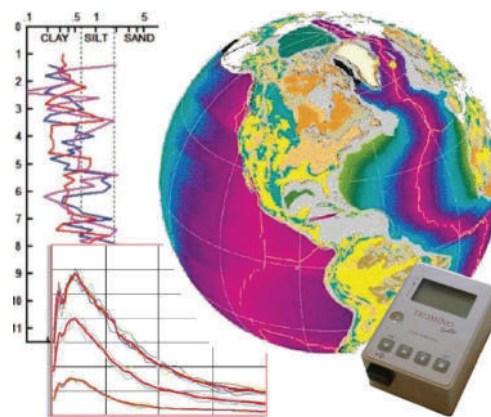


**Studio di Geologia e Geotecnica
Dott. Geol. Giuseppe Avenia**

Consulente nello Studio di Impatto Ambientale

**via Dante, 206 Agrigento
Tel. 0922 - 27367-603401**

GeoLog



***COMUNE DI AGRIGENTO
PROVINCIA DI AGRIGENTO***

***PIANO DI LOTTIZZAZIONE PER LA REALIZZAZIONE
DI CASE UNIFAMILIARI CON ORTO, IN AGRIGENTO
TRA LA VIA FARAG E VIA PORTO RECANATI IN C/DA
CANNATELLO, RICADENTE NELLA SOTTOZONA C/4
DI CUI AL COMPARTO 5,12 DEL P.R.G. VIGENTE.***

Bacino Idrografico : Fiume San Leone - Fiume Naro (067)

Zona Sismica : 2

*Ditta : Agnello Salvatore, Bonanno Calogero, Di Francesco Olindo,
Palumbo Piccionello Marco, Pecoraro Antonio, Piazza Giuseppina,
Pompeo Salvatore, Vullo Gaetano, Zarccone Antonio, Zarccone Calogero.*

STUDIO GEOLOGICO ESECUTIVO

Agrigento Li

Febbraio 2014

IL GEOLOGO

**Ordine Reg. Ia dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 664 dell'Albo**

**COMUNE DI AGRIGENTO
PROVINCIA DI AGRIGENTO**

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE
PER LA REALIZZAZIONE DI CASE UNIFAMILIARI CON ORTO, IN
AGRIGENTO TRA LA VIA FARAG E VIA PORTO RECANATI IN
C/DA CANNATELLO, RICADENTE NELLA SOTTOZONA C/4 DI CUI
AL COMPARTO 5,12 DEL P.R.G. VIGENTE.**

Ditta : Agnello Salvatore, Bonanno Calogero, Di Francesco Olindo, Palumbo Piccionello Marco, Pecoraro Antonio, Piazza Giuseppina, Pompeo Salvatore, Vullo Gaetano, Zarcone Antonio, Zarcone Calogero.

STUDIO GEOLOGICO

Premesse

Il sottoscritto geologo Avenia Giuseppe, iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia al numero 664, ha eseguito lo studio geologico secondo il punto b2 comma 2 del D.M. 11/03/88; secondo il D.M. II. TT. del 14 gennaio 2008, nonché nel rispetto del D.A. n.298/41 del 21/07/2000 e successive mod. ed int. inerente la tutela dell'assetto idrogeologico relativo al bacino interessato, in merito alla possibilità di poter realizzare delle case unifamiliari tra la via Farag e la via Porto Recanati in c/da Cannatello territorio di Agrigento, ricadenti nella sottozona C/4 di cui al comparto 5,12 del P.R.G. vigente. Tale studio riferendo le risultanze di carattere geolitologico generale, tende ad evidenziare le condizioni geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche e geostatiche della zona in oggetto nonché quella prospiciente l'insediamento degli unità da realizzare.

A tal fine, in una prima fase si è eseguito il rilevamento geologico, si è quindi ricostruita la situazione geolitologica generale mediante numerosi sopralluoghi, si è poi passati all'elaborazione di carte tematiche e profili geolitologici, che nel particolare semplificano in modo speditivo il risultato evidenziato in campagna.

Per la caratterizzazione stratigrafica e geomeccanica dei terreni interessati, ci si è avvalsi oltre che dell'esperienza diretta del sottoscritto tramite l'ausilio di indagini effettuate in aree limitrofe su terreni della stessa natura geologica, dell'esecuzione di prove geomeccaniche in sito allo scopo di ottenere un quadro di massima sulle caratteristiche dei litotipi riscontrati, per meglio valutare in questa fase la tipologia di fondazione più adatta.

L'analisi dei risultati ottenuti e la valutazione degli aspetti più salienti evidenziati dal contesto territoriale esaminato, hanno permesso di formulare i criteri generali per lo studio di fattibilità inerente l'idoneità dell'area a poter recepire le future realizzazioni.

Considerazioni Geomorfologiche ed Idrogeologiche.

L'orizzonte morfologico cui fa capo l'area di progetto, in generale si presenta secondo con un andamento di tipo sub-pianeggiante, originata da una terrazzata di sedimentazione marina.

Le brusche rotture di pendenza, sono presenti in corrispondenza dei valloni presenti, dove drena il corso d'acqua principale.

Il territorio risulta costituito a substrato da orizzonti plastici di natura argillosa che rappresentano la componente più modellabile ed erodibile e sulla quale in superficie si insediano linee di impluvio più o meno marcate, ricoperti da terrazzate di sedimentazione di origine marina.

In relazione alle caratteristiche dei materiali di costituzione si ha lo sviluppo della rete idrografica dove prendono vita terreni di natura argillosa impermeabili i quali favoriscono la circolazione idrica in superficie a discapito di quella profonda.

Le aree circostanti sono caratterizzate da linee di impluvio a carattere torrentizio e stagionale, esse si presentano più marcate a valle della zona studiata.

L'area strettamente interessata, priva di eccessive pendenze di versante, appartiene ad un contesto geomorfologico improntato a condizioni generali di assetto tali da indurre a valutazioni positive per quanto concerne la realizzazione delle opere in progetto, allo stato attuale risulta idonea a garantirne la funzionalità e la stabilità delle stesse opere nel tempo.

Dati Termometrici, Pluviometrici.

Per le aree della Sicilia sud-occidentale, ove ricade la zona da noi indagata, si può parlare di "sistema morfoclimatico mediterraneo" caratterizzato da una generale incostanza del regime delle piogge variabili come quantità da un anno all'altro e a volte concentrate con elevate intensità orarie e giornaliere.

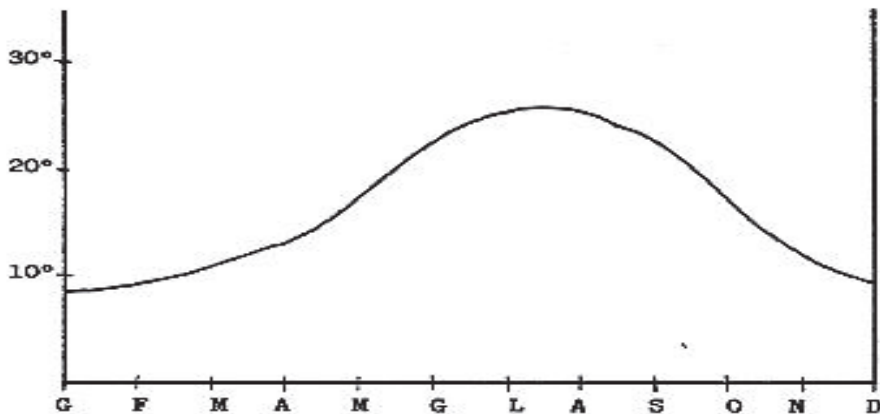


Diagramme delle temperature medie mensili.

In generale si registra il minimo di piovosità nel mese di LUGLIO mentre le precipitazioni più abbondanti si concentrano nel semestre OTTOBRE - MARZO con massimi nel mese di NOVEMBRE come si desume dalle analisi dei dati di piovosità mensili riportati in allegato.

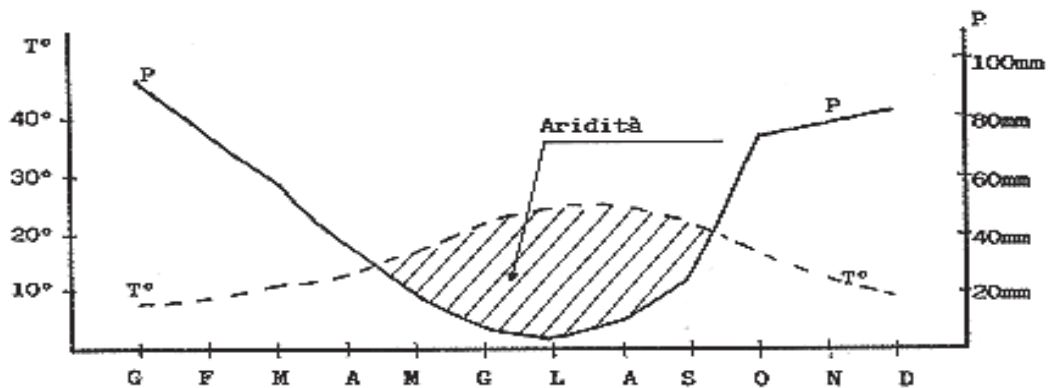
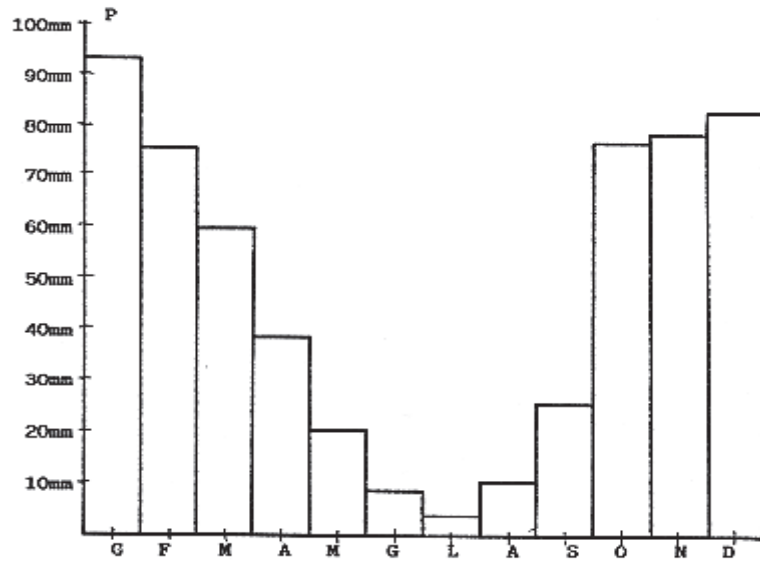


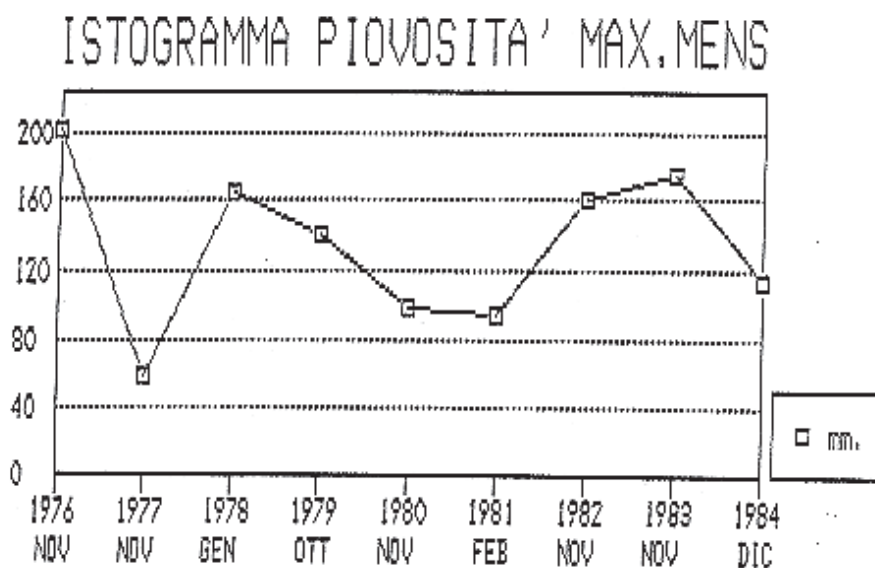
Diagramma ombrotermico relativo al periodo 1950-1981.

Per le temperature medie si rilevano valori massimi in LUGLIO - AGOSTO e minimi in GENNAIO.



Istogramma delle precipitazioni medie mensili del

Ne consegue che le condizioni climatiche dei bacini interessati risultano essenzialmente caratterizzate dal corso dell'anno da un lungo periodo caldo e secco coincidente con il semestre Primavera-Estate con prolungamento fino agli inizi dell'Autunno e da un breve periodo con temperature medie basse in cui si concentra la massima piovosità.



Idrogeologia.

Per l'area interessata è stato effettuato lo studio idrogeologico, in modo da poter individuare le potenziali turbative, che la realizzazione delle future opere antropiche possa creare, in relazione all'assetto idrogeologico attualmente esistente.

Dal punto di vista idrogeologico, i litotipi presenti, presentano caratteristiche peculiari e contraddistinte in dipendenza della loro genesi ed evoluzione.

La permeabilità delle rocce è la proprietà, che molte di esse hanno, di lasciarsi attraversare dall'acqua penetrata nei loro pori e fessure.

Le considerazioni sui tipi litologici presenti, le osservazioni di campagna ed il reale comportamento delle rocce rispetto alle acque di precipitazione, hanno permesso di costruire le carte della permeabilità (o idrogeologiche) in cui vengono distinti i vari tipi e gradi di permeabilità delle rocce affioranti nella zona esaminata.

a) Rocce permeabili per porosità .

La permeabilità intrinseca, quella più comunemente definita permeabilità per porosità, nella zona prettamente interessata risulta sviluppata nello strato di copertura degradato, nonché nello strato del terrazzo marino, dove assume carattere di medio alta permeabilità a seconda delle parti costituenti.

Se i pori sono almeno in parte di un diametro tale da permettere la circolazione sia pur lenta dell'acqua, come attraverso un mezzo filtrante, la roccia è permeabile per porosità .

Rocce tipicamente permeabili per porosità sono in generale tutte le rocce clastiche pselitiche e psammitiche sciolte, purché i loro elementi non siano

troppo minuti e purché non siano intervenuti fenomeni di alterazione ad ostruire il lume dei pori.

Idrologia.

L'idrografia superficiale della zona prettamente interessata è fortemente condizionata dai terreni presenti; ben sviluppata con reticoli di tipo sub-dendritico che esercitano una buona azione di drenaggio e morfogenia; in corrispondenza dell'affioramento delle argille a valle, è invece limitata o assente in corrispondenza della terrazzata di sedimentazione marina, in corrispondenza della quale, le acque di precipitazione si infiltrano nel sottosuolo raggiungono il substrato argilloso impermeabile e se le condizioni geostrutturali lo consentono si ha la formazione corpi idrici.

L'area in studio, non presenta tali particolarità, data la caratteristica di permeabilità del sottosuolo, sono ipotizzabili falde idriche ad elevata profondità al contatto della formazione argillosa sottostante, che in nessun caso interferirebbero con le opere da realizzare.

Dissesto idrogeologico.

Attraverso la sintesi operata nella lettura delle carte geologica e le reali osservazioni effettuate in campagna, di concerto con la cartografia prodotta dal P.A.I., relativa al bacino interessato, si è prodotta la carta "*della Pericolosità e del Rischio geomorfologico*", e la carta dei "*Dissesti*", per la parte di bacino interessata dal Programma Costruttivo in epigrafe.

Le pericolosità **P**, sono determinate attraverso la magnitudo del fenomeno franoso rilevato legato al suo stato di attività; la correlazione tra la pericolosità

determinata e gli elementi a rischio connessi con la vulnerabilità del territorio, determinano il "Rischio totale" **R**.

La cartografia prodotta, tende ad evidenziare le complessità dei processi di versante sul territorio investigato, rilevando le aree a maggior rischio geomorfodinamico.

Per la valutazione della pericolosità in termini probabilistici, sono necessarie informazioni dettagliate sulla ricorrenza temporale dei fenomeni franosi e sulle loro cause, tali informazioni, reperibili attraverso dettagliate ricerche storiche, risultano di norma frammentarie e disomogenee, pertanto si è ritenuto opportuno limitarsi alla valutazione di un grado di pericolosità relativa classificando il territorio investigato secondo classi di pericolosità generale.

Per tale zonizzazione, viene fatto riferimento al concetto di "*Area o bacino di pericolosità*", ovvero alla zona in cui risultano riunite le condizioni che stanno alla base del meccanismo di instabilità, puntualizzando che il "*Bacino di pericolosità*", viene limitato generalmente all'estensione del versante interessato.

Partendo quindi dalle classi di pericolosità **P**, riassunte nella *Tab. 1*, si è passati all'interpretazione sulla "*Classificazione e zonizzazione del rischio R*", essa vuole esprimere il danno atteso, il quale dipende quindi sia dal danno potenziale, che della probabilità che esso avvenga, nella *Tab.2*, vengono riportate le classi di rischio "R" in generale e nella allegata carta le pericolosità geomorfodinamiche rilevate.

Dopo una attenta analisi il rischio dell'area interessata dalla Lottizzazione in oggetto, è risultato essere nullo, si riportano di seguito le tabelle relative alle classi di pericolosità e classi di rischio.

Pericolosità		Descrizione
P0	bassa	Aree di bassa pericolosità per frane nelle quali i processi geomorfologici e le caratteristiche fisiche dei terreni non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.
P1	moderata	Aree con moderata pericolosità per frana valutabile come tale sulla base di caratteri fisici territoriali, vegetazionali e di uso del suolo, ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti, sia superficiali che profondi, riferibili a fenomeni franosi. Rientrano in questa classe anche le paleofrane e le frane relitte, non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali e le frane per le quali ci sia la certezza di una stabilizzazione naturale o artificiale.
P2	media	Aree interessate da media pericolosità per frane evidenziate da indicatori morfologici diretti.
P3	elevata	Aree interessate da elevata pericolosità per frane evidenziate da indicatori morfologici diretti, quali l'esistenza di frane quiescenti o di segni precursori di movimenti gravitativi.
P4	molto elevata	Aree interessate da pericolosità per frana estremamente elevata, in cui sono presenti movimenti di massa in atto, con una dinamica geomorfologica tendente o meno all'estensione areale della pericolosità.

Tab.1 – Classi di pericolosità

Rischio		Descrizione
R1	moderato	I danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono marginali.
R2	medio	Sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale che non pregiudicano le incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
R3	elevato	Sono possibili problemi per le incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, le interruzioni di funzionalità delle attività socio economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
R4	molto elevato	Sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio economiche.

Tab.2 – Classi di rischio

Elementi geologici.

Per l'acquisizione delle caratteristiche geologiche dei terreni interessati, sono stati eseguiti studi di carattere geologico basati sul rilevamento geolitologico delle masse litoidi in affioramento.

Per meglio ipotizzare la reale situazione si è eseguito il rilevamento geostrutturale di una vasta area circostante i terreni direttamente interessati.

A seguito, della diversa natura e delle diverse modalità di origine di questi terreni ne scaturiscono le contrastanti caratteristiche tecniche.

L'area, in generale, è caratterizzata dalla presenza di numerosi tipi litologici, diversi sia per costituzione mineralogica e petrografica, sia per tipo ed età di sedimentazione.

Evidenziando con la loro posizione attuale l'attraversamento di periodi tettonicamente molto attivi, si collocano in un intervallo di tempo che va dal Miocene med./sup. all'attuale, con la caratteristica di poter essere riconducibili a quattro gruppi di sedimentazione quali :

terreni pre-evaporitici, terreni evaporitici, terreni post-evaporitici e quelli di sedimentazione continentale.

Terreni pre-evaporitici :

Sedimenti formati prima che il Mare Mediterraneo si trasformasse in un bacino evaporitico.

Rappresentati in zona da sedimenti Calcarei, di aspetto tenace, si rinvengono in grossi affioramenti con spessori che possono arrivare a 15-20 mt.; di colore bianco o giallastro, presenta una struttura vacuolare, talora compatta e stratificata.

La loro sedimentazione è ritmica, con straterelli di 12 cm. da sottili bande di 1-2 mm. o poco più.

La sedimentazione primaria è mascherata generalmente dalla risedimentazione in banconi che vanno da vari decimetri a più metri a vario grado di cementazione.

Terreni Evaporitici (Miocene sup.) :

Sono quei materiali formatisi per precipitazione chimica dell'acqua marina del mediterraneo divenuta sovrassatura per intensa evaporazione dopo che questi, rimasto isolato dall'Oceano Atlantico , non riceveva apporti da altre fonti .

Alla base si trova il Tripoli che è una roccia costituita essenzialmente da spicule di Radiolari e da gusci di Diatomee .

Si presenta leggera, sottilmente stratificata tale da essere definita una laminite Silicea di colore bianco in superficie (campioni ossidati), oppure bruno in relazione al contenuto di bitume, nei campioni raccolti in profondità .

Macroscopicamente formato dall'alternanza di strati marnosi e silicei di pochi centimetri, viene generalmente ricondotto ad un ambiente di sedimentazione di tipo lagunare , mantenuto poi per tutto il successivo periodo evaporitico, dove la crescente concentrazione salina e fondali privi di ossigeno, provocarono l'assenza di forme bentoniche e la conservazione di resti di pesci ritrovati all'interno di esso.

Le condizioni di transizione ai successivi depositi evaporitici non è semplice ma spesso dovuta all'alternanza di depositi tripolacei fra calcari, mentre molto spesso detto passaggio è mascherato, in affioramento, dall'alterazione stessa della roccia e dal detrito di falda.

Cronologicamente segue il Calcarea, che si deposita in acqua marina dopo modeste concentrazioni .

Anch'esso molto rappresentato, in continuità di sedimentazione sul Tripoli, si rinviene sparso per tutto il territorio sotto forma di banchi più o meno coerenti di colore bianco sottilmente stratificati nella parte basale e a struttura brecciata nel resto del bancone .

L'orizzonte calcareo si trova normalmente intercalato fra il Tripoli al letto e i Gessi al tetto dove naturalmente questi litotipi sono presenti, mentre eccezionalmente si trova in piccole lenti in seno e in sommità alle masse Gessose laddove queste sono molto spesso a stratificazione irregolare .

In continuità di sedimentazione infine si hanno i Gessi .

Questi , si presentano laminati sotto forma di Gesso Balatino alla base , e successivamente da un'alternanza di banconi più o meno spessi di Gesso Macrocristallino con cristalli geminati a forma di lancia e strati di marne argillose chiamati "Partimenti".

Terreni Post -evaporitici (Pliocene inf. Pleistocene inf.) :

L'inizio del Pliocene è segnato da una trasgressione per effetto della quale il dominio marino si estende sulle terre in precedenza emerse ed occupate da laghi ipoalini .

In tutta la Sicilia, tale periodo è rappresentato da marne bianche prive o quasi di frazione clastiche note col nome di Trubi.

Queste hanno caratteristiche costanti passando da calcari quasi puri a frattura concoide in basso a marne tenere verso l'alto.

Il tenore in calcare è grossolanamente proporzionale al contenuto in foraminiferi in massima parte planctonici mentre la potenza va da pochi metri .

La giacitura della formazione è penaccordante sui Gessi e trasgressiva sui terreni più antichi che originariamente costituivano le soglie di separazione fra i vari bacini in cui si depositavano i Gessi .

Il Pliocene med. risulta costituito da Argille Marnose in sedimentazione continua sui Trubi .

Dal punto di vista Paleontologico, il passaggio dal Pliocene Inf. al Pliocene med. risulta caratterizzato da un graduale arricchimento nella sedimentazione di microrganismi Bentonici rispetto ai Planctonici , fenomeno questo determinato da cause climatiche, poiché il clima subtropicale dell'inizio del Pliocene si fece temperato nel Pliocene superiore, per poi passare ad un clima Glaciale nel basso Quaternario.

Terreni di sedimentazione continentale :

Questa categoria raggruppa tutti i terreni depositatisi in ambiente continentale quali :

- *Alluvioni Fluviali recenti*, costituite da Argille più o meno sabbiose formatesi per deposizione da parte dell'acqua fluviale delle particelle in sospensione , presenti in prossimità delle linee di impluvio principali e *le Alluvioni fluviali antiche* frammiste ad Argille Lagunari composte da limi sabbiosi sormontati da depositi nerastri presenti nelle zone piatte .

- *Detrito di falda*, costituito essenzialmente da materiale lapideo con blocchi di varie dimensioni, molto spigolosi, per effetto della disgregazione sub-aerea dei rilievi presenti; nella zona in studio, si ha una discreta quantità di detrito di falda, formato da elementi di natura consona alla sovrastante formazione talvolta bordandone e occultandone i limiti areali della formazione più altimetricamente elevata.

Classificazione litotecnica.

Individuazione unità litologiche

Dai dati raccolti si è passati all'identificazione dei vari elementi geologici che interessano l'area di analisi.

Dall'insieme dei gruppi geologici individuati, si è cercato un possibile primo raggruppamento di formazioni aventi un comportamento meccanico abbastanza simile.

Le varie unità geologiche sono state correlate (anche se l'identificativo originario è stato conservato), secondo quanto prescritto dalla letteratura tecnica in materia.

Stabiliti i diversi litotipi, si è proceduto all'attribuzione della classe geotecnica di appartenenza, in base a tali valutazioni, dalle caratteristiche geomeccaniche ottenute in laboratorio e ad esperienze personali maturate sul campo, sono state redatte delle schede per ogni elemento litotecnico riscontrato.

Schede litotecniche.

Le schede redatte contengono le seguenti informazioni:

la ***classe geotecnica*** di appartenenza;

la ***sigla carta geologica*** litotipo;

l'***età geologica***;

la ***descrizione*** dell'unità litotecnica.

Nella descrizione delle varie unità è possibile ritrovare le informazioni relative a:

- caratteristiche prettamente litologiche;
- informazioni riguardanti lo spessore;
- età geologica;

- indicazioni su potenziali forme di dissesto che possono interessare l'unità;
- valutazioni circa la permeabilità;
- caratteristiche della falda;
- stima del comportamento geotecnico.

Classi Geotecniche.

La prima classe considerata è quella dei "*Terreni Sciolti (a)*", il cui comportamento meccanico può essere schematizzato secondo i principi fondamentali della Meccanica delle Terre. Nell'ambito di tale classe si individuano due sottoclassi, quella dei "*Terreni Incoerenti (a1)*" e quella dei "*Terreni Coesivi (a2)*", in genere rappresentati da depositi alluvionali.

Nella seconda classe quella dei "*Terreni Consistenti (b)*", si collocano in genere i materiali argillosi argillo marnosi, marnosi ed i terreni granulari superficiali dotati di una debole cementazione.

Segue la classe degli "*Ammassi Rocciosi (c)*" nella quale vengono raggruppate le rocce dotate di elevata resistenza, che, tuttavia, sono generalmente interessate da sistemi di discontinuità, che ne influenzano il comportamento fisico-meccanico.

In ultimo la classe "*Ammassi disomogenei (d)*", in essa si collocano tutte le deposizioni caotiche costituite da vari materiali a varia natura e dimensione, tipico esempio è il detrito di falda generatosi per il disfacimento della formazione più altimetricamente elevata.

CLASSE GEOTECNICA			
(a)	Terreni Sciolti	(a1)	Terreni Incoerenti
		(a2)	Terreni Coesivi
(b)	Terreni Consistenti		
(c)	Ammassi Rocciosi		
(d)	Ammassi disomogenei		

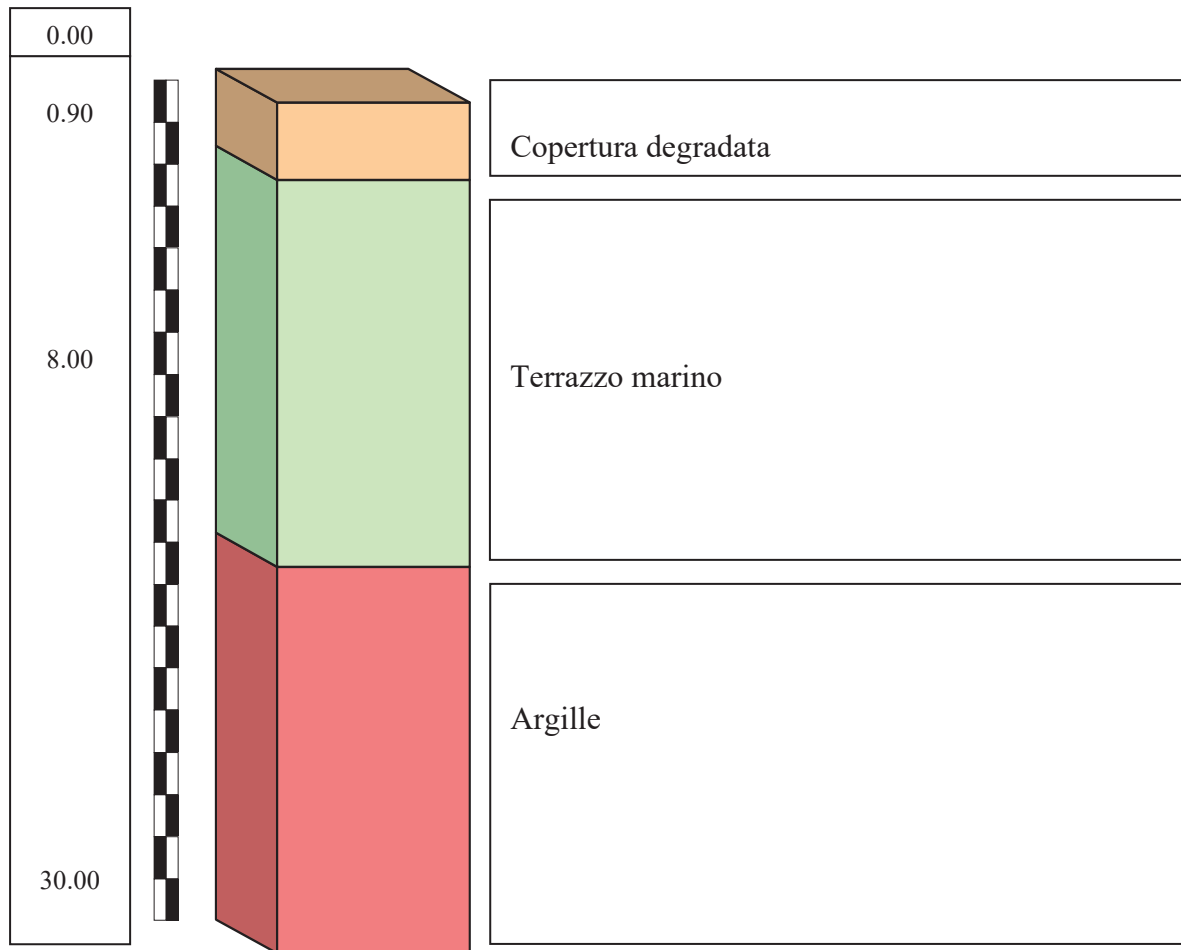
<i>Classe geotecnica:</i> a2 Terreni Coesivi
<i>Sigla carta geologica litotipo:</i> Ao “Alluvioni”
<i>Età: (Olocene medio-sup..)</i>
Descrizione Unità litotecnica a2 : Alluvioni: Sono depositi costituiti da elementi poligenici di varia natura e dimensione frammisti a limi e sabbie; cartograficamente non si è fatta distinzione fra alluvioni attuali e quelle terrazzate più antiche. Le alluvioni attuali risultano molto permeabili e poco coerenti, esse sono soggette ad un continuo rimaneggiamento e trasporto da parte delle acque defluenti. Le alluvioni antiche terrazzate e permeabili, sono invece soggette allo scalzamento al piede ad opera delle acque incanalate. In generale possiedono una giacitura sub-orizzontale dove difficilmente si riesce a distinguere la stratificazione. Si presentano ricche di matrice argilloso sabbiosa, mentre lo scheletro è costituito da ciottoli di natura calcarea e quarzifica. Localmente risultano essere predominanti livelli argillo-sabbiosi, ma in genere hanno la caratteristica di un deposito molto eterogeneo. Spessore: Sono caratterizzate da uno spessore limitato, da qualche metro a poche decine di metri. Età: Olocene medio-sup.. In detti terreni sono diffusi fenomeni erosivi e di ruscellamento superficiale, non sono soggetti a franamenti e possono essere interessati da fenomeni di richiamo da parte di fossi e corsi d'acqua. Idrogeologicamente il complesso risulta avere una idrostruttura molto permeabile, le acque meteoriche si infiltrano in profondità verso gli acquiferi esistenti. Tale litotipo nel complesso è da considerarsi dotato di buona permeabilità, possono contenere esigue falde locali di varia potenzialità. Dal punto di vista del comportamento meccanico tale litotipo può essere catalogato, alla classe geotecnica dei Terreni Coesivi [a2] .

<i>Classe geotecnica:</i> a2 Terreni Coesivi
<i>Sigla carta geologica litotipo:</i> Tp “Terrazzi marini”
<i>Età: (Pleistocene sup.)</i>
Descrizione Unità litotecnica a2 : Terrazzi marini: Pleistocenici sabbiosi conglomeratici; poggiano sul Pliocene medio e inferiore (argille, argille marnose e trubi). Testimoniano la presenza in passato di litorali, alternati a livelli di sabbie e argilla formano cicli completi a carattere regressivo e trasgressivo di sedimentazione marina, si presentano costituiti da rocce di varie natura e dimensione scarsamente cementate e a giacitura sub-orizzontale. Di colore giallastro dovuto alla presenza di componente sabbiosa. Dal punto di vista geotecnico sono classificati come "rocce pseudocoerenti" costituite da minerali argillosi piu` o meno alterati dall'azione dell'ossigeno trasportato dalle acque di infiltrazione. Il grado di alterazione e` costante in tutta la massa per cui essa, nel complesso, risulta molto eterogenea sia nel senso verticale che orizzontale. Spessore: presentano spessori dell'ordine dei 10 mt.. Età: Pleistocene sup.. Tali litotipi sono soggetti a fenomeni di erosione da parte degli agenti esogeni. Idrogeologicamente il complesso risulta avere una idrostruttura molto permeabile, le acque meteoriche si infiltrano in profondità verso gli acquiferi esistenti. Tale litotipo nel complesso è da considerarsi dotato di buona permeabilità. Dal punto di vista del comportamento meccanico tale litotipo può essere catalogato, alla classe geotecnica dei Terreni Coesivi [a2] .

<i>Classe geotecnica:</i> b Terreni Consistenti
<i>Sigla carta geologica litotipo:</i> Ap “Argille Plioceniche”
<i>Età:</i> (Pliocene medio-sup.)
Descrizione Unità litotecnica b : Argille Plioceniche: Le marne calcaree passano verso l'alto ad una potente unità litologica costituita da argille-azzurre. Sono rocce pseudocoerenti formate da minerali argillosi ed in misura subordinata da sabbie di natura quarzosa. La giacitura e' caotica e non sono presenti piani di stratificazione evidenti. In superficie si presentano alterate per effetto dell'attacco chimico operato dall'ossigeno trasportato dalle acque di infiltrazione. All'interno della massa argillosa sono presenti intercalazioni di limi-sabbiosi e si rinvencono trovanti di varie dimensioni di varia natura ed età. Spessore: presentano notevoli spessori. Età: Pliocene medio-sup.. In superficie, presentano locali fenomeni di erosione e instabilità da parte delle acque incanalate e dilavanti, in prossimità dei corsi d'acqua danno origine a locali fenomeni franosi. Idrogeologicamente il complesso risulta con caratteristiche di permeabilità scarse o nulle. Tale litotipo nel complesso è da considerarsi dotato di bassissima permeabilità, la circolazione idrica più appariscente è legata al periodo stagionale entro la coltre alterata superficiale. Dal punto di vista del comportamento meccanico tale litotipo può essere catalogato, alla classe geotecnica dei Terreni Consistenti [b] .

COLONNA STRATIGRAFICA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

profondità



Simbologia cromatica	Profondità ml.	Litologia	Parametri Geotecnici			
			y T/mc	f° Gradi	c' Kg/cm ²	Cu Kg/cm ²
	Da 0.00 a 0.90	Copertura superficiale	1.5	10	0	0
	Da 0.90 a 8.00	Terrazzo marino	1.9	23	0.1	0.8
	Da 8.00 in poi	Argille	2.0	24	0.3	1.2

Litologia di fondazione

TAVOLA N.1

Stratigrafia del terreno di sedime.

La stratigrafia del terreno di sedime, ottenuta dal rilevamento superficiale dell'area di studio, nonché dall'esecuzione delle indagini effettuate, lascia intravedere la costituzione del suolo secondo la seguente struttura: dopo una esigua coltre di ricoprimento di 0.90 mt. circa, si riscontrano termini argilloso sabbioso-conglomeratici.

La struttura litologica continua in profondità con il ritrovamento di un letto conglomeratico, ove presente, di esiguo spessore, ed infine con il ritrovamento delle argille marnose grigio-azzurre di buona consistenza.

La struttura così evidenziata, è da ritenersi di buon assetto ad a costituzione geomeccanica omogenea; in allegato viene riportata la *Tavola n.1* riassuntiva della situazione stratigrafico-geomeccanica dei terreni.

Tettonica e Sismicità.

I terreni affioranti nella zona in esame sono stati interessati da due fasi tettoniche successive.

La prima post Messiniana ha interessato i terreni del Miocene medio e superiore; ha tettonizzato i terreni della serie solfifera che hanno subito notevoli piegamenti.

Gli assi di queste strutture hanno direzione all'incirca nord-ovest, sud-est.

La seconda fase post Pliocenica ha interessato i terreni depositi dal Pliocene inferiore al superiore.

Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante.

Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno è soggetto ad una serie di sforzi tangenziali che cambiano ripetutamente verso ed ampiezza.

La valutazione del rischio sismico, in aree ad estensione regionale, viene effettuata mediante la <macrozonazione sismica>, definita come l'individuazione di aree che possano essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa intensità.

All'interno di queste aree si possono valutare, con maggior dettaglio, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la <microzonazione sismica>.

Infatti l'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie).

Microzonazione sismica

La valutazione del rischio sismico, in aree ad estensione regionale, viene effettuata mediante la macrozonazione sismica, definita come l'individuazione di aree che possano essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa intensità.

All'interno di queste aree si possono valutare, con maggior dettaglio, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la microzonazione sismica.

Infatti, l'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a

distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie).

La microzonazione sismica è volta ad individuare gli strumenti necessari a prevedere e talvolta a mitigare (attraverso idonei criteri d'uso del territorio) gli effetti sismici provocati dall'evento calamitoso.

Per la classificazione del sito dal punto di vista sismico è necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata, nel particolare devono essere noti:

1) il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il bedrock o il bedrock-like, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrock-like);

2) la velocità delle onde S negli strati di copertura;

La caratterizzazione sismica del sito di studio, può essere effettuata, utilizzando indagini indirette tramite strumentazioni di sismica a rifrazione, o utilizzando indagini dirette come saggi meccanici con prove di laboratorio, miranti all'ottenimento del valore di C_u dei terreni, nonché prove penetrometriche dinamiche (SPT) o statiche (CPT) per l'ottenimento sia del C_u che del numero medio dei colpi.

Fattori geomorfologici e stratigrafici locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico, filtrando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie.

L'effetto di filtraggio conduce ad una redistribuzione dell'energia con l'amplificazione del moto vibratorio associato ad alcune frequenze, esistono diverse metodologie per la stima dell'amplificazione sismica in superficie, uno dei metodi è quello basato sulla stima della velocità delle onde S.

Si tratta di metodologie che forniscono il valore del fattore di amplificazione spettrale di picco attraverso correlazioni empiriche fra il fattore di amplificazione e l'impedenza sismica (o rigidità sismica) o più semplicemente la velocità delle onde S negli strati di copertura.

Normativa Sismica.

I riferimenti legislativi relativi alla normativa sismica emanata riguardano, il D.M. 16/01/1996 *“Norme tecniche per la costruzione in zona sismica”*, sostituito dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 *“Primi elementi in materia di criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*, nonché dal D.M. 14/01/2008 *“Norme tecniche per le costruzioni”*.

Il D.M. 16/01/1996 divideva il territorio nazionale in tre aree, ognuna caratterizzata da un “Coefficiente di Intensità Sismica C” definito dalla seguente relazione:

$$C = (S-2)/100$$

dove S è il “grado di sismicità” dell'area indagata. Ad S sono stati attribuiti, sulla base delle vulnerabilità della zona, i valori di 12 – 9 – 6, rispettivamente per area ad elevata, media e bassa sismicità.

Di seguito sono riportati i valori del coefficiente sismico C corrispondenti alle diverse categorie sismiche.

Categoria sismica	Grado di sismicità S	Coefficiente sismico C
I	12	0,10
II	9	0,07
III	6	0,04

La presente normativa, esprime lo spettro di risposta elastico del terreno attraverso la relazione:

$$a(g) = C \times I \times \beta \times \varepsilon \times R$$

dove :

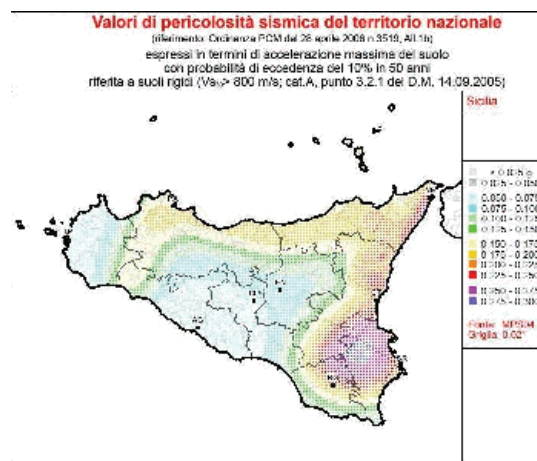
C = Coefficiente di intensità sismica;

I = Coefficiente di protezione sismica, variabile tra 1 e 1,4;

β = Coefficiente di struttura;

ε = Coefficiente di fondazione, variabile tra 1 e 1,3;

R = Coefficiente di risposta sismica, funzione del periodo proprio T_0 di oscillazione della struttura.



Valori di accelerazione massima dal suolo (Sicilia)

La nuova normativa sismica contempla, per la definizione delle azioni sismiche di progetto, cinque categorie principali di terreno di fondazione, individuate dai valori della velocità media (V_{S30}) delle onde di taglio nei primi

30 metri di sottosuolo o dalla resistenza penetrometrica NSPT o dalla coesione non drenata Cu.

La classificazione viene effettuata principalmente sulla base del valore di V_{S30} valutato dalla seguente espressione

$$V_{S30} = 30 / \Sigma(h_i/V_i)$$

con h_i e V_i rispettivamente vengono indicati lo spessore e la velocità dello strato i esimo degli N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo; in assenza di informazioni sulle velocità delle onde di taglio, potranno essere presi in considerazione i valori di NSPT o di Cu.

TABELLA 4a				
TERRENO	DESCRIZIONE DEL PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRO	IN ALTERNATIVA	
		(v_{s30})* (m/s)	NSPT	CU (KPA)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m	>800		
B	Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori da diverse decine fino a centinaia di metri	>180-360	15-50	70-250
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco o a mediamente consistenti			
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori $V_{s,30}$ simili a quelli C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30}<800$ m/s			

Categorie di suolo

Categorie suolo

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi specialistici per la definizione dell'azione sismica da considerare.

TABELLA 4b				
TERRENO	DESCRIZIONE DEL PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRO	IN ALTERNATIVA	
		(vs30)* (m/s)	NSPT	CU (KPA)
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza con elevato indice di plasticità (PI>40) e contenuto di acqua	<100		
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti			

Categorie suolo

La nuova normativa, divide il territorio nazionale in quattro zone sismiche caratterizzate da differenti valori dell'accelerazione orizzontale.

ZONA	VALORE DI a_g
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

valori dell'accelerazione orizzontale

Per ogni categoria di suolo, la normativa indica un fattore S, variabile tra 1 e 1,35, moltiplicatore dell'accelerazione a_g relativa alla zona indagata.

Per le diverse categorie di sedime, il livello di sismicità di una specifica area viene caratterizzato attraverso il valore dell'accelerazione massima ($a_g \times S$) e vengono anche definiti i periodi $T_B - T_C - T_D$ che individuano la forma della componente orizzontale a della componente verticale dell'azione sismica.

Categoria Suolo	S	T_B	T_C	T_D
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Valori dei parametri dello spettro di risposta elastica della componente orizzontale

Categoria Suolo	S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05	0,15	1,0

Valori dei parametri dello spettro di risposta elastica della componente verticale

In definitiva, in un determinato sito il moto sismico è definito da uno spettro di risposta elastico la cui espressione dipende, tramite opportuni coefficienti numerici, dalle caratteristiche del terreno (fattore S e periodi $T_B - T_C - T_D$), del periodo di vibrazione proprio della struttura (T_0), dall'accelerazione a_g e dal fattore η che tiene conto dello smorzamento viscoso della struttura.

Spettro di risposta elastico.

Il calcolo dello spettro di risposta elastico, è dato a causa della differenziazione di ogni sito, dovuta alla differente caratterizzazione litologica e quindi dalle differenti caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni.

La nuova normativa sismica, quindi, fornisce spettri di risposta differenti in funzione delle caratteristiche del suolo e della zona ove è ubicata la struttura.

Dal calcolo prodotto, in funzione della zona sismica e della categoria di suolo, nonché dall'accelerazione a_g e dal fattore η che tiene conto dello smorzamento viscoso della struttura, si ricavano i fattori numerici necessari per la caratterizzazione del sito:

- fattore S, che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione;
- periodi $T_B - T_C - T_D$, necessari alla caratterizzazione.

Risposta sismica e stabilità del sito.

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei

depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti.

Amplificazione topografica.

La realizzazione di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti, può essere influenzata da una amplificazione del fenomeno dovuto alla situazione topografica esistente, tale interferenza è corretta tramite l'utilizzo del coefficiente di amplificazione topografica S_T riportato nella seguente tabella in base alle pendenze di versante.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Per il sito in oggetto secondo la tabella su riportata si ottiene una Categoria topografica di Tipo **T1** pendii con inclinazione media $i = 15^\circ$.

Tabella 3.2.VI – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Amplificazione stratigrafica.

Il fenomeno dell'amplificazione stratigrafica ha cui può essere soggetto un sisma, è dovuta a fattori locali, geologici, morfologici e stratigrafici ecc. sia superficiali che di substrato, che possono modificare il moto sismico di base, gli effetti diventano devastanti in presenza di edificazioni.

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata in prima approssimazione con riferimento alle categorie di sottosuolo.

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa.

Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione

$$a_{max} = S_s \times a_g,$$

dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Pertanto in considerazione di ciò, è opportuno valutare un coefficiente di amplificazione stratigrafica da inserire nei calcoli strutturali, per mitigare gli effetti prodotti da una irregolare accelerazione sismica nel sito di studio.

Stima della velocità V_s delle onde di taglio.

Secondo le nuove norme in materia di progettazione in zone sismiche, per la classificazione litologica dei terreni di fondazione è richiesta la stima del valore delle onde di taglio V_s nei primi 30 mt. di profondità.

Dove non è possibile effettuare delle indagini sismiche sarà necessario ricavare il valore medio di N_{spt} , che correlato empiricamente in letteratura, permette di ricavare il valore di V_s per la classificazione sismica dei suoli.

Caratterizzazione sismica del sito.

L'area d'interesse ricade nel territorio di Agrigento, in precedenza classificato tra le zone di II° categoria ai sensi del D.M.LL.PP. 23/09/81, ora **Zona 2.**

La caratterizzazione sismica del sito di studio, viene effettuata attraverso l'esecuzione di un'indagine sismica diretta utilizzando idonea apparecchiatura, operata direttamente nel sito di studio.

Dall'indagine sismica si ricava un valore medio di $V_{s30} = 280$ m/s caratteristico di un suolo di categoria tipo "C", ovvero depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/s;

Limiti di procedura e conclusioni.

Il limite di questa procedura semplificata è nel non considerare gli effetti notevoli che le condizioni geologiche locali hanno sull'intensità dell'accelerazione sismica in superficie.

Come detto in precedenza, la pericolosità sismica locale è rappresentata dalla misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito, in funzione delle particolari condizioni geologiche e morfologiche che potrebbero generare amplificazioni locali delle onde sismiche di un possibile terremoto.

Inoltre fenomeni di rifrazione e riflessione lungo le stratificazioni ed al culmine di rilievi, possono incrementare in modo sostanziale il moto del suolo.

Le caratteristiche della colonna lito-stratigrafica del sito (litologie e spessori dei depositi, grado di addensamento e consistenza dei materiali, ecc.), l'andamento del sistema idrico sotterraneo, la situazione geomorfologica degli immediati dintorni ed infine la geometria del substrato roccioso (bedrock) o assimilabile ad esso (bedrock-like) hanno quindi generalmente l'effetto di amplificare l'ampiezza del moto sismico e di modificare la sua distribuzione spettrale.

Le modalità d'interazione dinamica suolo-struttura sono quindi condizionate da fattori legati sia alle caratteristiche proprie delle costruzioni (peso, rigidità, periodo di oscillazione, ecc.) che a quelle geolitologiche e stratigrafiche del sito di studio.

Pertanto risulta determinante poter individuare se nell'areale considerato, sono presenti degli “*scenari di pericolosità sismica potenziale*”, in grado di esaltare o incrementare gli effetti dell'onda sismica.

In relazione alla pericolosità sismica locale per l'area in esame si può affermare che:

- non sono preseti faglie che ricadono nell'area di intervento o nei suoi immediati dintorni;
- la situazione morfologica esistente non determina particolari condizioni sfavorevoli;
- i terreni affioranti non risultano suscettibili a fenomeni di liquefazione.

In considerazione di quanto delineato, non sussistono fattori ambientali incompatibili con le opere da realizzare.

Carta della Microzonazione Sismica

L'elaborato cartografico, in un lavoro di microzonazione sismica, esprime in termini quantitativi, con utilità ai fini ingegneristici, la pericolosità sismica del territorio esaminato.

Per la stesura delle suddetta carta tematica, si procede attraverso la sovrapposizione degli elaborati cartografici di base, dopo aver suddiviso il territorio in aree con situazioni geo-litologiche simili, si passa a suddividere l'area in esame in sottozone rappresentate da valori di V_s quanto più possibili vicini tra loro, per poi determinare le categorie di suolo che caratterizzano arealmente la zona indagata.

Nella stesura delle carte di microzonazione sismica, è stato considerato anche il valore dell'accelerazione sismica di superficie.

La carta tematica così ottenuta, riporta le aree in cui è possibile attribuire ai litotipi affioranti un determinato valore delle onde di taglio VS_{30} dei litotipi affioranti.

La scelta di utilizzare tale parametro è scaturita dalla necessità di realizzare una cartografia tematica di immediato utilizzo, soprattutto ai fini ingegneristici.

Per ogni categoria di suolo, la normativa indica un fattore S , variabile tra 1 e 1,35, moltiplicatore dell'accelerazione a_g relativa alla zona indagata, pertanto si ha:

- Microzone caratterizzate in media da suoli di cui alla **Categoria A**: fattore di incremento **1.00**;
- Microzone caratterizzate in media da suoli di cui alla **Categoria B**: fattore di incremento **1.25**;
- Microzone caratterizzate in media da suoli di cui alla **Categoria C**: fattore di incremento **1.25**;
- Microzone caratterizzate in media da suoli di cui alla **Categoria D**: fattore di incremento **1.35**;
- Microzone caratterizzate in media da suoli di cui alla **Categoria E**: fattore di incremento **1.25**.

L'accelerazione del suolo ipotizzabile nelle differenti zone sismiche è posta dal seguente valore **a = 0,25** per le **Zone 2**.

Indagini eseguite.

Data la tranquillità del sito dal punto di vista geologico-strutturale, data l'assenza di pericolosità geologiche sia nel sito di studio che nel suo intorno, allo scopo di individuare gli spessori dei terreni di coperture e quelli di substrato ed avere una cognizione sui parametri geomeccanici delle terre, si è proceduti all'esecuzione di una indagine diretta, tramite prova penetrometrica di tipo dinamico sui luoghi di studio, correlata con risultati geomeccanici e prove di laboratorio, ottenuti in aree limitrofe su terreni della stessa formazione.

Il principio generale delle prove penetrometriche si basa nel misurare la resistenza alla penetrazione, incontrata da un utensile di dimensioni unificate, infisso nel terreno.

Il sistema è dotato di un maglio portato in elevazione da un meccanismo a motore oleo-dinamico, provvisto di un apposito sistema di sganciamento automatico.

La lettura dei colpi viene effettuata ogni 10 cm. di affondamento della punta portata in profondità da una batteria di aste e successivamente rappresentato in un diagramma continuo di penetrazione che fornisce un profilo di resistenza espresso in numero di colpi per 10 cm. di avanzamento della punta; per mezzo dell'andamento della misura di colpi N. con la profondità.

Questo tipo di prova è più adatta in terreni grossolani, sabbie e ghiaie, ma da dei modesti risultati anche in terreni argillosi e limosi.

Per mezzo di grafici empirici è possibile risalire dal numero di colpi piede alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni in esame.

Avendo una giusta visione geologica della zona interessata, è possibile individuare, tramite le prove penetrometriche, la costituzione litologica per omogeneità geomeccanica degli strati costituenti il sottosuolo.

Programma delle Indagini Geognostiche.

Si ritiene chè, per meglio valutare le intuizioni esposte e per caratterizzare geomeccanicamente i terreni di sedime, per una esatta valutazione e dimensionamento delle fondazioni delle singole realizzazioni, sia opportuno in fase pre-esecutiva eseguire delle indagini in sito con metodologie dirette, spinte a profondità idonea dentro lo strato in posto ritenuto più integro.

Indicazioni progettuali.

Le opere previste, non appaiono nel loro complesso contrastanti con la natura geologica, geomorfologica e idrogeologica del territorio.

L'individuazione del rapporto giaciturale dell'area strettamente interessata, porta a tradurre dal punto di vista geotecnico, una serie di considerazioni le quali conducono ad una intuizione sulla tipologia delle opere di fondazione.

La zona, è parte di un dolce versante, privo di eccessive pendenze, di natura argilloso sabbioso conglomeratica, ricoperto da una esigua coltre di copertura degradata.

La stratigrafia evidenziata in questa fase, porta ad intravedere una struttura costituita da due strati geomeccanici, uno più superficiale rinvenuto nell'intervallo da 0.00 mt. a 0.90 mt. circa di profondità (copertura degradata), ed un secondo strato rinvenuto dalla profondità di 0.90 mt. in poi, costituito da argille sabbioso conglomeratiche a struttura geomeccanica omogenea.

Tale situazione, porta ad ipotizzare una tipologia fondale che tenga conto sia delle portate delle terre, sia dei valori geomeccanici delle stesse, sia degli effettivi pesi derivanti, sia delle quotature di posa delle singole realizzazioni.

Alla luce di ciò la tipologia fondale da adottare si dovrà valutare caso per caso allo scopo di uniformare i pesi e raggiungere valori di carico modesti.

Sottoservizi.

Per quanto attiene la messa in opera dei servizi previsti, *reti idriche e fognanti*, si dovrà ritenere necessario adottare gli accorgimenti sotto riportati allo scopo di annullare, o quanto meno, attenuare, l'aggressività chimica del terreno di posa:

- le tubazioni dovranno possedere una certa elasticità in modo da adattarsi, senza rompersi, ai movimenti verticali e orizzontali del terreno in cui verranno interrate;

- dovranno adottarsi tubazioni di materiale non soggetto a corrosione per annullare gli effetti delle correnti vaganti che percorrono disordinatamente il terreno di posa essendo, peraltro, non progettabile una protezione anticatodica sia per la geometria delle reti sia perchè esse si sviluppa in un centro abitato;
- le tubazioni dovranno essere adagiate su un letto di sabbia e ricoperte da un adeguato spessore di materiale sabbioso.

Considerazioni conclusive.

Lo studio geologico dei terreni interessanti l'area del Piano di Lottizzazione, ha permesso la ricostruzione del quadro geomorfologico, sismico e geologico-stratigrafico, ricavando le condizioni di assetto territoriale ed ambientale dei luoghi.

Per quanto riguarda la fattibilità delle opere ci si esprime favorevolmente per l'esistenza dei necessari requisiti di natura geologica-geotecnica del substrato, in conseguenza delle quali si realizza un assetto territoriale che non lascia intravedere suscettibilità di evoluzioni anomale, in quanto non sono presenti nelle vicinanze agenti morfogenetici attivi che possano turbare l'attuale equilibrio.

Il *Piano di Lottizzazione* previsto, relativo all'area indagata, non lascia intravedere particolari problematiche sia dal punto di vista statico-strutturale che geologico stratigrafico, le condizioni di stabilità dell'area data l'assenza di pendenze significative, non hanno evidenziato particolari situazioni di pericolo che possano pregiudicare l'insediamento delle future realizzazioni.

In considerazione di ciò, i nuovi edifici si adegueranno armonizzandosi nello stato naturale dei luoghi, operando un intervento conclusivo di cucitura del tessuto urbano della zona.

In questa fase si è data un'impronta di massima per stabilire la fattibilità delle opere, in rapporto alla natura geomorfologico-stratigrafica dei luoghi, tale rapporto in conclusione risulta positivo; in quanto non risultano in atto potenziali processi evolutivi di degenerazione statico-strutturale del versante indagato.

Alla luce di quanto detto in definitiva, si può asserire che detti terreni si prestano alla realizzazione delle opere in progetto.

Per una esatta valutazione delle condizioni geomeccaniche e stratigrafiche dei materiali di substrato inerenti le singole realizzazioni, si rimanda alla stesura di un apposito studio geologico-tecnico esecutivo, mirato all'ottenimento dei giusti valori geotecnici da adoperare per i calcoli delle strutture in c.a. secondo il D.M. II. TT. del 14 gennaio 2008.

Agrigento li

IL GEOLOGO
Ordine Reg. Ie dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 664 dell'Albo





Studio di Geologia e Geotecnica Dott. Giuseppe Avenia Geologo
Via Dante, 206 Tel. 0922/27367 - 608364 Agrigento

COROGRAFIA

SCALA 1:25.000

UBICAZIONE AREA DI STUDIO

STUDIO GEOLOGICO





Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 150/08 convertito con modifiche con la L.267/08 e ss. mm. ii.)

Bacino Idrografico del Fiume San Leone ed Area intermedia compresa tra i Bacini del F. San Leone e del F. Naro (067)



CARTA DEI DISSESTI N° 12

COMUNE DI: AGRIGENTO

Scala 1:10.000

Legenda

FENOMENI FRANOSI

- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti dovuti ad erosione accelerata
- Sito d'attenzione

STATO DI ATTIVITA'

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente



Area interessata



FOCE DEL NARO

CANNATELLO

MOLINO FOCE NARO (NOVINA)

AGRIGENTO

MACERIA CANNATELLO



Regione Siciliana

Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO EDIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino

per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L.267/98 e ss. mm. ii.)

Bacino Idrografico del Fiume San Leone
ed Area intermedia compresa tra i Bacini
del F. San Leone e del F. Naro (067)



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 12

COMUNE DI AGRIGENTO

Scala 1:10.000

Legenda

LIVELLI DI PERICOLOSITA'	
	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato
	Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO	
	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato



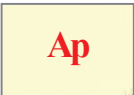


Area interessata



CARTA GEOLOGICA

Legenda

 Ao	<i>Depositi Alluvionali</i>
 Tp	<i>Terrazzo marino</i>
 Ap	<i>Argille Plioceniche</i>

da Scala 1:10.000

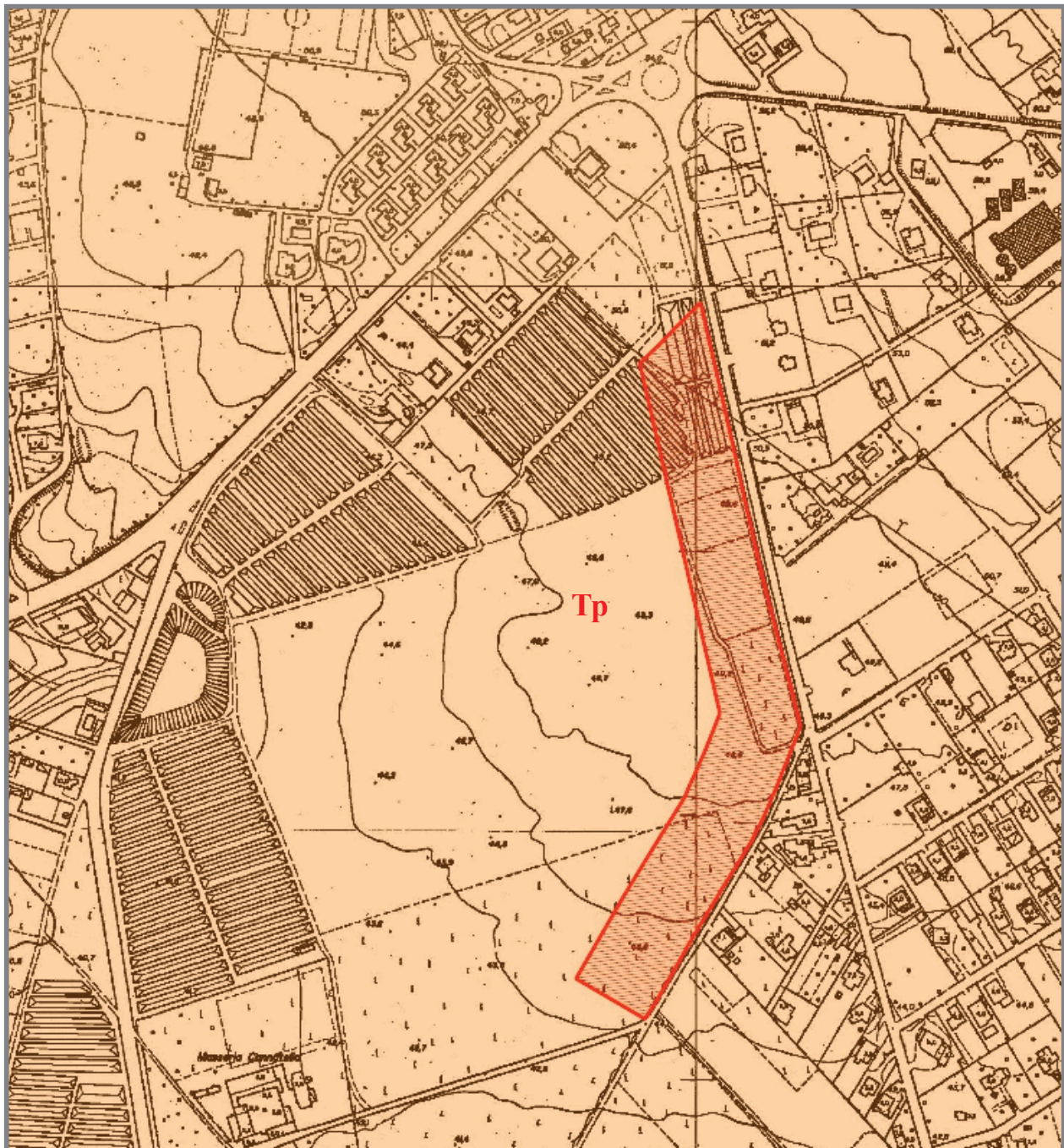


CARTA GEOLOGICA

Legenda




da Scala 1:2.000



PLANIMETRIA DI PROGETTO

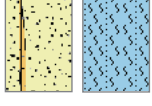
Legenda

A  *Traccia profili geologici*



PROFILI GEOLOGICI

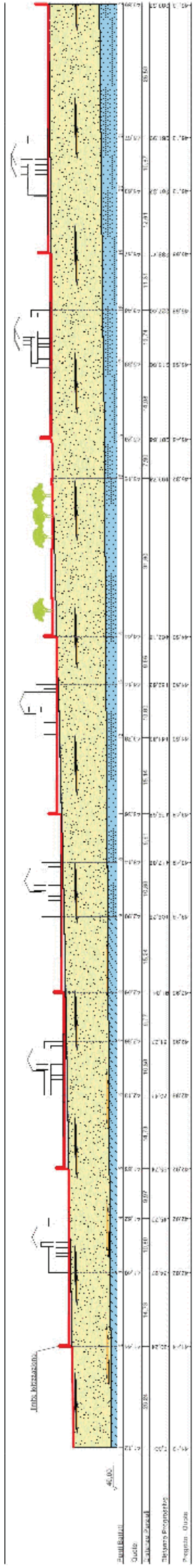
Legenda



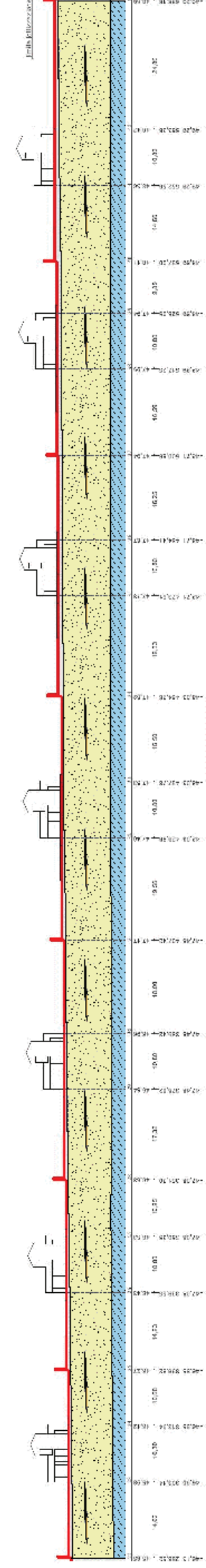
Argille sabbiose conglomeratiche

Argille marnose

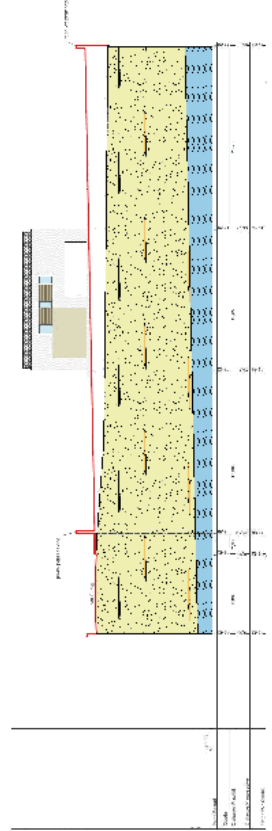
Prof A-A



Prof B-B



Prof C-C



COMUNE DI AGRIGENTO
PROVINCIA DI AGRIGENTO

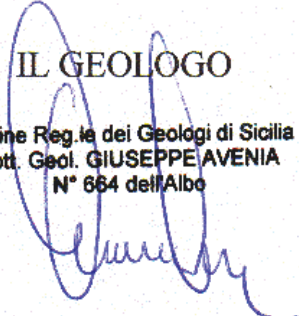
**PIANO DI LOTTIZZAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DI
CASE UNIFAMILIARI CON ORTO, IN AGRIGENTO TRA LA
VIA FARAG E VIA PORTO RECANATI IN C/DA
CANNATELLO, RICADENTE NELLA SOTTOZONA C/4 DI
CUI AL COMPARTO 5,12 DEL P.R.G. VIGENTE.**

- Secondo il D.M. II. TT. del 14 gennaio 2008 –

*Ditta : Agnello Salvatore, Bonanno Calogero, Di Francesco Olindo, Palumbo
Piccionello Marco, Pecoraro Antonio, Piazza Giuseppina, Pompeo Salvatore,
Vullo Gaetano, Zarcone Antonio, Zarcone Calogero.*

INDAGINE SISMICA

IL GEOLOGO
Ordine Reg. Ie dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 684 dell'Albo



INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE RAPPORTI SPETTRALI.

Premesse.

Le considerazioni riportate di seguito sono i risultati d'indagine attraverso la sismica passiva tramite analisi realizzata con tromografo elettronico digitale TROMINO® ai fini della determinazione delle caratteristiche elastiche del terreno ottenute dalla analisi spettrale delle componenti vibrazionali del terreno, ovvero attraverso l'analisi dei rumori del terreno.

Lo scopo della seguente indagine geofisica, è dunque, la caratterizzazione sismica del sottosuolo, l'individuazione delle discontinuità e la profondità della formazione rocciosa compatta (bedrock geofisico).

Tale metodo è in grado di stimare la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) nei primi 30 mt. di profondità, come esplicitamente richiesto dalla Normativa Tecnica per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.

La campagna d'indagine ha previsto l'esecuzione di un rilevamento su uno spazio temporale ben definito e su una superficie opportunamente predisposta.

La presente metodologia ha permesso di evidenziare quantitativamente le geometrie del substrato identificando le discontinuità sismiche presenti legate alle variazioni litologiche.

Dalle tracce sismiche ottenute, attraverso un processo di elaborazione e pulitura dei disturbi spontanei, si è individuata la frequenza di risonanza fondamentale del terreno, confrontata successivamente con i corrispettivi spettri di ampiezza dei segnali ai vari sensori al fine di ottenere un modello stratigrafico con relativo valore della velocità sismica delle onde di taglio (V_s).

Ai sensi della Nuova Normativa Antisismica richiamata dal D.M. 14/01/2008, la definizione delle onde trasversali (S) ha permesso la determinazione del parametro V_{S30} e la caratterizzazione dei terreni.

La restituzione dei dati, con relativa interpretazione del profilo sismico, è riportata di seguito.

METODOLOGIA SISMICA PASSIVA.

L'indagine geosismica è stata realizzata avvalendosi del metodo sismico che utilizza l'acquisizione del rumore sismico di fondo come funzione di eccitazione.

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre, esso viene chiamato anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S, in essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossime a quella delle onde S, il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione dalla velocità di queste ultime.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito, tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (Field e Jacob, 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibsvon Seht e Wohlenberg, 1999; Fah et al., 2001; solo per citarne alcune).

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato.

Considerando un sistema in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2), un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.

L'onda così riflessa, interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r = V_s / 4H \quad (1)$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1, ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma è interpretabile attraverso opportuni fattori di correlazione.

L'analisi H/V permette pertanto di identificare i contrasti di impedenza tra strati, la successiva determinazione della velocità delle onde S fino a profondità notevoli (ben oltre i 100 m di profondità) e strettamente dipendenti dallo spazio temporale di acquisizione; quindi l'elaborazione dei V_{S30} , avviene attraverso una formulazione specifica adottando come punto di partenza la relazione (1) mostrata in precedenza.

Per i nostri scopi, la determinazione delle onde di taglio (onde S) entro i primi 30 metri di spessore ha permesso di definire il parametro V_{s30} e di poter altresì caratterizzare i terreni in esame ai sensi del DM 14/01/2008.

STRUMENTAZIONE ADOTTATA.

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento (Tromino®, Micromed s.p.a.) con sistema di qualità in conformità ai requisiti indicati dalle direttive UNI EN ISO 9001: 2000 e UNI CEI EN ISO 13485: 2002.

E' dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, senza cavi esterni.

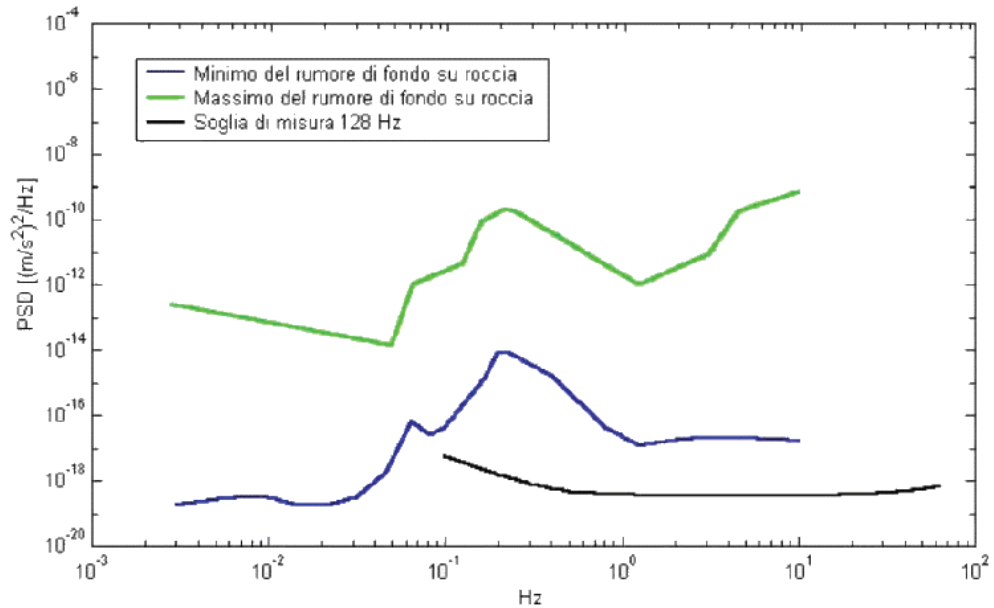
Esso rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 128 Hz.

Nel particolare, lo strumento racchiude al suo interno tre sensori sismometrici costituiti da tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 1024 Hz e digitalizzatore a 24 bit.

I dati acquisiti, vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 512 Mb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico.

Nella figura seguente si riporta la curva di rumore ottenuta dallo strumento a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (prima curva in alto) e minimo (curva centrale) per la Terra (curva in basso).



Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI

Dalle registrazioni del rumore sismico ambientale in campo libero, per una durata temporale pari a 20.00 minuti, sono state ricavate le curve H/V, utilizzando i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s.;
- lisciamiento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 5% della frequenza centrale;
- rimozione dei transienti sulla serie temporale degli H/V.

Successivamente alle operazioni di lisciamiento e rimozione dei transienti, l'interpretazione della curva H/V viene fatta attraverso la comparativa della

stessa curva con le curve degli spettri di ampiezza delle componenti verticali e orizzontali.

Ogni qualvolta che ad un picco sulla curva H/V corrisponde, per lo stesso range di frequenza, una depressione della componente verticale rispetto alle orizzontali nelle curve degli spettri di ampiezza dei segnali, si identifica la condizione di individuazione delle discontinuità presenti nel sottosuolo.

I dati sono stati convertiti in file ASCII mediante apposito software, fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza; per evitare di introdurre basse frequenze spurie i dati sono stati corretti per offset e trend.

L'operazione ha riguardato le seguenti fasi:

1. il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine delle decine di minuti (circa 20 minuti),
2. la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno,
3. per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti,
4. per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale,
5. vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

ACQUISIZIONE SISMICA PASSIVA DENOMINATA.

La presente indagine ha previsto l'acquisizione, in corrispondenza di una superficie opportunamente predisposta, del microtremore per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti;

Il confronto dei picchi di frequenza H/V, con gli spettri di ampiezza del segnale ha permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo.

Nelle misure si riconosce un primo picco significativo a 61.92 Hz, corrispondente alla frequenza di risonanza della coltre aerata superficiale sovrastante il substrato; proseguendo verso sinistra lungo la curva H/V si osservano un secondo picco significativo a 25.63 Hz, ed un ulteriore picco a 3.15 Hz.

DETERMINAZIONE DEL V_{S30}

Dalla individuazione delle onde di taglio generate in corrispondenza del punto di indagine è stato possibile determinare la velocità di propagazione media di tali onde entro i primi 30 metri di terreno attraversato (V_{S30}); successivamente, attraverso questo parametro ed ai sensi della normativa vigente in materia antisismica, D.M. 14/01/2008, è stato possibile classificare i terreni.

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio entro i primi 30 metri è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza.

L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di V_{S30} attraverso la seguente espressione:

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

con:

h_i = Spessore in metri dello strato i -esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i -esima

N = Numero di strati

Il V_{S30} , in accordo con la Normativa deve essere riferito in rapporto alla profondità del piano di posa della fondazione rispetto al p.c., pertanto, si ricava un valore di V_{S30} epurato pari a:

$$V_{S30} = 280 \text{ m/s}$$

RISULTANZE.

Per il sito indagato si può affermare che la crescita di velocità di propagazione delle onde sismiche è correlabile ad un aumento della rigidità del sottosuolo.

Adottando la classificazione vigente in materia antisismica ai sensi del D.M. 14/01/2008, i terreni individuati nella presente indagine appartengono alla **Categoria Stratigrafica "C"**, ovvero depositi di "sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/sec".

IL GEOLOGO
 Ordine Reg. Geol. dei Geologi di Sicilia
 Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
 N° 664 dell'Albo

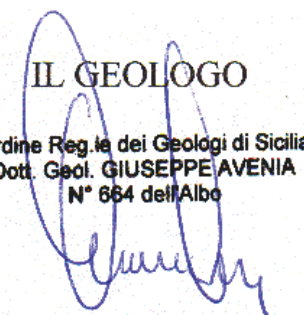
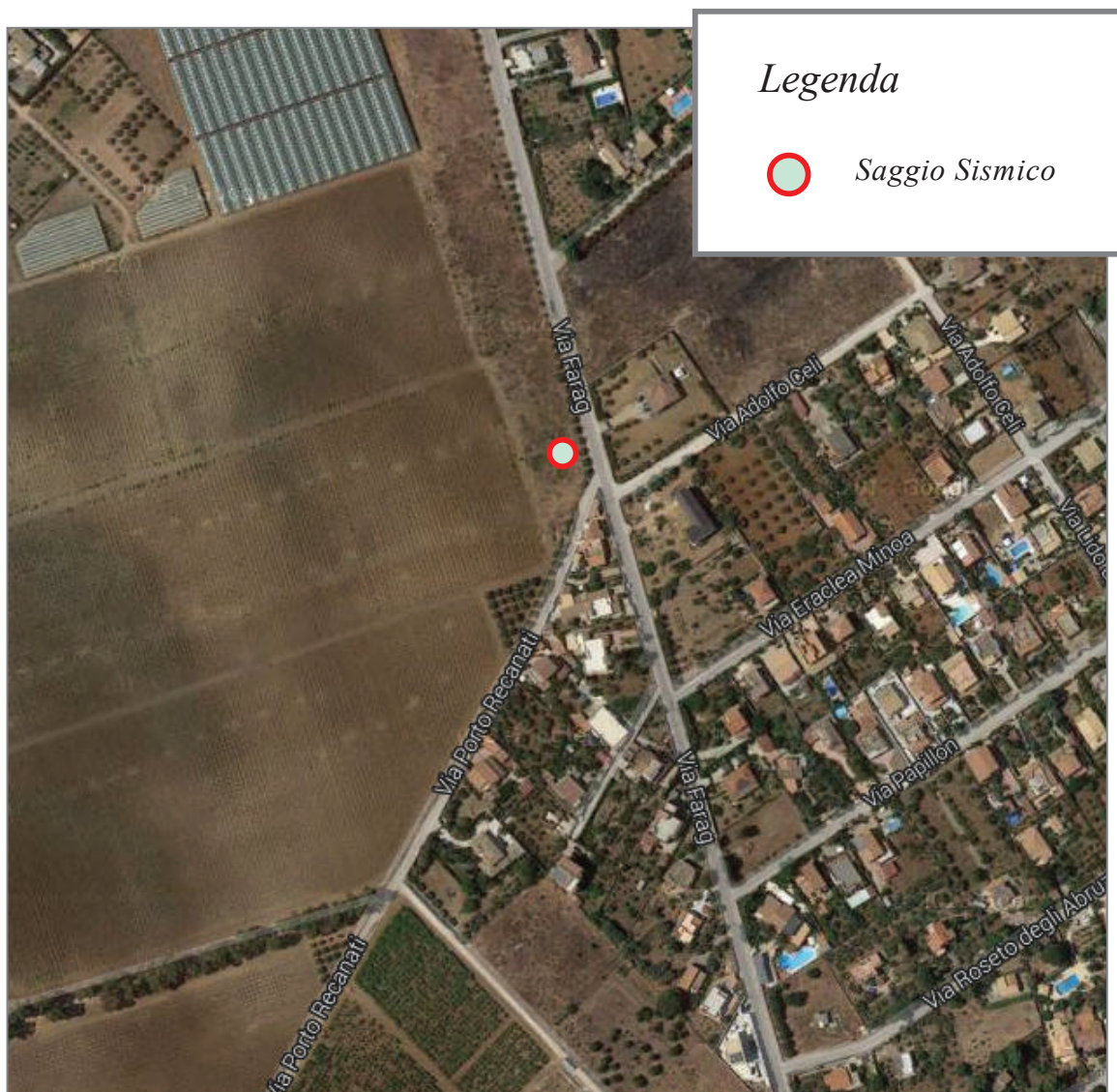


FOTO INDAGINE



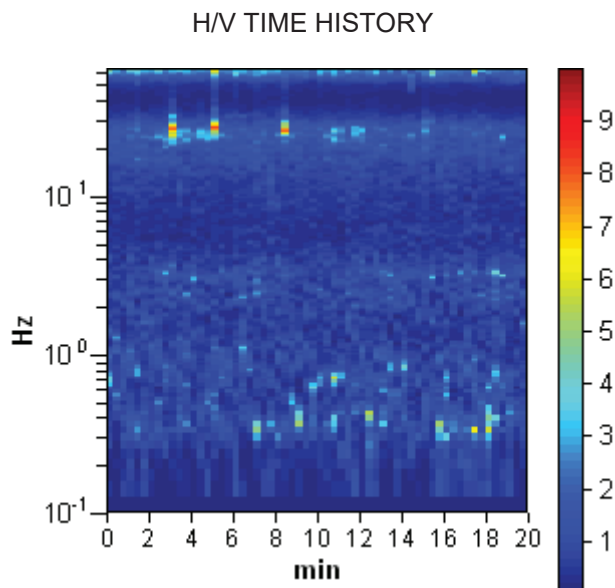
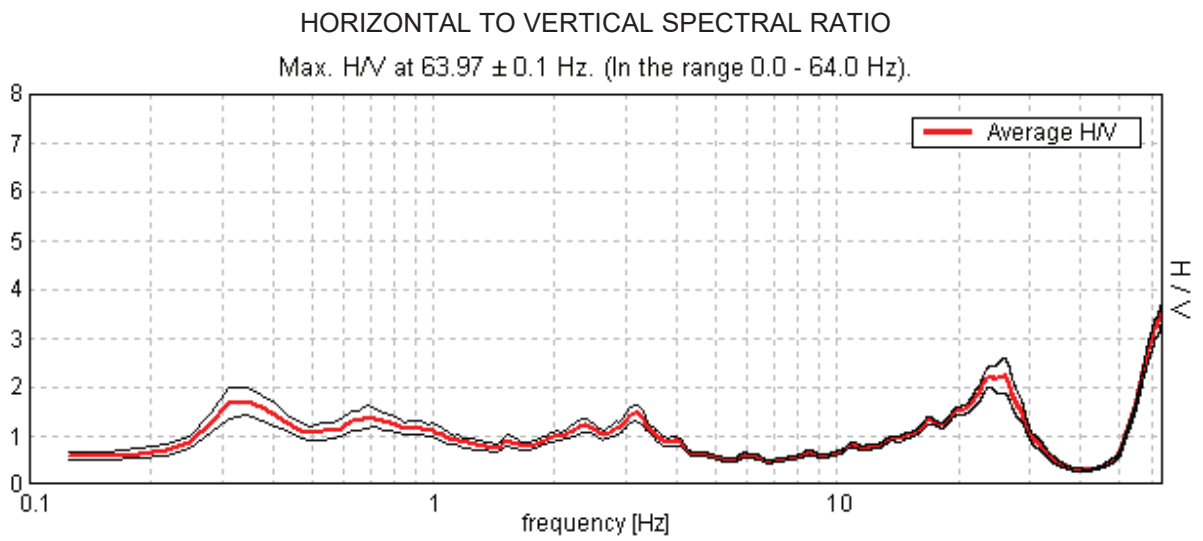
PLANIMETRIA INDAGINE



Agnello Salvatore & altri, C/da Cannatello Agrigento.

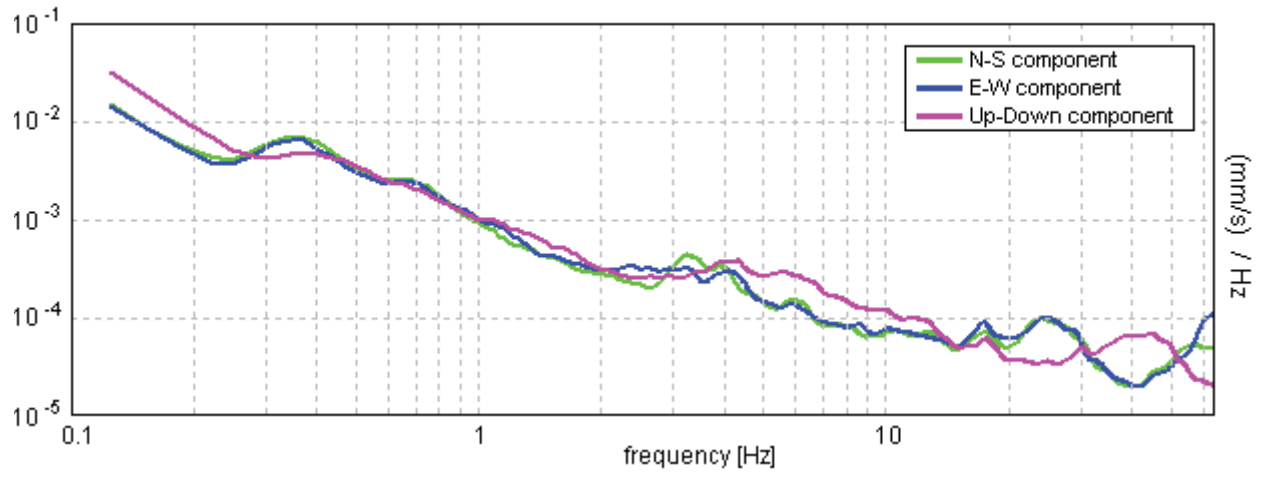
Start recording: 22/02/10 17:00:14 End recording: 22/02/10 17:20:15
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
 Sampling frequency: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing window: Triangular window
 Smoothing: 5%



Studio di Geologia e Geotecnica Dott. G.ppe Avenia

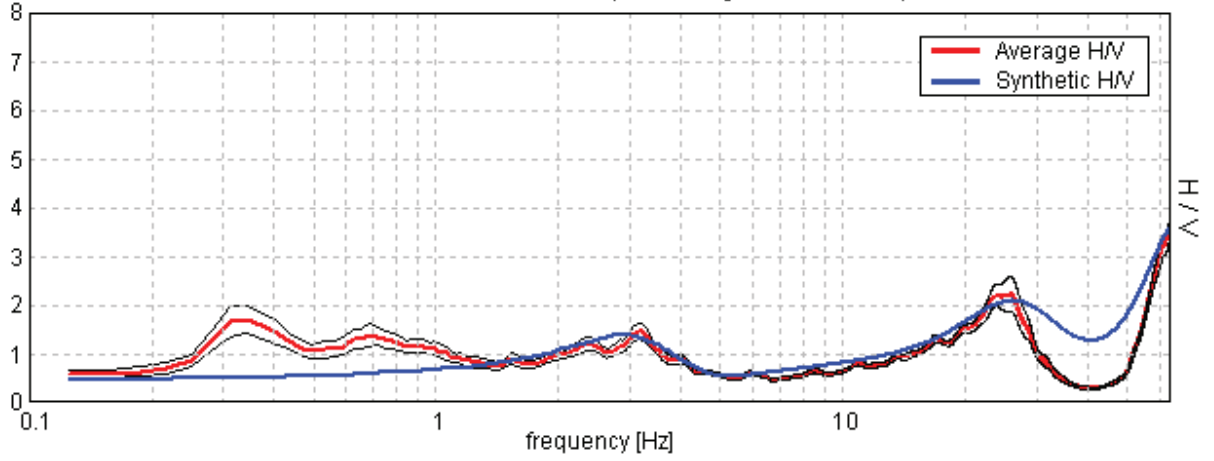
SINGLE COMPONENT SPECTRA



Studio di Geologia e Geotecnica Dott. G.ppe Avenia

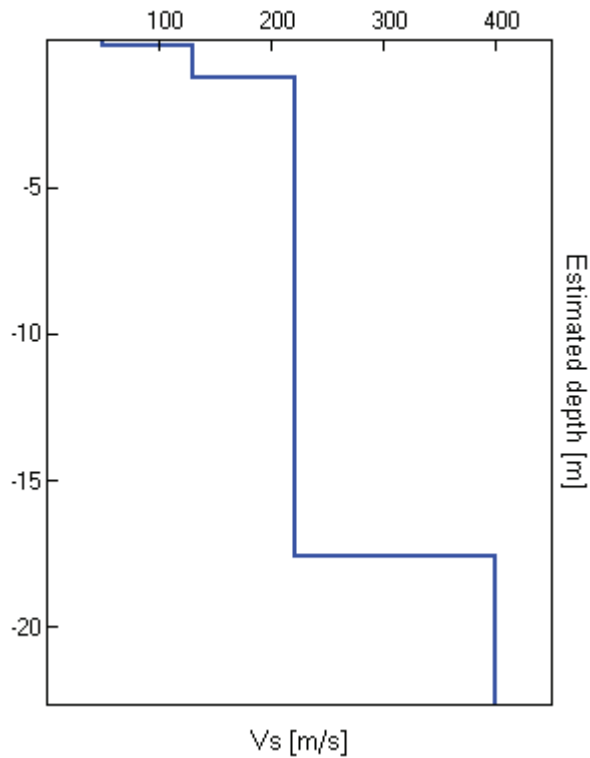
EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 63.97 ± 0.1 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.20	0.20	50
1.26	1.06	130
17.61	16.35	222
inf.	inf.	400

Vs(1.5-31.5)=280m/s



Max. H/V at 63.97 ± 0.1 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$63.97 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$76762.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1026 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	55.531 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$		OK	
$A_0 > 2$	$3.61 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00078 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04973 < 3.19844$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1111 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SCHEMA RIASSUNTIVO DELLA CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Zona Sismica : 2

$V_{S30} = 280 \text{ m/s}$

Accelerazione orizzontale : $A_g = 0,25$

Categoria suolo : Tipo C

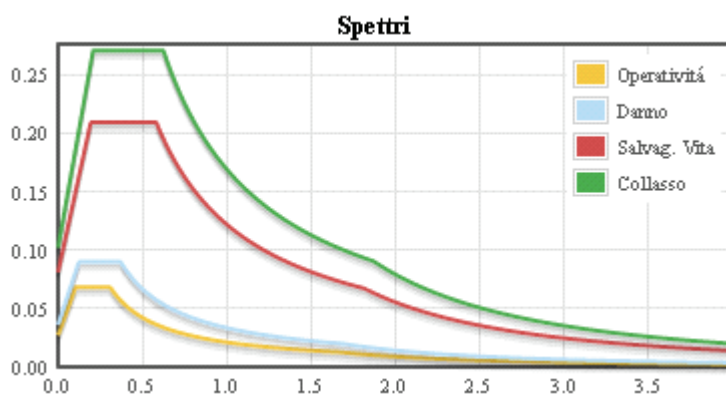
Spettro di risposta al suolo

$S = 1,25$

$T_B = 0,15$

$T_c = 0,5$

$T_D = 2$



Frequenza di risonanza suolo

$F_r = 63.97 \pm 0.1 \text{ Hz.}$ (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Indice Liquefazione $F_s = 1,32$ Verificato

Amplificazione Topografica : T1 inclinazione media = 15°

CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA

Legenda

V_{s30} m/s

Categoria C

> 180-360

Terrazzi marini

> 180-360

Argille Plioceniche

< 180

Categoria D

Depositi Alluvionali



Area interessata

CATEGORIE SUOLO

Cat. A

Formazioni litorali o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m;
Fattore di incremento $S = 1.00$;

Cat. B

Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, 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 fra 360 m/s e 800 m/s;
Fattore di incremento $S = 1.25$;

Cat. C

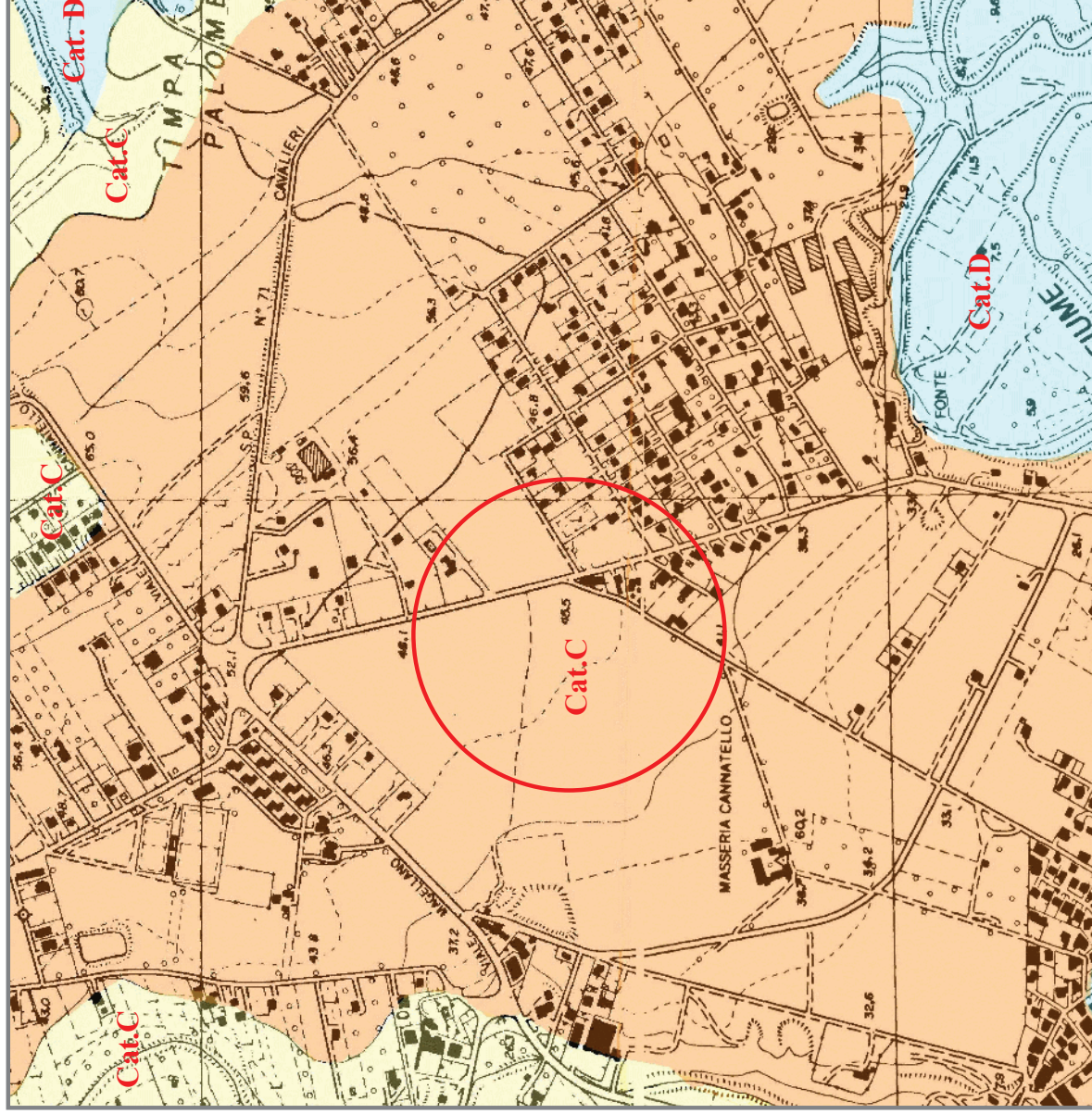
Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/s;
Fattore di incremento $S = 1.25$;

Cat. D

Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s;
Fattore di incremento $S = 1.35$;

Cat. E

Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litorali (granulari o coesivi), con valori di V_{s30} simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_{s30} < 800$ m/s;
Fattore di incremento $S = 1.25$;

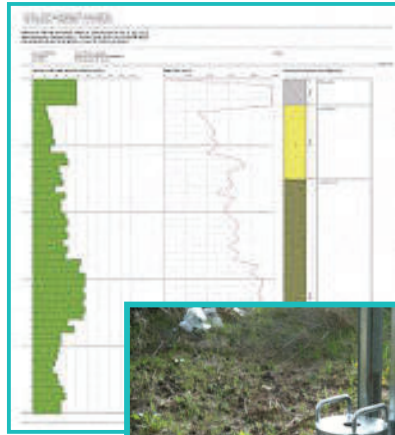


**Studio di Geologia e Geotecnica
Dott. Geol. Giuseppe Avenia**

Consulente nello Studio di Impatto Ambientale

**via Dante, 206 Agrigento
Tel. 0922 - 27367-603401**

GeoLog



PROVE PENETROMETRICHE

IL GEOLOGO

Ordine Reg. Ia dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 664 dell'Albo

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Giuseppe Avenia', written over a dotted background.

PLANIMETRIA INDAGINE

Legenda

① Prova penetrometrica



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Agnello Salvatore & altri
Cantiere: C/da Cannatello
Località: Agrigento

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	21Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10cm ²
Lunghezza delle aste	1m
Peso aste a metro	2.9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.761
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60°

IL GEOLOGO

Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia
Dott. Geol. GIUSEPPE AVENIA
N° 664 dell'Albo

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

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

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

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

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

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

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

penetrometri in uso in Italia

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

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² 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 $A=10$ cm² 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 $A=20.27$ cm² 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 $A = 20$ cm², 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;
- δ = 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 (δ/N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa/\sigma'_{vo})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_T \times C_d$$

ER/60: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

C_s : Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

C_d : Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

C_T : Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

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

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

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

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

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

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

Media

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

Media minima

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

Massimo

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

Minimo

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

Scarto quadratico medio

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

Media deviata

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

Media + s

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

Media - s

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

Distribuzione normale R.C.

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

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

dove $s_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

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

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

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

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

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 10/02/2014
 Profondità prova 3.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	2	0.857	5.72	6.68	0.29	0.33
0.20	3	0.855	8.56	10.02	0.43	0.50
0.30	7	0.853	19.93	23.38	1.00	1.17
0.40	5	0.851	14.21	16.70	0.71	0.83
0.50	8	0.849	22.68	26.72	1.13	1.34
0.60	7	0.847	19.80	23.38	0.99	1.17
0.70	8	0.845	22.58	26.72	1.13	1.34
0.80	15	0.793	39.74	50.09	1.99	2.50
0.90	18	0.792	45.15	57.04	2.26	2.85
1.00	18	0.790	45.05	57.04	2.25	2.85
1.10	21	0.738	49.11	66.55	2.46	3.33
1.20	20	0.786	49.83	63.38	2.49	3.17
1.30	21	0.735	48.88	66.55	2.44	3.33
1.40	22	0.733	51.09	69.72	2.55	3.49
1.50	22	0.731	50.98	69.72	2.55	3.49
1.60	23	0.730	53.18	72.89	2.66	3.64
1.70	23	0.728	53.06	72.89	2.65	3.64
1.80	24	0.726	55.24	76.06	2.76	3.80
1.90	21	0.725	45.89	63.32	2.29	3.17
2.00	21	0.723	45.79	63.32	2.29	3.17
2.10	21	0.722	45.69	63.32	2.28	3.17
2.20	22	0.720	47.77	66.33	2.39	3.32
2.30	23	0.719	49.83	69.35	2.49	3.47
2.40	24	0.717	51.89	72.36	2.59	3.62
2.50	25	0.716	53.95	75.38	2.70	3.77
2.60	27	0.714	58.14	81.41	2.91	4.07
2.70	32	0.663	63.95	96.48	3.20	4.82
2.80	24	0.711	51.48	72.36	2.57	3.62
2.90	23	0.710	46.96	66.13	2.35	3.31
3.00	24	0.709	48.91	69.01	2.45	3.45

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.01	3.00	Terzaghi-Peck	0.85

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.01	3.00	Robertson (1983)	34.02

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.01	3.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.01	3.00	Meyerhof ed altri	1.92

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Copertura degradata	4.35	0.70	4.35	Meyerhof (1965)	10.4

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Copertura degradata	4.35	0.70	4.35	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Copertura degradata	4.35	0.70	4.35	Meyerhof ed altri	1.51

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Copertura degradata	4.35	0.70	4.35	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - Copertura degradata	4.35	0.70	4.35	Ohsaki (Sabbie pulite)	258.88

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Copertura degradata	4.35	0.70	4.35	Robertson 1983	8.70

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 10/02/2014
 Profondità prova 3.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	1	0.857	2.86	3.34	0.14	0.17
0.20	5	0.855	14.27	16.70	0.71	0.83
0.30	8	0.853	22.78	26.72	1.14	1.34

0.40	9	0.851	25.57	30.06	1.28	1.50
0.50	7	0.849	19.84	23.38	0.99	1.17
0.60	8	0.847	22.63	26.72	1.13	1.34
0.70	9	0.845	25.40	30.06	1.27	1.50
0.80	8	0.843	22.53	26.72	1.13	1.34
0.90	16	0.792	40.13	50.70	2.01	2.54
1.00	17	0.790	42.55	53.87	2.13	2.69
1.10	19	0.788	47.45	60.21	2.37	3.01
1.20	20	0.786	49.83	63.38	2.49	3.17
1.30	21	0.735	48.88	66.55	2.44	3.33
1.40	21	0.733	48.77	66.55	2.44	3.33
1.50	22	0.731	50.98	69.72	2.55	3.49
1.60	23	0.730	53.18	72.89	2.66	3.64
1.70	24	0.728	55.36	76.06	2.77	3.80
1.80	24	0.726	55.24	76.06	2.76	3.80
1.90	23	0.725	50.26	69.35	2.51	3.47
2.00	22	0.723	47.97	66.33	2.40	3.32
2.10	21	0.722	45.69	63.32	2.28	3.17
2.20	22	0.720	47.77	66.33	2.39	3.32
2.30	29	0.719	62.83	87.44	3.14	4.37
2.40	35	0.667	70.40	105.53	3.52	5.28
2.50	25	0.716	53.95	75.38	2.70	3.77
2.60	23	0.714	49.53	69.35	2.48	3.47
2.70	23	0.713	49.43	69.35	2.47	3.47
2.80	24	0.711	51.48	72.36	2.57	3.62
2.90	24	0.710	49.00	69.01	2.45	3.45
3.00	24	0.709	48.91	69.01	2.45	3.45

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.37	3.00	Terzaghi-Peck	0.87

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.37	3.00	Robertson (1983)	34.74

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.37	3.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.37	3.00	Meyerhof ed altri	1.92

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Copertura degradata	5.24	0.80	5.24	Meyerhof (1965)	10.77

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Copertura degradata	5.24	0.80	5.24	Schmertmann (1978) (Sabbie)	41.92

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Copertura degradata	5.24	0.80	5.24	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Copertura degradata	5.24	0.80	5.24	Meyerhof ed altri	1.55

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Copertura degradata	5.24	0.80	5.24	(A.G.I.)	0.34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - Copertura degradata	5.24	0.80	5.24	Ohsaki (Sabbie pulite)	308.38

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Copertura degradata	5.24	0.80	5.24	Robertson 1983	10.48

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 10/02/2014
 Profondità prova 3.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	1	0.857	2.86	3.34	0.14	0.17
0.20	5	0.855	14.27	16.70	0.71	0.83
0.30	8	0.853	22.78	26.72	1.14	1.34
0.40	8	0.851	22.73	26.72	1.14	1.34
0.50	9	0.849	25.51	30.06	1.28	1.50
0.60	8	0.847	22.63	26.72	1.13	1.34
0.70	9	0.845	25.40	30.06	1.27	1.50
0.80	11	0.843	30.98	36.73	1.55	1.84
0.90	12	0.842	32.00	38.03	1.60	1.90
1.00	19	0.790	47.55	60.21	2.38	3.01

1.10	18	0.788	44.95	57.04	2.25	2.85
1.20	20	0.786	49.83	63.38	2.49	3.17
1.30	21	0.735	48.88	66.55	2.44	3.33
1.40	20	0.783	49.62	63.38	2.48	3.17
1.50	21	0.731	48.66	66.55	2.43	3.33
1.60	22	0.730	50.86	69.72	2.54	3.49
1.70	21	0.728	48.44	66.55	2.42	3.33
1.80	20	0.776	49.20	63.38	2.46	3.17
1.90	22	0.725	48.07	66.33	2.40	3.32
2.00	23	0.723	50.15	69.35	2.51	3.47
2.10	24	0.722	52.22	72.36	2.61	3.62
2.20	27	0.720	58.62	81.41	2.93	4.07
2.30	31	0.669	62.49	93.47	3.12	4.67
2.40	25	0.717	54.06	75.38	2.70	3.77
2.50	22	0.716	47.47	66.33	2.37	3.32
2.60	23	0.714	49.53	69.35	2.48	3.47
2.70	24	0.713	51.58	72.36	2.58	3.62
2.80	24	0.711	51.48	72.36	2.57	3.62
2.90	24	0.710	49.00	69.01	2.45	3.45
3.00	23	0.709	46.87	66.13	2.34	3.31

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.18	3.00	Terzaghi-Peck	0.86

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.18	3.00	Robertson (1983)	34.36

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.18	3.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[2] - Argille sabbioso-conglomeratiche	17.18	3.00	Meyerhof ed altri	1.92

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Copertura degradata	6	0.90	6	Meyerhof (1965)	10.09

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Copertura degradata	6	0.90	6	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Copertura degradata	6	0.90	6	Meyerhof ed altri	1.58

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Copertura degradata	6	0.90	6	(A.G.I.)	0.34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - Copertura degradata	6	0.90	6	Ohsaki (Sabbie pulite)	350.25

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Copertura degradata	6	0.90	6	Robertson 1983	12.00

