

COMUNE DI PALERMO

RELAZIONE GEOLOGICA

REDATTA AI SENSI DELLA CIRCOLARE A.R.T.A. PROT. N. 28807 DEL
20.06.2014

CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO

DIREZIONE EDILIZIA E BENI CULTURALI

*Richiesta di variante urbanistica relativa al "Progetto per
la riqualificazione e trasformazione in complesso scola-
stico polivalente dell'ex sede compartimentale delle Poste
Italiane s.p.a. sita in Palermo, Via Cirincione".*

Palermo
Agosto 2021



REGIONE SICILIANA
ASSESSORATO LAVORI PUBBLICI UFFICIO DEL GEOM. CIVILE DI PALERMO

Visto il comma dell'Art. 10 della legge 472-1974 n.04
con le prescrizioni di cui alla nota di pari numero e data
Palermo il 10/08/2021

Il Geologo
Dott. Carlo Cibella



Carlo Cibella

ETNOGONER / CAPO
001-1111111111

CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO

DIREZIONE EDILIZIA E BENI CULTURALI

Richiesta di variante urbanistica relativa al “Progetto per la riqualificazione e trasformazione in complesso scolastico polivalente dell'ex sede compartimentale delle Poste Italiane S.p.a. sita in Palermo, Via Cirincione”.

RELAZIONE GEOLOGICA

I. PREMESSA

Dietro incarico della Città Metropolitana di Palermo é stato redatto il presente studio ai sensi della circolare A.R.T.A. prot. n. 28807 del 20.06.2014, che abroga e sostituisce la circolare prot. n. 57027 del 15.10.2012, nell'ambito del “progetto di riqualificazione e trasformazione in complesso scolastico dell'ex sede compartimentale delle Poste Italiane Spa, sito in Palermo Via Cirincione nel Quartiere Brancaccio, affidamento incarico n° 2852 del 26/07/2021.

Descrizione dello stato di fatto

L'immobile oggetto del presente studio è costituito da un complesso edilizio che insiste su un'area di sedime di circa 13.000 mq., interamente recintata; il complesso si articola su sei edifici a pianta rettangolare disposti parallelamente fra loro.

Gli edifici si sviluppano su un piano seminterrato che li collega quasi tutti ed uno o tre piani fuori terra; in particolare l'edificio A si compone, oltre del piano seminterrato, di un piano rialzato, di piano primo e secondo; l'edificio B di un piano rialzato; l'edificio C, di piano rialzato, primo e secondo; l'edificio D di piano rialzato e di piano primo; l'edificio E di piano rialzato e piano primo; l'edificio F di piano rialzato.

I corpi di fabbrica descritti sono stati prevalentemente utilizzati come aree per attività operative e spazi per uffici.

Gli edifici sono collegati tra loro da vie carrabili, rampe e piazzali di sosta.

Le strutture portanti degli edifici risultano del tipo intelaiato in c.a. con copertura piana e non praticabile; le travi principali sono realizzate in travi tipo REP ad unica campata; tale tipo di struttura consente una maggiore flessibilità per l'adattamento degli immobili ad altre destinazioni d'uso ed in particolare per la trasformazione ai fini scolastici.

Il rilievo strutturale del complesso, così come la campagna d'indagini puntuali effettuate sulle strutture hanno permesso di far emergere la tipologia e lo stato dell'esistente e quindi elaborare un progetto che tenga conto delle sue caratteristiche strutturali.

Da un primo esame è emerso che le strutture non si presentano in buone condizioni manutentive; le strutture portanti orizzontali di collegamento tra piano seminterrato e piano rialzato, fra l'altro maggiormente esposte agli agenti atmosferici, presentano degli ammaloramenti nei travetti; sono evidenti i segni di degrado strutturale nell'edificio A (corpo scala), con ammaloramento diffuso nei calcestruzzi e nei ferri delle strutture ispezionabili, così come nei cornicioni e nelle fasce marcapiano di tutti i prospetti.

Proposta progettuale

L'area di intervento si sviluppa tra le due vie, quasi parallele, di via Paniel e di via Cirrincione. Il progetto di riqualificazione dell'area del presente progetto definitivo prevede la demolizione delle costruzioni esistenti del complesso ex Poste e la sostituzione con altre di nuova realizzazione consistenti in n. 4 corpi di fabbrica, aventi stessa tipologia e dimensioni, un auditorium e una pensilina esterna.

Gli edifici scolastici si sviluppano sulle aree attualmente identificate dalle palazzine esistenti, tranne che per poche variazioni, mentre alcuni corpi bassi saranno demoliti e le loro aree lasciate disponibili per spazi esterni per attività sportive, parcheggi e spazi di connessione.

L'edificio tipo si compone di 3 corpi indipendenti fra di essi giuntati, ovvero un corpo cosiddetto "centrale" e due corpi "laterali", esattamente speculari rispetto al corpo centrale. Sia il corpo centrale che i corpi laterali sono a quattro elevazioni fuori terra e presentano altezze d'interpiano uguali, pari rispettivamente a 4.05 m (primo livello) e 3.35 m (secondo, terzo e quarto livello). Tali altezze sono da intendersi computate al "rustico", da estradosso solaio ad estradosso solaio sovrastante. Lo spessore del giunto sismico è pari a 20 cm.

Il corpo laterale è previsto con struttura intelaiata in c.a. e fondazioni dirette costituite da un graticcio di travi rovesce. La configurazione planimetrica è rettangolare (con una rientranza sul corpo scala esterno), con dimensioni di massimo ingombro in pianta $28.80 \text{ m} \times 13.10 \text{ m}$.

Anche il corpo centrale è previsto con struttura intelaiata in c.a. e fondazioni dirette costituite da una platea "nervata". La configurazione planimetrica è inscritta in un rettangolo di dimensioni $14.60 \text{ m} \times 10.60 \text{ m}$ e si caratterizza per la "cuspid" centrale sul prospetto d'ingresso.

Tutti i solai di piano e di copertura sono previsti in latero-cemento di spessore $H=20+5 \text{ cm}$, con travetti prefabbricati precompressi tipo 9/12.

Le palazzine hanno sviluppo in lunghezza totale di $68,50 \text{ m}$, mentre di larghezza per $14,60 \text{ m}$.

In altezza si sviluppano per 4 livelli fuori terra, per una altezza complessiva di $14,10 \text{ m}$.

L'auditorium, di dimensioni in pianta pari a $17.70 \times 22.50 \text{ m}$ ed altezza pari a 4.70 m , avrà struttura intelaiata con fondazioni dirette.

La fondazione, del tipo diretto, sarà realizzata con platea nervata di spessore pari a 40 cm e nervature, longitudinali e trasversali, di dimensione $30 \times 120 \text{ cm}$; in corrispondenza di ogni colonna sarà realizzato un dado in calcestruzzo armato di dimensioni pari a $110 \times 110 \times 120 \text{ cm}$.

Si prevede la realizzazione di una pensilina esterna per l'accesso all'auditorium tra gli edifici denominati "A" e "B". La pensilina, di dimensioni in pianta pari a $18.00 \times 12.20 \text{ m}$ ed altezza pari a 5.30 m , sarà sorretta da n. 6 colonne, ed avrà struttura in carpenteria metallica e copertura in lamiera grecata.

Per la particolare destinazione che avrà l'immobile, considerato il carattere di pubblica utilità che riveste l'intervento e l'interesse sovracomunale, il progetto andrà in variante urbanistica, (semplificate per la zona F15 e non semplificate per la zona A2), secondo le procedure della L.65/81 che consentono la presentazione del progetto in variante urbanistica per l'adattamento del complesso immobiliare.

Scopo dello studio è stato quello di verificare l'assetto geomorfologico, geologico-strutturale dell'area in esame, accertando in particolare se nel sito in progetto esistono caratteristiche geomorfologiche e geologiche tali da garantire la stabilità delle opere previste in progetto. Inoltre sulla base delle informazioni e dei dati raccolti in sito, dall'esame delle carte del Piano di Stralcio di Bac-

no per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e dalle informazioni desunte dagli Strumenti Urbanistici Attuativi, è stata verificata l'eventuale presenza di prescrizioni e indicazioni esecutive all'interno del sito di progetto con rappresentazione cartografica a scala 1:2.000.

In una prima fase abbiamo, quindi, organizzato il nostro lavoro eseguendo un sopralluogo al fine di studiare una zona più vasta rispetto a quella direttamente interessata dal progetto per inquadrare, in una più ampia visione geologica, la locale situazione geostrutturale.

Nostro interesse era, inoltre, quello di definire l'habitus geomorfologico e l'assetto idrogeologico concentrando l'attenzione sulle condizioni di stabilità dei versanti e sullo stato degli agenti morfogenetici attivi.

Per quanto riguarda la caratterizzazione stratigrafica locale, questa è stata appurata utilizzando i dati desunti dalle stratigrafie dei sondaggi geognostici S1 ed S2 e dei sondaggi sismici tipo Masw, denominati Masw 1 e Masw 2, effettuati nel sito in studio nell'ambito di lavori precedenti e forniti dal committente, la cui ubicazione è riportata nella carta geologica-geomorfologica facente parte del presente studio.

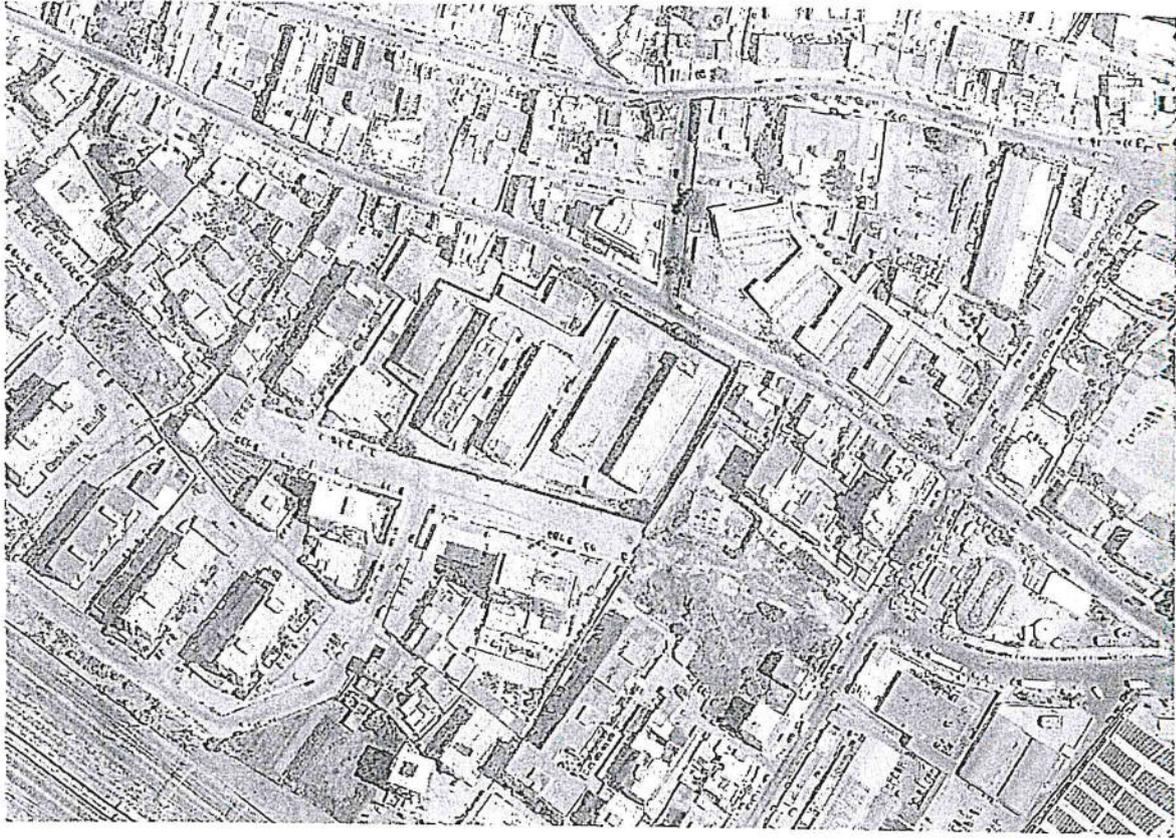
Con i dati in nostro possesso abbiamo redatto la presente Relazione Geologica che, così come prescrive la circolare A.R.T.A. n°3 - DRA prot. n. 28807 del 20.06.2014, contiene i seguenti elaborati, utilizzando come supporto topografico la cartografia tecnica delle Regione Siciliana:

- Corografia in scala 1:25.000;
 - Carta geologica, geomorfologica e delle indagini in scala 1:2.000;
 - Carta litotecnica in scala 1:2.000;
 - Carta delle Prescrizioni ed Indicazioni esecutive in scala 1:2.000;
 - Carta della pericolosità sismica in scala 1: 2.000;
 - Stralcio delle carte edite dall'A.R.T.A nell'ambito del P.A.I.;
 - Planimetria di progetto.
- *Nella carta geologica e geomorfologica e delle indagini sono stati indicati i terreni affioranti nell'area in studio evidenziati tramite il rilievo di superficie, prestando particolare attenzione alle caratteristiche giaciturali e alla stabilità dell'area. Inoltre, è indicata la tipologia e l'ubicazione delle indagini eseguite nelle aree di progetto.*
- *Nella carta litotecnica sono stati suddivisi i corpi litologici in funzione delle proprietà fisico-meccaniche desunte dalla letteratura esistente.*

- *Nella carta delle prescrizioni e indicazioni esecutive* vengono indicate le previsioni del Piano Regolatore Generale relativamente all'area all'interno della quale è ubicato il sito di progetto.

- *Nella carta della pericolosità sismica* sono stati accorpati i litotipi affioranti sulla base della categoria sismica (N.T.C. di cui al DM del 17/01/2018) e dei possibili fenomeni di amplificazione delle onde sismiche secondarie.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE SU ORTOFOTO



2. LINEAMENTI GEOLOGICI

La costituzione geologica della Piana di Palermo è data da un ampio terrazzo marino costituito da calcareniti bioclastiche di età pleistocenica note in letteratura come "Formazione calcarenitico-sabbiosa".

La continuità geologica della Piana è interrotta talora dalla presenza di spessi depositi di natura alluvionale abbandonati da antichi corsi d'acqua. I fiumi che un tempo scorrevano, oggi in gran parte non sono più visibili perché inghiottiti dall'intensa attività antropica che ha completamente stravolto l'antico assetto morfologico sul quale si è sviluppata la città di Palermo.

Un ulteriore litotipo che si riscontra nel sottosuolo, la cui presenza non è trascurabile, è caratterizzato dal terreno di riporto che localmente raggiunge spessori notevoli.

I terreni affioranti nell'area in studio sono costituiti dal *complesso calcarenitico*.

Le *calcareniti bioclastiche*, depositatesi durante una fase di trasgressione marina quaternaria, interessano largamente l'area in studio così come gran parte della piana costiera su cui si sviluppa la città di Palermo, raggiungendo la fascia pedemontana e coprendo un'estensione di circa 150 km².

Esse si presentano stratificate anche in spessi banchi oppure sottilmente laminate con una giacitura diretta verso la linea di costa attuale e mostrano spesso una stratificazione di tipo incrociata che denuncia una deposizione avvenuta in ambiente litorale.

Le calcareniti presentano localmente una matrice grossolana, altrove la matrice invece è a grana fine, ricca di sabbia quarzosa. Gli strati sono generalmente sottili con interposti livelli siltici, ma non è difficile osservare spessi banchi costituiti da clasti cementati aventi granulometria variabile nel range delle sabbie grossolane sino alle siltiti argillose.

Il sedimento è costituito da uno scheletro di origine carbonatica e raramente quarzosa con presenza di numerosi gusci fossilizzati di molluschi e lamellibranchi, ma sono frequenti intercalati livelli di natura argillosa.

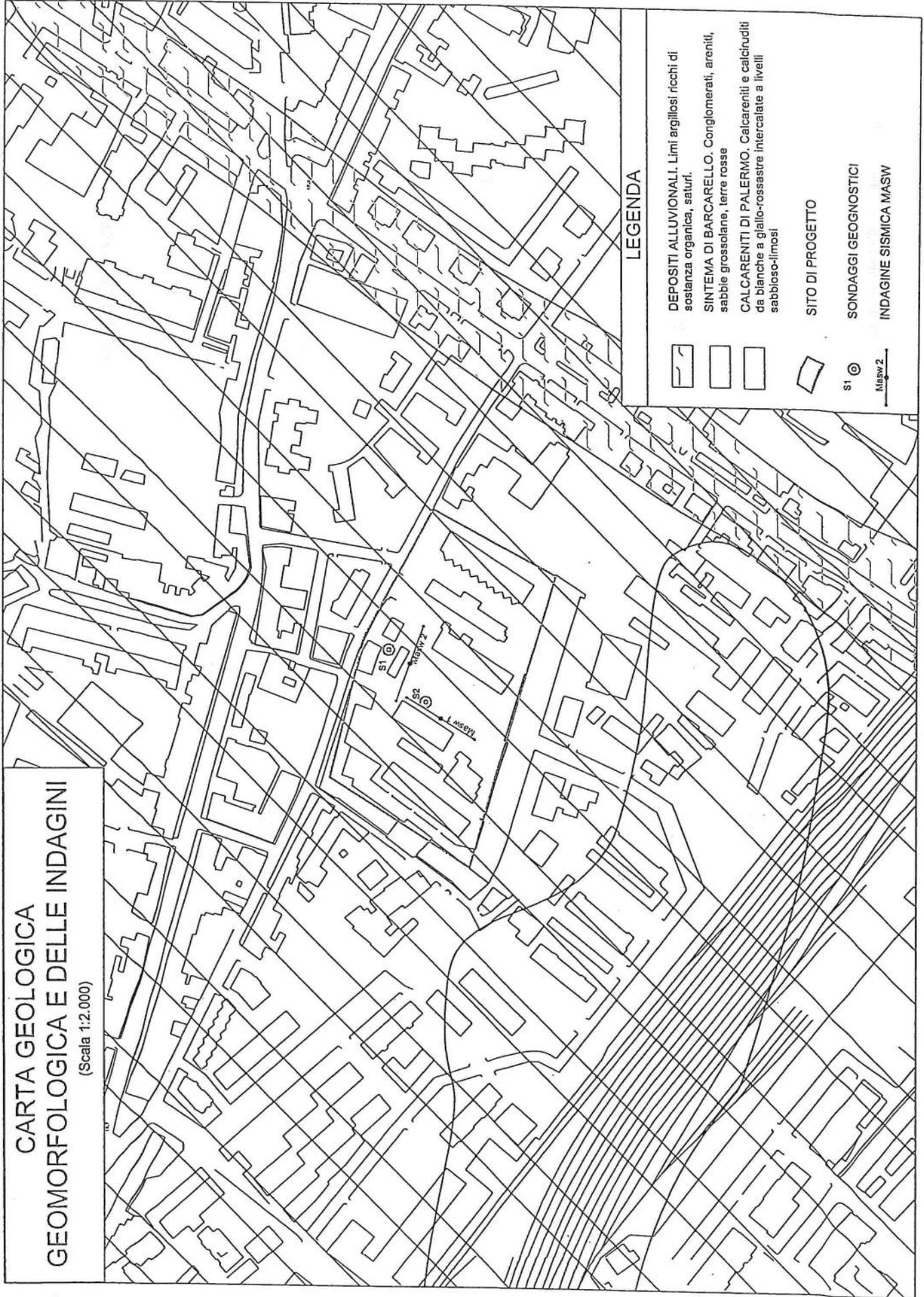
Frequentemente le calcareniti si presentano nodulari, con spazi internodulari riempiti da sabbie fini.

Il cemento di colore giallastro, che conferisce alla formazione tale tinta, è generalmente di natura carbonatica e di origine secondaria, dovuto cioè alla precipitazione di sali quali il carbonato

di calcio (CaCO_3) contenuti in forte concentrazione nei fluidi provenienti dall'infiltrazione delle acque meteoriche, che circolavano all'interno dei numerosi vuoti intergranulari.

Depositi limosi lacustri, sono costituiti da argille siltose grigiastre talvolta nerastre (torbose), ricche di sostanza organica, con frustoli carboniosi e rari ciottoli centimetrici, nonché da silt sabbioso – argilloso e fetido. Si rinvengono soprattutto a valle di importanti gruppi sorgentizi formanti specchi d'acqua dolce (Favara di Villabate e Favara di Maredolce), in corrispondenza di antichi ambienti lacustri evoluti a palustri e salmastri (area di Mondello) e nell'antico tratto terminale del torrente Passo di Rigano (zona dell'Ucciardone, al Borgo Vecchio). Lo spessore è variabile e presenta valori massimi compresi tra 3 e 5 m.

**CARTA GEOLOGICA
GEOMORFOLOGICA E DELLE INDAGINI**
(Scala 1:2.000)



LEGENDA

-  DEPOSITI ALLUVIONALI. Limi argillosi ricchi di sostanza organica, saturi.
-  SISTEMA DI BARCARELLO. Conglomerati, areniti, sabbie grossolane, terre rosse
-  CALCARENITI DI PALERMO. Calcareniti e calcinuditi da bianche a giallo-rossastre intercalate a livelli sabbioso-limosi
-  SITO DI PROGETTO
-  SONDAGGI GEOGNOSTICI
-  INDAGINE SISMICA MASW

3. CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Da un punto di vista geomorfologico l'area è costituita da un paesaggio molto regolare contraddistinto da terrazzi marini formatisi durante il Pleistocene e caratterizzati dall'affioramento della "Formazione Calcarenitica".

Le condizioni di stabilità dell'area sono ottime in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla mancanza assoluta di agenti geodinamici che possano in futuro turbare il presente equilibrio.

La totale mancanza di una rete idrografica superficiale è da mettere in relazione alla notevole permeabilità dei terreni che favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche e selvagge sottraendole al deflusso superficiale. Le acque infiltratesi vanno a costituire una falda freatica il cui livello si trova ad una profondità di oltre 20 metri dal piano di campagna.

Non si ritiene di eseguire verifiche di stabilità in quanto, essendo l'area pianeggiante, non è possibile l'instaurarsi di alcun movimento franoso e, quindi, si registrerebbero valori del coefficiente di sicurezza decisamente superiori ai minimi previsti dalla legge.

Sul sito non risultano gravare vincoli derivanti da pericolosità/rischio idraulico e geomorfologico, come confermato dal Piano Straordinario per il Rischio Idrogeologico - *Bacino del Fiume Oreto (039) ed area territoriale compresa tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) - Aggiornamento anno 2011* - che non inserisce tale area tra quelle interessate da dissesti, a rischio geomorfologico ed idraulico.

Nelle pagine successive si allegano gli stralci delle carte dei dissesti e del rischio e delle pericolosità geomorfologiche relative al bacino del Fiume Oreto nel quale ricade il sito di progetto, gli stralci delle carte della pericolosità e del rischio idraulico non sono state allegate non essendo il sito interessato da tali pericolosità.

4. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEI TERRENI

La serie stratigrafica locale è stata ricostruita tenendo conto dei dati desunti dalle stratigrafie dei Sondaggi S1, ed S2 effettuati nell'area in studio per lavori precedenti e forniti allo scrivente dal committente, le cui colonne stratigrafiche vengono di seguito riportate.

Nell'area in studio è stata individuata una sola litologia costituita dal complesso dei depositi calcarenitici sabbiosi. Di seguito si descrivono le caratteristiche macroscopiche e quelle fisico-meccaniche:

Complesso calcarenitico: nella parte superficiale risulta costituito da biocalcareni e biocalciruditi ben cementate, di colore giallastro, contenenti localmente diverse "cariature", ovvero cavità di modeste dimensioni (qualche centimetro) formatesi per processi di dissoluzione del carbonato di calcio, alternate a livelli sabbiosi e sabbio-limosi di colore bianco-giallastro.

Le caratteristiche meccaniche delle biocalcareni e biocalciruditi sono generalmente buone, dipendenti comunque dal grado di cementazione che è variabile e dalla quantità di "cariature" presenti. Da analisi di laboratorio eseguite su campioni prelevati nell'ambito di altri progetti risultano avere una resistenza alla compressione semplice compresa tra 50 e 150 Kg/cm².

Per quanto riguarda i parametri fisico-meccanici si possono utilizzare, in via cautelativa, i seguenti valori desunti dalla letteratura scientifica:

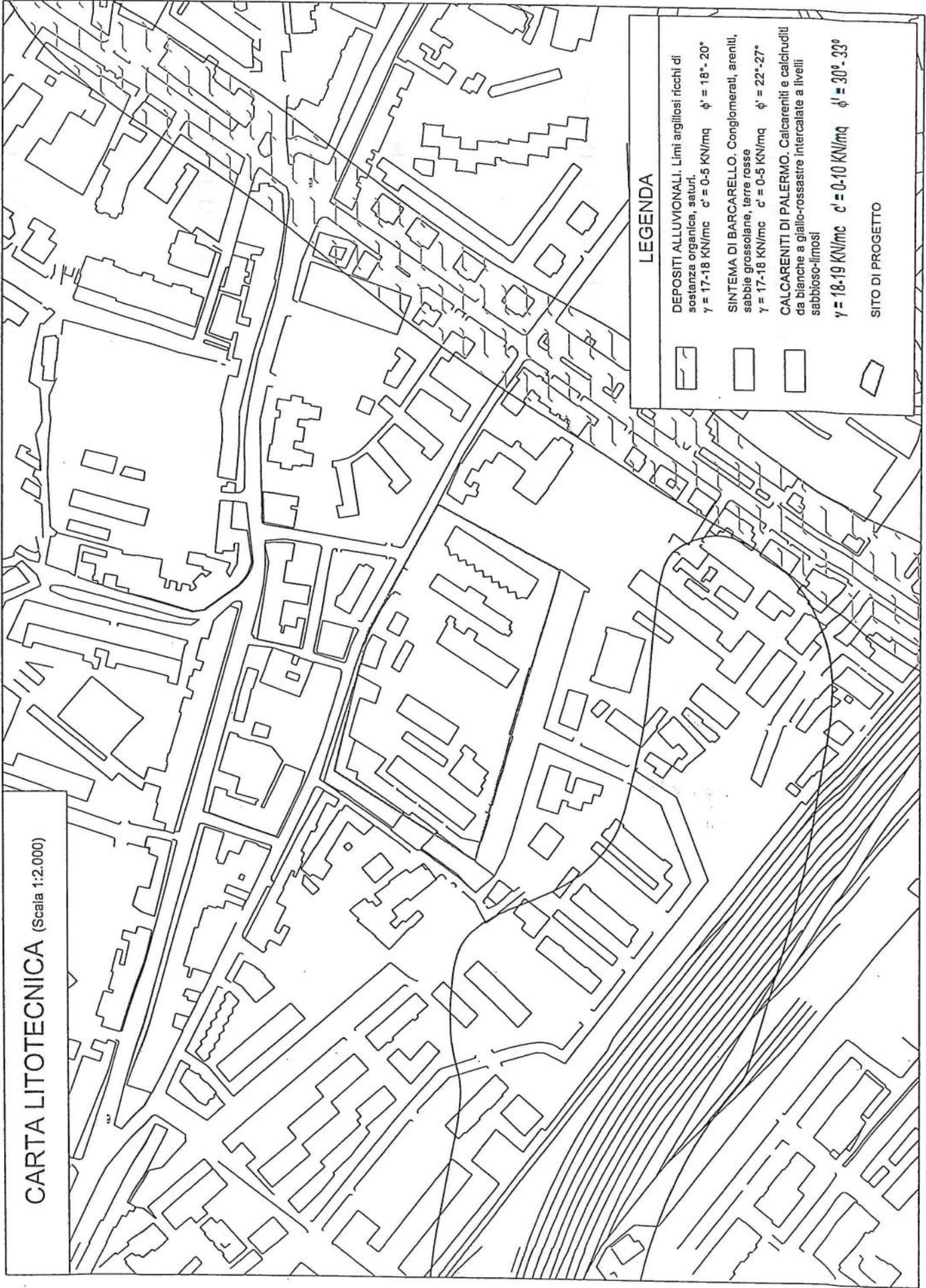
$$\gamma = 18-19 \text{ KN/m}^3$$

$$c' = 0-10 \text{ KN/m}^2$$

$$\varphi' = 30^\circ-33^\circ$$

Nella pagina successiva si allegano le colonne stratigrafiche dei sondaggi geognostici effettuati nell'area in studio.

CARTA LITOTECNICA (Scala 1:2.000)



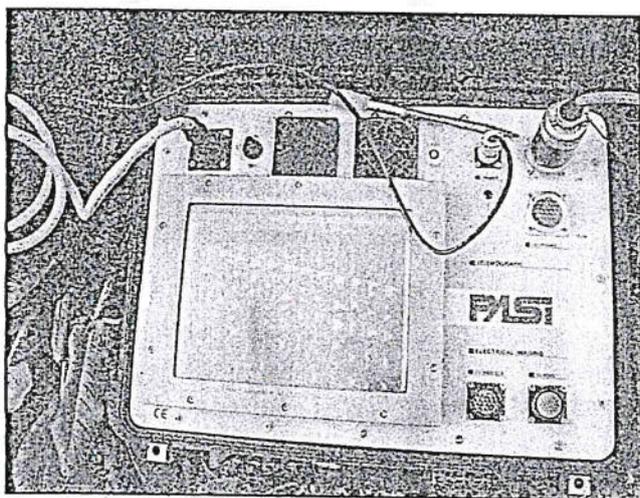
LEGENDA

- DEPOSITI ALLUVIONALI. Limi argillosi ricchi di sostanza organica, saturi.
 $\gamma = 17-18 \text{ KN/mc}$ $c' = 0-5 \text{ KN/mq}$ $\phi' = 18^\circ-20^\circ$
- SISTEMA DI BARCARELLO. Conglomerati, arenili, sabbie grossolane, terre rosse
 $\gamma = 17-18 \text{ KN/mc}$ $c' = 0-5 \text{ KN/mq}$ $\phi' = 22^\circ-27^\circ$
- CALCARENITI DI PALERMO. Calcareniti e calciruditi da bianche a giallo-rossastre intercalate a livelli sabbioso-limosi
 $\gamma = 18-19 \text{ KN/mc}$ $c' = 0-10 \text{ KN/mq}$ $\phi' = 30^\circ-33^\circ$
- SITO DI PROGETTO

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO e VALUTAZIONE DELLE PERICOLOSITA' SISMICHE LOCALI

Nel sito in esame sono stati acquisiti due profili sismici secondo la metodologia MASW.

Tale indagine ha avuto lo scopo di individuare le velocità di propagazione delle onde sismiche secondarie (onde S) all'interno dei terreni che costituiscono i primi 30 metri di sottosuolo, secondo la normativa vigente (D.M. 17/01/2018 e ss.mm.ii.)



La campagna di indagini geofisiche è stata articolata in due prospezioni sismiche, denominate Masw 1 e Masw 2, realizzate entrambe tramite la collocazione di 24 geofoni lungo un allineamento definito di 51 metri. I geofoni, commercializzati dalla PASI s.r.l., hanno una frequenza di 4,5 hz, sono stati posti con una equidistanza di due metri, mentre l'offset è stato posto a cinque metri dal primo geofono.

ofono.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato il sismografo digitale 16SG24N a 24 canali della PASI srl ad alta risoluzione, matricola n° 09036062N, in grado di registrare i segnali provenienti da geofoni a componente verticale e di permettere, grazie ad un software di elaborazione interno, un rapido controllo della qualità della registrazione, consentendo un processing preliminare dei dati in situ.

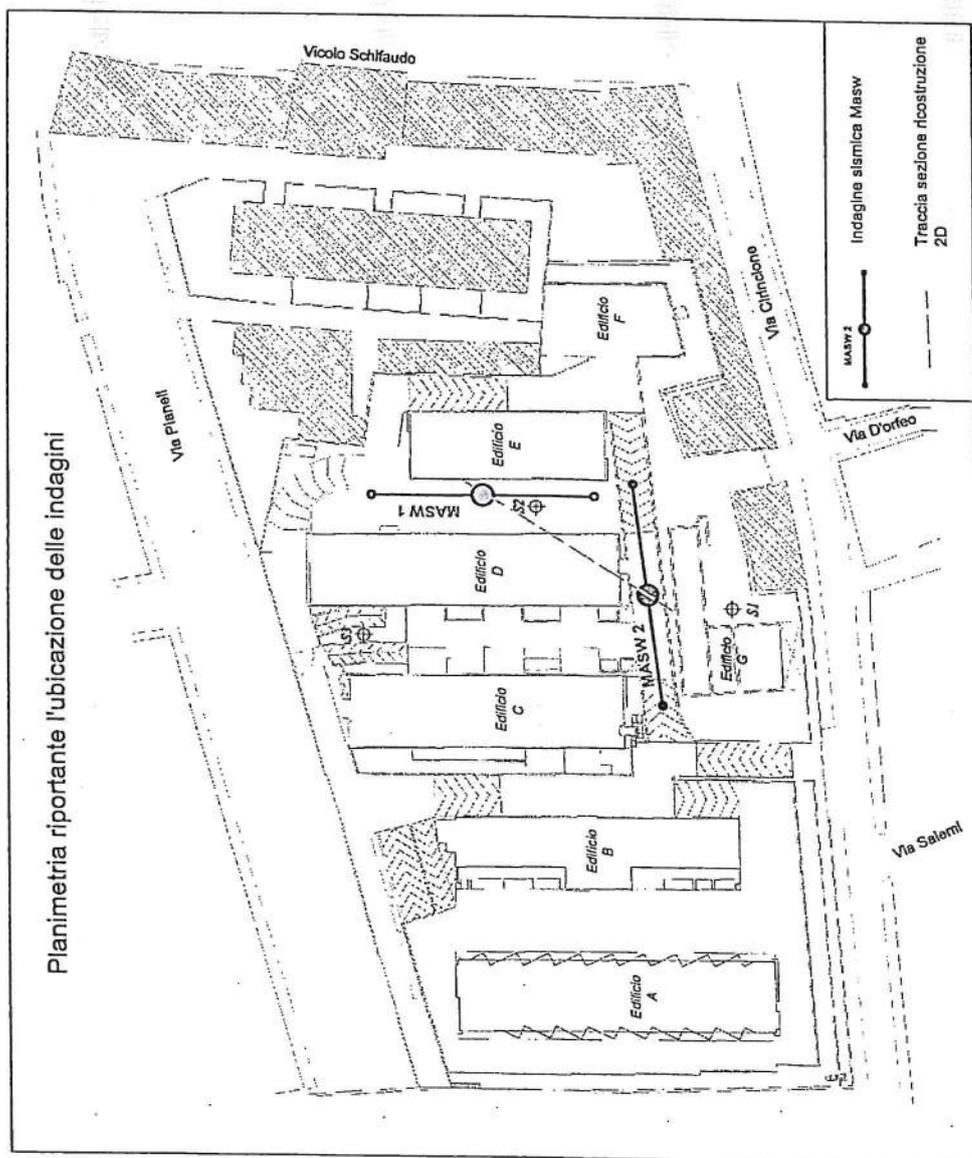
Il sismografo in questione costituisce la componente fondamentale dell'apparato di acquisizione dei dati. Si tratta di uno strumento digitale a 24 canali, dotato di un processore Pentium 266 Intel ad alta risoluzione, una frequenza massima di campionamento di 100.000 Hz, un convertitore Analogico/Digitale a 16 bit, una velocità massima di campionamento pari 16 ms e una risoluzione di acquisizione a 24 bit, con sovracampionamento e post-processing.

Le impostazioni dei parametri di acquisizione dello strumento vengono scelte in funzione del tipo di indagine eseguito, della lunghezza degli stendimenti, del grado di risoluzione ricercato,

delle condizioni ambientali rispetto alle fonti di rumore e tenendo conto della relativa uniformità delle successioni sedimentarie presenti nelle zone indagate.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza di battuta del peso di 8 kg con interruttore e starter battente su una piastra metallica che è stata utilizzata come dispositivo in grado di generare onde sismiche.

Di seguito si allega la planimetria riportante l'ubicazione dei sondaggi effettuati.



L'elaborazione e l'interpretazione dei dati sismici è stata eseguita con l'ausilio del software "WinMASW", prodotto dalla "Eliosoft", che consente di analizzare dati sismici (common-shot gathers) acquisiti in campagna in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della VS (velocità delle onde di taglio). Tale risultato viene ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW.

La procedura si sviluppa in tre operazioni svolte in successione:

1. acquisizione multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo costituito da 24 geofoni ed una sorgente sismica;
2. estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione);
3. inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle VS (un profilo verticale posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico).

I comuni metodi lineari forniscono, infatti, soluzioni che dipendono dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire; in altre parole, i metodi lineari hanno un'altissima probabilità di fallire indicando un modello errato della situazione reale.

Gli algoritmi evolutivi basati su metodologie di ottimizzazione di tipo "global search" (quali ad esempio gli algoritmi genetici) sono potenzialmente in grado di fornire indicazioni più complete e precise.

A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza. E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni. Il punto di forza del programma "winMASW" è quello di fornire risultati molto più robusti rispetto a quelli possibili con altre metodologie. La soluzione finale viene infine proposta con anche una stima della sua attendibilità (deviazioni standard) ottenuta grazie all'utilizzo di tecniche statistiche.

Entrando nel merito della elaborazione, per la determinazione del profilo verticale della VS (e quindi la VSeq) il primo passo riguarda la "Determinazione dello Spettro di Velocità" ed il "picking" della curva di dispersione. Successivamente si procede con la modellazione diretta o l'inversione della curva di dispersione interpretata dall'utente.

Una volta caricati i dati si procede con il calcolo dello spettro di velocità, e quindi si effettua il picking della curva di dispersione cioè la selezione dei punti che appartengono ad un certo modo di propagazione dell'onda superficiale. Successivamente, per ottenere il profilo verticale della VS, è necessario eseguire l'inversione della curva di dispersione precedentemente "piccata".

L'inversione viene effettuata grazie all'utilizzo di una solida tecnica di ottimizzazione (algoritmi genetici) che richiede un notevole impegno delle risorse di calcolo del computer. La contropartita è una soluzione più affidabile e una stima dell'attendibilità del modello ricavato (deviazioni standard).

Grazie alle conoscenze geologiche dell'area in esame, considerate le stratigrafie dei sondaggi realizzati all'interno del sito, si è stabilito per l'interpretazione dei dati acquisiti una modellistica a 3 strati. Le curve di dispersione relative ai due sondaggi sismici effettuati sono mostrate nelle schede allegate nelle pagine successive. Solo il modo fondamentale della curva è stato analizzato per la determinazione del parametro V_{seq} .

Le analisi dei profili sismici MASW hanno permesso la definizione di modelli 1D di velocità delle onde di taglio, localizzabili nei baricentri dello stendimento.

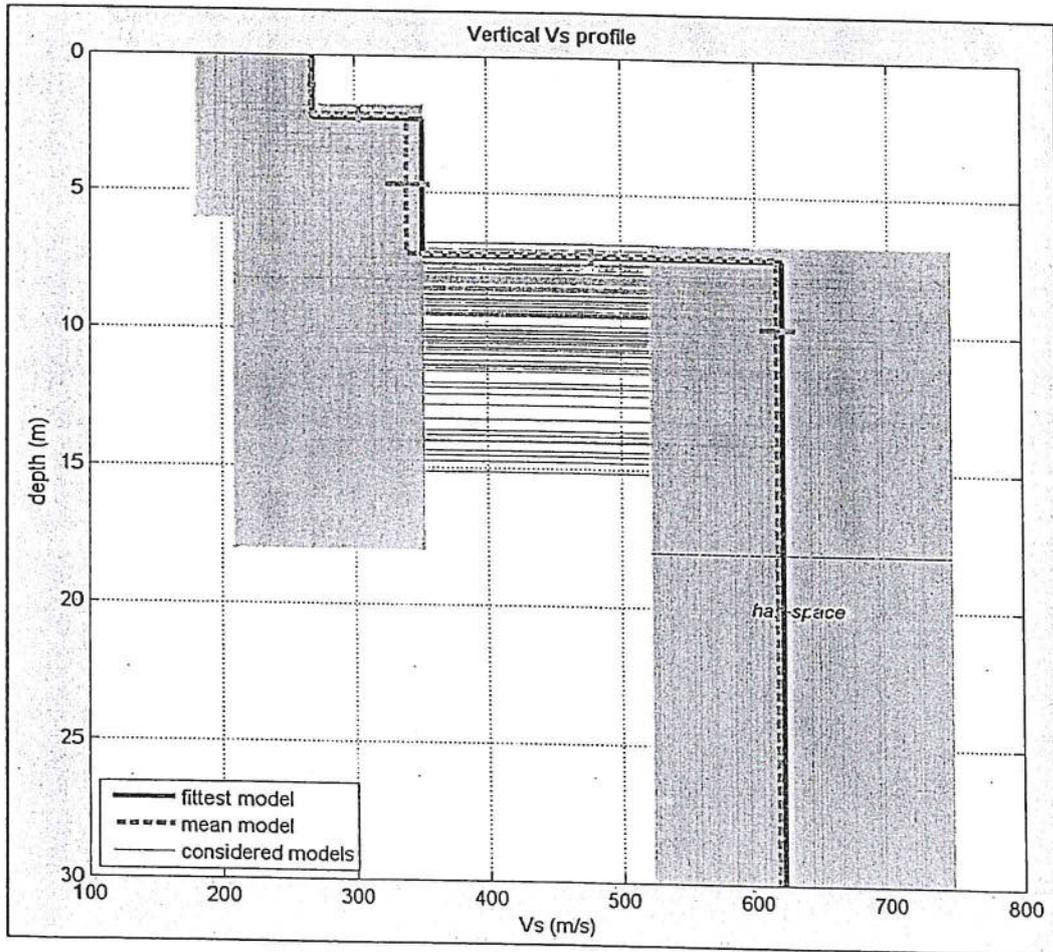
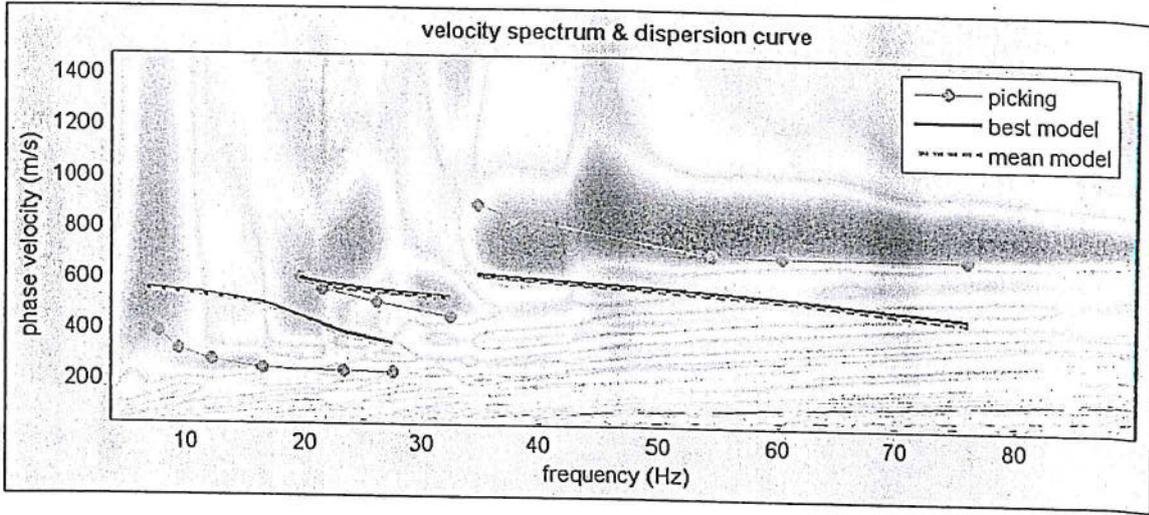
La profondità di penetrazione dell'indagine MASW è determinata dalla relazione tra velocità e frequenze rappresentate nella curva di dispersione. Strati più profondi influenzano, infatti, frequenze inferiori (lunghezze d'onda maggiori) e di conseguenza sarà la frequenza più bassa a determinare la massima profondità di penetrazione (da cui l'importanza di generare un segnale con una sufficiente quantità di energia anche alle frequenze più basse). Questo valore è determinato attraverso l'approssimazione $\lambda/2.5$ ed è, quindi, chiaramente solo indicativo. Infatti, è bene precisare che, a causa della variazione dei parametri fisico - meccanici (porosità, contenuto d'acqua, grado di fatturazione, ecc.), non sempre gli spessori sismostratigrafici coincidono con gli spessori litologici.

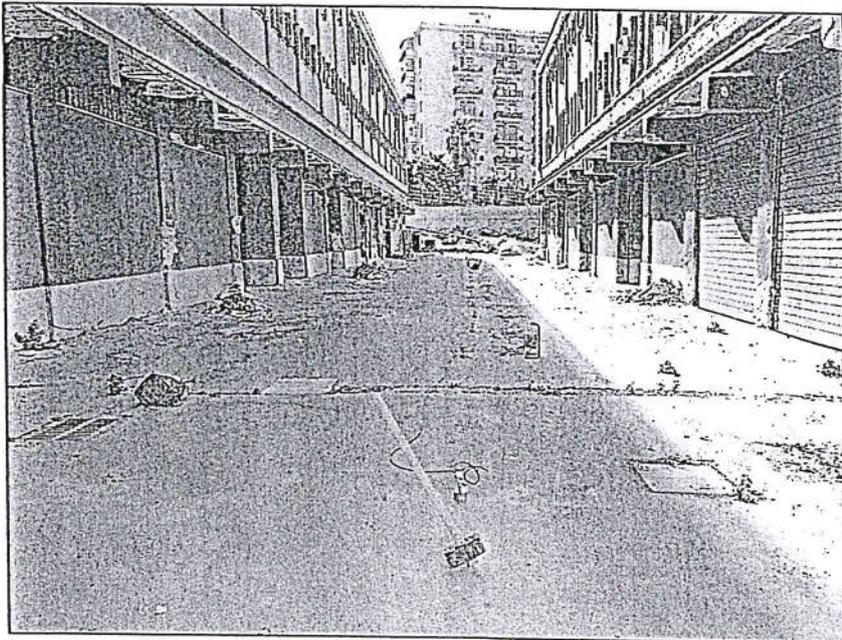
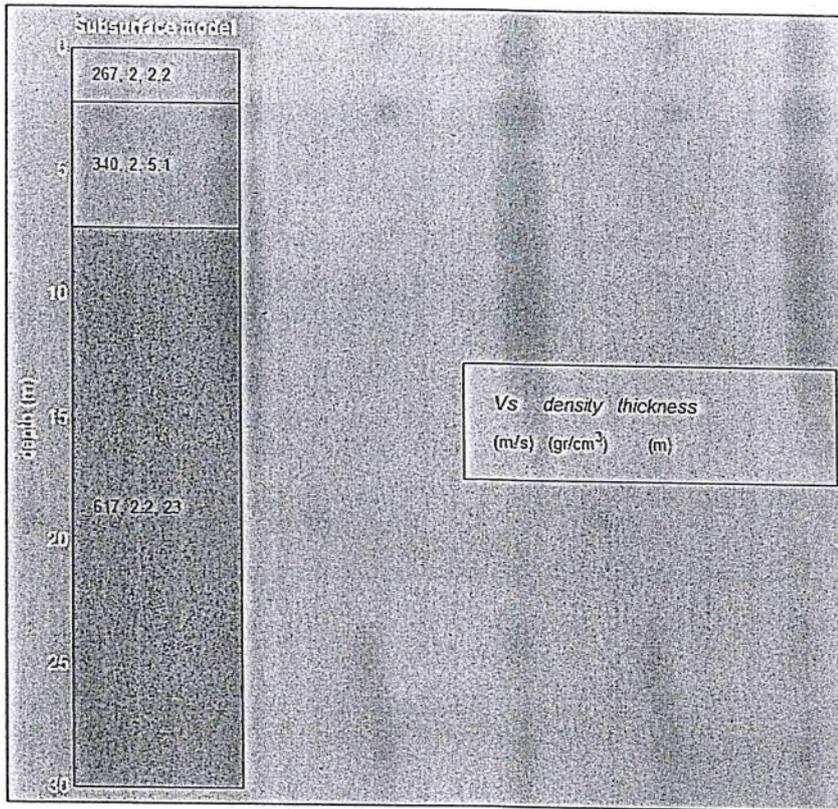
La configurazione adottata per l'acquisizione dei sondaggi sismici è la seguente:

Lunghezza totale della stesa (m)	Numero geofoni (4.5 Hz)	Posizione Off set (m)	Posizione primo geofono (m)	Posizione ultimo geofono (m)	Equidistanza tra i geofoni (m)
51	24	0	5	51	2

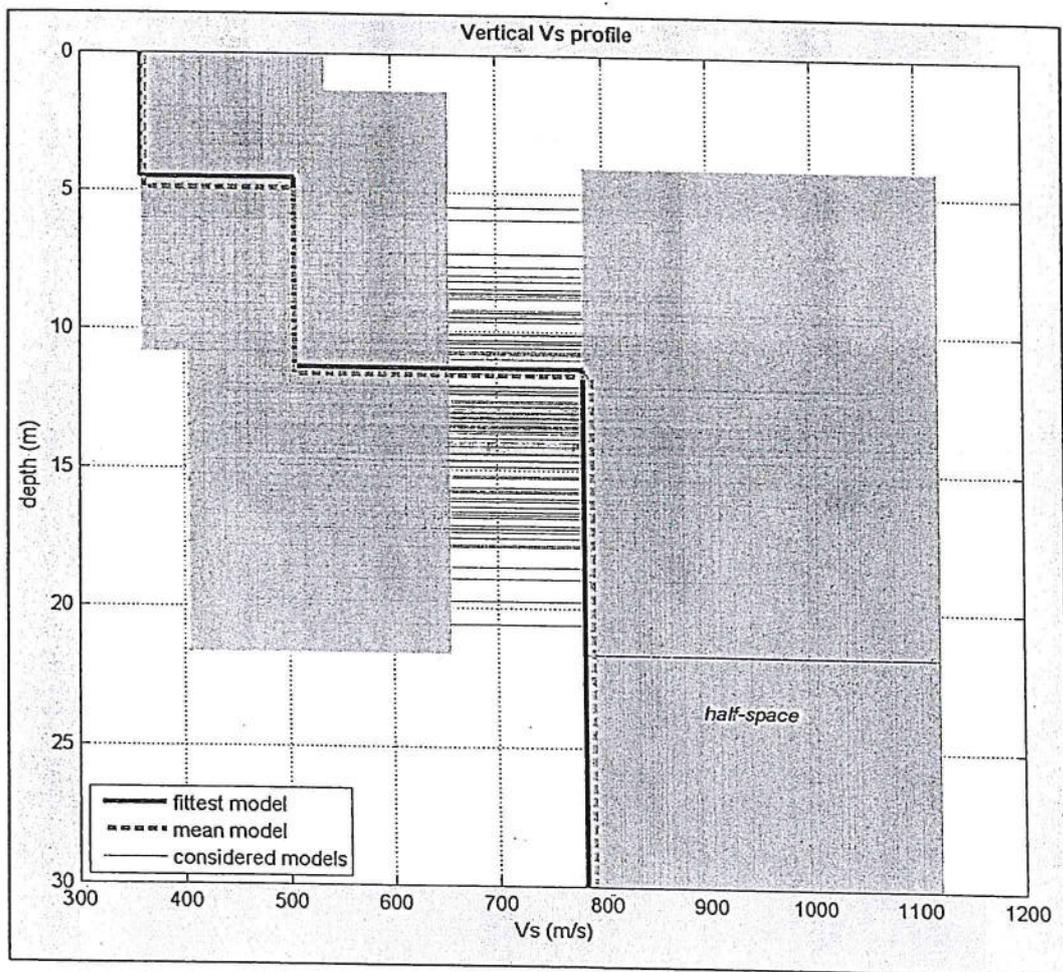
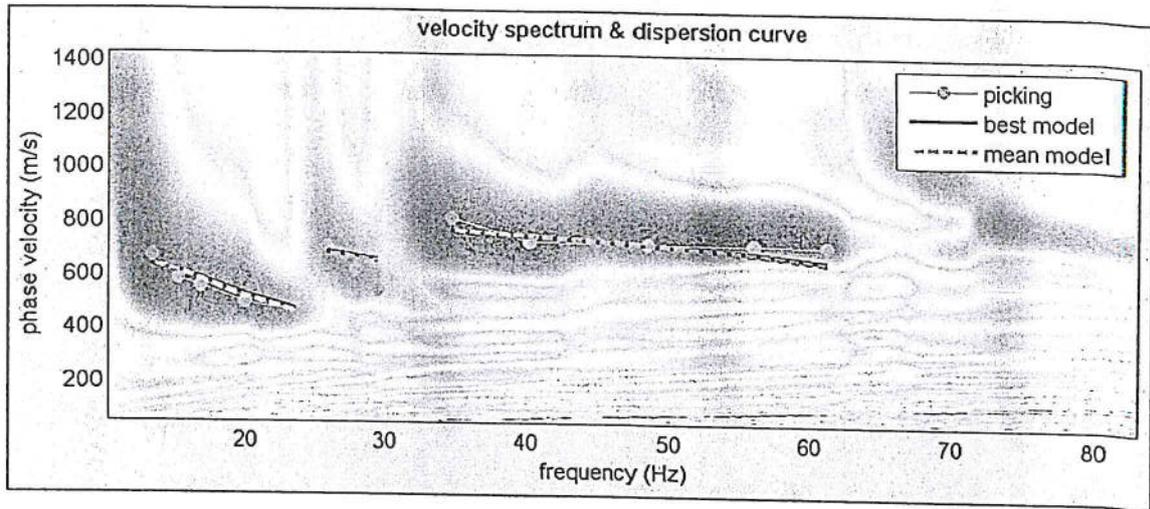
Nelle pagine successive mostriamo il risultato della elaborazione dei due sondaggi masw, denominati masw1 e Masw2.

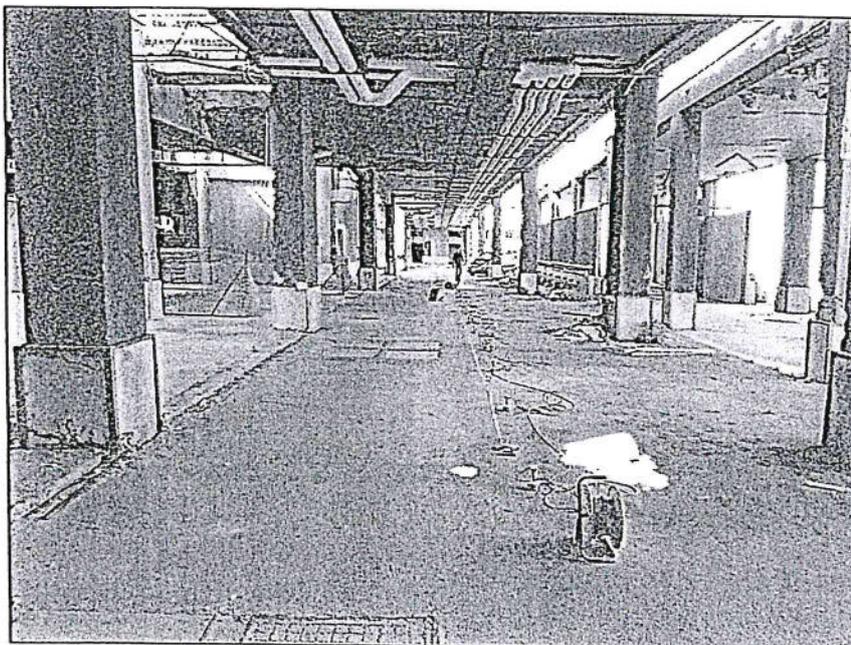
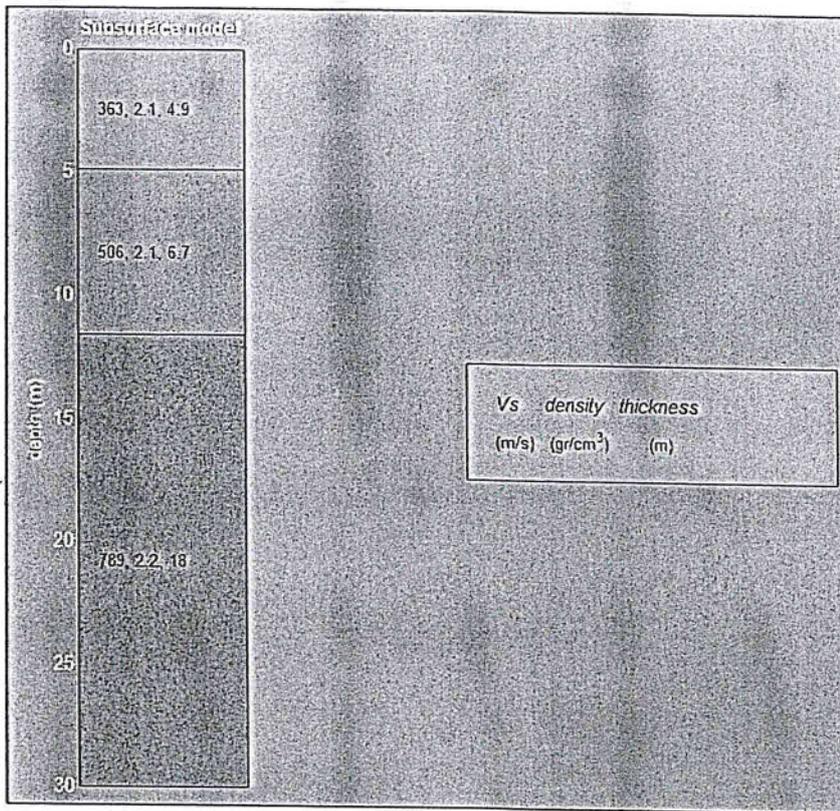
MASW1





MASW 2





Poiché la profondità H del substrato (definito come quella formazione di roccia o terreno molto rigido) caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s è maggiore di 30 metri, di seguito si fornisce come velocità equivalente delle onde di taglio il parametro V_{S30} , così come descritto nel paragrafo 3.2.2. delle NTC 2018.

I valori di V_{S30} ottenuti tramite l'elaborazione delle due indagini sismiche è risultato pari a 505 m/s (Masw1) e pari a 602 m/s (Masw2), in base alla classificazione dei terreni prevista dal Testo Unico per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018 e ss.mm.ii., il tipo di suolo ricade nella categoria B, ovvero *“Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{seq} compresi tra 360 m/s e 800 m/s”*.

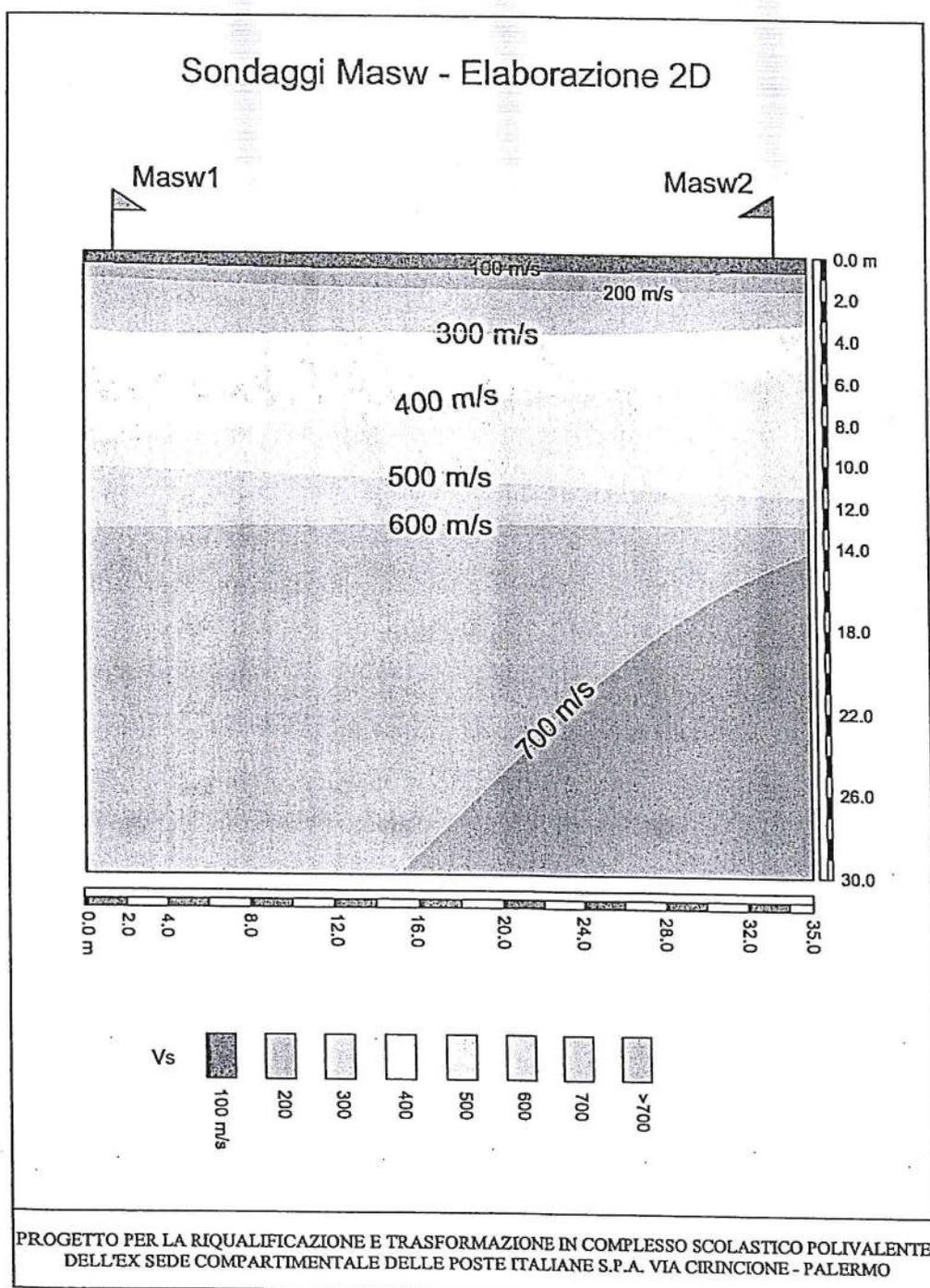
Interpolando i dati ottenuti dall'interpretazione delle due masw effettuate, abbiamo prodotto una sezione 2D nella quale abbiamo rappresentato la distribuzione delle V_s in funzione della profondità. Dall'esame della sezione sismica bidimensionale si evince che superficialmente, entro i primi 13 metri, il sottosuolo si presenta dal punto di vista sismico piuttosto omogeneo. Oltre tale profondità nella masw 1 la V_s misurata è compresa nell'intervallo tra 600 e 700 m/s mentre nella Masw 2 la V_s risulta compresa nell'intervallo 700-800 m/s.

Si tratta di variazioni locali non particolarmente significative che complessivamente, ai sensi della vigente normativa, non modificano la categoria sismica del sottosuolo.

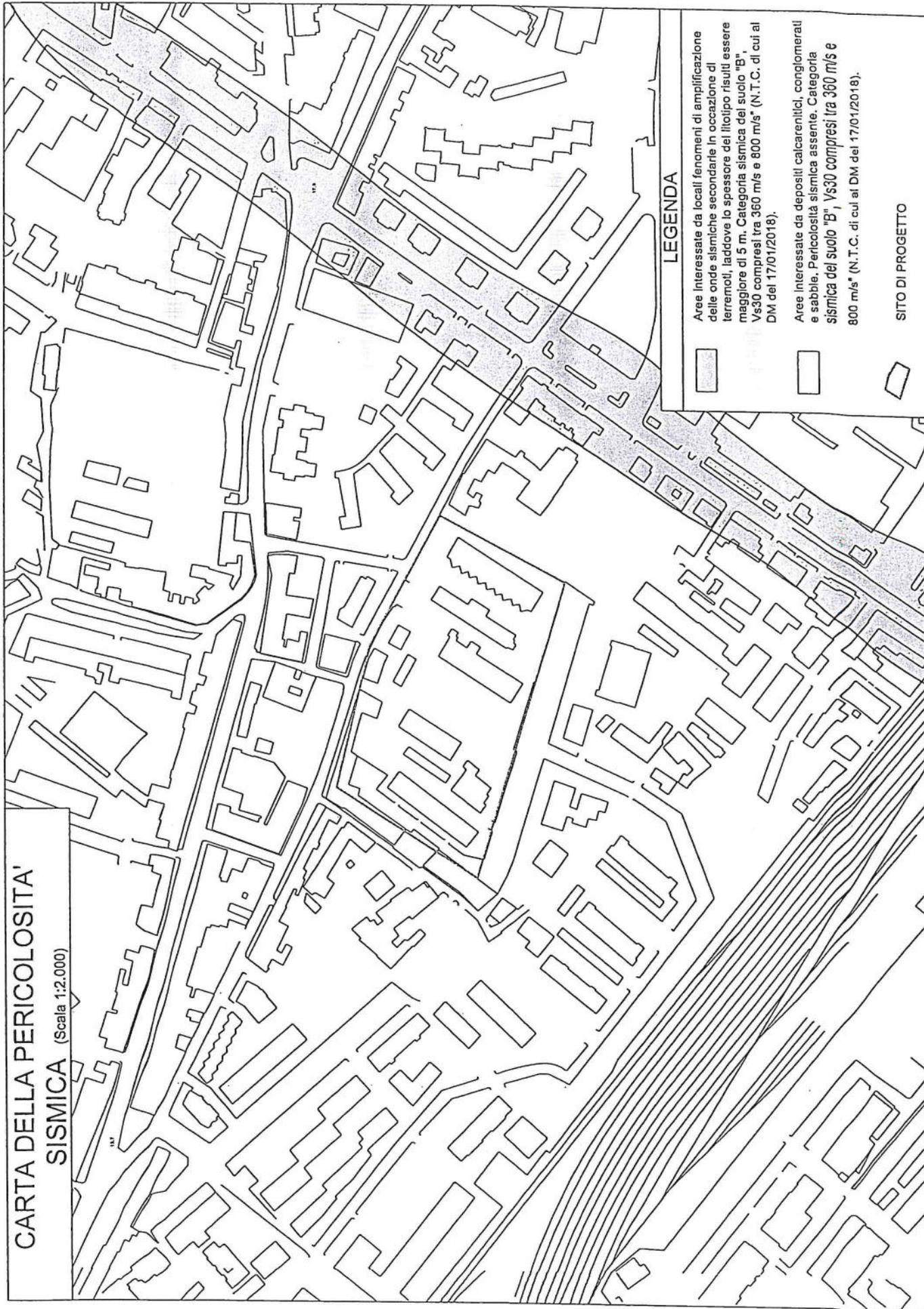
Nella pagina successiva si allega la sezione sismica bidimensionale che rappresenta l'andamento in profondità delle V_s .

Per quanto riguarda la valutazione delle pericolosità sismiche locali, valutate le stratigrafie dei sondaggi effettuati ed analizzati i risultati della interpretazione 2D dei dati sismici ottenuti tramite le indagini Masw, si può affermare che le strutture in progetto verranno realizzate su di un sottosuolo caratterizzato da valori di V_s piuttosto omogenei ad una profondità compresa tra 0 (piano di campagna) e 15 metri. A partire da oltre 15 metri di profondità le V_s variano tra 620 e 790 m/s. Pertanto non sono state riscontrate le condizioni per la formazione di fenomeni di amplificazione delle onde sismiche secondarie generate da un eventuale terremoto.

Nella carta delle pericolosità sismiche allegata nella pagina successiva abbiamo indicato l'assenza di pericolosità nell'area di progetto, mentre si ravvisa un locale fenomeno di amplificazione sismica in una fascia interessata dalla via Giafar.



**CARTA DELLA PERICOLOSITA'
SISMICA** (Scala 1:2.000)



LEGENDA

▭ Aree interessate da locali fenomeni di amplificazione delle onde sismiche secondarie in occasione di terremoti, laddove lo spessore del litotipo risulti essere maggiore di 5 m. Categoria sismica del suolo "B", V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s* (N.T.C. di cui al DM del 17/01/2018).

▭ Aree interessate da depositi calcarenitici, conglomerati e sabbie. Pericolosità sismica assente. Categoria sismica del suolo "B", V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s* (N.T.C. di cui al DM del 17/01/2018).

▭ SITO DI PROGETTO

6. INDICAZIONI SULLA CARTOGRAFIA DI SINTESI

PRESCRIZIONI ESECUTIVE ED INDICAZIONI ESECUTIVE

La carta delle Prescrizioni ed Indicazioni Esecutive comprende tutte le indicazioni necessarie affinché le pericolosità geologiche individuate siano affrontate correttamente nelle soluzioni progettuali delle opere.

Per le Prescrizioni esecutive, si è preso come riferimento il P.R.G. di Palermo ed il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, o P.A.I., che è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Il P.A.I., il cui ambito di riferimento è costituito da tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino, persegue l'obiettivo di garantirne adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti ed al pericolo di frana, l'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua ed al pericolo d'inondazione, ed all'assetto della costa, relativo alla dinamica della linea di riva ed al pericolo di erosione costiera.

Per ciascuna categoria di rischio contemplata nel P.A.I. (rischio frana, rischio inondazione e rischio erosione costiera), vengono indicati quattro livelli:

R1 – rischio basso: per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono limitati.

R2 – rischio medio: quando esistono condizioni che determinano la possibilità di danni minori agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale senza pregiudizio diretto per l'incolumità delle persone e senza compromettere l'agibilità e la funzionalità delle attività economiche;

R3 – rischio elevato: quando esiste la possibilità di danni a persone o beni, danni funzionali ad edifici ed infrastrutture che ne comportino l'inagibilità, interruzione di attività socio-economiche;

R4 – rischio molto elevato: quando esistono condizioni che determinano la possibilità di perdita di vite umane o lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici ed alle infrastrutture, danni gravi alle attività socio-economiche;

Il rischio deve considerarsi come il prodotto di tre fattori fondamentali:

- a) pericolosità o probabilità che l'evento calamitoso si verifichi;
- b) valore degli elementi a rischio;
- c) vulnerabilità degli elementi a rischio.

La Pericolosità geomorfologica, è la probabilità che si realizzino condizioni favorevoli all'accadimento dell'evento calamitoso.

Vengono individuate 5 classi di pericolosità da P0 a P4 via via crescenti:

P0 – bassa

P1 – moderata

P2 – media

P3 – elevata

P4 – molto elevata

Nel nostro caso, si è proceduto ad un raffronto geomorfologico ed idraulico dell'area in esame, con quanto previsto dallo studio del P.A.I., verificandone la compatibilità geomorfologica ed idraulica degli interventi in progetto.

Dall'esame delle carte del Piano di Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Siciliana di cui si allegano gli stralci, si evince che anche se nell'area immediatamente adiacente al sito di progetto è presente un sito di attenzione per Pericolosità idraulica e Rischio idraulico medio R2, il sito di progetto ricade all'interno di un'area in cui non sono presenti classi di rischio R1-R2-R3-R4, né di pericolosità P0-P1-P2-P3-P4, previste dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI aggiornamento 2011).

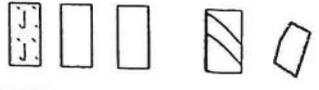
L'immobile in studio ricade all'interno di un'area pianeggiante e stabile nella quale non sono indicate prescrizioni esecutive.

**CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED
INDICAZIONI ESECUTIVE** (Scala 1:2.000)



LEGENDA

- DEPOSITI ALLUVIONALI. Limi argillosi ricchi di sostanza organica, saturi.
- SISTEMA DI BARCARELLO. Conglomerati, areniti, sabbie grossolane, terre rosse
- CALCARENITI DI PALERMO. Calcareni e calciruditi da bianche a giallo-rossastre intercalate a livelli sabbioso-limosi
- AREA PIANEGGIANTE, STABILE, URBANIZZATA
NON SOGGETTA A FENOMENI GEOMORFOLOGICI



7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In seguito alle indagini effettuate che hanno permesso di definire il contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico e litotecnico nel quale si sviluppa l'immobile in studio, si può dedurre che:

- il sito non presenta problemi di stabilità per la mancanza di agenti geodinamici che possono modificare l'attuale stato di equilibrio;
- la falda freatica è presente ad una profondità di oltre 20 metri dal piano di campagna e non interferisce con le fondazioni dell'opera da realizzare. I sondaggi geognostici spinti sino ad una profondità di 15 metri non hanno, infatti, riscontrato la presenza di livelli idrici;
- I dati ricavabili dalla bibliografia scientifica ci dicono che la zona non era interessata dalla coltivazione di cave in galleria, per cui non vi è rischio di cavità che possano dare luogo a crolli;
- Esaminate le carte dei dissesti, del rischio e delle pericolosità sia geomorfologiche che idrauliche, sul sito in studio non risultano gravare vincoli relativi al piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (*Bacino del Fiume Oreto (039) ed area territoriale compresa tra il Bacino del F. Oreto e Punta Raisi (040) – Anno 2011*).
- Dal punto di vista geologico, geomorfologico e idrogeologico, in riferimento alle opere previste dal progetto, non sono state riscontrate problematiche che possano richiedere particolari prescrizioni esecutive.
- Per quanto di nostra competenza nulla osta alla realizzazione dei lavori in oggetto. L'area in studio può essere infatti, considerata idonea in quanto possiede condizioni naturali di equilibrio stabile e duraturo nel tempo, proprio in virtù delle sue caratteristiche geomorfologiche, litologiche e dell'assetto strutturale.

Palermo, Agosto 2021

Il Geologo



