,0	8,919	4,902	10,736	2,906		
27,0	8,828	4,765	10,623	3,005		
30,0	8,729	4,616	10,467	3,117		
32,0	8,658	4,485	10,364	3,205		
34,0	8,548	4,350	10,240	3,308		
36,0	8,441	4,226	10,125	3,481		
38,0	8,366	4,104	9,994	3,673		
40,0	8,269	3,983	9,863	3,842		
41,2	8,193	3,893	9,757	3,975		
40,0	8,196	3,906	9,761	3,943		
38,0	8,199	3,922	9,781	3,920		
36,0	8,203	3,948	9,793	3,898		
33,0	8,214	3,967	9,819	3,860		
30,0	8,239	3,973	9,835	3,824		
27,0	8,247	3,991	9,846	3,798		
24,0	8,255	4,016	9,855	3,789		
21,0	8,268	4,035	9,868	3,758		
18,0	8,307	4,086	9,904	3,734		
15,0	8,378	4,129	9,932	3,706		
12,0	8,422	4,198	9,987	3,640		
9,0	8,493	4,247	10,082	3,557		
6,0	8,533	4,322	10,179	3,494		
3,0	8,589	4,403	10,248	3,373		
0,0	8,667	4,503	10,333	3,255		

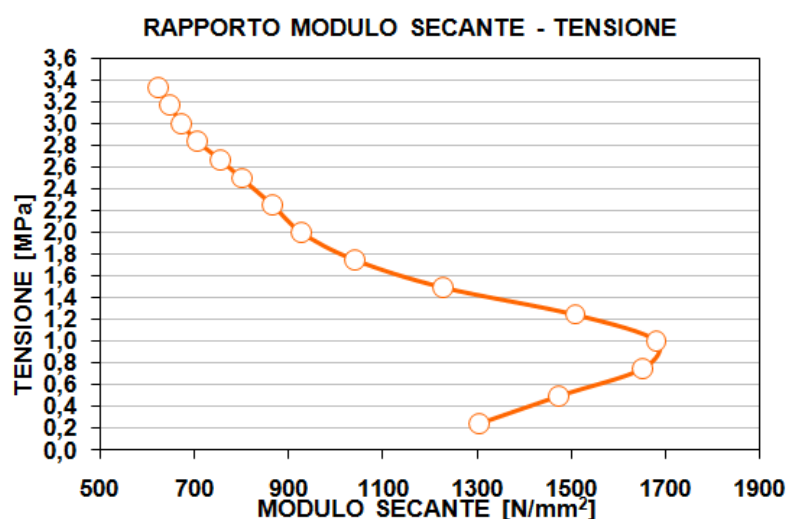
Pressione	Deformazioni $\epsilon$					Tensione	Media verticale
	pos 1 - 1' verticale	pos 2 - 2' verticale	pos 3 - 3' verticale	pos 4 - 4' orizzontale	media verticale		
[bar]	[mm]/L <sub>0</sub> [mm] x 1000	[mm]/L <sub>0</sub> [mm] x 1000	[mm]/L <sub>0</sub> [mm] x 1000	[mm]/L <sub>0</sub> [mm] x 1000	[mm]/L <sub>0</sub> [mm] x 1000	[N/mm <sup>2</sup> ]	[mm]/L <sub>0</sub> [mm]
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000000	0,000000
2,5	-0,055	-0,200	-0,106	0,115	-0,120	0,208570	-0,000120
5,0	-0,161	-0,278	-0,258	0,281	-0,232	0,417139	-0,000232
2,5	-0,133	-0,329	-0,133	0,166	-0,198	0,208570	-0,000198
0,0	-0,027	-0,031	-0,074	0,115	-0,044	0,000000	-0,000044
3,0	-0,157	-0,188	-0,161	0,281	-0,168	0,250283	-0,000168
6,0	-0,243	-0,376	-0,313	0,375	-0,311	0,500567	-0,000311
8,0	-0,391	-0,622	-0,431	0,490	-0,482	0,667423	-0,000482
6,0	-0,325	-0,544	-0,309	0,418	-0,393	0,500567	-0,000393
3,0	-0,196	-0,423	-0,137	0,252	-0,252	0,250283	-0,000252
0,0	-0,059	-0,219	-0,043	0,180	-0,107	0,000000	-0,000107
3,0	-0,207	-0,478	-0,211	0,310	-0,299	0,250283	-0,000299
6,0	-0,278	-0,677	-0,384	0,411	-0,446	0,500567	-0,000446
9,0	-0,376	-0,791	-0,517	0,498	-0,561	0,750850	-0,000561
12,0	-0,501	-0,947	-0,658	0,555	-0,702	1,001134	-0,000702
15,0	-0,720	-1,214	-0,873	0,685	-0,936	1,251417	-0,000936
18,0	-1,077	-1,656	-1,257	0,844	-1,330	1,501701	-0,001330
21,0	-1,417	-2,161	-1,793	1,114	-1,790	1,751984	-0,001790
24,0	-1,726	-2,776	-2,282	1,356	-2,261	2,002268	-0,002261
27,0	-2,083	-3,312	-2,725	1,741	-2,706	2,252551	-0,002706
30,0	-2,470	-3,895	-3,335	2,182	-3,234	2,502835	-0,003234
32,0	-2,748	-4,408	-3,739	2,525	-3,632	2,669691	-0,003632
34,0	-3,179	-4,936	-4,224	2,928	-4,113	2,836546	-0,004113
36,0	-3,598	-5,422	-4,674	3,606	-4,565	3,003402	-0,004565
38,0	-3,891	-5,899	-5,187	4,357	-4,993	3,170258	-0,004993
40,0	-4,271	-6,373	-5,700	5,020	-5,448	3,337113	-0,005448
41,2	-4,568	-6,725	-6,115	5,539	-5,803	3,437227	-0,005803
40,0	-4,557	-6,675	-6,099	5,414	-5,777	3,337113	-0,005777
38,0	-4,545	-6,612	-6,021	5,322	-5,726	3,170258	-0,005726
36,0	-4,529	-6,510	-5,974	5,237	-5,671	3,003402	-0,005671
33,0	-4,486	-6,436	-5,872	5,088	-5,598	2,753118	-0,005598
30,0	-4,388	-6,412	-5,809	4,948	-5,537	2,502835	-0,005537
27,0	-4,357	-6,342	-5,766	4,845	-5,488	2,252551	-0,005488
24,0	-4,326	-6,244	-5,731	4,810	-5,434	2,002268	-0,005434
21,0	-4,275	-6,170	-5,680	4,688	-5,375	1,751984	-0,005375
18,0	-4,122	-5,970	-5,539	4,594	-5,210	1,501701	-0,005210
15,0	-3,844	-5,802	-5,430	4,486	-5,025	1,251417	-0,005025
12,0	-3,672	-5,531	-5,214	4,227	-4,806	1,001134	-0,004806
9,0	-3,394	-5,340	-4,842	3,902	-4,525	0,750850	-0,004525
6,0	-3,237	-5,048	-4,463	3,657	-4,249	0,500567	-0,004249
3,0	-3,018	-4,729	-4,193	3,181	-3,980	0,250283	-0,003980
0,0	-2,713	-4,337	-3,860	2,719	-3,637	0,000000	-0,003637







R (rottura)				3,44		[N/mm <sup>2</sup> ]
E (modulo elastico secante)						
1305	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	0,25	[MPa]
1475	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	0,50	[MPa]
1653	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	0,75	[MPa]
1682	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	1,00	[MPa]
1510	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	1,25	[MPa]
1228	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	1,50	[MPa]
1041	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	1,75	[MPa]
929	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	2,00	[MPa]
867	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	2,25	[MPa]
801	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	2,50	[MPa]
757	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	2,67	[MPa]
708	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	2,84	[MPa]
674	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	3,00	[MPa]
649	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	3,17	[MPa]
625	[N/mm <sup>2</sup> ]	tra	0,00	e	3,34	[MPa]





## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



PROVA M1: fase di esecuzione della prova



PROVA M1: fase di esecuzione della prova



PROVA M1: particolare delle lesioni in seguito a rottura.



---

**INDAGINI INDIRETTE: IDENTIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE MURATURA****TIPOLOGIA E MODALITÀ DI INDAGINE****ANALISI VISIVA DELLA MURATURA**

Questa analisi ha l'obiettivo di individuare le tipologie murarie, di caratterizzare i materiali costitutivi e di rilevare il tipo di posa in opera riscontrabile sulle strutture in elevato dell'edificio esaminato. La localizzazione dei saggi è stata compiuta dopo una prima analisi dell'edificio e delle sue fasi costruttive con l'obiettivo di individuare e analizzare le apparecchiature murarie più ricorrenti e significative all'interno della fabbrica.

**ELABORAZIONE SCHEDE CARATTERIZZAZIONE MURATURA**

Per la schedatura dei diversi saggi analizzati si è operata una sintesi dei dati desunti dal rilievo e dall'osservazione diretta delle murature. Da essi sono state ricavate una serie di voci e di descrizioni del paramento murario in grado di comprendere il maggior numero di informazioni possibili. In particolare sono stati rilevati in ogni campione murario prescelto i seguenti elementi distintivi: tipo di materiale; lavorazione e finitura degli elementi del paramento; dimensione degli elementi e dove possibile della sezione muraria, caratteristiche e particolarità della posa in opera; caratteristiche della malta d'allettamento.

**PROVA PENETROMETRICA: PENETROMETRO PIN SYSTEM**

Tecnica di valutazione delle proprietà meccaniche della malta mediante infissione e misurazione dell'avanzamento di una sonda metallica normalizzata.

La strumentazione consiste in una pistola calibrata che spara apposite sonde metalliche con carica predeterminata.

È un metodo di "indentazione" e il parametro che viene misurato è la profondità della cavità lasciata dalla sonda sulla superficie in prova. Il danno arrecato è di profondità e dimensioni molto limitate (pochi millimetri).

La misura ottenuta è il valore medio di 4 colpi. Le letture effettuate vengono successivamente correlate con la resistenza a compressione del materiale mediante apposite tabelle.


Il sistema è normalizzato secondo lo standard ASTM C-803.

**STRUMENTAZIONE**

- Penetrometro Windsor WP2000.

Campione	M1		
Piano	Piano terra		
Funzione	MURO PERIMETRALE		
ELEMENTI COSTITUTIVI	Mattoni pieni dimensioni 12x6x25 cm in discreto stato di conservazione.		
LAVORAZIONE	-----		
MALTA	A base di calce e cemento di consistenza tenace con funzione di allettamento.		
POSA IN OPERA			
TESSITURA		DISPOSIZIONE	
Regolare (orizzontalità rispettata)		Orizzontale (tutti gli elementi posati di testa o in chiave)	
SEZIONE TRASVERSALE			
COSTITUZIONE	A tre teste		
COLLEGAMENTI TRA LE STRUTTURE MURARIE			
ANGOLATE	Alternanza regolare Elementi concatenati con alternanza regolare nei filari contigui		
MARTELLI	Collegamenti efficaci tra i paramenti		
NOTE			
Niente da rilevare.			

**PROVE PENETROMETRICHE**

<b>ATTREZZATURA</b> Apparecchiatura di prova per Sonde Windsor PIN SYSTEM [ASTM C 803-80 BS 1881:207 ASTM C670]					
<b>Modello</b>	<b>WP 2000</b>				
<b>Serial Number</b>	<b>84185</b>				
<b>PIANO</b>	<b>TERRA</b>	<b>ID</b>		<b>M1</b>	
<b>MICROMETER READING</b>	0,693	0,620	0,561	0,648	0,600
<b>MEDIA</b>	0,624	<b>PENETRATION</b>	9,54 [mm]	<b>STRENGTH</b>	<b>4,92 [MPa]</b>

**RISULTATI**

Alla luce delle indagini visive e strumentali condotte su elementi strutturali campione dell'edificio, si riportano la tipologia muraria osservata nelle sue caratteristiche principali.

**TIPOLOGIA MURARIA N°1**

- Elementi Costitutivi: mattoni pini di laterizio dimensioni 12x6x25 cm, in discreto stato di conservazione.
- Malta: a base di calce e cemento di consistenza discreta con funzione di allettamento.
- Posa in opera: su filari orizzontali con giunti sfalsati nei filari contigui.
- Listature: assenti
- Sezione trasversale: più paramenti ammorsati.
- Martelli: ammorsamento discreto
- Angolate: alternanza regolare degli elementi
- Rivestimento: intonaco esterno ed interno in cattive condizioni ove presente.

Le indagini effettuate con prova penetrometrica sulla malta, ha registrato un valore medio delle misurazioni effettuate per il campione murario M1 pari a 4,92 MPa. Le caratteristiche meccaniche della malta esaminata, secondo le prove eseguite, possono equipararsi a quelle di una malta di classe M4 (secondo la classificazione del D.M.LL.PP. 20/11/1987). Per questa classe di malte la resistenza



media a compressione varia fra 2,5 e 5,0 MPa (del tipo M2,5 secondo la classificazione delle NTC2008).

L'esame della qualità muraria e la valutazione delle resistenze meccaniche sono state effettuate in riferimento alla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n.617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).

In tabella C8A.2.1 dell'appendice C8A della Circolare si definiscono i valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti alle seguenti condizioni: malta di caratteristiche scarse, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte. In tabella C8A.2.2 dell'appendice C8A della Circolare si definiscono invece i coefficienti migliorativi nel caso in cui la muratura presenti caratteristiche migliori rispetto alle condizioni descritte in precedenza.

Tabella C8A.2.1 -Valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti alle seguenti condizioni: malta di caratteristiche scarse, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte.

Tipologia di muratura	$f_m$ (N/cm <sup>2</sup> ) Min-Max	$\tau_0$ (N/cm <sup>2</sup> ) Min-Max	E (N/mm <sup>2</sup> ) Min-Max	G (N/mm <sup>2</sup> ) Min-Max	W (kN/m <sup>3</sup> )
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100 180	2,0 3,2	690 1050	230 350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200 300	3,5 5,1	1020 1440	340 480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260 380	5,6 7,4	1500 1980	500 660	21
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140 240	2,8 4,2	900 1260	300 420	16
Muratura a blocchi lapidei squadriati	600 800	9,0 12,0	2400 3200	780 940	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240 400	6,0 9,2	1200 1800	400 600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura $\leq 40\%$ )	500 800	24 32	3500 5600	875 1400	15
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura $< 45\%$ )	400 600	30,0 40,0	3600 5400	1080 1620	12
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura $< 45\%$ )	300 400	10,0 13,0	2700 3600	810 1080	11
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150 200	9,5 12,5	1200 1600	300 400	12
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura $< 45\%$ )	300 440	18,0 24,0	2400 3520	600 880	14

$f_m$  = resistenza media a compressione della muratura  $\tau_0$  = resistenza media a taglio della muratura

E = valore medio del modulo di elasticità normale G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale

w = peso specifico medio della muratura

Tabella C8A.2.2 - Coefficienti correttivi dei parametri meccanici (indicati in Tabella C8A.2.1) da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone o ottime; giunti sottili; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; nucleo interno particolarmente scadente e/o ampio; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato.

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 m)	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato*
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbazzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	1,4	1,2	1,2	1,5	0,8	1,7	2
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	-	1,1	1,3	0,8	1,5	1,5
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,5	-	1,5	0,9	1,7	2
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	1,5	1,5	-	1,3	0,7	1,5	1,5

\* Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

Nel caso specifico, in considerazione delle prove meccaniche e visive eseguite si riportano i valori meccanici di riferimento da applicare per le murature esaminate.

TIPOLOGIA MURARIA 1		$f_m$ [N/cm <sup>2</sup> ]	$\tau_0$ [N/cm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	w [kN/m <sup>3</sup> ]
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	Min	240	6,0	1200	400	18
	Max	400	9,2	1800	600	
Malta buona		1	1	1	1	1
Ricorsi o listature		1	1	1	1	1
Iniezioni di malta		1	1	1	1	1
Intonaco armato		1	1	1	1	1
Nucleo scadente e/o ampio		1	1	1	1	1
Connessione trasversale		1	1	1	1	1
Combinazione dei coefficienti correttivi		1	1	1	1	1
<b>VALORI DI RIFERIMENTO DEI PARAMETRI MECCANICI CORRETTI</b>	Min	<b>240</b>	<b>6,00</b>	<b>1200</b>	<b>400</b>	<b>18</b>
	Max	<b>400</b>	<b>9,20</b>	<b>1800</b>	<b>600</b>	

**CONCLUSIONI**

L'esame dei materiali costituenti gli elementi strutturali portanti dell'edificio rileva una qualità discreta dei setti murari. In considerazione dello stato di conservazione dei materiali, è possibile considerare per la tipologia muraria identificata i seguenti intervalli di riferimento dei parametri meccanici corretti.

VALORI DI RIFERIMENTO PARAMETRI MECCANICI CORRETTI	DEI	$f_m$ [N/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_0$ [N/cm <sup>2</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	w [kN/m <sup>3</sup> ]
TIPOLOGIA MURARIA n. 1	Min	<b>240</b>	<b>6,00</b>	<b>1200</b>	<b>400</b>	<b>18</b>
	Max	<b>400</b>	<b>9,20</b>	<b>1800</b>	<b>600</b>	

Tali valori possono comunque essere assunti solo qualora sia possibile identificare per un setto murario una sola tipologia costituente. Nella maggior parte dei casi è auspicabile assumere i parametri meccanici più penalizzanti in termini di sicurezza.

Le indagini termografiche effettuate sulle facciate dell'edificio hanno consentito di individuare la distribuzione dei materiali e delle tecniche costruttive utilizzate, definendo una sostanziale uniformità degli stessi per l'intero fabbricato.

L'indagine sonica effettuata ha evidenziato una muratura piuttosto omogenea con presenza di valori di velocità di attraversamento che potrebbero indicare la presenza di diafani ben distribuiti sul paramento murario.

Il dettaglio dei risultati delle indagini sono riportate nei paragrafi di pertinenza.

L'Aquila, 05/04/2017

La Società: **A.C.N.D. s.r.l.**

Il Direttore Tecnico: **Ing. RANALLI Danilo**

**A.C.N.D. s.r.l.**  
Studi di Ingegneria Civile ed Ambientale  
Esecuzione Indagini e Monitoraggio  
Via Carlo D'Andrea s.n.c.  
Località Monticchio - 67100 Viterbo (VT)  
mail: acnd@pec.it  
P.IVA: 01920420666 - REA: AQ 131160

