

ISTITUTO AUTONOMO PER LE CASE POPOLARI  
DELLA PROVINCIA DI PALERMO  
COMUNE DI PALERMO

Lavori di realizzazione di n.5 alloggi di edilizia residenziale pubblica siti in via  
Chiappara al Carmine nel quartiere dell'Albergheria

RELAZIONE GEOTECNICA

Il Consulente Geotecnico

L'Impresa

Il Responsabile Unico del Procedimento

## PREMESSA

La presente relazione riguarda i lavori di demolizione di un vetusto immobile sito nel centro storico di Palermo, in via Chiappara al Carmine ai civici 23-29, e successiva ricostruzione finalizzata alla realizzazione di cinque unità abitative per housing sociale.

Le murature di confine esistenti sono in blocchi di calcarenite di diverso spessore e malta, ad altezza variabile.

Gli immobili sono classificati nel PPE come “catoio semplice” al civ.29 e catoio multiplo al civ. 23 ed è prevista la realizzazione degli alloggi con la demolizione della quarta elevazione fuori terra ed il mantenimento degli altri livelli esistenti, rimanendo la destinazione d’uso a residenza.

L’edificio ricade nel centro storico di Palermo nel quartiere Albergheria, normato da apposito Piano particolareggiato approvato con Decreto n.581/DRU del 6/08/93, in zona posta sotto tutela archeologica dalla Soprintendenza con note n.1418 del 29/04/1987, n.1882 del 5/06/1987, 1732 del 9/04/2002, e lo stesso è assoggettato ope legis, in quanto di proprietà comunale, alle disposizioni di tutela dell’art.12 contenute nel D.Lgs.42/2004 “Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio”, per cui la Soprintendenza BB.CC.AA. di Palermo ha dato Autorizzazione n.1923/S15.3 del 10/04/2018 al fine della tutela monumentale dell’edificio, ai sensi degli artt.21 e 22 del D.Lgs.42/2004 ed a condizione per la valenza archeologica del sito.

L’area interessata è stata oggetto di diverse indagini geognostiche e di laboratorio su campioni estratti dal sottosuolo eseguite per conto dello IACP di Palermo da parte della ditta GEOCIMA s.a.s. - Laboratorio di Geologia Tecnica – con sede in Via Borremans, 36 - 90145 - Palermo laboratorio specializzato in prove sui terreni ed indagini geognostiche. i cui risultati sono nella presente utilizzati per le proprietà geomeccaniche e geofisiche dei vari terreni e rocce del sottosuolo, nonché per la caratterizzazione geofisica dello stesso, i calcoli di portanza e cedimento delle strutture fondali scelte.

Pertanto, in seguito all’incarico ricevuto, il sottoscritto ha proceduto ad effettuare la ricognizione dell’area, la scelta del tipo di fondazione, l’indicazione del piano di posa delle stesse, la verifica alla rottura del terreno di fondazione allo stato limite ultimo, sulla scorta delle indagini recentemente effettuate, i cui relativi risultati sono stati quivi esposti, elaborati, ed utilizzati per il presente studio.

La normativa applicata è il D.M.14/01/2008 e la Circolare n.619 del 2/02/2009, in quanto in quanto trattasi di opera pubblica del cui progetto strutturale è stato incaricato lo scrivente con nota

n.19716 del 6/12/2017 e pertanto rientrante nella casistica di terza fattispecie ex art.2 comma 1 del D.M.17/01/2018 recante disposizioni transitorie.

## MORFOLOGIA

L'area in oggetto è ubicata nel centro storico di Palermo, nel quartiere dell'Albergheria in una zona poco acclive prossima alla costa marina.

L'area si colloca all'interno di un ambiente morfologico pianeggiante denominato Piana di Palermo, all'interno della quale si sviluppa il tessuto urbano della Città di Palermo.

La morfologia prevalente è quella pianeggiante, costituita dai terreni quaternari di natura calcarenitica e argilloso-sabbiosa.

L'attuale assetto morfologico della Piana di Palermo, abbastanza regolare, con pendenze del 10-15%, è il risultato dell'azione del mare e di quella dei corsi d'acqua che la incidono più o meno profondamente. Conseguenza di tali azioni è una serie di pianori a diversa quota, con dislivelli di qualche metro, raccordati con delle scarpate lungo le quali è stata storicamente impostata la rete viaria urbana ed extraurbana.

Dalla cartografia disponibile presso l'Assessorato Regionale al Territorio e Ambiente, aggiornata al D.A.R.T.A. del marzo 2007, l'area in esame non presenta pericolosità o rischi idraulici e geomorfologici.

Non si notano nell'area fenomeni franosi, né dissesti nel sottosuolo o fenomeni di subsidenza.

## INDAGINI IN SITU – INDAGINI DI LABORATORIO – CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per caratterizzare il sottosuolo su cui insiste l'edificio oggetto di recupero, sono stati effettuate le seguenti indagini:

- 2 sondaggi meccanici a rotazione, a carotaggio continuo, indicati con le sigle S1 – S2 rispettivamente in via Chiappara al Carmine a poco più di un metro di distanza

dal prospetto principale dell'edificio, e in via delle Pergole, asse viario parallelo al via Chiappara;

- 3 prove penetrometriche dinamiche del tipo SPT in corrispondenza del sondaggio S1;
- indagini georadar preliminari sui siti di perforazione onde individuare la presenza dei sottoservizi;
- indagini georadar su cinque maschi murari a livello di piano terra al fine di determinarne lo spessore;
- indagine sismica downhole in 1 perforazione di sondaggio (S1);
- risultanze del rilevamento falda di 1 piezometro posto nel foro del sondaggio S2;
- due pozzetti esplorativi all'interno dell'edificio per visionare tipologia, consistenza e stato di conservazione della preesistente struttura fondale;
- analisi prove di laboratorio su tre campioni rimaneggiati a disturbo limitato prelevati in corrispondenza del sondaggio S1, volte a definire i parametri meccanici e fisici degli stessi comprendenti:
  - Descrizione macroscopica del campione;
  - Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
  - Determinazione del Peso dell'Unità di Volume;
  - Determinazione del peso specifico dei grani;
  - Determinazione della composizione granulometrica mediante stacciatura per via umida del materiale trattenuto allo staccio n° 200 della serie ASTM ( $\varnothing=0,075$  mm), mentre per il passante è stata eseguita la determinazione tramite il metodo del densimetro;
  - Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD);
  - Prova di compressione edometrica (CE) a dilatazione laterale impedita ed a incremento di carico controllato.

Dal sondaggio S1 spinto fino a 30 m di profondità, si evince:

in superficie e fino a 5,60 m di profondità uno strato di terreno di riporto debolmente addensato di colore marrone, composto da sabbie e ghiaie in matrice limo-sabbiosa (terreni di tipo R);

più sotto si rinvencono strati di sabbie calcarenitiche + rocce calcarenitiche a noduli distinte in

da - 5,60 a -17,00 m - Sabbie limose beige-giallastre addensate, con inclusi noduli calcarenitici eterodimensionali, alternati a biocalcareni di colore giallastro (SL + CN) ;

da - 17,00 a -19,00 m - alternanze di calcareniti giallo ocra debolmente cementate con livelli sabbiosi debolmente addensati (CN + S);

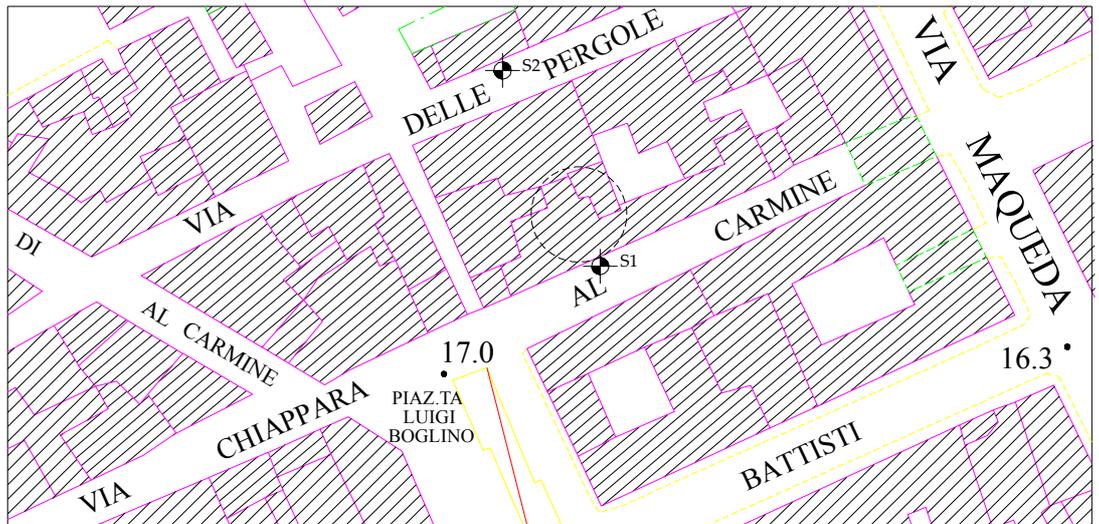
da -19,00 a -21,60 m - sabbie limose beige-giallastre, addensate, con inclusi noduli calcarenitici eterodimensionali, alternati a biocalcareni di colore giallastro (SL + CN) ;

da -21,60 m a -30,00 m (fondo foro) - Limi sabbiosi di colore grigio scuro, poco consistenti e non plastici (terreni di tipo LS).

Nel sondaggio S1, in corrispondenza dello strato dei terreni di riporto sono stati estratti due campioni rimaneggiati CR1 e CR2 sottoposti a prove di taglio diretto ricavando i seguenti valori di coesione  $c'$  ed angolo d'attrito interno  $\phi'$  :

campione	profondità	$c'$	$\phi'$
	[m]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[°]
CR1	2,50	0,18	25°
CR2	5,60	0,13	33°

## PLANIMETRIA UBICAZIONE SONDAGGI



- S1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO ATTREZZATO A DOWN HOLE
- S2 SONDAGGIO GEOGNOSTICO ATTREZZATO CON PIEZOMETRO
- AREA OGGETTO D'INTERVENTO

Dai dati delle resistenze meccaniche e dai dati geofisici della prova down hole più avanti descritta, si evidenzia il migliorare delle caratteristiche meccaniche e dell'addensamento dei granuli componenti dall'alto verso il basso, passando dai terreni di riporto scarsamente addensati o addirittura sciolti ai livelli sabbioso-calcarenitici addensati ed in alcuni strati molto addensati.

### Stima dei parametri geotecnici

Angolo di Attrito di Picco

METODO DIRETTO - DE MELLO (1971)

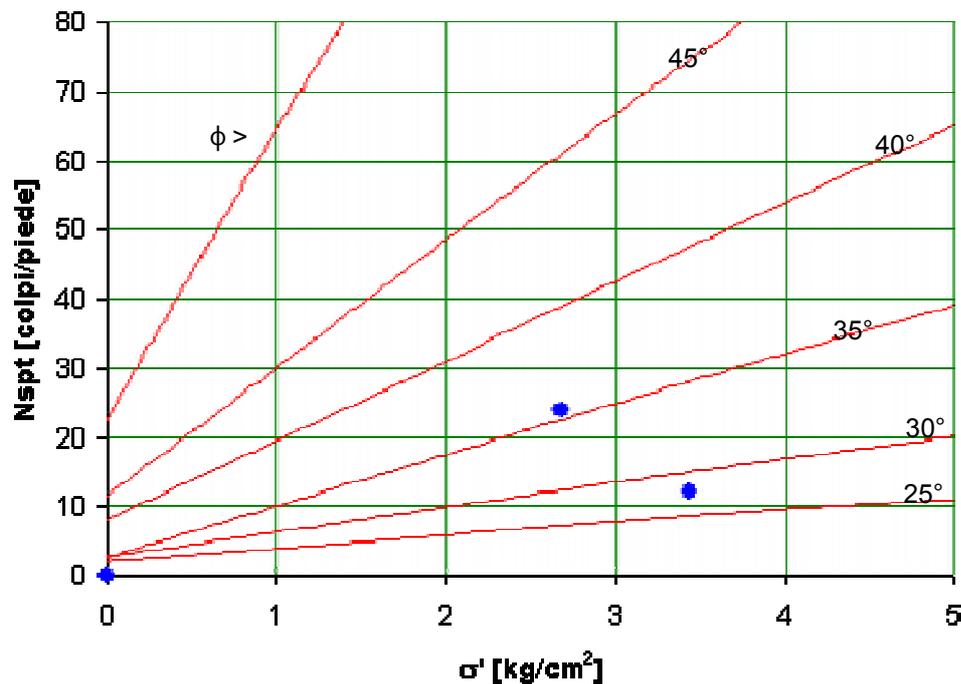
Litologie sabbiose

Quota falda [m]:	10,30	In presenza di falda
------------------	-------	----------------------

Profondità	Nspt	$\sigma'_{vo}$	N'spt	$\phi$
------------	------	----------------	-------	--------

[m]	[colpi/piede]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[colpi/piede]	[gradi]
7,25	100	1,48	100	>50°
15,95	33	2,68	24	36
23,45	12	3,44	12	29

### Correlazione Angolo di attrito di picco



Ove è stata apportata una correzione per i terreni sotto falda pari a

$$N'_{SPT} = 15 + 0,5 \times (N_{SPT} - 15)$$

Mentre per il termine LS riscontrato alla profondità di 23,45 m si ricava un valore dell'angolo d'attrito interno  $\phi' = 29^\circ$ .

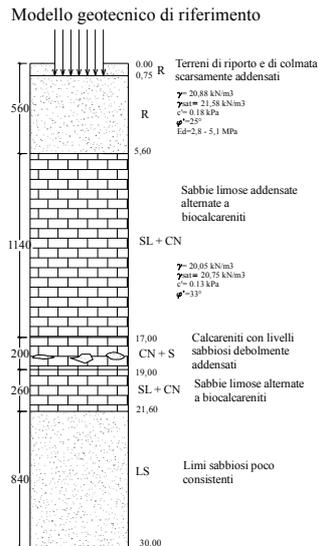
Quindi per terrenie rocce riscontrati nel sondaggio S1 si assumono i valori geomeccanici più cautelativi delle prove di taglio diretto.

Nel sondaggio S2 profondo 15 m, si rileva la seguente stratigrafia:

Dalla superficie fino a - 2,70 m - Terreno di riporto debolmente addensato di colore marrone, composto da sabbie e ghiaie in matrice limo-sabbiosa;

da -2,70 fino a 15,00 m - Sabbie limose beige-giallastre, addensate, con inclusi noduli calcarenitici eterodimensionali, alternati a biocalcareni di colore giallastro.

Pertanto, con l'ausilio della stratigrafia del sondaggio S1 e delle risultanze delle prove SPT e delle prove di laboratorio, la caratterizzazione geotecnica del sito d'impianto viene assunta come riportata nella seguente figura:



Riassumendo, si ha:

Sondaggio S1  
campione CR1  
profondità 2,50m

g	g s	g d	g sat	w n	S	n	c'	f'
kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	%	%	%	kN/m <sup>2</sup>	°
20,88	26,49	18,61	21,58	12,20	77,77	29,75	0,18	25,00

Sondaggio S1  
campione CR2  
profondità 5,60 m

g	g s	g d	g sat	w n	S	n	c'	f'
kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	%	%	%	kN/m <sup>2</sup>	°
20,05	26,42	17,30	20,75	15,90	81,15	34,53	0,13	33,00

## Caratterizzazione sismica

La caratterizzazione sismica del sito viene eseguita sulla base della prova down hole eseguita nel sondaggio S1.

Primo livello: terreni tipo R di riporto e di colmata di spessore 5,60 m caratterizzati da una velocità sismica variabile delle onde longitudinali  $v_l$  da 447 a 530 m/s e velocità delle onde di taglio  $v_s$  variabile da 149 a 193 m/s

Secondo livello: Alternanze di sabbie limose addensate con inclusi noduli calcarenitici, biocalcareni e calcareniti di spessore 16,00 m. Per tale livello si è registrata una velocità sismica variabile delle onde longitudinali  $v_l$  da 1405 a 1658 m/s e velocità delle onde di taglio  $v_s$  variabile da 518 a 680 m/s.

Terzo livello: Limi sabbiosi di colore grigio scuro, poco consistenti e non plastici. Per tale livello si è registrata una velocità sismica variabile delle onde longitudinali  $v_l$  da 1636 a 1902 m/s e velocità delle onde di taglio  $v_s$  variabile da 633 a 740 m/s.

Riesce pertanto per più strati

$$V_{s30} = 30 / \sum (h_i / v_{si})$$

Dalla prova down hole eseguita nel sondaggio S1 sito in via Chiappara al Carmine a qualche metro di fronte l'edificio oggetto d'intervento, risultano i seguenti valori:

Prova Down hole - Sondaggio S1

z	vp	vs	E	hi/vsi
[m]	[m/s]	[m/s]	[Mpa]	
2	447	149	1118	0,013423
4	530	193	1859	0,010363

6	1408	637	20025	0,00314
8	1484	654	21243	0,003058
10	1405	612	19170	0,003268
12	1582	680	23735	0,002941
14	1528	661	22390	0,003026
16	1658	710	25866	0,002817
18	1594	699	24941	0,002861
20	1425	518	14155	0,003861
22	1636	633	21527	0,00316
24	1848	688	25549	0,002907
26	1866	701	27139	0,002853
28	1902	740	30100	0,002703
30	1902	726	29856	0,002755
			sommano	0,063134

$$V_{s30} = 30 / S ( h_i / v_{si} ) \quad \text{m/s}$$

Riesce pertanto  $V_{s30} = 475 \text{ m/s}$ .

Pertanto, in base al punto 3.2 delle Norme tecniche sulle costruzioni di cui al D.M.14/01/2008, essendo  $V_{s30} > 360 \text{ m/s}$  il sottosuolo può classificarsi di categoria "B" ai fini delle azioni sismiche.

Dalla tabella superiore si evince come le caratteristiche del sottosuolo vadano aumentando con la profondità.

Essendo inoltre la zona subpianeggiante, andrà utilizzato il coefficiente di amplificazione topografico relativo alla categoria T1, pari ad 1,00, mentre il coefficiente di amplificazione stratigrafico andrà calcolato con l'espressione di normativa relativa al suolo B.

## Acqua nel sottosuolo

Nell'installazione piezometrica posta in via delle Pergole nel sondaggio S2 è stato rinvenuto il pelo libero della falda a profondità di 10,70 m dal piano campagna ben al di sotto del tetto della formazione sabbioso calcarenitica.

## Pozzetti geognostici e indagini georadar

Sono stati eseguiti due pozzetti geognostici a piano terra per rilevare lo stato di conservazione e la consistenza delle fondazioni esistenti, dai quali si desume che le stesse sono in blocchi di calcarenite e malta poggiate a 75 cm di profondità dal pavimento su sabbie limose brune contenenti sfabbricidi. Le stesse si allargano di pochi cm (dai 3 ai 7 cm) rispetto alla muratura sovrastante di piano terra che le indagini georadar eseguite sulle stesse hanno rilevato essere dello spessore di 70 cm.

Nell'edificio preesistente sono presenti diverse lesioni, alcune delle quali sono dovute a cedimenti del terreno di fondazione, sul quale poggiano le murature.

## SCelta DEL TIPO DI FONDAZIONE

Viste le scarse caratteristiche geomeccaniche dello strato più superficiale di riporto ed in particolare il modesto valore di  $E_d$  di valore di 5,1 Mpa, si ritiene lo stesso inadatto a sopportare i carichi trasmessi dalla struttura in elevazione, sebbene i cedimenti dello strato di riporto si sono sviluppati per la maggior parte nei secoli scorsi, in quanto, tuttavia ci si aspetta che si sviluppino ulteriori cedimenti che possono raggiungere l'ordine di grandezza centimetrico che sarebbe malsopportato dalla compagine muraria.

Pertanto, date le caratteristiche dello strato di riporto superficiale, si scarta la soluzione di fondazione superficiale che anche se dovesse adottarsi una piastra in c.a. connessa alle murature avrebbe cedimenti dell'ordine di alcuni cm, ma si opta per la soluzione fondale che trasferisce i carichi allo strato di calcarenite idoneo a sopportare tali carichi per mezzo di fondazione profonda con micropali in c.a. ad iniezioni ripetute connessi tramite strutture in c.a. alla muratura nuova, oltre che alle murature esistenti di confine ove sono appoggiati i nuovi solai.

Per le nuove murature si adottano micropali del diametro di 250 mm ad iniezione di malta cementizia ripetuta della lunghezza di 7,00 ml dal piano di appoggio delle fondazioni e con armatura tubolare metallica valvolata, disposti a quinconce e collegati in testa da travi di fondazione in c.a. da cui poi spiccherà la muratura.

Per il trasferimento dei modesti incrementi e ridistribuzioni di carico dell'intervento nelle murature di confine preesistenti i micropali e le connessioni in c.a. entreranno progressivamente in tensione trasferendo gli stessi alla calcarenite e scongiurando cedimenti assoluti e differenziali nella compagine muraria.

I micropali di sottofondazione della struttura muraria preesistente di confine saranno costruiti in verticale ed in doppia fila del diametro di 250 mm ad iniezione di malta cementizia ripetuta della lunghezza di 7,00 ml dal piano di appoggio delle fondazioni e con armatura tubolare metallica valvolata.

Nel caso di muro di confine con proprietà aliena la doppia fila di pali sarà posizionata all'interno dell'edificio, di cui la prima fila in aderenza allo stesso, mentre la seconda fila parallela sarà distanziata all'incirca di 3 volte il diametro dalla prima. In tal modo si limita convenientemente il momento flettente indotto dalla muratura sovrastante in testa ai micropali della prima fila a valori sopportabili dalla sezione degli stessi in virtù del braccio di altro momento resistente dato dalla distanza tra le due file di micropali.

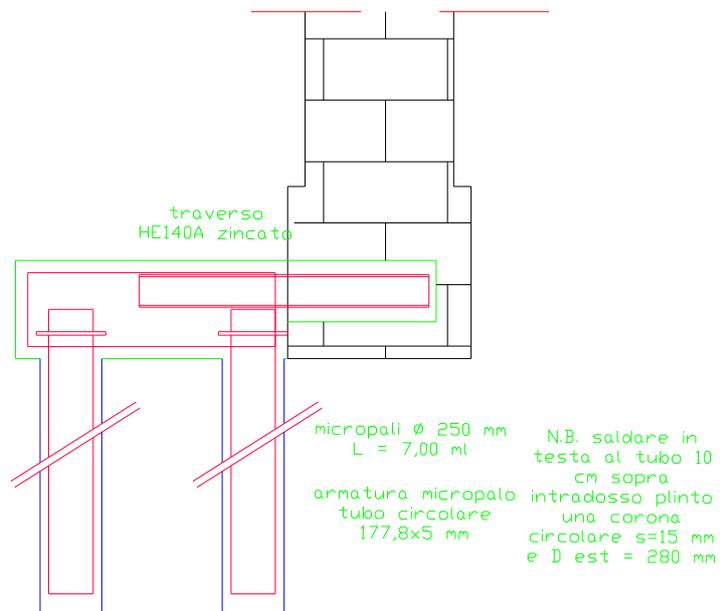
Anche in questo caso le teste dei micropali saranno collegate da idonea struttura in c.a. connessa alle murature di confine in grado di trasferire i carichi delle stesse.

I micropali della scala condominiale in acciaio e del telaio in acciaio che sorregge un muro di chiusura dell'ultimo piano saranno costruiti in verticale del diametro di 200 mm ad iniezione di malta cementizia ripetuta della lunghezza di 7,00 m dal piano di appoggio delle fondazioni e con armatura tubolare metallica valvolata. Gli stessi riceveranno i carichi dalla struttura sovrastante tramite plinti monopalo ed in un caso binale, collegati tra loro per mezzo di travi pastoia in c.a.

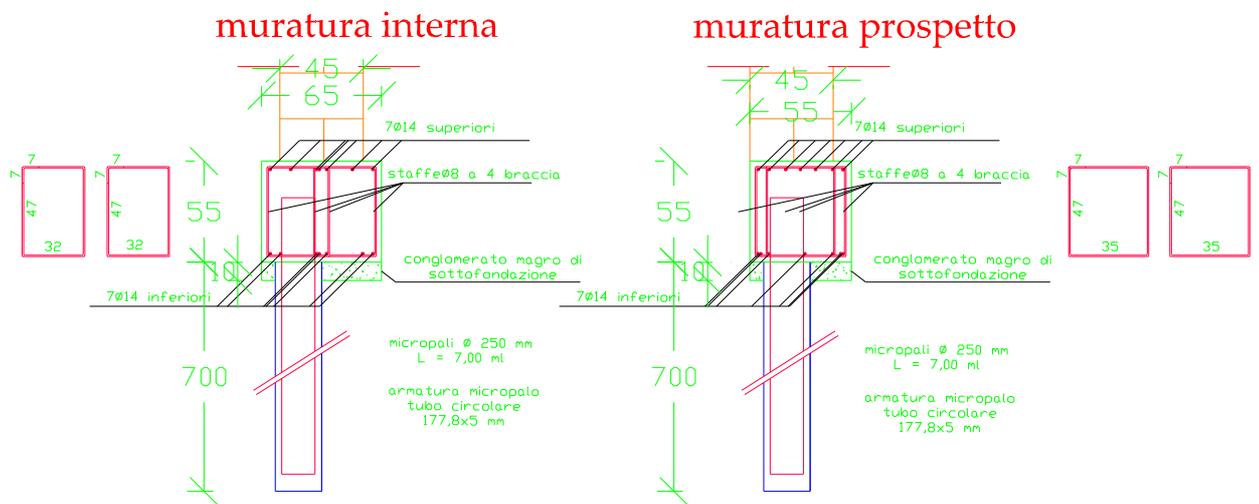
Per l'andamento del tetto della calcarenite evidenziato nelle colonne stratigrafiche delle indagini geognostiche e nella sezione geologica della corrispondente relazione redatta dal Dott. Francesco Di Menza, i micropali si attesteranno per almeno 2,00 nel banco

calcarenitico, lunghezza sufficiente per sostenere i carichi complessivi della struttura muraria sovrastante con adeguato margine di sicurezza.

## Configurazione struttura fondale per muri di confine



## Sezioni strutture fondali muratura nuova



### CALCOLO PORTANZA FONDAZIONE

#### CARICO LIMITE DEL MICROPALO

La capacità portante del micropalo è valutata tramite il metodo di Bustamante e Doix per quanto riguarda il carico limite, tramite la trattazione di Timoshenko per quanto riguarda l'instabilità dell'equilibrio elastico,

risulta\_(BUSTAMANTE-DOIX)

$$1) Q_{lim} = P + S$$

ove

$Q_{lim}$  = carico limite del micropalo

P = Carico limite alla punta

S = carico limite laterale

$$S = \pi \cdot d_s \cdot L_s \cdot s$$

Ove

$d_s$  = diametro maggiorato per effetto della tecnologia

$L_s$  = lunghezza del bulbo di fondazione

S = resistenza all'interfaccia tra zona iniettata e terreno

Il carico limite alla punta P, determinato in funzione di quello laterale è stimato pari al 15% del carico limite laterale S.

Per dimostrare che la fondazione è in grado di sopportare il carico di progetto con adeguato margine di sicurezza nei confronti dello stato limite, deve verificarsi

$$F_{cd} \leq R_{cd}$$

in cui

$F_{cd}$  carico verticale di progetto

$R_{cd}$  portanza a carico limite ultimo del micropalo per carichi verticali

La verifica è effettuata con l'approccio 1 combinazione 2  $A2 + M1 + R2$  che è la più significativa dal punto di vista geotecnica e combinazione 1  $A1 + M1 + R1$  che è la più significativa dal punto di vista strutturale.

L'azione di progetto è data dalla formula

$$F_{cd} = \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_Q \cdot Q$$

Dove:

G1 carichi permanenti strutturali

G2 carichi permanenti non strutturali

Q carichi accidentali

$\gamma_{G1}$   $\gamma_{G2}$   $\gamma_Q$  coefficienti moltiplicatori dei carichi dati dalle norme per i vari approcci e combinazioni

Il carico limite di progetto è dato da

$$R_{cd} = R_{sd}$$

$R_{sd}$  Resistenza laterale di progetto

$$R_{sd} = \pi \cdot d_s \cdot L_s \cdot \tau_{sd}$$

dove

$d_s$  è il diametro di perforazione

$L_s$  è la lunghezza d'ancoraggio del micropalo

$\tau_{sd}$  è la tensione d'adesione malta-terreno di progetto

la stessa si ricava da quella caratteristica mediante la formula

$$\tau_{sd} = \tau_{sk} / \gamma_s$$

dove  $\gamma_s$  si ricava dalle norme

Il valore caratteristico della resistenza laterale è dato da:

$$\tau_{sk} = \min(\tau_{s \text{ media}} / \xi_3, \tau_{s \text{ minima}} / \xi_4)$$

dove tali valori  $\xi_3, \xi_4$  dipendono dal numero di verticali indagate.

Mentre il parametro di resistenza media  $s$  da introdurre nel calcolo si ricava dal sottostante abaco

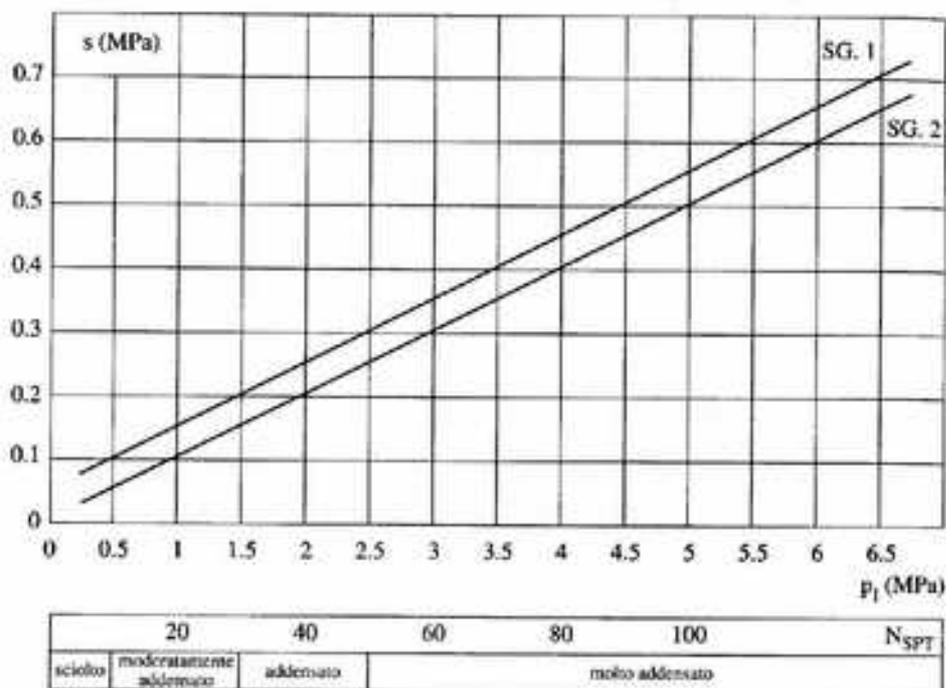


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di  $s$  per sabbie e ghiaie

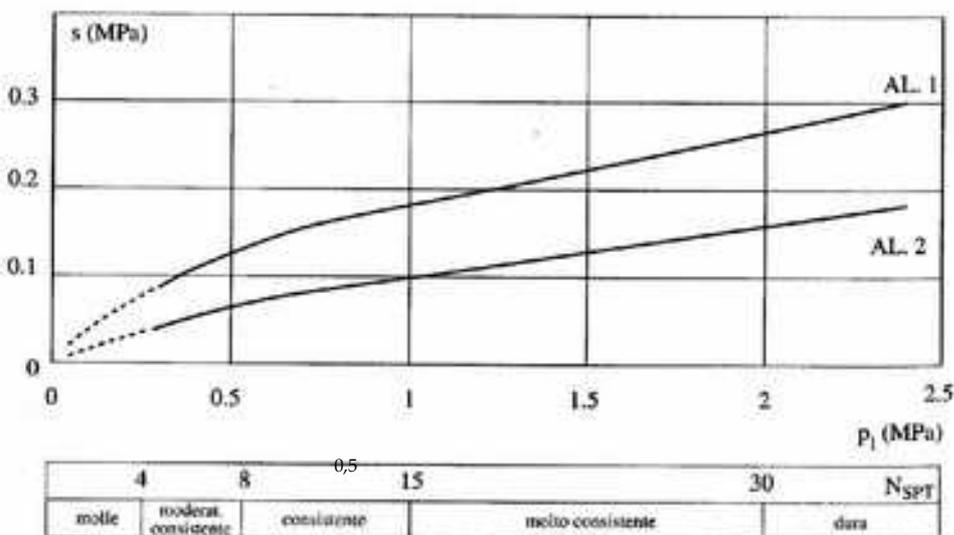


Fig. 13.17. Abaco per il calcolo di  $s$  per argille e limi

fettuata tramite la

In cui  $\beta = k \cdot D$  esprime la reazione laterale del terreno per unità di lunghezza e spostamento.

Il valore del coefficiente di sicurezza  $\eta = Pk / N$  deve essere superiore a 10.

La verifica alle forze orizzontali del micropalo viene svolta considerando il momento agente in testa ipotizzando la testa dello stesso impedita di ruotare

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$\text{Con } b = (k \cdot D/4 \cdot E_{\text{arm}} \cdot J_{\text{arm}})^{0,25}$$

in modo da potere determinare le tensioni normale tangenziale sull'armatura tubolare

$$\sigma = N/A \pm M / W_{\text{arm}}$$

$$\tau = 2 \cdot T / A_{\text{arm}}$$

e la tensione ideale secondo il criterio di Von Mises

$$\sigma_{\text{id}} = (\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2)^{0,5}$$

dovendo essere

$$\sigma_{\text{id}} < \sigma_{\text{amm}}$$

in funzione del materiale adottato.

In allegato è riportata la verifica della portanza dei micropali  $\Phi 250$  e  $\Phi 200$  condotta in termini di tensioni efficaci per la combinazione dei carichi più sfavorevole.

## CONCLUSIONI

Dai risultati della campagna di indagini geognostiche in situ e di laboratorio svolte nel quartiere dell'Albergheria a Palermo e segnatamente nell'area d'intervento, si è evidenziato uno spessore di materiale di riporto scarsamente addensato sopra i livelli calcarenitici nodulari e le sabbie calcarenitiche di caratteristiche geomeccaniche idonee al sostentamento dei carichi.

Il miglioramento antisismico fondale dell'edificio deve avvenire tramite micropilati idoneamente collegati a mezzo di piastre, plinti e travi in c.a. alla struttura sovrastante in grado di trasferire i carichi allo strato di calcarenite sottostante e di preservare la struttura da eventuali cedimenti dei terreni di riporto che già in passato hanno causato problemi alla struttura muraria.

Sono riportate di seguito le verifiche di portanza dei micropilati superiori ai carichi trasmessi alla fondazione dalla muratura dell'edificio sovrastante.

Si raccomanda negli scavi e nella costruzione delle strutture di collegamento delle teste dei micropilati di non scendere al di sotto della base delle murature preesistenti e degli edifici confinanti.

Alla testa delle armature tubolari dei micropilati devono essere adottati opportuni accorgimenti che garantiscano il trasferimento del carico per aderenza al conglomerato della struttura di collegamento sovrastante.

Il Consulente Geotecnico

Ing. Giammanco Raimondo Daniele

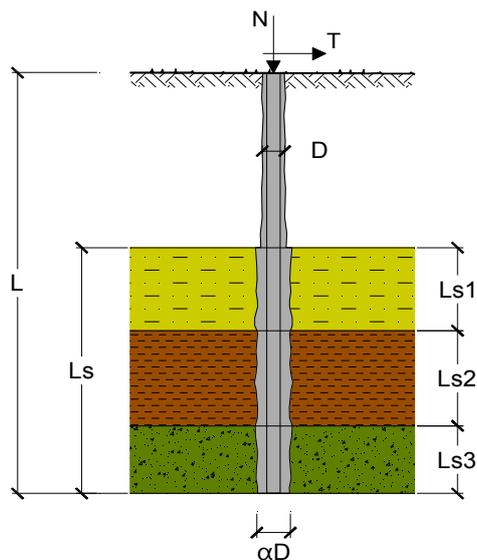
## CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

OPERA: **esempio**

### DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
N (kN)	312,00	15,00	331,50
T (kN)	0,00	10,00	13,00



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_s$	$\gamma_{s \text{ traz}}$
SUD	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00
	A2+M1+R2	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,30	1,45	1,60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,15	1,25
	SISMA	<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,15	1,25
DM88			1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista			1,10	1,20	1,30	1,30

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	DM88	prog.
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

Caratteristiche del micropalo:

Diametro di perforazione del micropalo (D): **0,25** (m)

Lunghezza del micropalo (L): **7,00** (m)

Armatura:

<input type="radio"/> IPE	<input type="radio"/> INP	<input type="radio"/> HEA	<input type="radio"/> HEB	<input type="radio"/> HEM	<input checked="" type="radio"/> Tubi	<input type="radio"/> ALTRO
IPE 180	INP 160	HEA 300	HEB 160	HEM 200	$\emptyset 177,8 \times 5,0$	

**$\emptyset 177,8 \times 5,0$**

Area dell'armatura (A<sub>arm</sub>): 2714 (mm<sup>2</sup>)

Momento di inerzia della sezione di armatura (J<sub>arm</sub>): 1,014E+07 (mm<sup>4</sup>)

Modulo di resistenza della sezione di armatura (W<sub>arm</sub>): 114.057 (mm<sup>3</sup>)

Tipo di acciaio S 235 (Fe360)

Tensione di snervamento dell'acciaio (f<sub>y</sub>): 235 (N/mm<sup>2</sup>)

Coefficiente Parziale Acciaio  $\gamma_M$ : **1,05**

Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 10,0 (MN/m<sup>3</sup>)

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

Capacità portante di fusto

$$QI = \sum_i \pi D s_i \cdot s_i \cdot l s_i$$

Tipo di Terreno	Spessore $l s_i$ (m)	$\alpha$ (-)	$D s_i = \alpha \cdot D$ (m)	$s_i$ media (MPa)	$s_i$ minima (MPa)	$s_i$ calcolo (MPa)	Qsi (kN)
riporto	4,85	1,40	0,35	0,000	0,000	0,000	0,00
calcarenite	2,15	1,40	0,35	0,300	0,300	0,138	326,08
	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00

$l s = 7,00$  (m)       $QI = 326,08$  (kN)

Capacità portante di punta

$Qp = \%Punta \cdot QI$  (consigliato 10-15%)

$\% Punta = 15\%$        $Qp = 48,91$  (kN)

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$Qlim = Qb + QI$

$Fs = Qlim / N$  ( $Fs > 1$ )

$Qlim = 374,99$  (kN)

$Fs = 1,13$

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. ( $\beta$ ) ( $\beta = k \cdot D_{arm}$ ): 1,78 (N/mm<sup>2</sup>)

$$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$$

$\eta = Pk / N$  (consigliato  $\eta \geq 10$ )

$Pk = 3891,51$  (MN)

$\eta = 11,74$

VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

Momento massimo per carichi orizzontali (M):  
(ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

$b = 0,736$  (1/m)

Momento Massimo (M):

$M = 8,83$  (kN m)

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 235 (Fe360)

Tensioni nel singolo micropalo

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

$\sigma_{max} = 199,55$  (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_{min} = 44,70$  (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau = 9,58$  (N/mm<sup>2</sup>)

$$\sigma_d = (\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2)^{0.5}$$

$\sigma_d = 200,24$  (N/mm<sup>2</sup>)

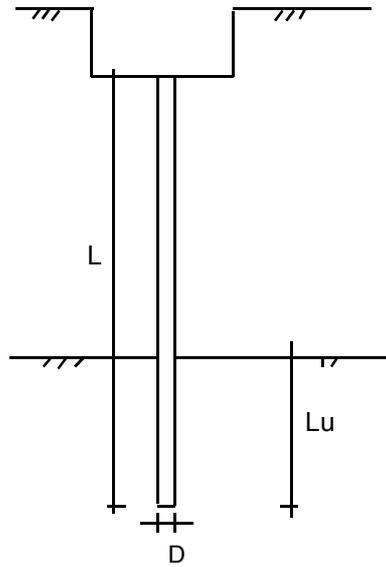
verifica soddisfatta

## CALCOLO DEL CEDIMENTO

OPERA: esempio

### DATI DI IMPUT:

Diametro del Palo (D): 0,25 (m)  
Carico massimo sul palo (Pmax): 331,50 (kN)  
Lunghezza del Palo (L): 7,00 (m)  
Lunghezza Utile del Palo (Lu): 2,15 (m)  
Modulo di Deformazione (E): 2000000000 (kN/m<sup>2</sup>)



### CEDIMENTO DEL MICROPALO SINGOLO:

$$\delta = \beta \cdot P_{\max} / E \cdot L_u$$

Coefficiente di forma

$$\beta = 0,5 + \text{Log}(L_{\text{utile}} / D): 1,43 \quad (-)$$

Cedimento del palo

$$\delta = \beta \cdot P_{\max} / E \cdot L_u 0,00 \quad (\text{mm})$$

**GEOCIMA S.A.S.**

Tel/Fax: 0916824940  
pec.: geocima@pec.it

Via Borremans, 36  
90145 - Palermo  
P.I. : 04405870827



Comune di PALERMO

Provincia di PALERMO

Esecuzione di sondaggi geognostici e prove di laboratorio  
affidenti il progetto esecutivo per la realizzazione di 5  
alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine  
all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di  
Palermo - CIG: Z7523022B2

**RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE, SISMICHE,  
GEORADAR E GEOTECNICHE ESEGUITE**

Il Committente

**ISTITUTO AUTONOMO PER  
LE CASE POPOLARI DELLA  
PROVINCIA DI PALERMO**

Il R.U.P.:

GEOCIMA S.A.S.

Il Direttore Tecnico:



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo – RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	0 / 48

## INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	5
3. SAGGI ESPLORATIVI.....	18
4. INDAGINI GEORADAR FINALIZZATE ALL'INDIVIDUAZIONE DI SOTTOSERVIZI .....	22
5. INDAGINI GEORADAR FINALIZZATE ALL'INDIVIDUAZIONE DELLO SPESSORE DELLE MURATURE.....	33
6. INDAGINI SISMICHE IN FORO .....	38
7. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO .....	48

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	1 / 48

## 1. PREMESSA

La presente relazione espone i risultati ottenuti nel corso di una campagna geognostica, sismica, georadar e geotecnica eseguita all'interno del quartiere Albergheria della città di Palermo, nelle vie Chiappara al Carmine e delle Pergole, nell'ambito del progetto di realizzazione di 5 alloggi E.R.P. nell'immobile di via Chiappara, giusta assegnazione d'incarico da parte dello I.A.C.P. del 08/06/2018, Prot. n° 001-0009303-USC/2018.

Le indagini geognostiche sono state effettuate tramite l'esecuzione di n° 2 sondaggi a carotaggio continuo mediante impiego di macchina perforatrice idraulica. Un sondaggio (denominato S1) è stato attrezzato per consentire la prova sismica in foro tipo Down hole, mentre il secondo (S2) è stato attrezzato con tubo piezometrico per rilevare la profondità della falda idrica nel sottosuolo.

Nel corso delle trivellazioni sono stati prelevati diversi campioni sui quali sono state eseguite le prove geotecniche di laboratorio.

I certificati delle prove di laboratorio sono stati inseriti all'interno della presente relazione.

Preliminarmente alla perforazione dei sondaggi è stata effettuata, sia nelle via delle Pergole che nella via Chiappara, una indagine georadar per valutare la presenza di sottoservizi nei due siti dove successivamente sono stati perforati i sondaggi geognostici, con lo scopo di evitare di danneggiare le condutture presenti nel sottosuolo.

Lo studio geosismico ha avuto lo scopo di individuare le velocità di propagazione delle onde sismiche primarie (onde P) e secondarie (onde S) all'interno del sottosuolo, secondo le NTC di cui al D.M. del 17/01/2018 pubblicato in G.U. il 20/02/2018. Nello specifico, all'interno del foro di sondaggio S1, è stato effettuato un sondaggio sismico tipo Down hole.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	2 / 48

Su richiesta del committente, all'interno dell'immobile in studio, sono stati realizzati due saggi esplorativi scavati a mano, al fine di individuare lo spessore delle fondazioni.

Sempre su richiesta della committenza è stata eseguita una seconda indagine georadar sulle pareti dell'immobile per la valutarne gli spessori.

Nei capitoli successivi verranno descritte nel seguente ordine le indagini eseguite:

Capitolo 2: indagini geognostiche

Capitolo 3: saggi esplorativi

Capitolo 4: indagini georadar finalizzate all'individuazione di sottoservizi

Capitolo 5: indagini georadar finalizzate all'individuazione dello spessore delle murature

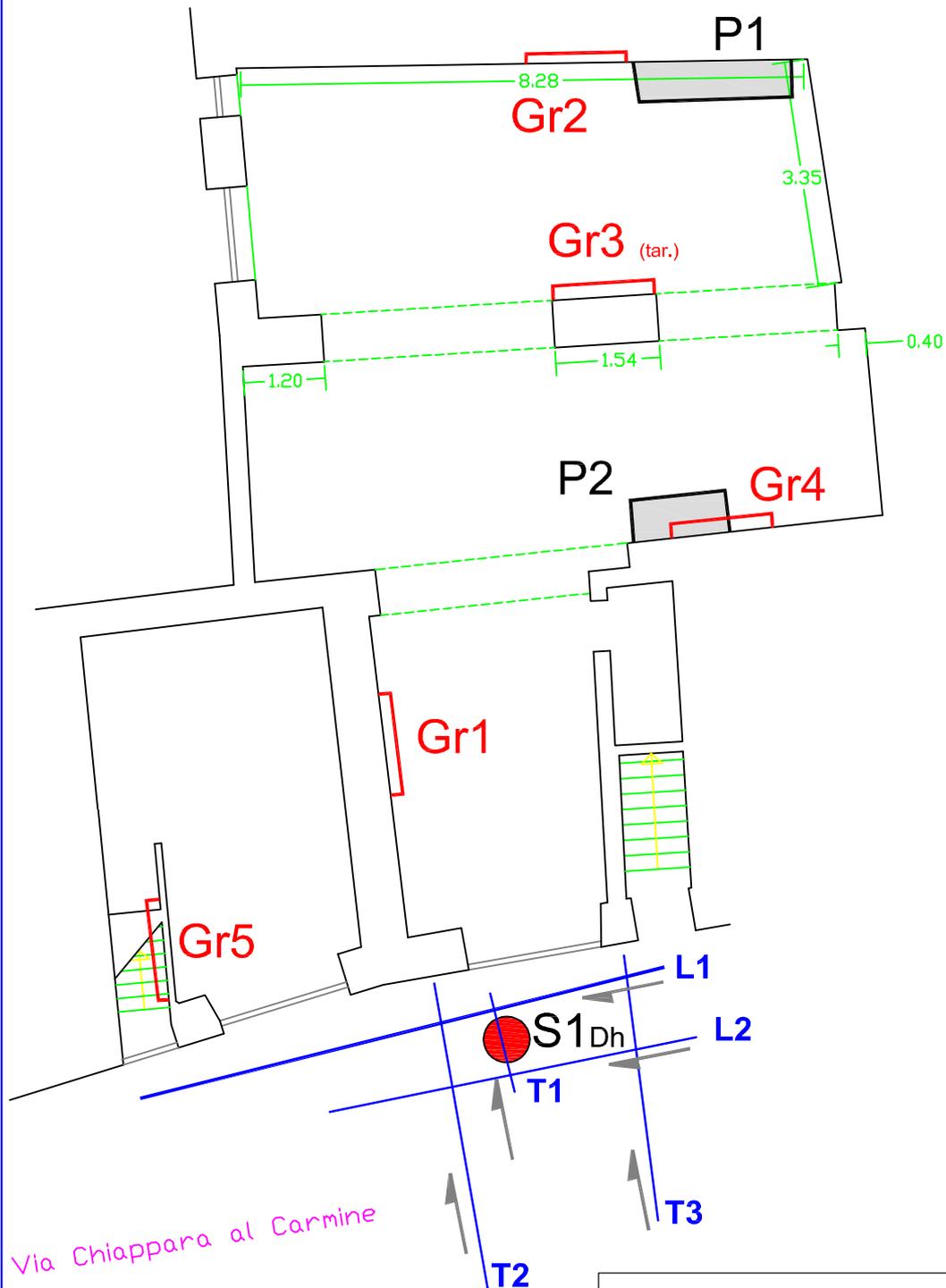
Capitolo 6: indagini sismiche in foro

Capitolo 7: certificati delle prove geotecniche di laboratorio

Per l'ubicazione delle indagini svolte si rimanda alle planimetrie allegate nelle pagine successive.



# PIANTA PIANO TERRA



Scala 1:100

- |  |   |
|--|---|
|  P2               | Pozzetto geognostico  |
|  S1 <sub>Dh</sub> | Sondaggio geognostico attrezzato per il sondaggio sismico Down hole |
|  Gr1              | Rilievo georadar per la valutazione dello spessore dei muri         |
|  L1               | Rilievo georadar per l'individuazione di sottoservizi               |

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	5 / 48

## 2. SONDAGGI GEOGNOSTICI

La campagna geognostica è consistita nell'esecuzione di n° 2 sondaggi geognostici spinti sino a raggiungere la profondità massima di 30 m.

Il metodo di perforazione adottato è stato quello del carotaggio continuo con avanzamento in foro a secco ed in subordine a circolazione diretta d'acqua.

Nella tabella sottostante si espone il prospetto delle lavorazioni eseguite:

Sondaggio	Posizione	Totale perforazione a carotaggio continuo (ml)	Foro attrezzato:	Cassette catalogatrici (n.)	Campioni rimaneggiati (n.)	Prove SPT (n.)
S 1	Via Chiappara	30,0	Down hole	5	3	3
S 2	Via delle Pergole	15,0	Piezometro	3	3	-

### Attrezzatura utilizzata e metodologia di esecuzione

Le Perforazioni sono state effettuate mediante "Perforatrice idraulica CMV MK/420 G2FP", matricola 00512", disposta di centralina integrata, operante a rotazione ed avanzamento oleodinamico.

La perforazione dei sondaggi è stata eseguita adottando la tecnica della "conservazione del nucleo" (carotaggio continuo) per una parte dello spessore indagato, con l'ausilio di tubi carotieri semplici (tipo T2), aventi diametro esterno pari 101,6 mm e diametro interno pari a 88,8 mm con lunghezza di 1,00 e 1,50 metri; tutte le manovre sono state eseguite a secco e/o acqua, con l'ausilio di aste di perforazione di diametro 76 mm, lunghezza di 1,00 metri. Il taglio dei terreni è avvenuto munendo il carotiere alla punta di una corona dentata con n. 14 punte "widia" ottagonali del tipo TC5.

L'avanzamento in foro ha reso necessario il rivestimento con tubi metallici fino a metri 30,0 dal p.c. nel sondaggio S1 e metri 15,0 nel sondaggio S2 per mantenere in equilibrio le pareti del foro; dal momento in cui sono stati utilizzati i rivestimenti metallici, l'acqua di perforazione è stata additivata con fluidi di circolazione polimerici. Durante la

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	6 / 48

perforazione le carote estratte sono state riposte e quotate in apposite cassette catalogatrici scompartate la cui custodia è rimasta a carico della committenza.

Durante la perforazione dei sondaggi sono stati prelevati campioni rimaneggiati di terre, sigillati in apposite buste a tenuta ermetica, assicurate con nastro adesivo. Data la natura del terreno non è stato possibile prelevare campioni indisturbati.

Nella tabella sottostante, si riportano schematicamente le nomenclature e le profondità dei campioni di terreno prelevati da sottoporre ad analisi e prove di laboratorio.

Sondaggio	Campione	Profondità (m)
S1	CR1	2,0
S1	CR2	5,6
S1	CR3	25,5
S2	CR1	2,7
S2	CR2	3,0
S2	CR3	3,5

Durante la fase di perforazione del sondaggio S1 sono state effettuate n°3 prove penetrometriche S.P.T., così come meglio specificato nella tabella sottostante

Sondaggio	Prof. (m)	N° Colpi
S1	7.0 – 7.25	33 - R
S1	15.5 – 15.95	6-13-20
S1	23.0 – 23.45	3-6-6

Il numero dei colpi registrati durante l'esecuzione delle prove SPT sono stati elaborati tramite opportuno programma di calcolo. Di seguito forniamo i risultati di tali elaborazioni tenendo conto delle formule proposte da molteplici autori.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	7 / 48

**Le elaborazioni relative alla prima prova non sono state effettuate in quanto questa ha registrato valori di "rifiuto".**

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1

##### TERRENI INCOERENTI

###### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] -	33	15.95	33.9	64.66	69.64	66.41
[3] -	12	23.45	8.37	32.31	38.15	37.24

###### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mel-lo	Owasaki & Iwasaki
[2] -	33	15.95	33	36.43	29.43	37.24	28.44	40.29	37.05	32-35	37.25	36.9	38.96	40.69
[3] -	12	23.45	12	30.43	23.43	31.36	25.82	34.41	32.52	<30	28.42	30.6	24.09	30.49

###### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] -	33	15.95	33	410.04	264.00	390.10	427.50	240.00
[3] -	12	23.45	12	247.26	96.00	142.30	270.00	135.00

###### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] -	33	15.95	33	198.00	95.25	234.30	185.18
[3] -	12	23.45	12	72.00	52.11	85.20	91.52

###### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] -	33	15.95	33	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[3] -	12	23.45	12	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

###### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[2] -	33	15.95	33	Meyerhof ed altri	2.16
[3] -	12	23.45	12	Meyerhof ed altri	1.79

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	8 / 48

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[2] -	33	15.95	33	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[3] -	12	23.45	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] -	33	15.95	33	(A.G.I.)	0.29
[3] -	12	23.45	12	(A.G.I.)	0.33

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] -	33	15.95	33	1739.07	1058.58
[3] -	12	23.45	12	671.96	570.54

#### Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] -	33	15.95	33	Ohta & Goto (1978) Limi	201.37
[3] -	12	23.45	12	Ohta & Goto (1978) Limi	186.92

#### Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[2] -	33	15.95	33	Seed e Idriss (1971)	--
[3] -	12	23.45	12	Seed e Idriss (1971)	--

#### Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[2] -	33	15.95	33		---
[3] -	12	23.45	12		---

#### Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[2] -	33	15.95	33		---
[3] -	12	23.45	12		---

### Elaborazione dati stratigrafici

Tutti i dati relativi a ciascuno dei sondaggi geognostici eseguiti sono stati elaborati in appositi moduli stratigrafici, contenenti i seguenti dati:

GEOCIMA S.A.S.	Via Borremans, 36 – 90145 – Palermo - P.I.: 04405870827 – Tel/fax 0916824940 – email: <a href="mailto:geocimasnc@tiscali.it">geocimasnc@tiscali.it</a> – pec: <a href="mailto:geocima@pec.it">geocima@pec.it</a>
----------------	---

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	9 / 48

Il metodo di carotaggio;  
 La profondità;  
 La scala di rappresentazione;  
 Lo spessore degli strati;  
 Il simbolo grafico;  
 La descrizione stratigrafica;  
 La profondità di prelievo dei campioni;  
 presenza di piezometro,  
 eventuale quota di rinvenimento di livelli idrici;  
 presenza di tubo per prova down hole.

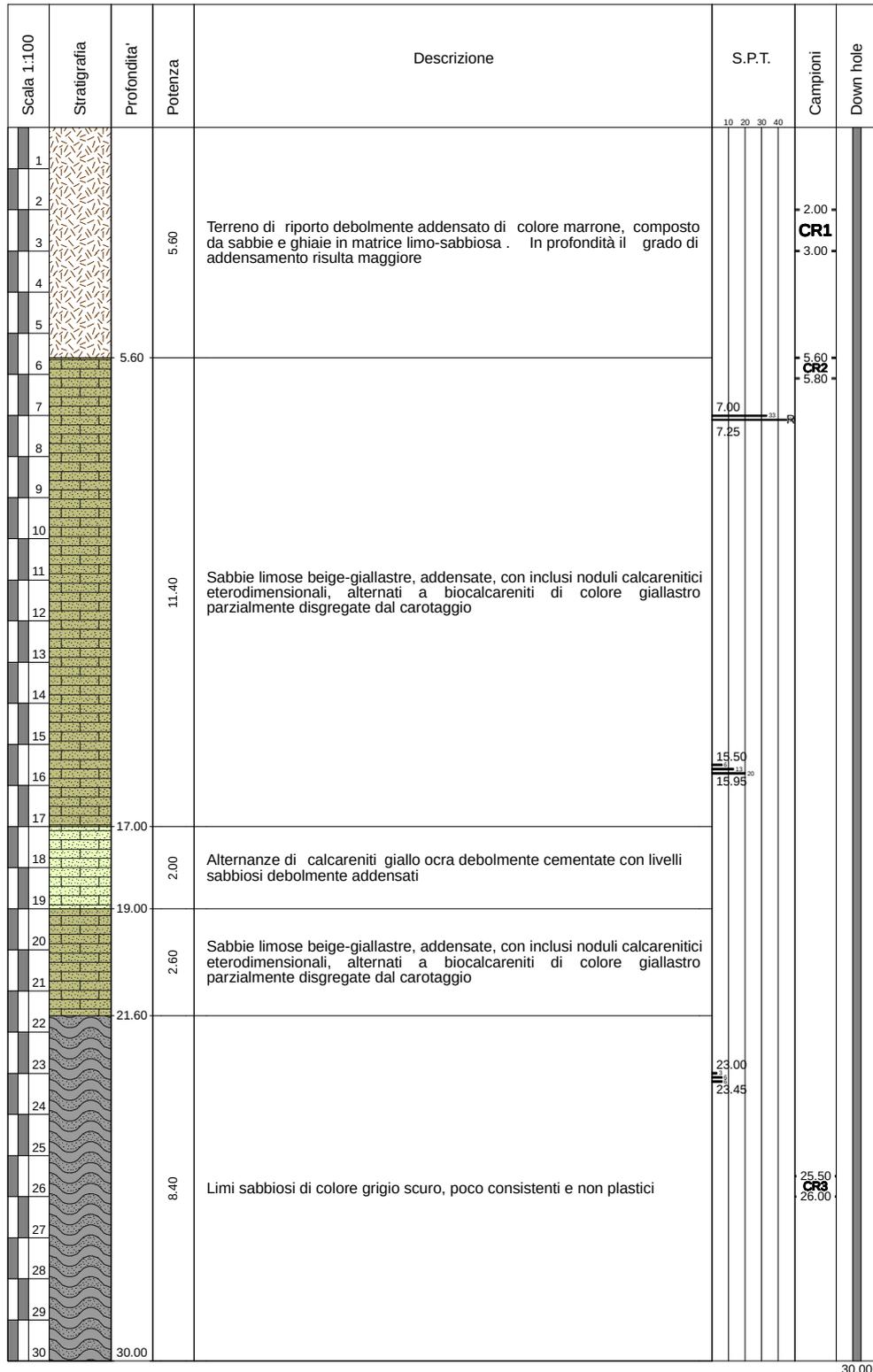
Il sondaggio S1, perforato nella via Chiappara, è stato attrezzato con apposito tubo per consentire l'esecuzione di un sondaggio sismico tipo Down hole.

Il Sondaggio S2, perforato nella via delle Pergole, è stato attrezzato con tubo piezometrico. La quota della falda rilevata è pari a -10,7 metri dal piano strada.

Nelle pagine successive si allegano le colonne stratigrafiche ed il report fotografico delle cassette catalogatrici contenenti le carote estratte.

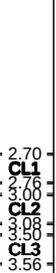
COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	10 / 48

Committente	I.A.C.P. PALERMO	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Realizzazione di 5 alloggi ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine	<b>S1</b>	
Località	Quartiere Albergheria - Palermo - Via Chiappara	Il geologo Dott. C. Cibella	
Data Inizio	19/09/2018	Data Fine	20/09/2018



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	11 / 48

Committente	I.A.C.P. PALERMO	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Realizzazione di 5 alloggi ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine	<b>S2</b>	
Località	Quartiere Albergheria - Palermo - Via delle Pergole		
Data Inizio	21/09/2018	Il geologo Dott. C. Cibella	
		Data Fine	21/09/2018

Scala 1:100	Stratigrafia	Profondita'	Potenza	Descrizione	Campioni	Piezometro	Falda
1		2.70	2.70	Terreno di riporto debolmente addensato di colore marrone, composto da sabbie e ghiaie in matrice limo-sabbiosa .	2.70		
2							
3							
4		12.30	12.30	Sabbie limose beige-giallastre, addensate, con inclusi noduli calcarenitici eterodimensionali, alternati a biocalcareni di colore giallastro parzialmente disgregate dal carotaggio	3.08 3.50 3.56		10.70
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

GEOCIMA S.A.S.	Via Borremans, 36 – 90145 – Palermo - P.I.: 04405870827 – Tel/fax 0916824940 – email: <a href="mailto:geocimasnc@tiscali.it">geocimasnc@tiscali.it</a> – pec: <a href="mailto:geocima@pec.it">geocima@pec.it</a>
----------------	---

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	12 / 48

## REPORT FOTOGRAFICO DEI SONDAGGI ESEGUITI



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	13 / 48



Sondaggio S1Cassetta 1



Sondaggio S1 Cassetta 2

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	14 / 48



Sondaggio S1 Cassetta 3



Sondaggio S1 Cassetta 4

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	15 / 48



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	16 / 48



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	17 / 48



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	18 / 48

### 3. SAGGI ESPLORATIVI

Su richiesta del progettista, all'interno dell'edificio in progetto, sono stati realizzati due scavi a mano per verificare la forma e lo spessore delle fondazioni esistenti.

La posizione dei due pozzetti, denominati P1 e P2, è stata riportata sulla planimetria allegata nelle pagine precedenti.

Entrambi i pozzetti sono stati approfonditi sino ad una profondità di 80-90 cm rispetto alla piano di calpestio.

Durante lo scavo del pozzetto P2 è stato individuato un tubo in pvc che ne ha ostacolato l'approfondimento.

I due saggi hanno messo in evidenza uno spessore delle fondazioni pari a 0,75 cm, composte da blocchi squadrati di calcareniti giustapposti, privi di malta cementizia.

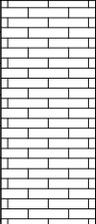
Rispetto al muro, nel pozzetto P1, le fondazioni fuoriescono per circa 7 cm, mentre nel P2 per circa 2-3 cm.

Il piano di imposta delle fondazioni è posizionato su terreno di riporto composto da sabbie limose brune, mediamente addensate, contenenti sfabbricidi.

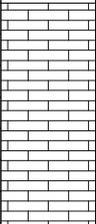
Di seguito si allegano le stratigrafie dei due pozzetti ed il report fotografico.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	19 / 48

Committente	I.A.C.P. PALERMO	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Realizzazione di 5 alloggi ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine	<b>P1</b>	Il geologo Dott. C. Cibella
Località	Quartiere Albergheria - Palermo - Via Chiappara		
Data Inizio	26/09/2018	Data Fine	26/09/2018

Scala 1:20	Stratigrafia	Profondita'	Potenza	Descrizione	Campioni
0.1		0.75	0.75	Fondazione composta da blocchi squadri di calcarenite	
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8		0.90	0.15	Terreno di riporto composto da limi sabbiosi contenenti sfabbricidi	
0.9					
1.0					

Committente	I.A.C.P. PALERMO	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Realizzazione di 5 alloggi ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine	<b>P2</b>	Il geologo Dott. C. Cibella
Località	Quartiere Albergheria - Palermo - Via Chiappara		
Data Inizio	26/09/2018	Data Fine	26/09/2018

Scala 1:20	Stratigrafia	Profondita'	Potenza	Descrizione	Campioni
0.1		0.75	0.75	Fondazione composta da blocchi squadri di calcarenite	
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8		0.85	0.10	Terreno di riporto composto da limi sabbiosi contenenti sfabbricidi	
0.9					
1.0					

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	20 / 48

### REPORT FOTOGRAFICO DEI POZZETTI ESEGUITI



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	21 / 48



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	22 / 48

#### 4. INDAGINI GEORADAR FINALIZZATE ALL'INDIVIDUAZIONE DI SOTTOSERVIZI

Scopo dell'indagine è stato quello di individuare la posizione dei sottoservizi interrati in prossimità dei punti di perforazione per consentire di effettuare i sondaggi geognostici in sicurezza senza recare danno ai sottoservizi stessi. Pertanto complessivamente abbiamo eseguito 53 metri lineari di profili georadar distribuiti tra la via Chiappara e via delle Pergole. I profili effettuati sulla via Chiappara sono stati riportati nella planimetria allegata nelle pagine precedenti, mentre quelli eseguiti sulla via delle Pergole, non sono stati ubicati perché non in possesso di una planimetria di dettaglio.

Il Georadar, noto con la sigla GPR (Ground Penetrating Radar) o SPR (Surface Penetrating Radar), è un particolare radar che sfrutta i fenomeni fisici, quali la riflessione, la rifrazione e la diffrazione che subisce un'onda elettromagnetica quando incontra delle discontinuità all'interno del mezzo indagato. Questi fenomeni fisici sono determinati da variazioni delle proprietà elettriche e magnetiche dei materiali attraversati (cavità, variazioni litologiche, corpi sepolti, ecc.) ed in particolare alla variazione della permittività (o costante dielettrica relativa).

In generale un sistema georadar è costituito da:

un'unità di controllo (alimentata da una batteria) alla quale, tramite cavi di particolari caratteristiche, sono collegate le antenne;

un sistema di antenne, che hanno la funzione di inviare impulsi elettromagnetici e captare i segnali riflessi e/o rifratti;

un'unità di acquisizione, registrazione e visualizzazione dei dati sperimentali.

Il georadar può essere adoperato con varie tecniche applicative: utilizzando il sistema monostatico, l'antenna trasmittente invia un treno di impulsi elettromagnetici ad alta frequenza (10÷2500 MHz) e di breve durata (dell'ordine di 10<sup>-9</sup> secondi), ad intervalli regolari; la frequenza di ripetizione di questi impulsi è di circa 50-100 kHz. Questa è alimentata da un generatore di impulsi elettrici che, nella stessa antenna, vengono trasformati in impulsi elettromagnetici. Tali impulsi si propagano all'interno del mezzo finché non sono riflessi da un'eventuale discontinuità e, se caratterizzati da sufficiente

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	23 / 48

energia, ritornano verso la superficie del terreno, dove vengono captati dall'antenna ricevente.

### ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

All'interno dell'area in studio sono stati acquisiti n° **8 profili** georadar così come indicato nella tabella di seguito riportata. Le tracce dei suddetti profili sono state inserite nella planimetria allegata nelle pagine seguenti.

Profilo	Posizione	ml
L1	Via Chiappara	7,9
L2	"	5,6
T1	"	1,5
T2	"	4,6
T3	"	3,9
L3	Via delle Pergole	4,8
L4	"	3,0
L5	"	10,5
T4	"	4,9
T5	"	6,3



Le indagini georadar sono state effettuate utilizzando la strumentazione Georadar IDS OPERA DUO dotato di un modulo antenna a doppia frequenza; l'antenna ad alta frequenza (700 MHz) permette la localizzazione accurata di oggetti superficiali, l'antenna a bassa frequenza (250 MHz) consente la localizzazione di oggetti più profondi.

Il Range di acquisizione è stato impostato pari a 90 ns.

Dopo avere eseguito l'elaborazione dei dati sperimentali acquisiti, si è proceduto all'analisi ed all'interpretazione degli stessi, in relazione agli scopi previsti dallo studio.

L'elaborazione dei dati, relativi a tutti i profili, ha consentito di ricavare una interpretazione 2D di tutte le sezioni radar.

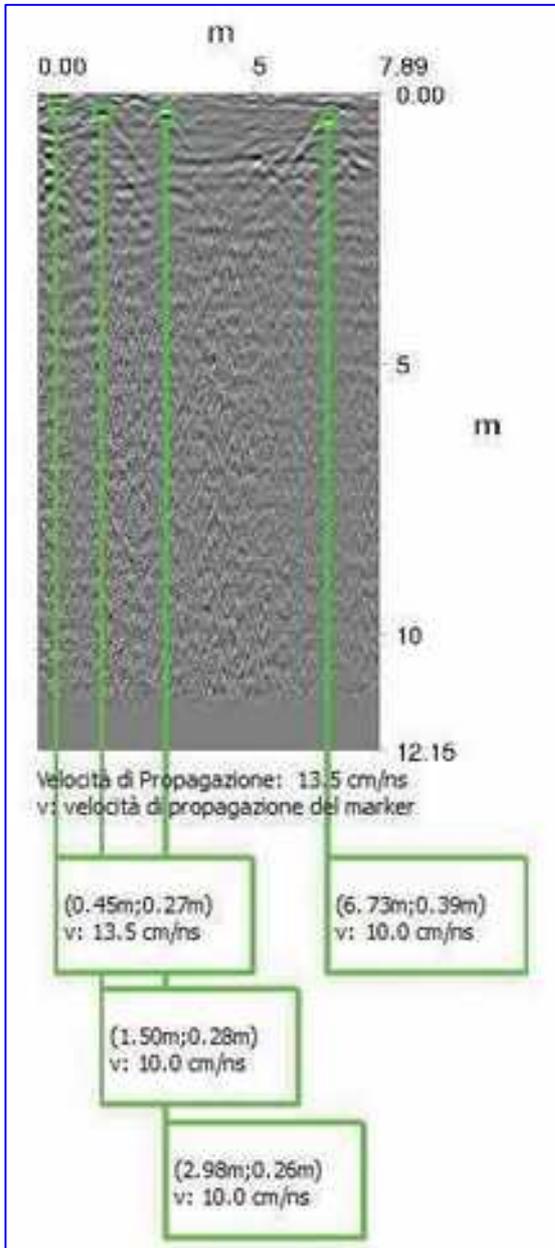
COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	24 / 48

Le anomalie associabili alla presenza di sottoservizi sono state contrassegnate sui profili con marker di colore verde. Ad ognuno di essi è stata indicata la profondità e la distanza dal punto di inizio della stesa.

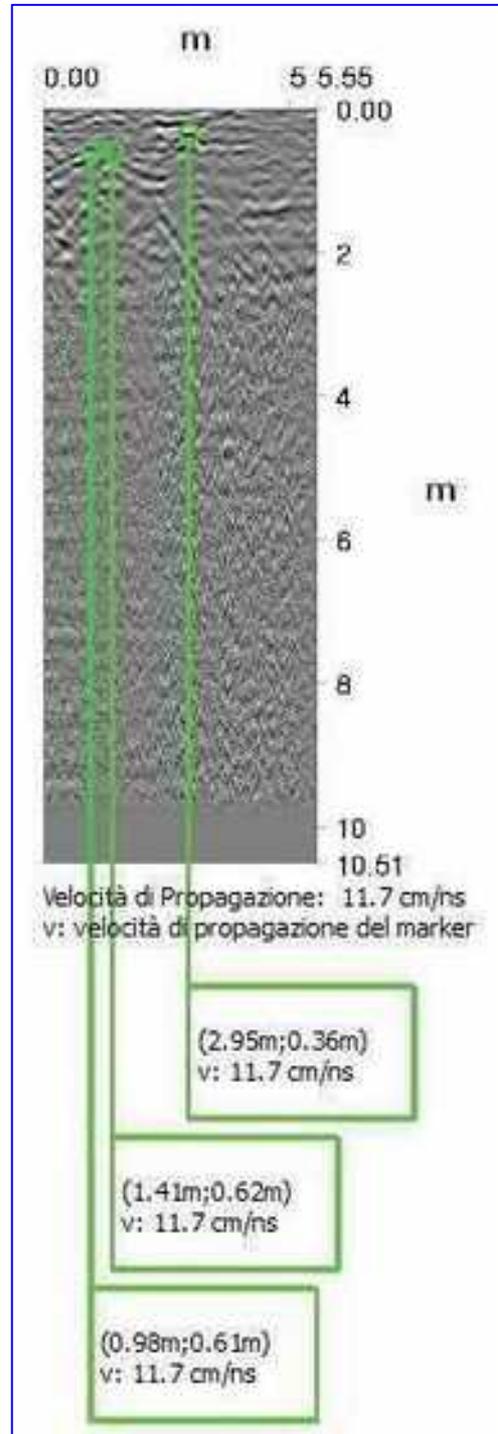
Le anomalie riscontrate sono state indicate con uno spray rosso sul sito in maniera tale da consentire all'operatore della trivella un corretto posizionamento della stessa, lungo verticali dove tali anomalie non fossero presenti.

Nelle pagine successive si allegano i radargrammi interpretati ed un breve report fotografico.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	25 / 48

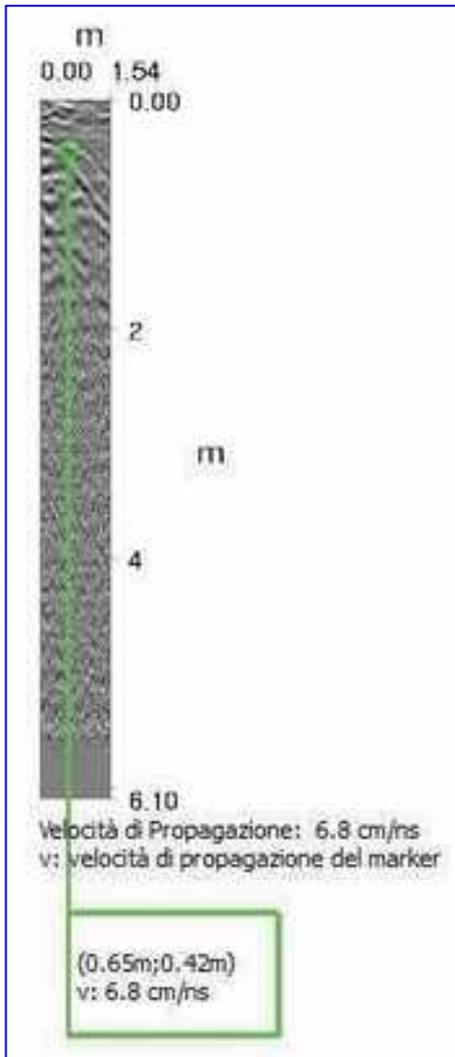


L1- Via Chiappara

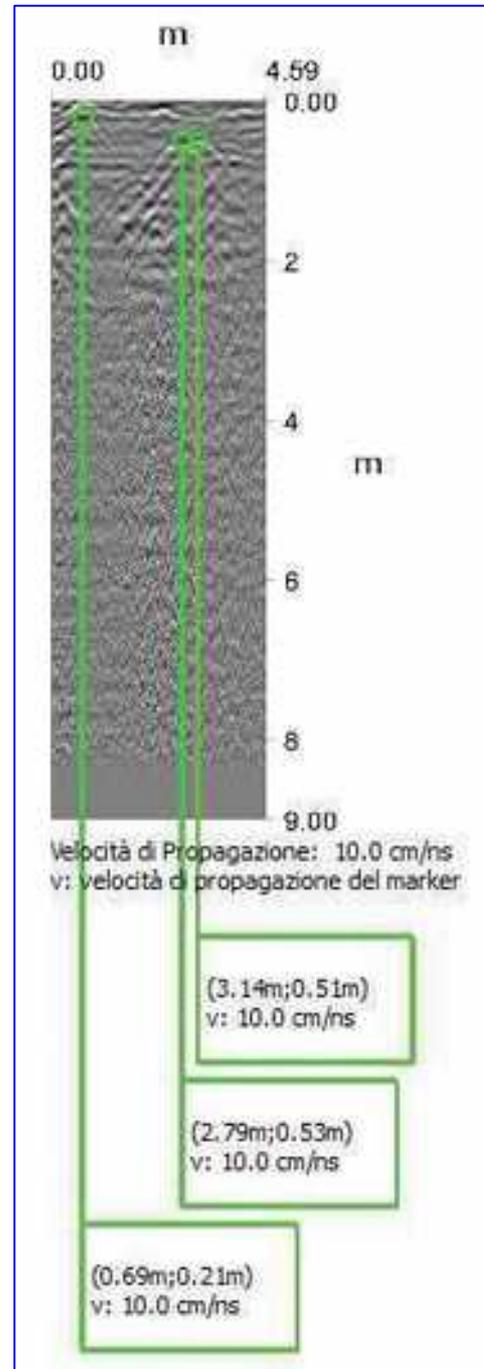


L2 - Via Chiappara

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	26 / 48

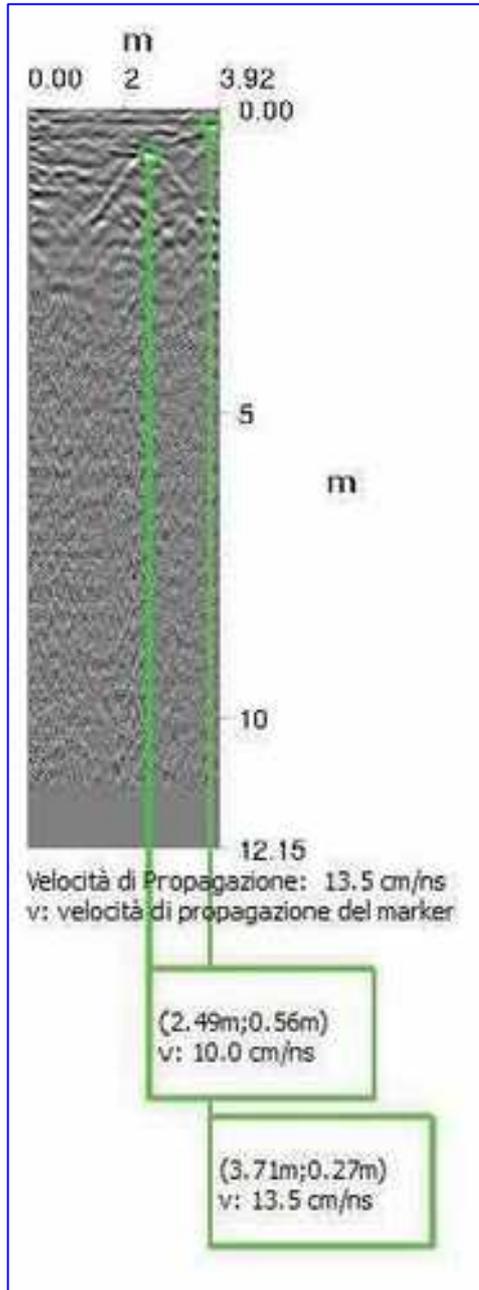


T1 – Via Chiappara

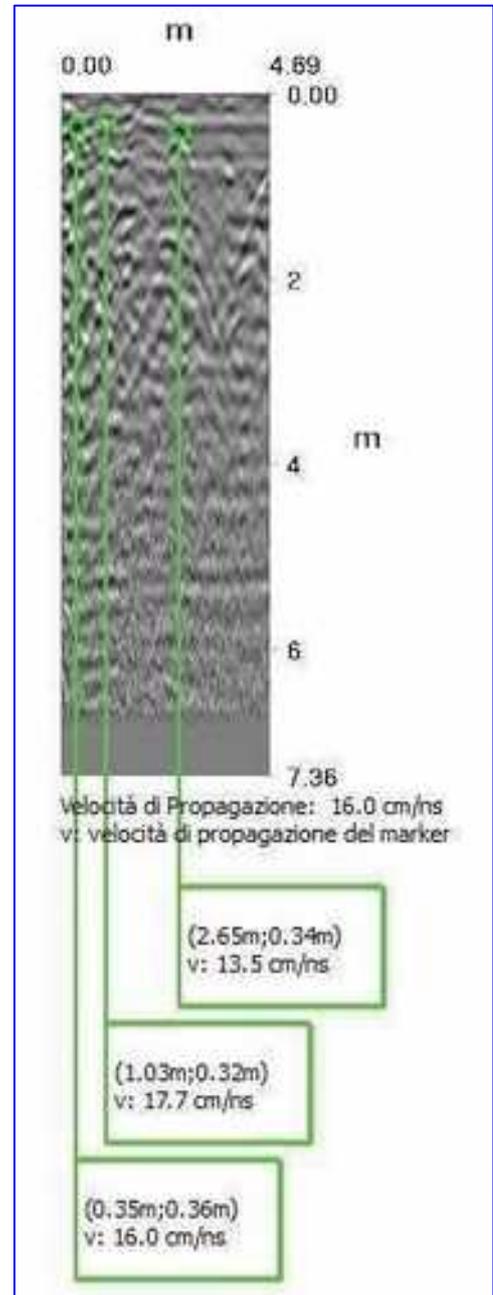


T2 – Via Chiappara

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	27 / 48

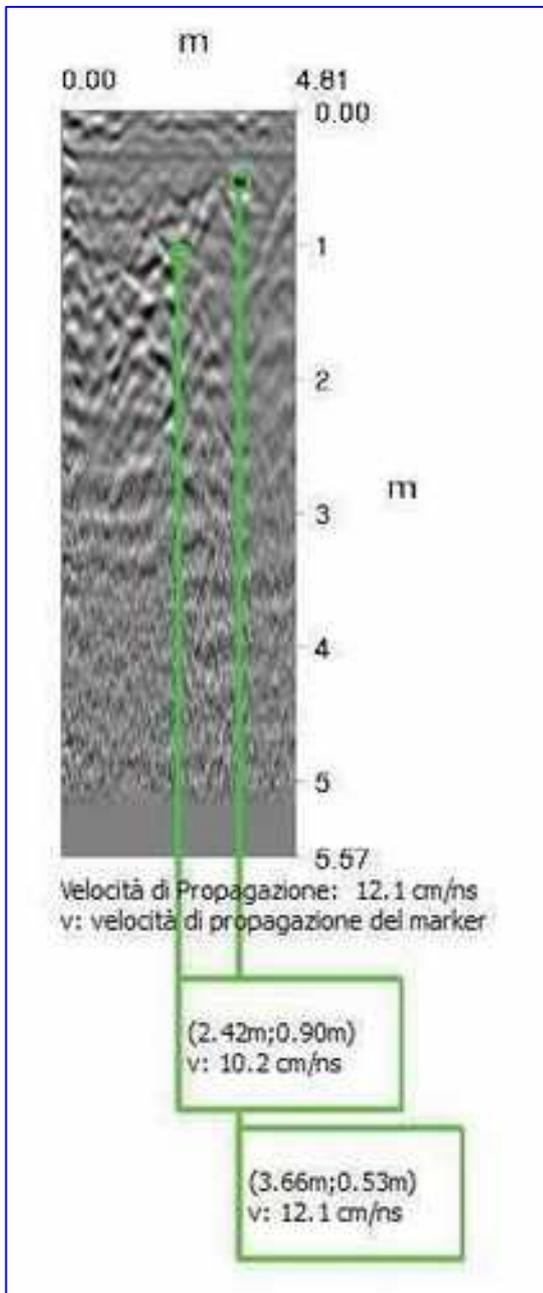


T3 – Via Chiappara



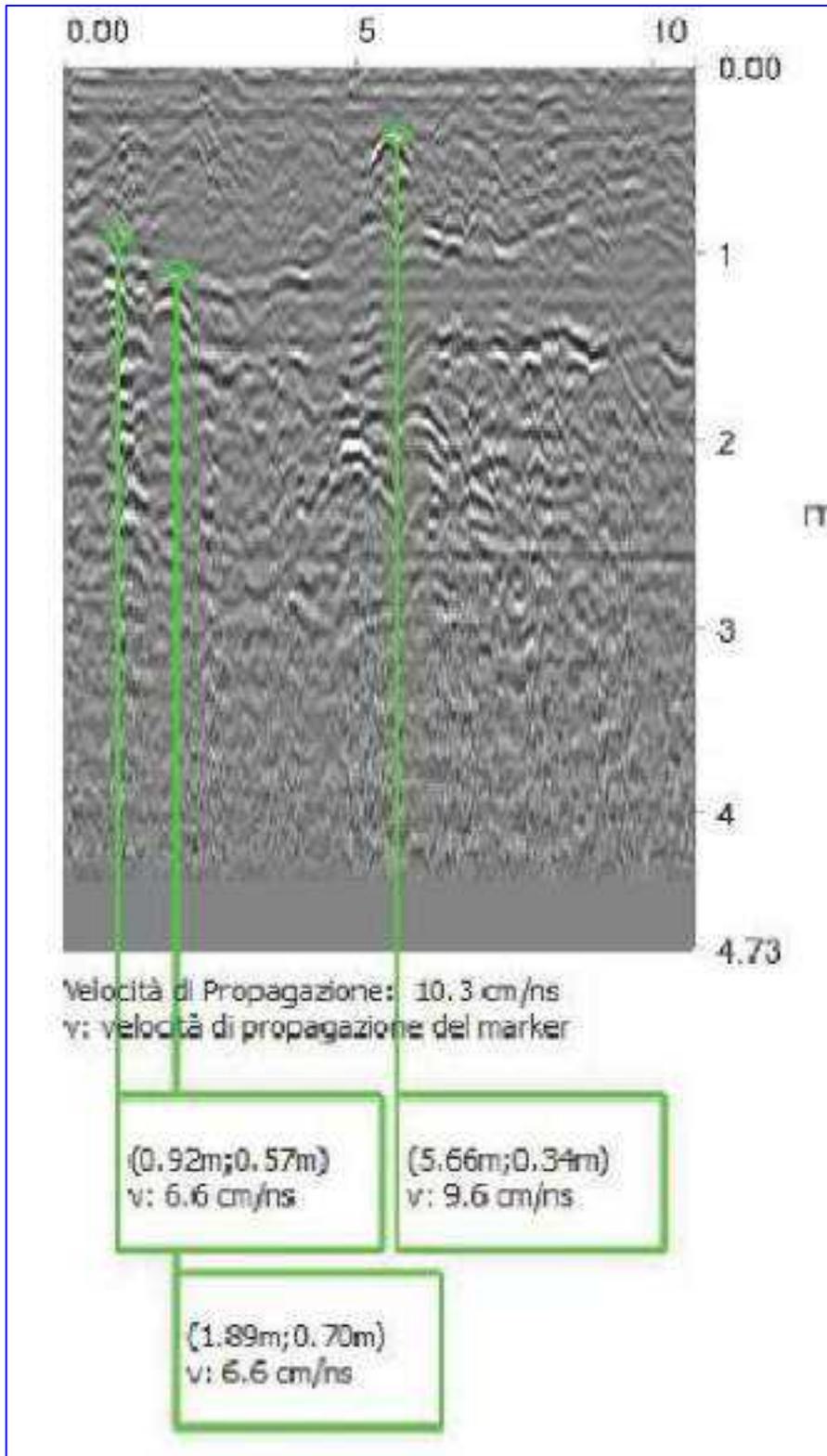
L3 – Via delle Pergole

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	28 / 48



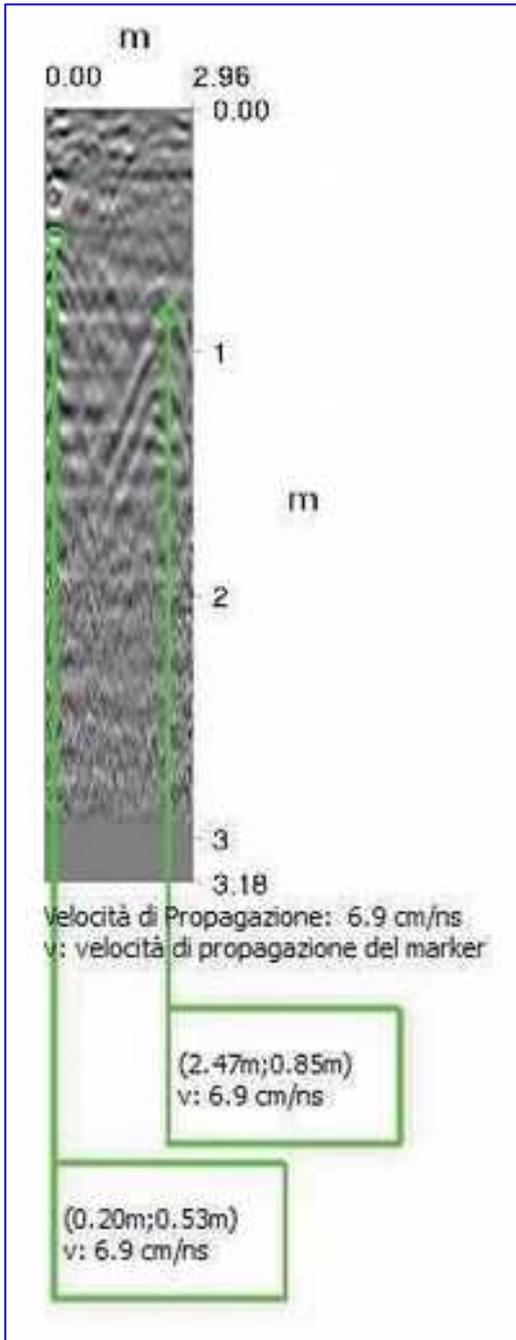
L4 – Via delle Pergole

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	29 / 48

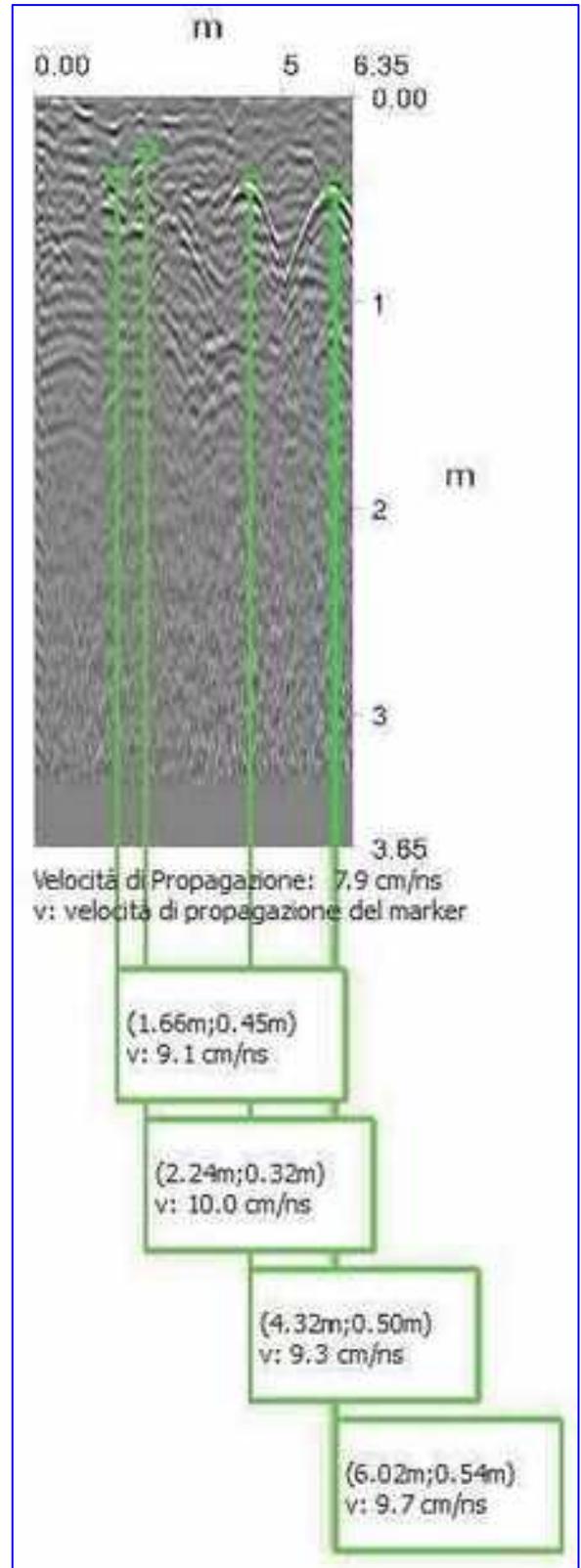


L5 – Via delle Pergole

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	30 / 48



T4 – Via delle Pergole



T5 – Via delle Pergole

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	31 / 48

## REPORT FOTOGRAFICO DEI PROFILI GEORADAR ESEGUITI



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	32 / 48



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	33 / 48

## 5. INDAGINI GEORADAR FINALIZZATE ALL'INDIVIDUAZIONE DELLO SPESSORE DELLE MURATURE

Considerato che per la valutazione dello spessore dei muri dell'immobile in studio non è stato possibile utilizzare una tecnica di tipo distruttiva, su richiesta del committente abbiamo effettuato una indagine georadar su cinque tratti dei muri esistenti, indicati in planimetria con la sigla "Gr".



La strumentazione GEORADAR utilizzata per l'acquisizione dei dati sperimentali, consiste in un'unità centrale della GSSI – Geological Survey Sistem Inc. – modello SIR 3000 ed in antenna con frequenza centrale da 500 MHz.

Il lavoro è stato articolato in due fasi ed in particolare:

- durante la prima fase sono stati acquisiti n. 5 profili georadar utilizzando l'antenna da 500 MHz;
- durante la seconda fase è stata eseguita l'elaborazione e l'interpretazione dei dati sperimentali acquisiti.

La strumentazione impiegata è capace di generare, captare, amplificare, filtrare ed archiviare i segnali e permette di visualizzare in tempo reale i dati acquisiti attraverso uno schermo a cristalli liquidi. Ciò consente una valutazione immediata dei dati, permettendo quindi la modifica dei parametri di acquisizione direttamente in sito. In questo modo è possibile ottimizzare la qualità dell'acquisizione, evitando ulteriori ripetizioni delle misure e riducendo i tempi necessari per le operazioni di indagine.

I profili sono stati eseguiti applicando una tecnica di campionamento denominata RSAD (Radar Surface Arrive Detection), con una configurazione di antenne monostatica.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	34 / 48

Questa tecnica prevede che il campionamento dei dati sia effettuato facendo scorrere sulla superficie del mezzo da indagare una antenna che funge alternativamente da trasmittente e da ricevente. In questa maniera il volume indagato è quello posto all'incirca lungo la verticale dal punto di misura.

Si è ritenuto che tale sistema potesse garantire una qualità ed una quantità dei dati sufficiente rispetto al carattere diagnostico desiderato per l'indagine, consentendo, contemporaneamente, una elevata velocità di esecuzione delle operazioni di acquisizione.

Prima di eseguire le sezioni georadar è stato necessario definire le linee di indagine lungo le quali effettuare i profili e scegliere il tipo di antenna da adoperare, in funzione della risoluzione desiderata e della massima profondità di indagine ipotizzata.

Inoltre, allo scopo di ottimizzare il segnale durante la fase di acquisizione, è stato eseguito un profilo di prova, finalizzato alla scelta dei parametri di acquisizione come i parametri dei filtri di frequenza passa-banda del tipo Butterworth, i parametri di Stacking orizzontale, il parametro Range Gain che serve a definire una legge di variazione del guadagno in funzione del tempo, in modo da compensare approssimativamente l'attenuazione dello spreading geometrico di fondo.

Inoltre il parametro Range che stabilisce la durata di registrazione del segnale dopo ogni energizzazione, è ottimizzabile mediante la seguente formula:  $Range = 1.5 \times (2D/V)$ , dove D è la massima profondità di interesse, V è la velocità media con la quale il segnale attraversa i terreni incontrati e 1.5 è un fattore di sicurezza.

Nel caso in esame si è utilizzato un Range pari a 30 ns.

Tutte le sezioni georadar sono restituite in formato Wiggle (mod. Toni di grigio).

Fra le operazioni di "processing" dei dati acquisiti, particolare importanza riveste la normalizzazione che consente, tramite il plottaggio dei markers ad intervalli regolari, una corretta referenziazione spaziale di tutti i profili.

Successivamente i dati sono stati processati utilizzando il background removal, un filtro che effettua sull'intero profilo una sottrazione di una traccia comune calcolata in un intervallo spazio/tempo scelto nella sezione.

Con questa operazione abbiamo potuto eliminare i rumori costanti nel tempo, rendendo quindi visibili segnali che prima erano coperti dai disturbi eliminati.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	35 / 48

Dopo avere eseguito l'elaborazione dei dati acquisiti tramite l'esecuzione delle indagini georadar si è proceduto all'analisi ed all'interpretazione degli stessi.

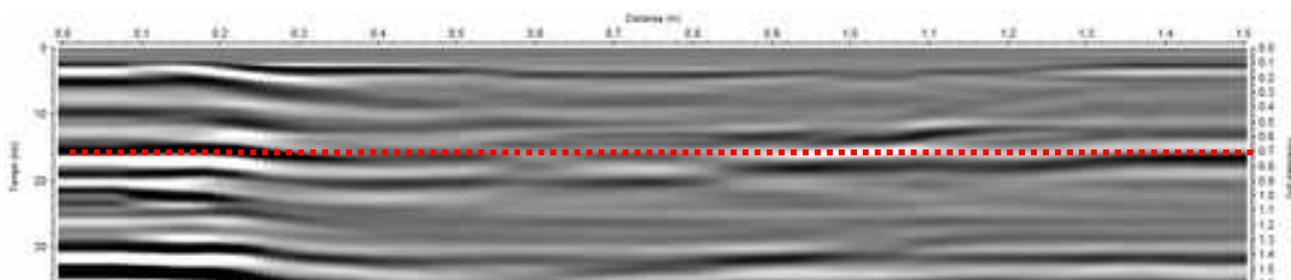
Per facilitare l'interpretazione, sono allegati i profili georadar per ciascuna indagine eseguita, denominati con la sigla "Gr".

Il profilo Gr3 (profilo n° 386) è stato effettuato come taratura su una parete esistente dove è stato possibile misurarne lo spessore che coincide con la riflessione presente ad una profondità pari a 0,7 m (indicata con la linea tratteggiata in rosso).

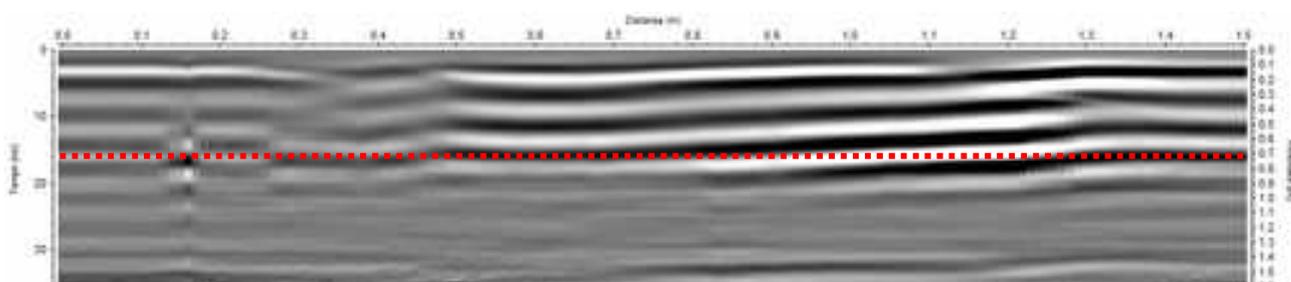
Sostanzialmente l'indagine ha messo in evidenza che lo spessore dei muri indagati è costante e pari a circa 0,7 metri.

Il posizionamento delle indagini georadar è stato effettuato sulla planimetria delle indagini allegata nelle pagine precedenti.

386 – Profilo **Gr3 (tar)** di taratura, eseguito su una parete dove è stato possibile misurarne lo spessore

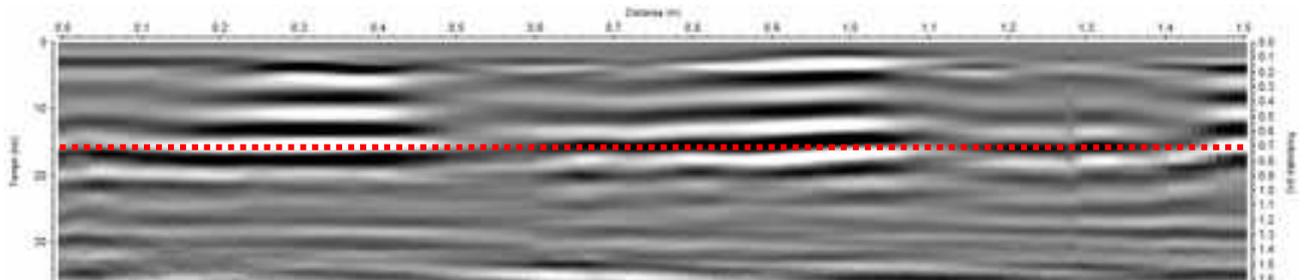


387 – Profilo **Gr2**

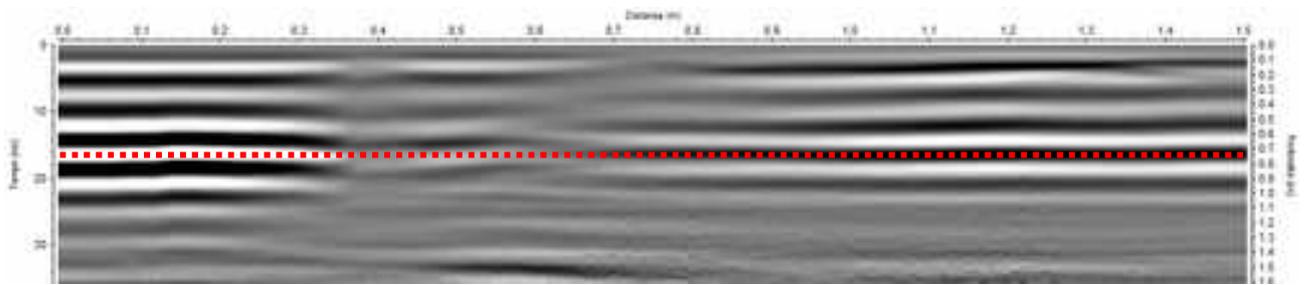


COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	36 / 48

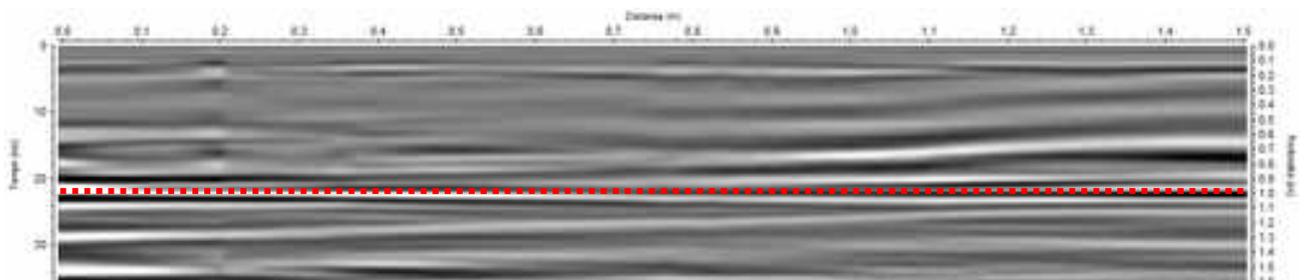
388 – Profilo Gr1



389 – Profilo Gr4



390 – Profilo Gr5



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	37 / 48

## REPORT FOTOGRAFICO DI ALCUNI PROFILI GEORADAR EFFETTUATI SULLE MURATURE

	
<p>Profilo Gr1</p>	<p>Profilo Gr4</p>
	
<p>Profilo Gr5</p>	

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	38 / 48

## 6. INDAGINI SISMICHE IN FORO

Il presente capitolo espone i risultati ottenuti dall'esecuzione di un sondaggio sismico in foro di tipo Down Hole all'interno del foro di sondaggio S1 (Via Chiappara), spinto sino ad una profondità di 30 metri dal p.c. e preventivamente condizionato con lo scopo di permettere l'introduzione del geofono tridimensionale.



Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo digitale 16SG24N a 24 canali della PASI srl ad alta risoluzione, matricola n° 09036062N, in grado di registrare i segnali provenienti dal geofono tridimensionale 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 il 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 sovra campionamento e post-processing.

La sonda utilizzata è prodotta dalla PASI e consiste in un geofono tridimensionale nel quale sono alloggiati due geofoni orizzontali per la misura delle onde "S" ed un geofono verticale per la misura delle onde "P".

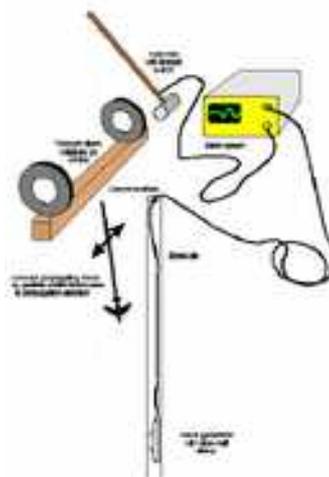
L'energizzazione è stata ottenuta tramite una mazza di 8 kg dotata di starter piezoelettrico battente su un piattello in alluminio.

Mediante questa tecnica d'indagine è possibile determinare la velocità di propagazione in senso verticale (media e d'intervallo) delle onde sismiche di compressione (P) e di quelle trasversali (S).

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	39 / 48

La metodologia Down-Hole, come le altre tecniche di sismica in perforo, ha rispetto alla sismica a rifrazione il vantaggio di non avere come condizione che la velocità aumenti con la profondità in quanto si valutano i tempi d'arrivo delle onde elastiche via via che esse penetrano negli strati più profondi senza subire fenomeni di rifrazione; quindi è sempre possibile valutare eventuali inversioni di velocità nell'ambito del pacco di litotipi incontrati nella perforazione e, inoltre, la preventiva conoscenza della stratigrafia permette di scegliere il passo di misura più idoneo a caratterizzare anche strati aventi ridotto spessore.

La tecnica Down-Hole consiste nella lettura dei tempi di propagazione delle onde longitudinali  $T_p$  e delle onde trasversali  $T_s$  tra un punto di energizzazione prossimo alla testa del foro di sondaggio ed il geofono tridimensionale ancorato all'interno del foro mediante un dispositivo composto da una lamina flettente (vedi figura).

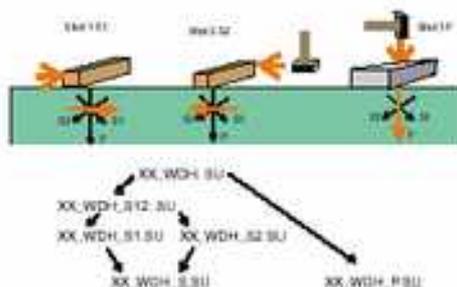


I modelli e gli algoritmi adottati tengono conto di tutte quelle leggi d'attenuazione ed accelerazione che contribuiscono a modificare un segnale sismico all'interno di un mezzo qualunque. Tale modellizzazioni ed interpretazioni dei segnali restituiti dall'indagine permettono di stimare le caratteristiche elasto-dinamiche della sezione in perforo investigata.

In particolare, l'energizzazione del terreno è stata effettuata mediante massa battente; al fine di facilitare la generazione di onde trasversali, per la valutazione della velocità di propagazione delle onde di taglio, il terreno è stato sollecitato tangenzialmente

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	40 / 48

tramite una piastra in ferro infissa in una trave di legno ad una distanza di un metro dall'asse del perforo in modo da ridurre la dissipazione in fase d'energizzazione (vedi figura).



Tale dispositivo di energizzazione, in funzione delle profondità operative si è rilevato sufficientemente valido per evidenziare, con buon rapporto segnale-rumore, le onde sismiche generate.

Il foro di sondaggio, interamente condizionato con tubi in P.V.C. del diametro interno di circa 80 mm ed opportunamente attrezzato in modo da essere solidale con le pareti del foro, ha ospitato il geofono tridimensionale, composto da un geofono verticale e due orizzontali, ancorato alle varie profondità di lettura alle pareti del foro per mezzo di un sistema elettrico a molla.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate letture con un intervallo di due metri sino ad una profondità di 30 metri. Gli scoppi sono stati effettuati con una distanza dal boccaforo (offset) di un metro.

L'elaborazione dei dati consiste nell'individuazione dei tempi di "primo arrivo" delle onde sismiche P ed S. Ciò consente di valutare la funzione velocità sismica-profondità, sia per le onde compressive ( $V_p$ ) che per le onde trasversali ( $V_s$ ) e quindi, noto il peso di volume dei terreni investigati, di calcolare i parametri meccanici caratteristici (Moduli Elastici Dinamici).

I tempi scaturiti consentono, in funzione della distanza tra il punto di energizzazione e la ricezione dei segnali, di definire, per i singoli intervalli, le velocità delle onde P ( $V_p$ ) e delle onde S ( $V_s$ ), ed inoltre di calcolare i rapporti  $V_p/V_s$  e  $V_s/V_p$  per la stima del coefficiente di Poisson.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	41 / 48

Sono stati prodotti diversi grafici e tabelle dai quali è possibile evidenziare:

lo sviluppo dei tempi di arrivo delle onde "P" ed "S" con l'aumentare della profondità  
la velocità di propagazione delle suddette onde nei vari intervalli di misura (1 metro)  
lo sviluppo dei moduli elastici calcolati prendendo come riferimento i valori del peso di unità di volume ( $\gamma$ ) dei litotipi presenti.

Ai fini dell'azione sismica di progetto è stato effettuato il calcolo della velocità media di propagazione delle onde sismiche secondarie (dette anche onde trasversali o di taglio) entro i primi 30 metri di profondità ( $V_{s,eq}$ ). Il suddetto calcolo è stato effettuato, così come indicato dalla normativa vigente (D.M. del 17/01/18), tenendo conto della seguente formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

dove:

$h_i$  = spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Dai calcoli eseguiti risulta che il valore di  $V_{s,eq}$  coincidente, in questo caso, con la  $V_{s30}$  è pari a **475 m/s**.

I terreni investigati ricadono, ai sensi delle N.T.C. del 2018, all'interno della categoria di sottosuolo **B** composto da "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  $V_{s,eq}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

Palermo, Ottobre 2018



**Geocima s.a.s.**  
Il Direttore Tecnico  
Dott. Geol. Carlo Cibella

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	42 / 48



Sondaggio sismico Dh1

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	43 / 48

### Sondaggio Down Hole - S1

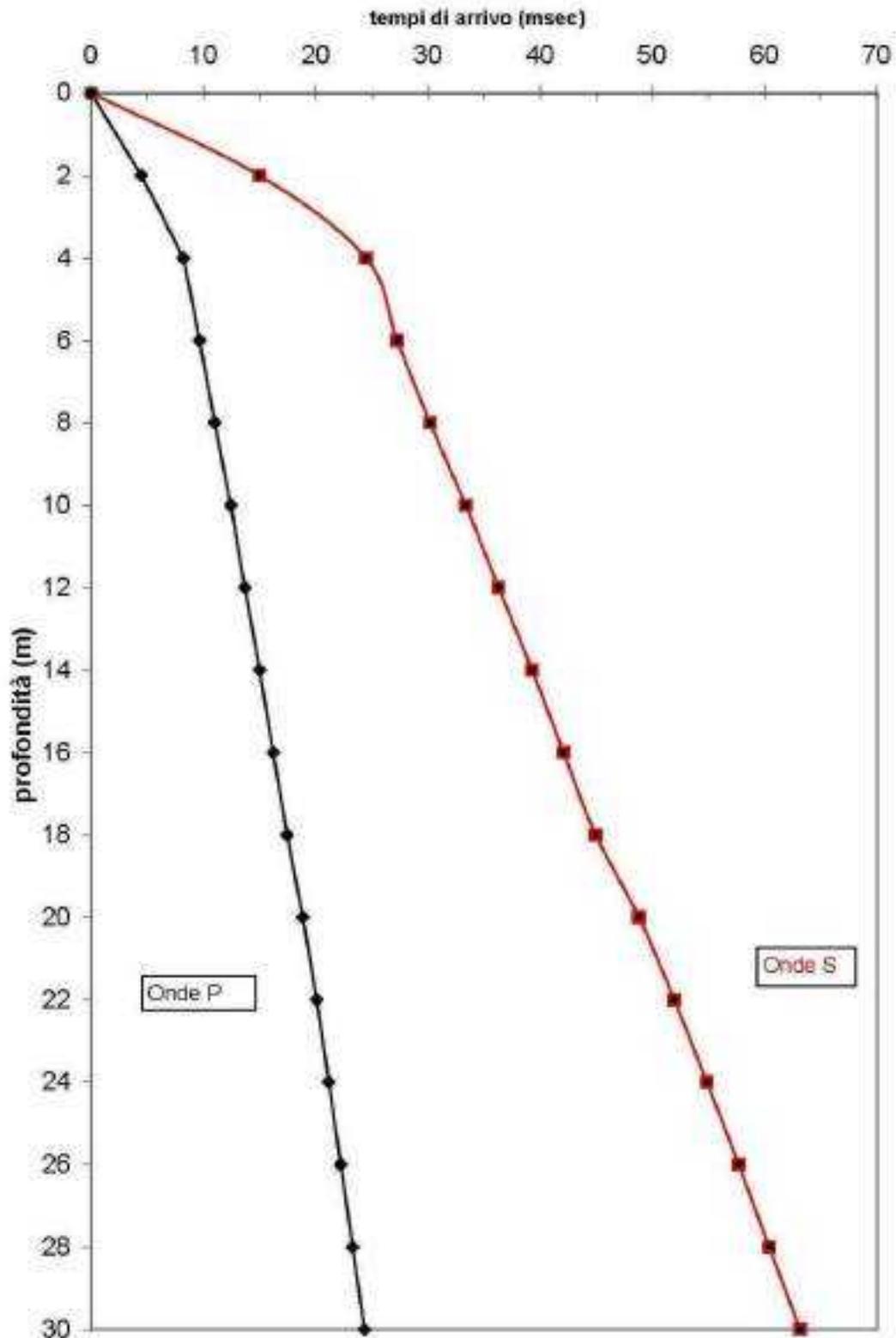
## TABELLA RIEPILOGATIVA DEI MODULI ELASTICI E DELLE VELOCITA' P e S CALCOLATI NELL'INTERVALLO

Profondità	V <sub>p</sub> (m/s)	V <sub>s</sub> (m/s)	γ (t/mc)	Coeff. Poisson (ν)	Mod. Young (E - Kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Lamé (μ - Kg/cm <sup>2</sup> )	Mod. Bulk (k - Kg/cm <sup>2</sup> )
0 - 2	447	149	1,8	0,44	11.181	3.889	15.556
2 - 4	530	193	1,8	0,42	18.595	6.532	21.306
4 - 6	1.408	637	1,8	0,37	200.249	73.010	141.918
6 - 8	1.484	654	1,8	0,38	212.430	76.996	159.730
8 - 10	1.405	612	1,9	0,38	191.696	69.313	147.891
10 - 12	1.582	680	1,9	0,39	237.350	85.591	188.590
12 - 14	1.528	661	1,9	0,38	223.897	80.841	175.432
14 - 16	1.658	710	1,9	0,39	258.657	93.193	207.544
16 - 18	1.594	699	1,9	0,38	249.412	90.293	189.882
18 - 20	1.425	518	1,9	0,42	141.548	49.709	163.017
20 - 22	1.636	633	1,9	0,41	215.265	76.240	216.008
22 - 24	1.848	688	1,9	0,42	255.486	89.994	279.364
24 - 26	1.866	701	2,0	0,42	271.391	95.699	291.569
26 - 28	1.902	740	2,0	0,41	300.998	106.668	299.335
28 - 30	1.902	726	2,0	0,41	298.556	105.522	309.133

$$V_{s_{eq(30)}} = 475 \text{ m/s}$$

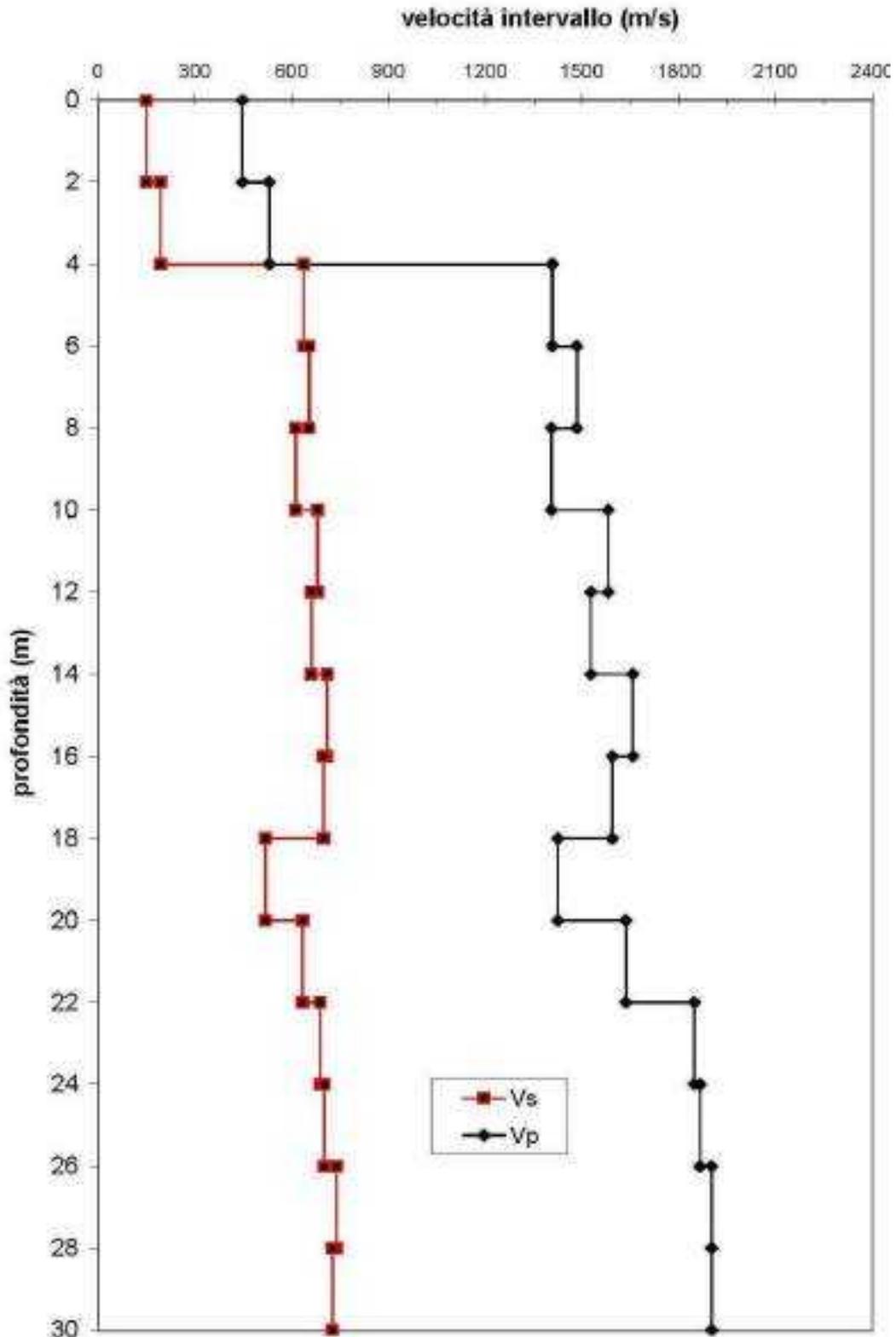
COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	44 / 48

**Sondaggio Down Hole - S1**



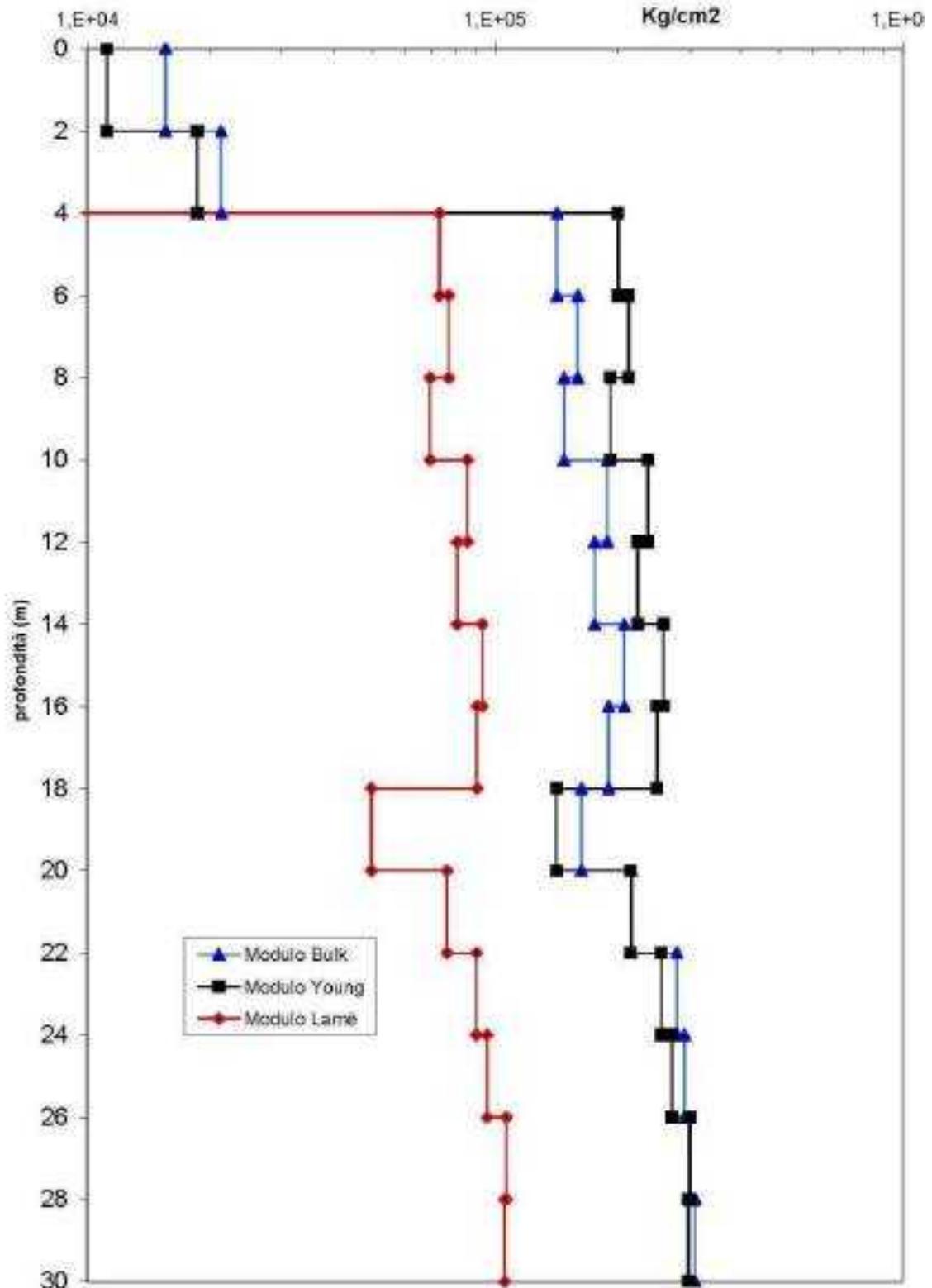
COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	45 / 48

Sondaggio Down Hole - S1



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	46 / 48

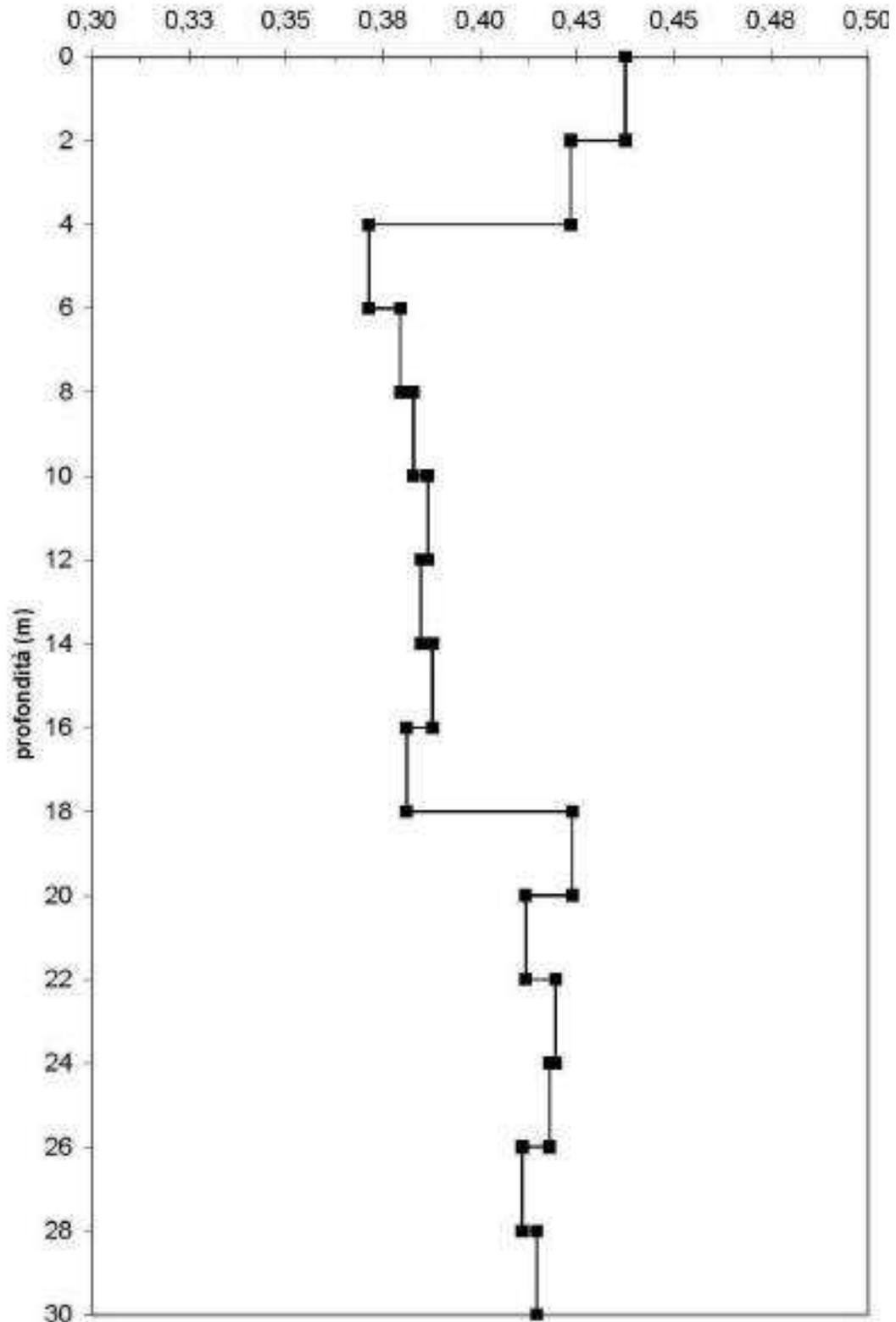
Sondaggio Down Hole - S1



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	47 / 48

Sondaggio Down Hole - S1

Coefficiente di Poisson



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	DITTA ESECUTRICE	PAG
	Progetto esecutivo per la realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo RELAZIONE SULLE INDAGINI EFFETTUATE	GEOCIMA S.A.S.	48 / 48

## 7. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Per la relazione sulle prove di laboratorio e la consultazione dei certificati si rimanda a quanto allegato nelle pagine successive.



s.a.s. di Cibella Carlo e C.

## Laboratorio di Geologia Tecnica

# Prove di Laboratorio

### COMUNE DI PALERMO

Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine all'interno del quartiere Albergheria nel centro Storico di Palermo

**COMMITTENTE:** *Istituto Autonomo Case Popolari*

22 Ottobre 2018

**Il Direttore Tecnico**  
Dott. Geol. Carlo Cibella

**GEOCIMA s.a.s. - Laboratorio di Geologia Tecnica - Via Borremans, 36 - 90145 - Palermo**  
Tel/Fax 0916824940 – Email: [geocimasnc@tiscali.it](mailto:geocimasnc@tiscali.it) - P.I. 04405870827

Concessione n° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto del

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per prove sui terreni (settore A)

**Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13**

Nel mese di Settembre dell'anno 2018 sono pervenuti al laboratorio complessivamente n° 3 campioni rimaneggiati a disturbo limitato conservati in sacchetti di plastica ermeticamente sigillati.

Dietro indicazione del committente sono state effettuate le seguenti analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che meccanici:

- Descrizione macroscopica del campione;
- Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
- Determinazione del peso specifico dei grani;
- Determinazione della composizione granulometrica mediante stacciatura per via umida del materiale trattenuto allo staccio n° 200 della serie ASTM ( $\varnothing=0,075$  mm); per il passante è stata eseguita la determinazione tramite il metodo del densimetro;
- Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD);
- Prova di compressione edometrica (CE) a dilatazione laterale impedita ed a incremento di carico controllato;

- La determinazione del contenuto d'acqua (**W<sub>n</sub>**) è stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 110°.

La normativa di riferimento è la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

- Il Peso di Volume (**γ<sub>v</sub>**) è stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. La normativa di riferimento è la BS 1377: 1990

- Il peso specifico è stato calcolato sulla porzione di terra passante al setaccio ASTM N° 200 ( $\varnothing=0.075$  mm), tramite la media su due valori ricavati per mezzo di un picnometro ad acqua da 100 cm<sup>3</sup>.

La normativa di riferimento è la ASTM D 854-06.

- L'analisi granulometrica è stata realizzata tramite vagliatura meccanica per la porzione di

terra avente grana di dimensione superiore a 0.075 mm, invece per il materiale avente diametro inferiore viene riservata l'analisi per sedimentazione con il metodo del densimetro.

La serie di setacci utilizzata è ASTM D 422 ed UNI 8520.

Per il materiale fine è stata eseguita una procedura per via umida secondo la normativa ASTM D 2217 - Metodo A, seguendo le indicazioni di Bowles (1978).

- La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati e/o circolari aventi altezza di 2 cm e diametro/lato di 6 cm; la fase di consolidazione si è protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura è stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 98 e circa 292 KN/m<sup>2</sup> (= tra circa 1 e 3 Kg/cm<sup>2</sup>).

La normativa di riferimento è la ASTM D 3080-72.

- La prova edometrica CE è stata realizzata su un provino cilindrico avente altezza pari a 2 cm e diametro di 5 cm. I carichi sono stati applicati eseguendo cinque/sette gradini di carico e tre di scarico protratti per un numero massimo di 24 ore, fino ad una pressione massima di circa 784 KN/m<sup>2</sup> (= 18 Kg/cm<sup>2</sup>).

I dati ottenuti sono stati riportati in diagrammi Cedimenti (  $\Delta l/l_0$  ) / log Tempo (T); Indice dei vuoti (e)/log Pressione effettiva ( $\sigma$ ).

La normativa di riferimento è la ASTM D-2435.

Nelle pagine seguenti sono stati riportati i seguenti elaborati:

- Elenco delle prove eseguite
- Tabella riassuntiva delle caratteristiche fisiche dei campioni
- Certificati delle singole prove ed analisi.

Palermo, 22 Ottobre 2018

**Il Direttore Tecnico del Laboratorio**

## ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico	$\gamma$	$KN/m^3$
Peso dell'Unità di Volume	$\gamma$	$KN/m^3$
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	$\gamma_i$	$KN/m^3$
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	$\gamma_f$	$KN/m^3$
Peso secco dell'unità di volume	$\gamma_d$	$KN/m^3$
Peso saturo dell'unità di volume	$\gamma_{sat}$	$KN/m^3$
Contenuto naturale d'acqua	$W_n$	%
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	$W_i$	%
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	$W_f$	%
Limite di Liquidità	$W_l$	%
Limite di Plasticità	$W_p$	%
Indice di Plasticità	$I_p$	%
Indice di Consistenza	$I_c$	-
Indice dei vuoti	$e$	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	$e_0$	-
Porosità	$n$	%
Coefficiente di saturazione	$S$	%
Coazione drenata	$c'$	$KN/m^2$
Coazione non drenata	$C_u$	$KN/m^2$
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	$\phi'$	Gradi
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	$\phi$	Gradi
Tensione tangenziale	$\tau$	$KN/m^2$
Tensione normale	$\sigma$	$KN/m^2$
Deformazione orizzontale	$\epsilon - \delta$	% - mm
Resistenza a compressione non confinata	$Q_{max}$	$KN/m^2$
Indice di resistenza normalizzato	$I_s (50)$	$KN/m^2$
Modulo edometrico	$E_d$	$KN/m^2$
Indice di compressibilità	$A_v$	$m^2/KN$
Coefficiente di compressibilità di volume	$M_v$	$m^2/KN$
Coefficiente di consolidazione	$C_v$	$m^2/KN$
Coefficiente di permeabilità	$K$	cm/sec





# GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



## Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto  
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)  
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -  
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940  
email: [geocimasnc@tiscali.it](mailto:geocimasnc@tiscali.it) sito web: [www.geocima.it](http://www.geocima.it)

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13

Certificato n° 11238 del 22/10/18 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**  
LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**  
SONDAGGIO : **S1**                      CAMPIONE : **CR1**                      PROFONDITA' : **2.50 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18

Data apertura camp: 26/9/18

N° verb. accett.: 33/18

### DATI DICHIARATI

<b>Attrezzatura di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
<b>Modalità di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

### VERIFICA CAMPIONI

<b>Contenitore del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
<b>Forma del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
<b>Condizioni del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
<b>Tipo di campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input checked="" type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 11238 del 22/10/18 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **2.50 m**

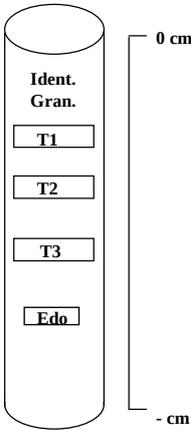
Data ricevimento camp: 25/9/18

Data esecuz. prova : 26/09/2018

N° verb. accett.: 33/18

### IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

			DESCRIZIONE	
		<b>Pocket Penetrometer Test</b>	<b>Vane Test</b>	
ALTO				Sabbia limosa poco addensata di colore marrone scuro, contenente diffusi elementi lapidei eterogenei e sfabbricidi aventi dimensioni centimetriche. Dall'analisi granulometrica il campione risulta costituito da ghiaia limosa con sabbia.
BASSO				<b>Ident.:</b> Identificazione del campione <b>Gran.:</b> Analisi granulometrica <b>T1:</b> Prova di taglio diretto CD <b>Ed.:</b> Prova di compressione edometrica

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 11239 del 22/10/18 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**LOCALITA' : **Comune di Palermo**PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **2.50 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 28/9/18 N° verb. accett.: 33/18

**DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME**

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	Volume fustella (cm <sup>3</sup> )	Peso umido lordo (mmN)
<b>Campione 1</b>	815.52	59.23	2057.53
<b>Campione 2</b>	815.52	59.23	2047.04
<b>Campione 3</b>	815.52	59.23	2051.75

	KN/m <sup>3</sup>
$\gamma_w$	20.969
$\gamma_w$	20.792
$\gamma_w$	20.872

 $\gamma_w$  medio: **20.878 KN/m<sup>3</sup>****DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;  
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 26/9/18

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	Wn (%)
<b>Campione 1</b>	117.88	4101.34	3695.15	11.355
<b>Campione 2</b>	129.15	3938.06	3501.66	12.940
<b>Campione 3</b>	64.53	4074.86	3635.23	12.312

**Wn medio: 12.202 %**

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

## GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto  
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)  
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -  
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940  
email: [geocimasnc@tiscali.it](mailto:geocimasnc@tiscali.it) sito web: [www.geocima.it](http://www.geocima.it)

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13

Certificato n° 11240 del 22/10/18 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**  
LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**  
SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **2.50 m**  
Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 15/10/18 N° verb. accett.: 33/18

### DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	<b>P1</b> (mN)	<b>P2</b> (mN)	<b>P3</b> (mN)	<b>P4</b> (mN)	<b>T</b> (°C)	<b><math>\gamma_w</math></b> KN/m <sup>3</sup>
<b>Campione 1</b>	1170.13	1572.89	2587.24	2841.28	25	<b>26.551</b>
<b>Campione 2</b>	1130.61	1584.56	2460.93	2746.45	25	<b>26.423</b>

$\gamma_w$  medio: **26.487 KN/m<sup>3</sup>**

- P1 = Peso picnometro  
P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare  
P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata  
P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 11241 del 22/10/18 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**LOCALITA' : **Comune di Palermo**PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **2.50 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 10/10/18 N° verb. accett.: 33/18

<b>ANALISI GRANULOMETRICA</b>
-------------------------------

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

**P.S.N. Totale** : 5282.74 mN  
**P.S.N. passante 200** : 822.19 mN  
**% passante al 200** : 15.56

**ANALISI PER STACCIATURA**

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mN)	diametro maglia (mm)	passante %
1/2	1785.30	12.5	66.21
3/8	2069.99	9.5	60.82
4	2358.11	4.75	55.36
10	2618.28	2	50.44
18	2809.31	1	46.82
40	3258.46	0.425	38.32
60	3674.94	0.25	30.43
100	4190.97	0.15	20.67
200	4460.55	0.075	15.56

**ANALISI PER SEDIMENTAZIONE**

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0275	0.0627	14.82
1	1.026	0.0452	13.90
2	1.024	0.0327	12.66
4	1.0225	0.0233	11.74
8	1.021	0.0165	10.81
16	1.02	0.0117	10.19
32	1.018	0.0084	8.95
60	1.016	0.0063	7.72
120	1.014	0.0045	6.48
240	1.0125	0.0033	5.56
480	1.011	0.0023	4.63
1440	1.01	0.0014	4.01

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 11241 del 22/10/18 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

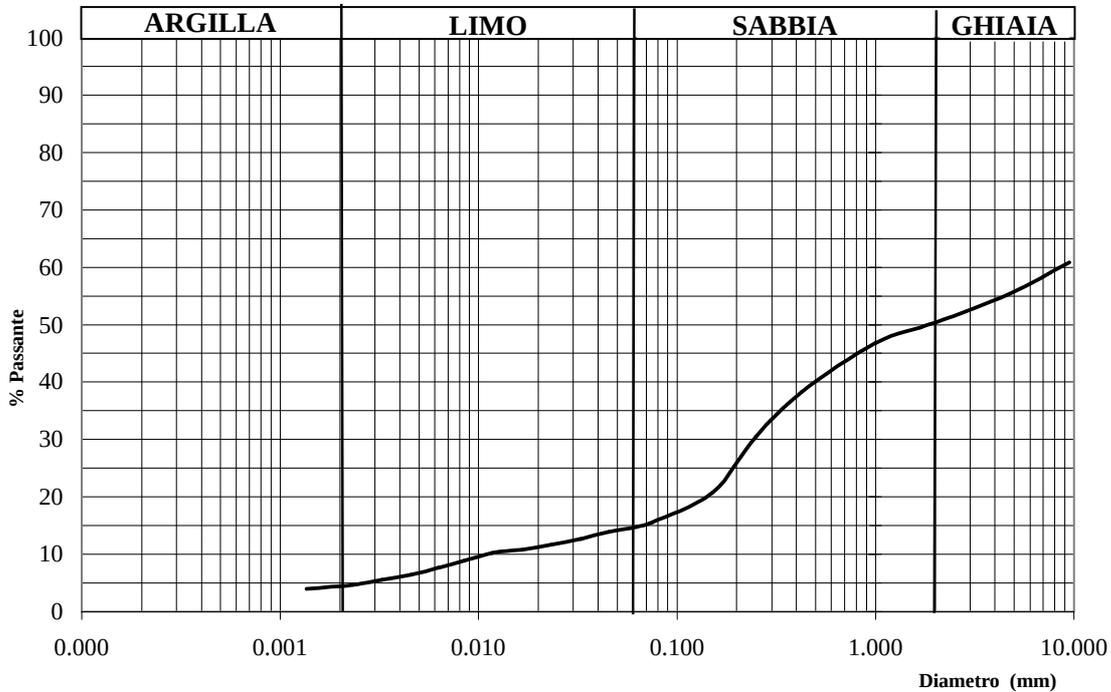
PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **2.50 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 10/10/18 N° verb. accett.: 33/18

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia: 49.56 %  
Sabbia: 35.76 %  
Limo: 10.26 %  
Argilla: 4.42 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 $\phi$ ) = 15.56%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **ghiaia limosa con sabbia**

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 11242 del 22/10/18 Pag 1/4

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **2.50 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 28/9/18 N° verb. accett.: 33/18

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

**Caratteristiche iniziali dei provini**

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm <sup>3</sup>	59.23	59.23	59.23
Sezione	cm <sup>2</sup>	31.17	31.17	31.17
Dimensione	cm	6.3	6.3	6.3
Altezza	cm	1.9	1.9	1.9

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE**

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m <sup>2</sup> )	99.41	199.02	292.65
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.720	0.890	1.190

**PROVA DI TAGLIO - CD -**

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.005	0.005	0.005

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Provino	$\gamma\gamma$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma\psi$ KN/m <sup>3</sup>	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	20.96	18.72	78.10	29.33	0.42	12.00	18.88
B	20.79	18.48	77.70	30.21	0.43	12.45	21.37
C	20.87	18.62	77.20	29.71	0.42	12.08	20.88

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

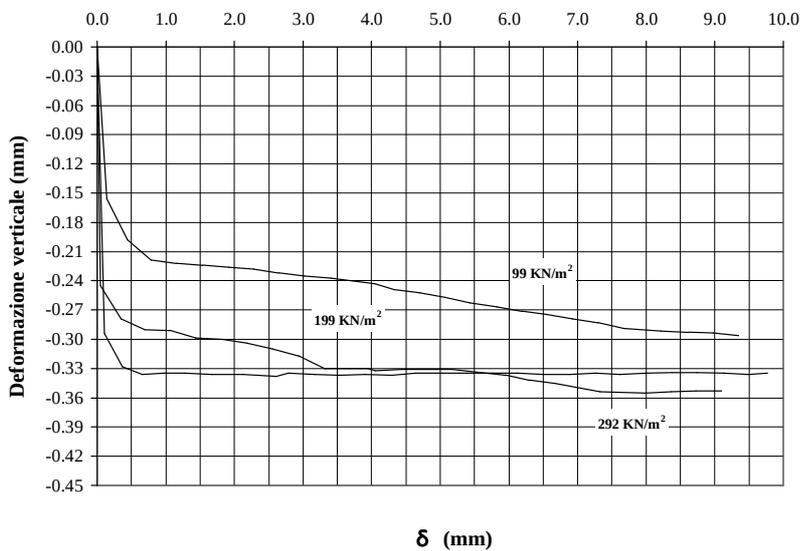
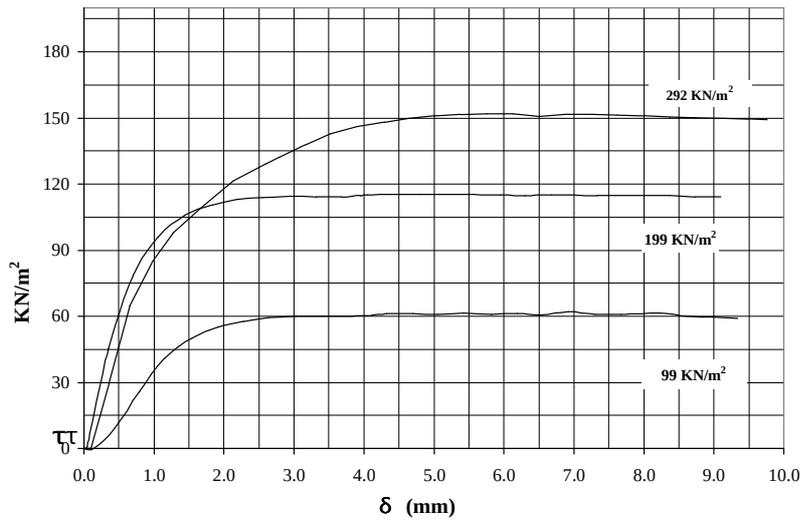


Certificato n° 11242 del 22/10/18 Pag 2/4

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**  
LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**  
SONDAGGIO : **S1**                      CAMPIONE : **CR1**                      PROFONDITA' : **2.50 m**  
Data ricevimento camp: 25/9/18                      Data esecuz. prova : 28/9/18                      N° verb. accett.: 33/18

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: i provino sono stati ricostruiti per la presenza di diffuse inclusioni lapidee

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore





Certificato n° 11242 del 22/10/18 Pag 4/4

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

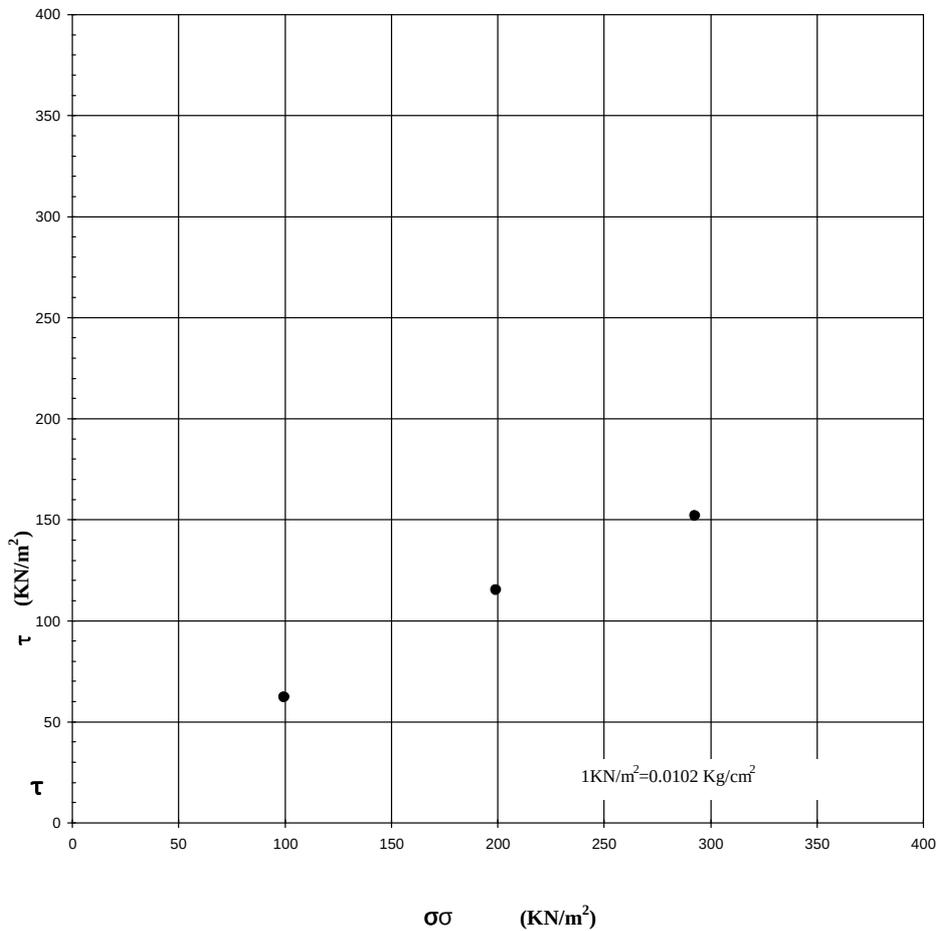
PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR1** PROFONDITA' : **2.50 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 28/9/18 N° verb. accett.: 33/18

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 11243 del 22/10/18 Pag 1/3

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.50 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 2/10/18 N° verb. accett.: 36/18

**PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA**

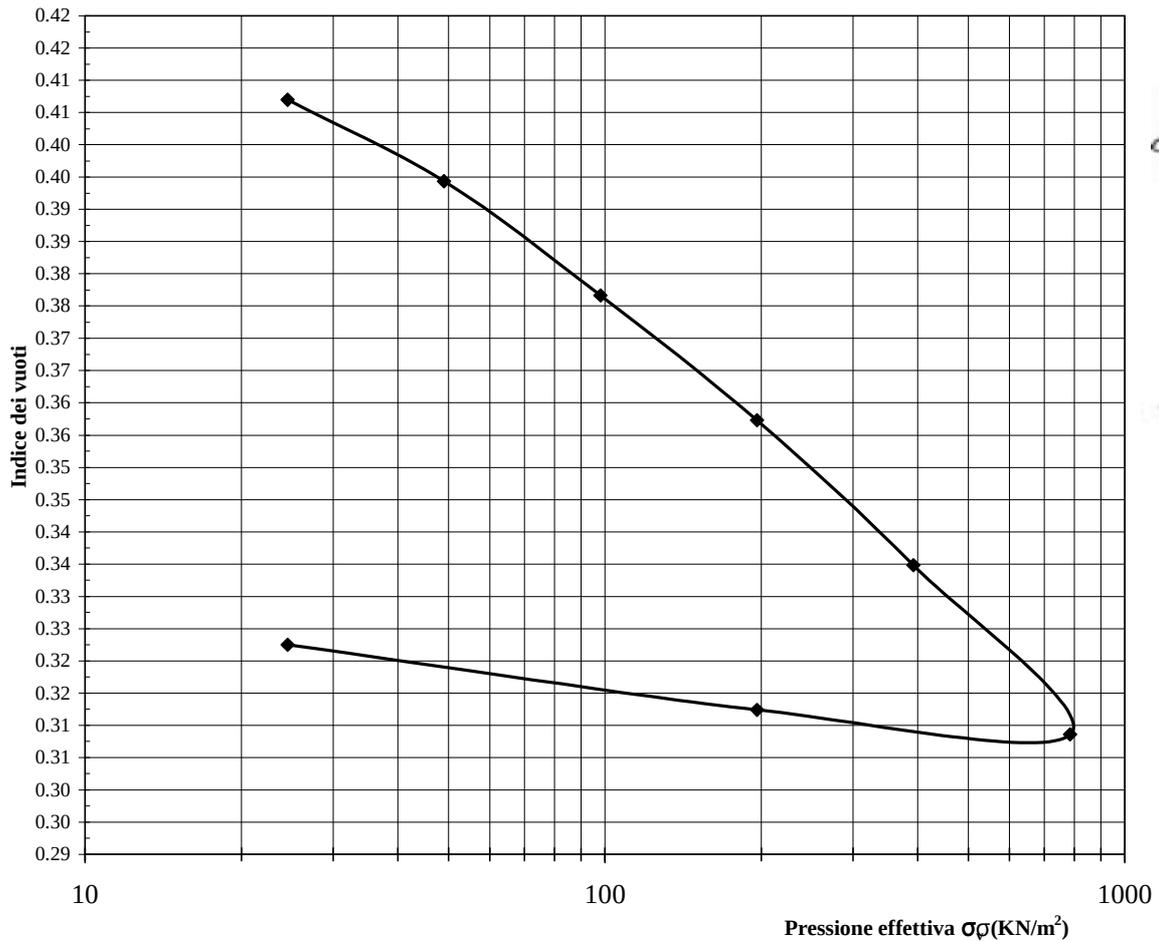
Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);  
UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005

**Dimensioni del provino**

Diam. (mm)	Alt. i. (mm)	Alt. f. (mm)	Area (mmq)
50	20	20.000	1964,5

**Caratteristiche del campione**

	$\gamma\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_s$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (KN/m <sup>3</sup> )	Wn (%)	e
Iniziali	20.646	26.340	18.397	12.23	0.432
Finali	20.973	-	-	14.00	0.323



*[Handwritten signature]*

Lo Sperimentatore

*[Handwritten signature]*

Il Direttore del laboratorio

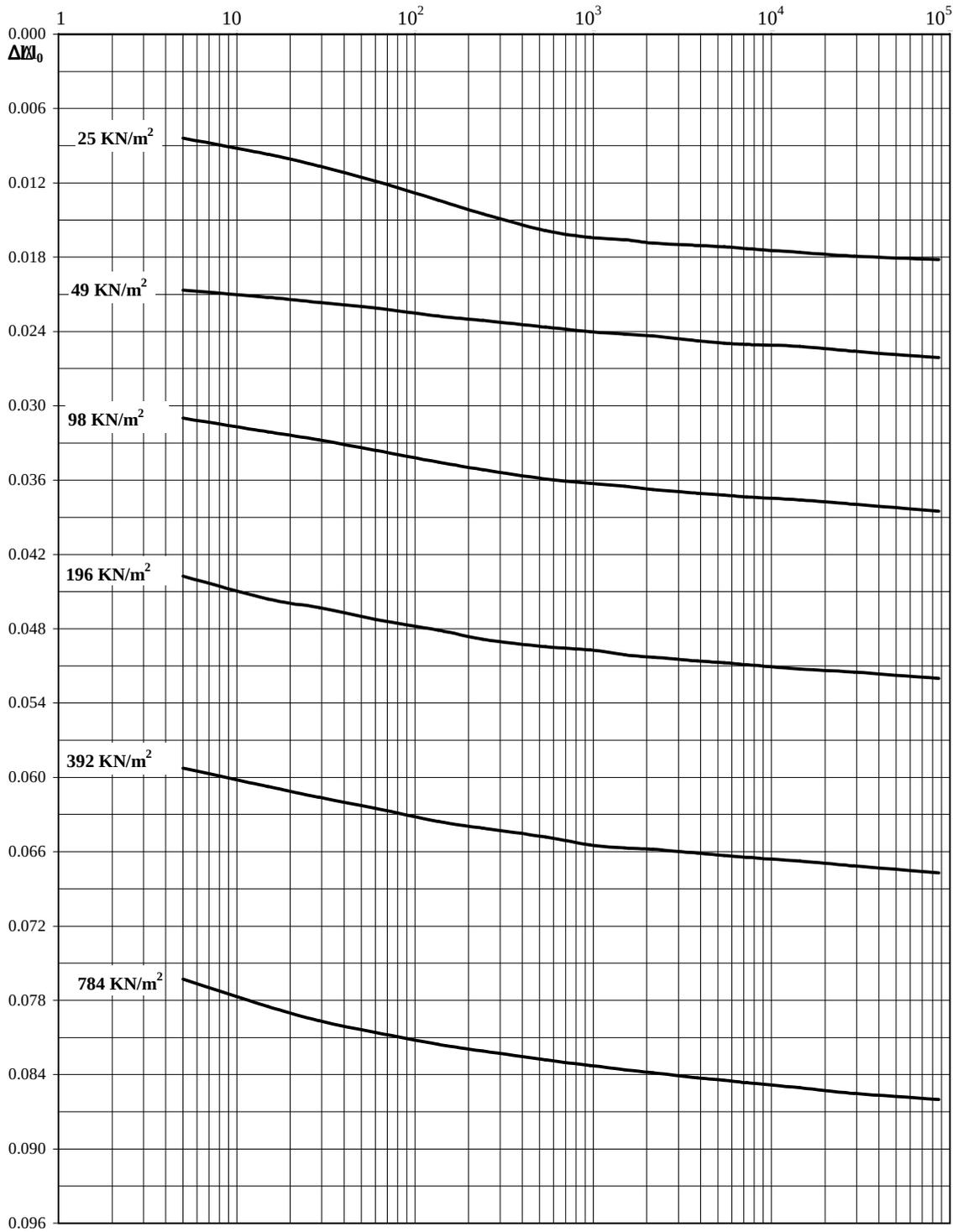
Carico (KN/m <sup>2</sup> )	Cv (cm <sup>2</sup> /sec)	Ed (KN/m <sup>2</sup> )	Av (m <sup>2</sup> /KN)	Mv (m <sup>2</sup> /KN)	Kv (cm/sec)
25 - 48	1.2E-02	2.8E+03	5.1E-04	3.6E-04	4.5E-07
49 - 98	6.1E-03	4.0E+03	3.6E-04	2.5E-04	1.5E-07
98 - 196	6.0E-03	5.1E+03	2.0E-04	2.0E-04	1.2E-07
196 - 392	5.9E-03	1.2E+04	1.1E-04	8.0E-05	4.8E-08
392 - 784	5.8E-03	2.1E+04	6.7E-05	4.7E-05	2.7E-08



Certificato n° 11243 del 22/10/18 Pag 2/3  
 COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**  
 SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.50 m**  
 Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 2/10/18 N° verb. accett.: 36/18

**PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);  
 UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005



Il Direttore del laboratorio

*ef*

Lo Sperimentatore

*[Signature]*

Tempo (sec)



Certificato n° 11243 del 22/10/18 Pag 3/3  
**COMMITTENTE :** Istituto Autonomo Case Popolari  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine  
**SONDAGGIO :** S1 **CAMPIONE :** C1 **PROFONDITA' :** 2.50 m  
 Data ricevimento camp: 25/9/18 **Data esecuz. prova :** 2/10/18 **N° verb. accett.:** 36/18

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);  
UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005

5

	Gradino di carico 12.5 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 24.5 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 49 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 98 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 196 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 392 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 784 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 1568 (KN/m <sup>2</sup> )
	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento
<b>Tempo (s)</b>	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$
5		0.0084	0.0207	0.0310	0.0438	0.0593	0.0763	
15		0.0097	0.0213	0.0321	0.0456	0.0608	0.0785	
29		0.0107	0.0217	0.0328	0.0463	0.0616	0.0797	
60		0.0119	0.0221	0.0336	0.0473	0.0625	0.0806	
135		0.0134	0.0228	0.0346	0.0481	0.0636	0.0816	
240		0.0145	0.0231	0.0352	0.0489	0.0641	0.0821	
540		0.0159	0.0237	0.0359	0.0495	0.0648	0.0828	
960		0.0164	0.0240	0.0363	0.0497	0.0655	0.0833	
1500		0.0166	0.0242	0.0365	0.0501	0.0657	0.0836	
2160		0.0169	0.0244	0.0368	0.0503	0.0658	0.0839	
3840		0.0171	0.0248	0.0371	0.0506	0.0661	0.0843	
5430		0.0172	0.0250	0.0372	0.0508	0.0663	0.0845	
7260		0.0173	0.0251	0.0374	0.0509	0.0665	0.0847	
14400		0.0176	0.0252	0.0376	0.0513	0.0668	0.0851	
29040		0.0179	0.0256	0.0380	0.0515	0.0672	0.0855	
86640		0.0182	0.0261	0.0385	0.0520	0.0677	0.0860	

Grafico  $\Delta l/l_0$  - Tempo

pressione effettiva (KN/m <sup>2</sup> )	indice dei vuoti
24.51	0.407
49.02	0.394
98.04	0.377
196.07	0.357
392.15	0.335
784.3	0.309
196.07	0.312
24.51	0.323

Grafico Pressione effettiva - indice dei vuoti

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

# GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto  
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)  
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -  
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940  
email: [geocimasnc@tiscali.it](mailto:geocimasnc@tiscali.it) sito web: [www.geocima.it](http://www.geocima.it)

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13

Certificato n° 11244 del 22/10/18 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**  
LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**  
SONDAGGIO : **S1**                      CAMPIONE : **CR2**                      PROFONDITA' : **5.60 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18

Data apertura camp: 25/9/18

N° verb. accett.: 33/18

## DATI DICHIARATI

<b>Attrezzatura di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
<b>Modalità di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

## VERIFICA CAMPIONI

<b>Contenitore del campione</b>	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
<b>Forma del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
<b>Condizioni del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
<b>Tipo di campione</b>	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input checked="" type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



# GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto  
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)  
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -  
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940  
email: [geocimasnc@tiscali.it](mailto:geocimasnc@tiscali.it) sito web: [www.geocima.it](http://www.geocima.it)

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13

Certificato n° 11245 del 22/10/18 Pag 1/1

COMMITTENTE : Istituto Autonomo Case Popolari

LOCALITA' : Comune di Palermo

PROGETTO : Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : CR2 PROFONDITA' : 5.60 m

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 14/10/18 N° verb. accett.: 33/18

## DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	Volume fustella (cm <sup>3</sup> )	Peso umido lordo (mmN)
Campione 1	815.52	59.23	2015.07
Campione 2	815.52	59.23	2005.66
Campione 3	815.52	59.23	1987.71

	KN/m <sup>3</sup>
$\gamma_w$	20.252
$\gamma_w$	20.093
$\gamma_w$	19.790

$\gamma_w$  medio: 20.045 KN/m<sup>3</sup>

## DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;  
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 26/9/18

	Tara (mmN)	Peso umido lordo (mmN)	Peso secco lordo (mmN)	Wn (%)
Campione 1	95.91	5013.75	156.62	15.971
Campione 2	117.19	5848.88	155.04	15.810
Campione 3	63.45	3779.58	156.15	15.923

Wn medio: 15.901 %

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

# GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



## Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto  
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)  
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -  
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940  
email: [geocimasnc@tiscali.it](mailto:geocimasnc@tiscali.it) sito web: [www.geocima.it](http://www.geocima.it)

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13

Certificato n° 11.246 del 22/10/18 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **5.60 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 15./10/18 N° verb. accett.: 33/18

## DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	<b>P1</b> (mmN)	<b>P2</b> (mmN)	<b>P3</b> (mmN)	<b>P4</b> (mmN)	<b>T</b> (°C)	<b><math>\gamma_s</math></b> KN/m <sup>3</sup>
<b>Campione 1</b>	1170.13	1581.32	2587.19	2845.97	25	<b>26.450</b>
<b>Campione 2</b>	1130.61	1572.59	2460.93	2738.70	25	<b>26.388</b>

$\gamma_s$  medio: **26.419 KN/m<sup>3</sup>**

- P1 = Peso picnometro  
P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare  
P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata  
P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 11247 del 22/10/18 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**LOCALITA' : **Comune di Palermo**PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **5.60 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 1/10/18 N° verb. accett.: 33/18

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

**P.S.N. Totale : 5684.23 mmN**  
**P.S.N. passante 200 : 1114.62 mmN**  
**% passante al 200 : 19.61**

**ANALISI PER STACCIATURA**

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
4	1844.43	4.75	67.55
10	2361.74	2	58.45
18	2670.45	1	53.02
40	2852.07	0.425	49.82
60	3124.30	0.25	45.04
100	4100.65	0.15	27.86
200	4569.60	0.075	19.61

**ANALISI PER SEDIMENTAZIONE**

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0288	0.0615	17.48
1	1.027	0.0446	16.23
2	1.026	0.0320	15.54
4	1.0252	0.0224	14.99
8	1.0235	0.0161	13.81
16	1.022	0.0114	12.78
32	1.0202	0.0082	11.53
60	1.0187	0.0061	10.50
120	1.017	0.0044	9.32
240	1.015	0.0032	7.94
480	1.013	0.0023	6.56
1440	1.011	0.0013	5.18

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 11247 del 22/10/18 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

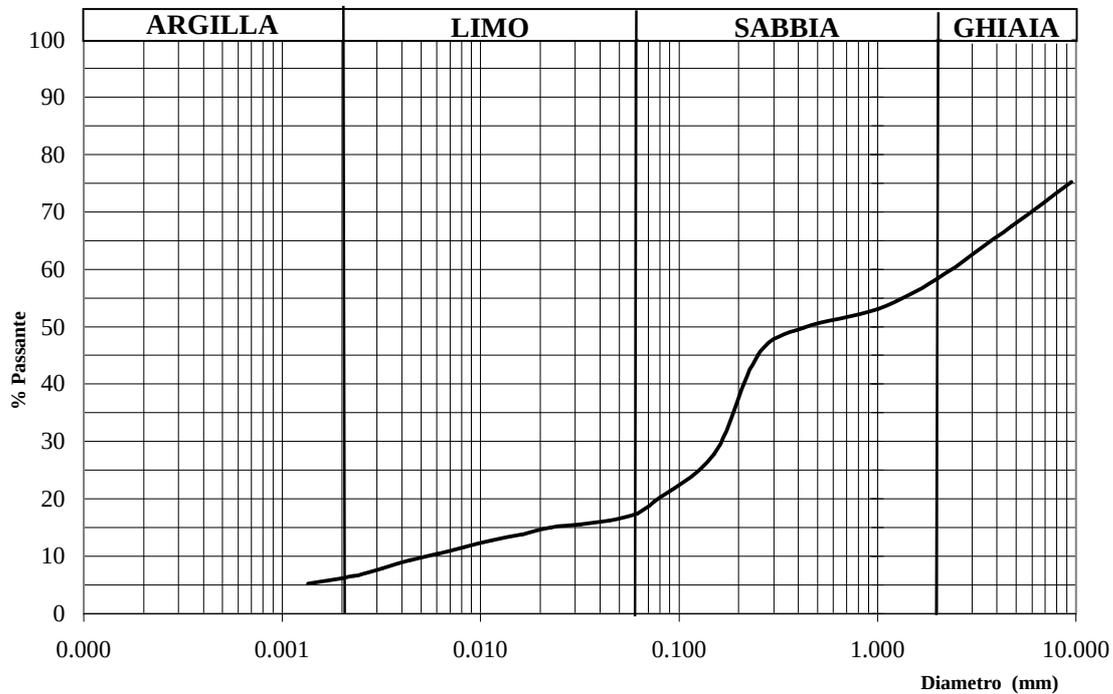
PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **5.60 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 1/10/18 N° verb. accett.: 33/18

### ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;  
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia: 41.55 %  
Sabbia: 41.09 %  
Limo: 11.23 %  
Argilla: 6.14 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 $\phi$ ) = 19.61%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **ghiaia limosa con sabbia debolmente argillosa**

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 11248 del 22/10/18 Pag 1/4

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **5.60 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 14/10/18 N° verb. accett.: 33/18

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

**Caratteristiche iniziali dei provini**

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm <sup>3</sup>	59.23	59.23	59.23
Sezione	cm <sup>2</sup>	31.17	31.17	31.17
Dimensione	cm	6.3	6.3	6.3
Altezza	cm	1.9	1.9	1.9

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE**

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m <sup>2</sup> )	99.41	199.02	292.35
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.750	1.137	1.948

**PROVA DI TAGLIO - CD -**

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.005	0.005	0.005

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Provino	$\gamma\gamma$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma\psi$ KN/m <sup>3</sup>	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	20.25	17.46	83.91	33.93	0.51	15.99	19.24
B	20.09	17.34	81.64	34.38	0.52	15.87	20.51
C	19.78	16.97	80.27	35.76	0.56	16.59	20.02

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore





Certificato n° 11248 del 22/10/18 Pag 3/4  
 COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**  
 LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
 PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**  
 SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **5.60 m**  
 Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 14/10/18 N° verb. accett.: 33/18

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.269	0.065	0.000	-0.403	0.055	0.629	-0.431	0.052	33.655
-0.289	0.345	23.590	-0.419	0.355	37.429	-0.458	0.372	75.802
-0.325	0.725	34.913	-0.437	0.735	61.963	-0.458	0.732	102.537
-0.361	1.085	43.091	-0.460	1.075	78.947	-0.493	1.092	124.240
-0.393	1.455	50.325	-0.482	1.465	92.472	-0.525	1.482	142.168
-0.406	1.835	55.672	-0.497	1.845	103.166	-0.551	1.862	156.007
-0.406	2.225	59.761	-0.506	2.225	111.029	-0.574	2.222	165.129
-0.405	2.585	62.906	-0.507	2.575	117.005	-0.579	2.592	173.306
-0.406	2.975	66.051	-0.515	2.945	121.094	-0.585	3.072	179.597
-0.405	3.345	68.253	-0.522	3.325	125.183	-0.590	3.352	183.371
-0.405	3.715	69.197	-0.527	3.685	127.699	-0.603	3.532	184.630
-0.406	3.895	69.826	-0.531	4.045	126.127	-0.610	3.722	185.888
-0.405	4.075	70.455	-0.536	4.435	131.788	-0.612	3.902	186.517
-0.407	4.275	70.769	-0.545	4.805	134.305	-0.611	4.082	187.460
-0.406	4.465	71.084	-0.549	5.145	137.135	-0.624	4.272	187.775
-0.405	4.665	71.084	-0.550	5.535	140.910	-0.624	4.462	187.775
-0.406	4.845	70.769	-0.549	5.725	142.482	-0.623	4.652	187.775
-0.407	5.015	70.769	-0.550	5.925	143.741	-0.623	4.832	187.460
-0.405	5.205	70.769	-0.550	6.115	144.684	-0.642	5.202	187.460
-0.404	5.395	70.455	-0.551	6.295	144.999	-0.645	5.382	187.460
-0.404	5.585	70.455	-0.549	6.465	145.628	-0.646	5.582	188.404
-0.405	5.975	70.455	-0.549	6.645	146.571	-0.646	5.762	190.291
-0.405	6.335	70.140	-0.549	6.835	146.886	-0.647	5.952	191.235
-0.406	6.685	69.826	-0.549	7.025	147.200	-0.645	6.132	192.178
-0.405	7.065	72.342	-0.550	7.215	147.515	-0.646	6.302	193.751
-0.405	7.455	74.229	-0.549	7.415	146.886	-0.658	6.502	194.065
-0.405	7.805	74.858	-0.550	7.605	146.886	-0.665	6.682	195.009
-0.403	8.005	75.802	-0.550	7.775	146.257	-0.674	6.872	195.953
-0.405	8.205	76.431	-0.550	8.335	145.942	-0.680	7.072	196.896
-0.404	8.375	76.745	-0.550	8.405	145.942	-0.680	7.252	197.525
-0.406	8.765	76.745				-0.680	7.432	198.154
-0.404	9.115	76.431				-0.679	7.612	198.469
-0.405	9.495	75.802				-0.682	7.802	198.783
-0.405	9.885	75.487				-0.690	8.092	199.412
-0.404	9.965	71.398				-0.699	8.182	200.042
						-0.701	8.372	200.042
						-0.700	8.572	199.727
						-0.701	8.752	200.356
						-0.700	8.932	200.985
						-0.701	9.112	201.614
						-0.701	9.302	202.243
						-0.702	9.492	202.558
						-0.702	9.692	202.872
						-0.701	9.802	196.896

*[Handwritten signature]*

Lo Sperimentatore

*[Handwritten signature]*

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m<sup>2</sup>



Certificato n° 11248 del 22/10/18 Pag 4/4

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

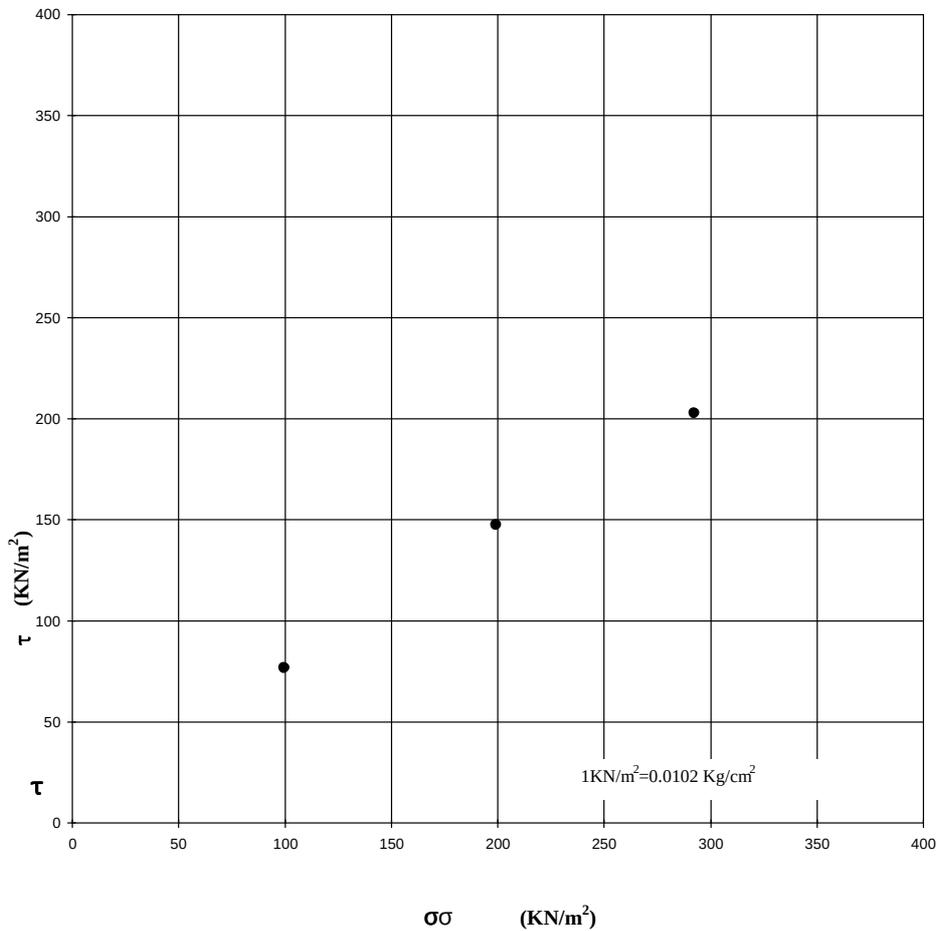
PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **5.60 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 14/10/18 N° verb. accett.: 33/18

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -**

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore





Certificato n° 11249 del 22/10/18 Pag 2/3

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**

LOCALITA' : **Comune di Palermo**

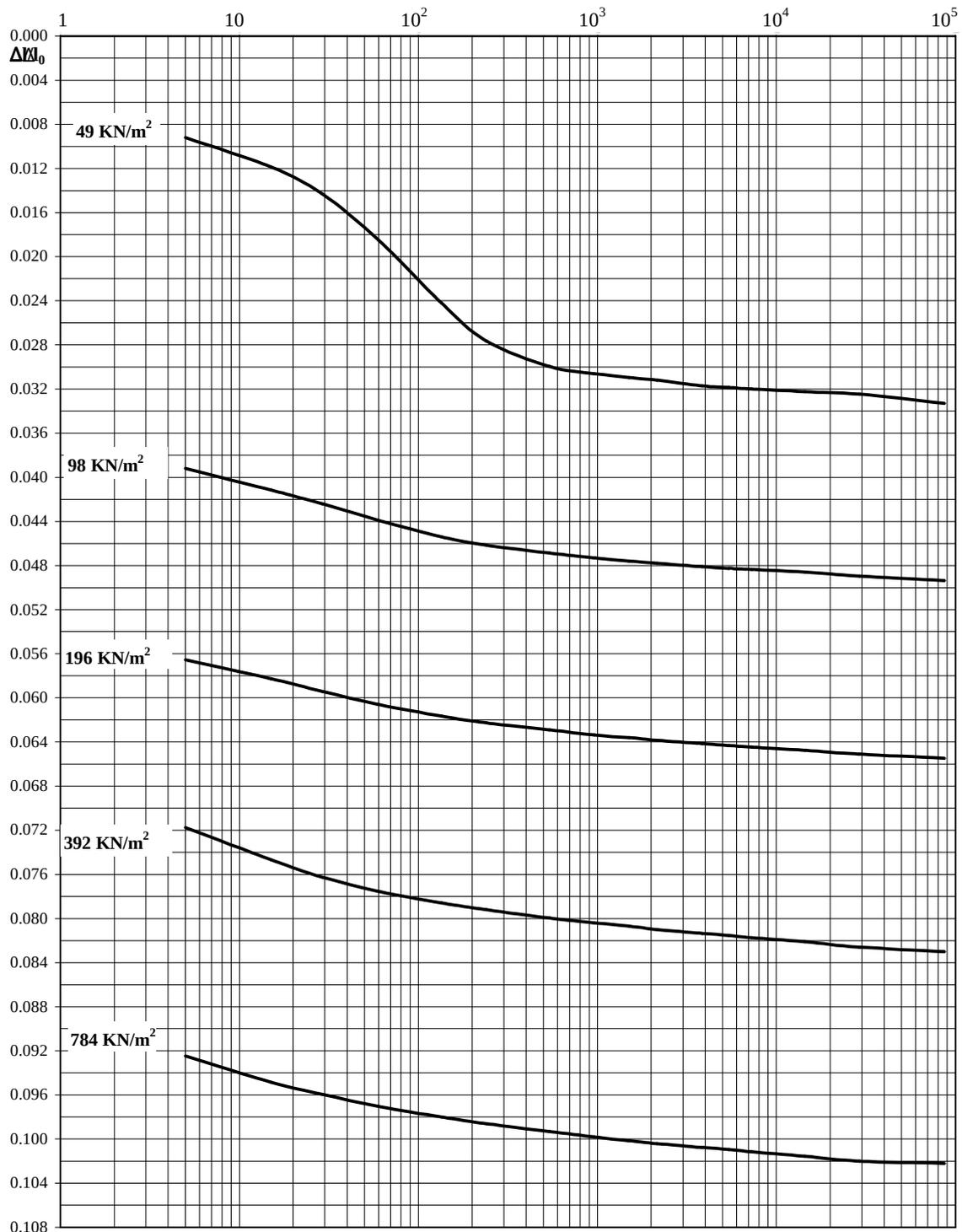
PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **CR2** PROFONDITA' : **5.60 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 25/9/18 N° verb. accett.: 33/18

**PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);  
UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

Tempo (sec)



Certificato n° 11249 del 22/10/18 Pag 3/3  
**COMMITTENTE :** Istituto Autonomo Case Popolari  
**LOCALITA' :** Comune di Palermo  
**PROGETTO :** Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine  
**SONDAGGIO :** S1 **CAMPIONE :** CR2 **PROFONDITA' :** 5.60 m  
 Data ricevimento camp: 25/9/18 Data esecuz. prova : 25/9/18 N° verb. accett.: 33/18

**PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA**

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);  
UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005

5

	Gradino di carico 24.5 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 49 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 98 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 196 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 392 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 784 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 1568 (KN/m <sup>2</sup> )	Gradino di carico 3137 (KN/m <sup>2</sup> )
	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento
<b>Tempo (s)</b>	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$	$\Delta l/l_0$
5		0.0092	0.0392	0.0566	0.0718	0.0925		
15		0.0119	0.0412	0.0583	0.0747	0.0949		
29		0.0143	0.0424	0.0594	0.0763	0.0960		
60		0.0185	0.0439	0.0606	0.0776	0.0971		
135		0.0242	0.0454	0.0617	0.0786	0.0980		
240		0.0277	0.0462	0.0623	0.0792	0.0986		
540		0.0300	0.0469	0.0629	0.0800	0.0993		
960		0.0306	0.0473	0.0634	0.0804	0.0998		
1500		0.0310	0.0476	0.0636	0.0807	0.1002		
2160		0.0312	0.0478	0.0639	0.0810	0.1004		
3840		0.0317	0.0481	0.0642	0.0814	0.1008		
5430		0.0319	0.0483	0.0643	0.0816	0.1010		
7260		0.0320	0.0484	0.0645	0.0818	0.1012		
14400		0.0323	0.0486	0.0648	0.0821	0.1016		
29040		0.0325	0.0490	0.0651	0.0826	0.1020		
86640		0.0333	0.0494	0.0655	0.0830	0.1022		

Grafico  $\Delta l/l_0$  - Tempo

pressione effettiva (KN/m <sup>2</sup> )	indice dei vuoti
49.02	0.444
98.04	0.420
196.07	0.396
392.15	0.369
784.3	0.341
196.07	0.344
49.02	0.348

Grafico Pressione effettiva - indice dei vuoti

NOTE: \_\_\_\_\_

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

# GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



## Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto  
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)  
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -  
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940  
email: [geocimasnc@tiscali.it](mailto:geocimasnc@tiscali.it) sito web: [www.geocima.it](http://www.geocima.it)

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13

Certificato n° 11250 del 22/10/18 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Istituto Autonomo Case Popolari**  
LOCALITA' : **Comune di Palermo**  
PROGETTO : **Realizzazione di 5 alloggi di ERP nell'immobile di via Chiappara al Carmine**  
SONDAGGIO : **S1**                      CAMPIONE : **CR3**                      PROFONDITA' : **25.50 m**

Data ricevimento camp: 25/9/18

Data apertura camp: 25/9/18

N° verb. accett.: 33/18

### DATI DICHIARATI

<b>Attrezzatura di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input checked="" type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
<b>Modalità di prelievo</b>	<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Rotopressione

### VERIFICA CAMPIONI

<b>Contenitore del campione</b>	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" type="checkbox"/> Sacchetto		
<b>Forma del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
<b>Condizioni del campione</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
<b>Tipo di campione</b>	<input type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input checked="" type="checkbox"/> Incoerente	<input type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

