STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA E GEOLOGIA APPLICATA ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
Dott. Geol. Enrico Pesenti - Piazza Luccoli 2-5 Sc.D - 16123 Genova
Tel. e Fax 010 2474198 / e-mail: *pesenti.enrico@alice.it*

OGGETTO

COMUNE DI VADO LIGURE - SUA AREA S16 SOTTOZONA 1.
INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE ED IN PROSPETTIVA SISMICA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 4551/1989, DELLA DGR 714/2011 ED AI FINI DELLA VERIFICA SCREENING EX LEGGE R.L. N°38/98

COMMITTENTI

Consorzio Abitcoop Liguria, Via xx Settembre 36/25, 16121 Genova

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

Verificato ed approvato

Dott.Enrico Pesenti - Geologo

DATA 15.1.2013

ALLEGATI N° 10

SOMMARIO

1. **PREMESSE**

1.1. Incarico ed ubicazione

1.2. Obiettivi

2. **INQUADRAMENTO NORMATIVO**

2.1. Piano di Bacino T.Segno

2.2. N.T.C. 14.01.08 , DGRL n. 1362/2010 e DGRL n. 714/2011

3. **CAMPAGNA DI SONDAGGI E PROVE IN SITO E DI LABORATORIO DELL'APRILE-MAGGIO 2011**

3.1. Sondaggi meccanici a rotazione: commento alle stratigrafie

3.2. Prove di laboratorio e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

3.3 Livelli piezometrici

4. **INDAGINI GEOFISICHE**

4.1. Tomografia sismica e MASW

4.2. Prospezioni georadar

4.3. Categorie di sottosuolo ai sensi punto 3.2.2 Tab. 3.2.II N.T.C. 14.01.08 e pericolosità sismica

5. **CARTA DI ANALISI**

5.1. Definizione del modello geologico ed idrogeologico del sito e commento alla carta di analisi

6. **VALUTAZIONE DELL'AREA IN PROSPETTIVA SISMICA**

6.1. Commento alla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (M.O.P.S.)

7. **CARTA FINALE DI SINTESI O DEI REGIMI NORMATIVI**

7.1. Commento alla carta di sintesi

8. **NORME GEOLOGICHE DI SUA**

ALLEGATI

ALL. 1 -- Carta ubicazione delle indagini geognostiche scala 1: 1000

ALL. 2 - Carta ubicazione delle indagini geofisiche scala 1: 1000

ALL. 3 - Stratigrafie sondaggi

ALL. 4- Certificati delle prove di laboratorio geotecnico e delle determinazioni della densità in sito

ALL. 5 - Sezioni geologiche scala 1: 500
scala 1: 200

ALL .6 - Carta delle isopieze estesa all'area "Multipolis" scala 1:1000

ALL .7 - Indagine geofisica integrata: relazione Dott.F. Montaldo

ALL .8 - Carta di analisi scala 1:1000

ALL 9 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica scala 1:1000

ALL.10 - Carta di sintesi scala 1:1000

1. PREMESSE

1.1. Incarico ed ubicazione

L'incarico e' stato affidato allo scrivente dal Consorzio Abitcoop Liguria, Via XX Settembre 36/25, 16121, Genova, relativamente alle indagini geologico-tecniche ed in prospettiva sismica per lo S.U.A. dell'area S16 di Vado Ligure, Sottozona 1.

Lo scrivente ha redatto in data 18.03.09 relazione geologico-tecnica di fattibilità per il progetto di insediamenti residenziali nell'area dello S.U.A., di *cui la presente costituisce integrazione - come richiesto dalla Regione Liguria, Dipartimento Ambiente , Settore Valutazione di Impatto Ambientale, Aria e Clima, con nota Prot.PG/2012/155108 del 2.11.12.* - a seguito della campagna di indagini geognostiche e prove in sito e di laboratorio effettuata nell'Aprile-Maggio 2011, finalizzata anche alla caratterizzazione geo-ambientale dell'area.,

1.2. Obiettivi

Gli obiettivi assegnati alle indagini erano i seguenti:

A. *Inquadramento normativo dell'area dello SUA*, a seguito dell'esame degli strumenti di pianificazione ad oggi realizzati e dei vincoli esistenti sull'area stessa;

B. Utilizzo degli esiti della campagna di indagini geognostiche e prove in sito e di laboratorio ad oggi effettuate per la *stesura della carta di analisi,* ai sensi di quanto indicato dalla Circolare R.L. n.4551 del 12.12.89;

C. *Esecuzione di indagini geofisiche con il metodo sismico a rifrazione e MASW (Multichannel Analysis of Seismic Waves)* finalizzate a verificare la morfologia sepolta dei terreni già indagati con le indagini geognostiche di cui al punto B, a indagare la velocità delle onde di taglio Vs ed a indicare le categorie di sottosuolo ai sensi delle N.T.C. 14.01.08 ;

D. *Stesura della carta di microzonazione in prospettiva sismica* relativa all'area dello SUA ai sensi della D.G.R. n. 471/2010 e della DGR 714 /2011;

E. *Stesura della carta di sintesi e della normativa geologica di S.U.A.,* tenendo conto dei dati geologico-tecnici ed idrogeologici acquisiti dalle indagini e delle condizioni a cui sono consentiti gli interventi di nuova edificazione nell'area dello S.U.A.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1. Piano di Bacino del T.Segno

L'esame della *cartografia del Piano di bacino ex D.L. 180/98 del T.Segno*, approvato con D.C.P. n.47 del 25.11.2003, evidenzia che *la carta della suscettività al dissesto* attribuisce all'area, come evidente date le sue caratteristiche geomorfologiche, una suscettività molto bassa, che non richiede particolari prescrizioni se non quelle degli strumenti urbanistici.

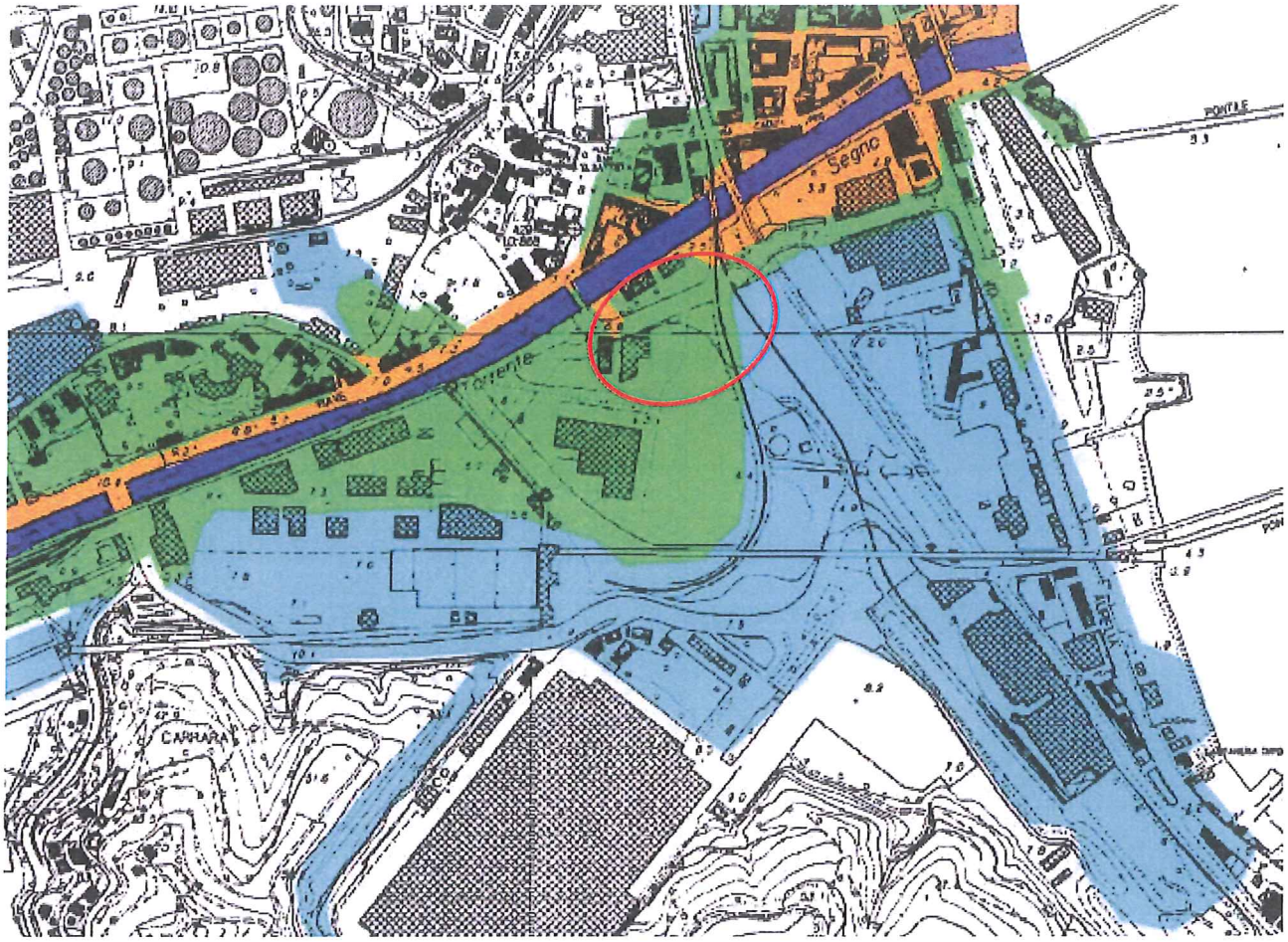
In proposito *la carta della suscettività d'uso del territorio del P.U.C. adottato dal Comune di Vado Ligure* include l'area nelle Zone A 1, la cui legenda così recita :
"Aree di fondovalle con substrato costituito da depositi di spiaggia, o da sedimenti fluviali attuali e recenti . Comportamento granulare e permeabilità medio-alta . Assetto stabile".

Le problematiche geologico-applicative individuate dal P.U.C. , in zone di facile accessibilità e ad alta densità urbana che comprendono molte aree ex industriali da riconvertire – a cui appartiene anche l'area in esame - sono legate alla "potenziale presenza di livelli fini soggetti a liquefazione ed alla presenza della falda freatica con interazione acque dolci-acque marine"

La consultazione delle *norme geologiche di P.R.G. (variante 2007) che classificano l'area nelle zone B1 ad insediabilità alta*, evidenzia che "non sussistono sotto l'aspetto geotecnico significative limitazioni d'uso", salvo che "possono ad esempio sussistere difficoltà per la realizzazione di volumi interrati che raggiungano profondità tali da interferire con la massima oscillazione del tetto freatico, od anche eccessiva onerosità per quegli interventi che per le loro caratteristiche strutturali non offrissero sufficienti garanzie alle azioni sismiche".

L'esame della carta delle fasce di inondabilità allegata alla pagina seguente evidenzia l'appartenenza della gran parte dell'area alla fascia B "inondabile al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T = 200 anni), in cui non sono consentiti:

a) gli interventi di nuova edificazione nonché di ristrutturazione urbanistica come definita dalla lett. e) comma 1, dell'art.31 della l.n. 457/78, salvi i casi in cui gli stessi siano corredati da parere favorevole della Provincia, ricadano in contesti di tessuto urbano consolidato, o da completare mediante interventi di integrazione urbanistico-edilizia sempre all'interno di ambiti già edificati, e interessino aree individuate a minor pericolosità in relazione a modesti tiranti idrici e ridotte velocità di scorrimento, e



FASCE DI INONDABILITA'
TORRENTE SEGNO – RIO S. NICCOLO'
RIO BELLANDI – RIO TERRUSO

Fascia A

Fascia B

Fascia C

purchè prevedano le opportune misure od accorgimenti tecnico-costruttivi di cui all'allegato 5, e risultino assunte le azioni e le misure di protezione civile di cui al presente Piano e ai piani comunali di protezione civile;

b) interventi di ampliamento dei manufatti esistenti e di recupero del patrimonio edilizio esistente eccedenti quelli di restauro o risanamento conservativo, come definito dalla lett.c), comma 1, dell'art.31 della l. n.457/78, fatti salvi gli interventi di ristrutturazione edilizia come definiti ....., purchè non aumentino la vulnerabilità degli edifici stessi rispetto ad eventi alluvionali, anche attraverso l'assunzione di misure e di accorgimenti tecnico-costruttivi di cui all'allegato 5, e purchè risultino assunte le azioni e le misure di protezione civile di cui al presente Piano e ai piani comunali di protezione civile;

c) gli interventi di realizzazione di nuove infrastrutture connesse alla mobilità non inquadrabili tra le opere di attraversamento, salvo quelli progettati sulla base di uno specifico studio di compatibilità idraulica (i cui contenuti corrispondano a quanto previsto al precedente punto 2, lett.c), che non aumentino le condizioni di rischio ed in relazione ai quali risultino assunte le azioni e le misure di protezione civile di cui al presente Piano e ai piani comunali di protezione civile.

Per quanto riguarda la compatibilità idraulica degli interventi da realizzare in fascia B, oltre che per una fascia ristretta appartenente alla fascia A, si rinvia alla specifica relazione idraulica che fa parte degli elaborati trasmessi ai sensi della verifica screening ex Legge R.L. n. 38/98.

2.2. N.T.C. 14.01.08, DGRL n. 1362/10 e DGRL n.714/2011

L'ordinanza n. 3274 del 20.03.2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", affida alle regioni, all'art. 2 punto 1, "l'individuazione, la formazione e l'aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche", mentre *la successiva Ordinanza n. 3519 del 28.04.2006* " Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" ha fornito valori più specifici di accelerazione massima del suolo a_g da applicare alle zone sismiche individuate e criteri più definiti per l'assegnazione di un territorio ad una zona sismica.

La Regione Liguria, con D.G.R. n. 1308 del 24.10.08, ha adottato la nuova classificazione sismica del territorio regionale, in cui il Comune di Vado Ligure è inserito nella zona 3B, caratterizzata da P.G.A. (valore di progetto dell'accelerazione sismica al suolo) = 0,100 .

La successiva DGR 1362/2010, tenuto conto che " la DGR n. 1308/2008 è stata approvata e pubblicata prima dell'entrata in vigore delle "Norme Tecniche per le Costruzioni " " ha inserito in particolare il Comune di Vado Ligure in una più ampia zona 3, con gli stessi valori di accelerazione .

Si è provveduto pertanto, visti gli esiti delle indagini geofisiche effettuate a livello dello S.U.A con il metodo sismico a rifrazione e MASW ad individuare le categorie di sottosuolo di cui ai punti 3.2.2."Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche "della Circolare n. 617 del 2.02.09"Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.08".suolo di fondazione " dell'Allegato 3 dell'O.P.C.M.

La DGRL n.714 del 21.06.2011 " Specifiche tecniche relative ai criteri e linee guida regionali per l' approfondimento degli studi geologico tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale, ad integrazione della DGR 471/2010"' indica ***tre livelli crescenti di approfondimento degli studi di microzonazione sismica,*** di cui i livelli 1 e 2 attengono alla pianificazione territoriale, mentre il terzo livello è previsto per fornire indicazioni di risposta sismica locale.

Il livello 1 " presenta un carattere qualitativo, propedeuticoa tutti gli studi di MS, e consiste nel raccogliere i dati geologici, geomorfologico, litotecnici di base al fine di suddividere il territorio in *microzone qualitativamente omogenee in termini di prospettiva sismica,* discriminando le aree in cui sono attesi fenomeni di amplificazione sismica e/o suscettibili di instabilità rispetto a quelle dove non si prevedono modifiche dello scuotimento sismico.

Tenuto conto , come indicato a pag. 18 delle DGR 714/2011, che:

- " gli approfondimenti di II° livello, a corredo degli strumenti urbanistici attuativi (SUA o PUO) trovano piena applicazione unicamente nella definizione di scenari semiqualitativi di aree suscettibili di amplificazioni sismiche di carattere morfologico e litologico o di potenziale dissesto sismoindotto.

- pertanto, tali approfondimenti ***devono essere svolti unicamente negli areali caratterizzati da oggettiva disomogeneità locale in termini litologici e morfologici ovvero su progetti attuativi che riguardino estensioni territoriali rilevanti, comunque superiori ai 5 ha."***

e considerato che :

- l'area dello SUA sottozona S1 risulta molto inferiore ai 5 ha;

- i dati litologici , morfologici e topografici relativi all'area dello SUA, confermati dalle indagini geofisiche efftettuate, consentono di prendere in considerazione eventuali limitati fenomeni di amplificazione sismica soltanto relativamente alla differenza di velocità delle onde di taglio tra coltri di copertura e substrato rigido .

si è optato per la esecuzione di una "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica" che rappresenta appunto la sostanziale omogeneità dell'area dello SUA sottozona S1 in tale prospettiva, come sintetizzato nella legenda della carta e come motivato in relazione.

2. CAMPAGNA DI SONDAGGI E PROVE IN SITO E DI LABORATORIO DELL'APRILE-MAGGIO 2011

La campagna di indagini geognostiche effettuata nell'Aprile-Maggio 2011 è consistita nella esecuzione di n. 6 sondaggi a rotazione (cfr. ubicazione in All.1) a cura della BORGHI Drill S.r.l. di Chiavari (Ge), corredati da prove SPT in foro, da prelievo di campioni per analisi di laboratorio e da misure di livello piezometrico .

2.1 Sondaggi meccanici a rotazione: commento alle stratigrafie

I sondaggi a rotazione, eseguiti fino a profondità variabili , e precisamente :

- **fino a 15 ml dal p.c.** S2A ed S6A ;
- **fino a 17,5 ml dal p.c.**: S5A;
- **fino a 25 ml dal p.c.**: S1A;
- **fino a 35 ml dal p.c.** : S3A ed S4A;

hanno consentito di individuare i seguenti livelli (cfr. stratigrafie in All. 3):

Livello 1 –Materiale di riporto eterometrico in matrice sabbioso-ghiaiosa con laterizi –

Si tratta di riporto lapideo di granulometria da media a grossolana, di regola in

matrice sabbiosa ghiaiosa marroncina e con spessori da 1,50 m (S5A) fino a 3 m ca (S1A ed S2A), che costituisce la componente principale dei riporti stessi, localmente alternata a livelli nerastri (scorie di lavorazione) o rossastri.

Sono presenti inoltre macerie di antichi manufatti (forni probabilmente), costituite soprattutto da laterizi, localmente presenti fino a profondità di -4,15 m dal p.c. (S4A).

Non mancano inclusioni di laterizi, a significare rimaneggiamenti profondi, nei sottostanti livelli, ad esempio nel livello 2, in S6a, fino a -8,25 m dal p.c. ed a -9,65 m dal p.c., in matrice da sabbiosa ad argillosa.

Livello 2 – Limi e sabbie limose, localmente più grossolane e con ghiaia o con sottili intercalazioni argillose-

Costituiscono depositi alluvionali a composizione più o meno fine e/o grossolana a seconda delle variazioni di energia deposizionale nell'ambiente fluviale deltizio della foce del T.Segno, legate a loro volta alle variazioni del livello marino di base durante il quaternario; a riprova di quanto sopra si presentano alternati sia in senso orizzontale che verticale con i depositi del livello 3.

Con riferimento alla tabella di cui alla pagina seguente si definiscono nella media in base ai risultati delle prove SPT come *terreni moderatamente addensati*

Livello 3 – Sabbie medio-fini e ghiaie

Si alternano con i precedenti fino alle profondità maggiori raggiunte dai sondaggi S3A ed S4A, in cui a partire dai 18-20 m dal p.c. (S3A) e dai 23 m dal p.c. (S4A), le perforazioni hanno attraversato il cappellaccio della formazione di substrato di seguito descritta.

Analogamente ai precedenti si definiscono in base all'esito delle prove SPT come *terreni moderatamente addensati.*

CLASSIFICA ORIENTATIVA DELLO STATO DI COMPATTEZZA DEI TERRENI INCOERENTI	
N (numero colpi)	**VALUTAZIONE DELLO STATO DI ADDENSAMENTO**
0 - 4	SCIOLTO
4 - 10	POCO ADDENSATO
10 - 30	MODERATAMENTE ADDENSATO
30 - 50	ADDENSATO
> 50	MOLTO ADDENSATO

Livello 4 – Substrato scistoso metamorfico molto alterato localmente ridotto a spezzoni in matrice sabbiosa-ghiaiosa

La formazione di substrato – scisti filladici e micascisti della formazione di Murialdo - è presente, con il suo cappellaccio alterato ma consistente (cfr. valori prove SPT in foro) in S3A, come già detto, ed in S4A, a partire da -23 m dal p.c.

Le condizioni di alterazione/erosione del substrato sono da attribuire agli episodi di erosione subaerea conseguenti alle regressioni marine durante il quaternario; le alternanze verticali con livelli sabbiosi ghiaiosi sono da collegare con le successive ingressioni marine ed i depositi alluvionali nelle "tasche" del substrato alterato.

3.2. Prove di laboratorio e caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione

I campioni indisturbati prelevati secondo le indicazioni della D.L. sono stati sottoposti alle analisi/prove elencate nella tabella della pagina seguente, consistenti soprattutto, vista la *granulometria prevalente limo-sabbiosa, limo-argillosa e/o sabbiosa ghiaiosa,* nell'analisi granulometrica con setacci e per sedimentazione, nella determinazione dei limiti di consistenza , del contenuto di acqua e del peso di volume, per cui si rinvia all'esame dei relativi certificati in All. 4

I campioni rimaneggiati *sottoposti a prove riguardano il cappellaccio alterato ma consistente del substrato della formazione di Murialdo: le prove di compressione semplice* eseguite sui campioni prelevati in S3A da – 23,30 a -23,60 m dal p.c. e da -27,65 a -27,85 m dal p.c. hanno evidenziato rispettivamente *resistenze Qu variabili da 255,43 Kpa a 537,89*

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

VERBALE DI ACCETTAZIONE N° 33 Data 22/03/2011

Committente BONGHI DRLW - CONSORZIO ABITCOA Richiesta prove n° _____ del 22/3/11

Cantiere/Lavoro ZONA S16 - SOTTOZONA 1

Località VADO LIGURE (SV)

Tipologia del contenitore: ☐ fustella ☐ sacchetto ☐ spezzone di roccia ☐ _____

Sondaggio	Campione	Prof. metri	Prove richieste								
S1A	C1 1	10,50-11,00	GR	AR	LC	W	PV				
S1A	CR1	15,80-16,00	GR	LC							
S2A	C1 1	9,00-9,40	GR	AR	W	PV					
S3A	C1 1	12,00-12,40	GR	W							
S3A	CR1	23,30-23,60	ELL	PV							
S3A	CR2	27,65-27,85	ELL	PV							
S4A	C1 1	5,00-5,70	GR	AR	LC	W	PV				
S5A	C1 1	16,80-17,40	GR	AR	W	PV					
S6A	C1 1	6,00-6,55	GR	AR	W	PV					
			DENS	2							

Legenda analisi e prove terreni

D	Descrizione campione	ED	Prova edometrica a gradini di carico
F	Foto del campione	TG	Prova di taglio diretto
GR	Analisi granulometrica con setacci	TGR	Prova di taglio diretto e residuo
AR	Analisi granulometrica per sedimentazione	ELL	Prova di compressione ELL
PV	Determinazione del peso di volume	UU	Prova triassiale UU
W	Determinazione contenuto d'acqua naturale	CU	Prova triassiale CU
PS	Determinazione del peso specifico dei grani	CD	Prova triassiale CD
LC	Determinazione dei limiti di consistenza		Prova di rigonfiamento ISS ISP HA
LR	Determinazione del limite di ritiro	PRS	Prova di compattazione Proctor standard
SO	Contenuto di sostanza organica	PRM	Prova di compattazione Proctor modificato
SF	Contenuto di solfati	CBR	Prova CBR
CA	Contenuto in carbonati	K	Prova di permeabilità
ED	Prova edometrica a gradini di carico		

Legenda analisi e prove rocce

D	Descrizione campione	TX	Prova di compressione triassiale
F	Foto del campione	TXS	Prova di compressione triassiale strumentata
PV	Determinazione del peso di volume	VS	Misura velocita' sonica
W	Determinazione contenuto d'acqua naturale	BR	Prova di trazione "brasiliana"
PS	Determinazione del coefficiente di imbibizione	TG	Prova di resistenza al taglio
PLT	Point Load Test	SCL	Prova sclerometrica
MX	Prova di compressione monoassiale	GEL	Prova di gelivita'
MXS	Prova di compressione monoassiale strumentata	LA	Resistenza all'abrasione Los Angeles

Note: _____

Rep 11/35

Laboratorio SGL

Kpa, da cui si evince un buon comportamento coesivo, in condizioni non drenate, del materiale .

La stima dei parametri geotecnici effettuata sulla base delle prove SPT, con particolare riferimento ai sondaggi S3 ed S4 che insistono sull'area delle previste edificazioni, ha consentito di valutare (cfr. correlazioni di cui alle pagine seguenti) i seguenti parametri, **validi per entrambi i livelli L2 ed L3** aventi analoghe caratteristiche:

y = peso di volume = 1,8 KN/mc

ϕ = angolo di attrito interno = 31° (valori medio-bassi dalle prove)

Cu = coesione non drenata = 50 KPa (dalle prove "pocket penetrometer" sui livelli più argillosi con la relazione Cu = ½ R.Pocket delle prove che hanno fornito i valori minori)

3.3. Livelli piezometrici

In tutti i fori di sondaggio sono stati installati piezometri diametro 4" ciechi da 0,00 a -1,00 m dal p.c. e microfessurati fino a fondo foro.

Nei piezometri sono state eseguite a cura della Borghi Drill S.r.l. le letture di falda, in metri dal p.c., di cui alla tabella della pagina seguente .

Sono state utilizzate per la esecuzione della carta delle isopieze, estesa sia all'area "Abitcoop" (sottozona 1) sia all'area "Multipolis" (sottozona 2), le letture di falda di seguito riportate, correlabili con le quote di testa pozzo rilevate dalla Stegeo di Genova in entrambe le aree.

Piezometro	Profondità pozzo (m dalla testa del pozzo)	Livello falda (m dalla testa del pozzo)
S1A	25.0	2.75
S2A	15.0	3.70
S3A	35.0	3.16
S4A	35.0	3.08
S5A	17.5	3.36
S6A	15.0	5.17

BORGHI DRILL S.r.l.
C.so Buenos Aires, 114/A
16043 CHIAVARI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: *CONSORZIO ABITCOOP LIGURIA*

CANTIERE: VADO LIGURE (SV)
ZONA S 16 - SOTTOZONA 1

LETTURE DI FALDA

SONDAGGIO	DATA	ORA	FONDO FORO	RIVESTIMENTI	LETTURA
S1A	22/03/11	8.00	10,50	10,50	3,00
	23/03/11	8.00	23,00	23,00	3,00
	24/03/11	8.00	piezometro	-	1,90
	25/03/11	8.00	piezometro	-	1,90
	28/03/11	8.00	piezometro	-	1,92
	29/03/11	8.00	piezometro	-	1,91
	30/03/11	8.00	piezometro	-	1,93
	31/03/11	8.00	piezometro	-	1,95
	01/04/11	8.00	piezometro	-	1,94
	04/04/11	8.00	piezometro	-	1,94
	05/04/11	8.00	piezometro	-	1,92
	06/04/11	8.00	piezometro	-	1,92
S2A	24/03/11	8.00	7,50	7,50	3,00
	25/03/11	8.00	piezometro	-	3,00
	28/03/11	8.00	piezometro	-	3,00
	29/03/11	8.00	piezometro	-	3,15
	30/03/11	8.00	piezometro	-	3,19
	31/03/11	8.00	piezometro	-	3,20
	01/04/11	8.00	piezometro	-	3,20
	04/04/11	8.00	piezometro	-	3,20
	05/04/11	8.00	piezometro	-	3,20
	06/04/11	8.00	piezometro	-	3,20
S3A	05/04/11	8.00	14,00	14,00	2,90
	06/04/11	8.00	26,50	25,50	2,65
	07/04/11	8.00	34,50	34,50	2,75
S4A	30/03/11	8.00	10,50	9,00	1,72
	31/03/11	8.00	23,00	23,00	2,20
	01/04/11	8.00	33,00	31,50	2,20
	04/04/11	8.00	piezometro	-	2,20
	05/04/11	8.00	piezometro	-	2,20
	06/04/11	8.00	piezometro	-	2,20
S5A	29/03/11	8.00	15,00	13,50	4,71
	30/03/11	8.00	piezometro	-	2,55
	31/03/11	8.00	piezometro	-	2,90
	01/04/11	8.00	piezometro	-	2,90
	04/04/11	8.00	piezometro	-	2,90
	05/04/11	8.00	piezometro	-	2,90
	06/04/11	8.00	piezometro	-	2,90
S6A	25/03/11	8.00	5,00	4,50	1,56
	28/03/11	8.00	piezometro	-	4,30
	29/03/11	8.00	piezometro	-	4,41
	30/03/11	8.00	piezometro	-	4,41
	31/03/11	8.00	piezometro	-	4,42
	01/04/11	8.00	piezometro	-	4,45
	04/04/11	8.00	piezometro	-	4,45
	05/04/11	8.00	piezometro	-	4,45
	06/04/11	8.00	piezometro	-	4,50

Il sistema acquifero identificato risulta essenzialmente monofalda, in assenza di livelli pelitici/argillosi significativi tali da permettere la configurazione di falde confinate .

I livelli di falda per ora rilevati ai piezometri evidenziano, grazie alle successive correlazioni effettuate nel § 3.4. tramite la carta delle isopieze in All. 6 estesa alle due aree, una direzione di deflusso principale parallela all'andamento del T.Segno ed una direzione di drenaggio verso SSE, probabilmente influenzata dalla messa in opera di materiale arido drenante sul piano di posa dei capannoni esistenti.

4. INDAGINI GEOFISICHE

Su indicazione della D.L. sono state effettuate una stesa sismica a rifrazione (tomografia sismica) lunga 100 ml ca., con elaborazione dei dati MASW per la determinazione di V_{s30} , definito come la velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, e n. 5 prospezioni georadar, lunghe da 50 ml a 80 ml, ubicate in All.2.

4.1. Tomografia sismica e MASW

Rinviando alla relazione del Dott. Geol. F.Montaldo di Genova "Indagine Geofisica Integrata – Tomografia Sismica, Masw, GeoRadar " in All.7, per ogni dettaglio riguardante l'interpretazione delle prospezioni , è sufficiente qui evidenziare , con riferimento al modello tomografico finale, le seguenti osservazioni conclusive :

- il livello superficiale (riporti in matrice sabbiosa ghiaiosa) presenta velocità dell'ordine di 300-400 m/s;
- tra le profondità di 5 e 7 m dal p.c. la velocità aumenta superando i 1000 m/s, con diminuzione locale in relazione alla presenza della falda, e al di sotto di tale livello aumenta progressivamente fino a raggiungere i 2000 m/s;
- il passaggio al substrato roccioso è segnato da un gradiente elevato della velocità compreso tra la profondità di 26 m (lato SE dell'area) e 35 m(lato NW) ;
- *il valore di V_{s30} determinato, inteso come la velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, è pari a 380 m/s.*

4.2. Prospezioni Georadar

La relazione sulle prospezioni georadar ,a cui si rinvia per l'elenco di tutti i corpi riflettori segnalati, individua sinteticamente, oltre ai binari ferroviari indicati sul rilievo topografico dell'area e ad altre strutture estese non meglio definite, le seguenti **strutture :**

- sulle linee GR2 e GR5, alle progressive 46,5 e 49 metri, due grosse tubature a profondità compresa tra 1 e 2 metri , con direzione NW-SE, che intersecano entrambe le linee;

- sulla linea GR1, intorno alla progressiva 30 metri, una "struttura estesa" identificata con un canale sotterraneo rivestito in cemento (e alle strutture murarie connesse) che interseca la linea in qualche punto e si riversa, visibile, nel canale che scorre parallelo alla linea, lato Est.

4.3. Categorie di sottosuolo ai sensi punto 3.2.2 Tab. 3.2.II N.T.C. 14.01.08

Il punto 3.2.2. ."Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche " delle NTC individua, nella Tabella 3.2.II, le categorie di sottosuolo "ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto", con un approccio semplificato, a partire dalla lettera A alla E, ed aggiunge a queste categorie altre due, denominate S1 ed S2, per le quali " è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche".

Visti i dati geognostici e geofisici acquisiti **la categoria di suolo di fondazione che più si approssima alle caratteristiche individuate è la categoria E,** così definita:

E – Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m *[C nel nostro caso ossia depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di* V_{S30} *compresi tra 180 m/s e 360 m/s ovvero 15 < Nspt 30 <50 nei terreni a grana grossa e 70 < Cu30 < 250 KPa nei terreni a grana fina]* ***posti sul substrato di riferimento con*** V_S **> 800 m/s..**

Per la precisione il substrato di riferimento *(formazione di Murialdo)* è ubicato nel nostro caso (vedi in particolare le risultanze dei sondaggi S3A e S4 A) a profondità attorno ai 28 -30 metri, mentre le caratteristiche dei terreni alluvionali di copertura sono sostanzialmente corrispondenti ai depositi di tipo C della tabella 3.2.II.

4.4. Pericolosità sismica

In base alle Norme Tecniche per le Costruzioni l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base" in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).", .

La consultazione del software Geostru ha fornito, nelle condizioni soprariportate e con introduzione delle coordinate del sito, il valore dei seguenti parametri, per un edificio rientrante nella classe II , per V_R (vita nominale) = 50 anni e nello stato limite di operatività (SLO):

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno = 0,019
F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2,577
T^*_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0,158

Detti valori vengono calcolati in relazione a :

a) stati limite di esercizio:

Stato limite di operatività (SLO)

Stato limite di danno (SLD)

b) stati limite ultimi

Stato limite di salvaguardia di vita (SLV)

Stato ultimo di prevenzione al collasso (SLC)

Ad ognuno degli stati limite viene associato un valore di P_{VR} che rappresenta la probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R.

Lo stesso software ha fornito, introducendo la categoria stimata di sottosuolo (E) e la categoria topografica (T1), i valori dei *coefficienti sismici* caratteristici di ciascun stato limite:

Ss, St, (coefficienti stratigrafico e topografico -parametri di ingresso)

Cc, dipendente dalla categoria di sottosuolo e funzione di **F_0** e **T_{c^*}** (per terreni tipo A vale 1)

Kh= componente orizzontale dell'accelerazione= βs*Amax/g

Kv= componente verticale dell'accelerazione =1/2 kh

Amax= accelerazione orizzontale massima attesa al sito

βs=coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

Il calcolo può essere fatto con riferimento a "fondazioni e pendii", o "opere di sostegno", o "paratie".

Calcolo dei coefficienti sismici

○ Opere di sostegno ○ Paratie

◉ Stabilità dei pendii e fondazioni

Categoria sottosuolo	E
Categoria topografica	T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,60	1,60	1,60	1,60
Cc * Coeff. funz categoria	2,40	2,24	1,85,	1,81
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,006	0,008	0,019	0,025
kv	0,003	0,004	0,010	0,013
Amax [m/s²]	0,297	0,394	0,945	1,227
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

5. CARTA DI ANALISI

5.1. Definizione del modello concettuale geologico ed idrogeologico del sito e commento alla carta di analisi

La ricostruzione geologica dell'area effettuata nelle sezioni significative AA e BB in All. 5 conferma il modello deposizionale di ambiente fluviale-deltizio già individuato nell'area contigua dell'ex Fornicoke, in cui i terreni più fini del livello L2 descritto nel § 3.1. si presentano alternati sia in senso orizzontale che verticale con i depositi sabbiosi-ghiaiosi del livello L3, ad indicare variazioni di energia deposizionale, alla foce del T.Segno, collegate alle variazioni del livello marino di base durante il quaternario.

Il contatto con il sottostante substrato metamorfico, o meglio con il suo cappellaccio alterato, situato a profondità variabili come d'altra parte nell' area ex Fornicoke, è di tipo erosionale .

Come già indicato le condizioni di alterazione/erosione del substrato sono da attribuire agli episodi di erosione subaerea conseguenti alle regressioni marine durante il quaternario, mentre le alternanze verticali con livelli sabbiosi-ghiaiosi sono da collegare con le successive ingressioni marine ed i depositi alluvionali nelle "tasche" del substrato alterato

L'esame delle sezioni unito alla valutazione della permeabilità media degli acquiferi presenti indica una possibilità di movimento della falda sia in senso orizzontale che verticale, con gradienti moderati, nell'ambito delle due aree.

La carta delle isopieze estesa alle due aree rappresentata in All. 6 evidenzia , una direzione di deflusso principale parallela all'andamento del T.Segno ed una direzione di drenaggio verso SSE, pertanto drenante rispetto all'alveo del T.Segno, probabilmente influenzata dalla messa in opera di materiale arido drenante sul piano di posa dei capannoni esistenti.

La carta di analisi, su cui sono ubicate tutte le indagini geognostiche e geofisiche eseguite, indica in legenda le seguenti condizioni litostratigrafiche generali già descritte nel § 3.1 e/o idrogeologiche (§ 5.1.) :

- *presenza di materiale di riporto eterometrico in matrice sabbioso-ghiaiosa, con spessori variabili da 1,50 a 3 metri, localmente rimaneggiati da scorie e laterizi, in copertura su limi e sabbie limose, localmente più grossolane e con ghiaia o con sottili intercalazioni argillose, alternati sia in senso orizzontale che verticale con livelli di sabbie medio fini e ghiaie, fino alla profondità del cappellaccio alterato della*

formazione di Murialdo (scisti filladici e micascisti) , attraversato localmente a 20 -23 m dal p.c., ed al substrato più consistente, presente mediamente a 28-30 m dal p.c.

- *appartenenza della gran parte dell'area alla fascia B "inondabile al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T = 200 anni ", sottoposta ai vincoli normativi di Piano di Bacino (T.Segno) a cui rispondono i criteri di intervento indicati nella relazione idraulica allegata alla documentazione di risposta alla nota R.L. del 2.11.2012;*

- *principali direzioni di deflusso della falda (da carta delle isopieze).*

Dal punto di vista del comportamento geotecnico, *premesso che al disotto dei riporti eterogenei i materiali attraversati si caratterizzano, nella media, come moderatamente addensati, i* ***livelli a più omogeneo comportamento geotecnico****, con riferimento agli esiti delle prove SPT effettuate nei sondaggi* ***sono presenti alle seguenti profondità:***

S1A : da 3 m ca. fino a 18 m ca.
S2A : da 5 m ca.a. fino a 15 m ca.
S3A : da 4 m ca. fino a 15m ca.
S4A : da 6 m ca. fino a 15 m ca.
S5A : da 7m ca. fino a 15 m ca.
S6A : da 8 m ca. fino a 15 m ca.

6. VALUTAZIONE DELL'AREA IN PROSPETTIVA SISMICA

6.1. Commento alla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Come indicato nel § 2 "Inquadramento normativo" la DGRL n.714 del 21.06.2011 " Specifiche tecniche relative ai criteri e linee guida regionali per l' approfondimento degli studi geologico tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale, ad integrazione della DGR 471/2010"' indica ***tre livelli crescenti di approfondimento degli studi di microzonazione sismica,*** di cui i livelli 1 e 2 attengono alla pianificazione territoriale, mentre il terzo livello è previsto per fornire indicazioni di risposta sismica locale.

Il livello 1 " presenta un carattere qualitativo, propedeuticoa tutti gli studi di MS, e consiste nel raccogliere i dati geologici, geomorfologico, litotecnici di base al fine di suddividere il territorio in *microzone qualitativamente omogenee in termini di prospettiva sismica,* discriminando le aree in cui sono attesi fenomeni di amplificazione sismica e/o

suscettibili di instabilità rispetto a quelle dove non si prevedono modifiche dello scuotimento sismico.

Tenuto conto , come indicato a pag. 18 delle DGR 714/2011, che:

- " gli approfondimenti di II° livello, a corredo degli strumenti urbanistici attuativi (SUA o PUO) trovano piena applicazione unicamente nella definizione di scenari semiqualitativi di aree suscettibili di amplificazioni sismiche di carattere morfologico e litologico o di potenziale dissesto sismoindotto.

- Pertanto, tali approfondimenti ***devono essere svolti unicamente negli areali caratterizzati da oggettiva disomogeneità locale in termini litologici e morfologici ovvero su progetti attuativi che riguardino estensioni territoriali rilevanti, comunque superiori ai 5 ha."***

e considerato che :

- l'area dello SUA risulta molto inferiore ai 5 ha;

- i dati litologici , morfologici e topografici relativi all'area dello SUA, confermati dalle indagini geofisiche efftettuate, consentono di prendere in considerazione eventuali limitati fenomeni di amplificazione sismica soltanto relativamente alla differenza di velocità delle onde di taglio tra coltri di copertura e substrato rigido ;

si è optato per la esecuzione di una "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica" che rappresenta appunto la sostanziale omogeneità dell'area dello SUA in tale prospettiva, come sintetizzato nella legenda della carta .

*L'area dello S.U.A. appartiene pertanto ad un'unica zona definita " **zona stabile suscettibile di limitate amplificazioni per effetto della situazione litostratigrafica locale, in quanto caratterizzata dalla presenza di coltri alluvionali a composizione limoso-sabbiosa e/o sabbiosa-ghiaiosa moderatamente addensate, con Vs30 attorno a 380 m/s, in copertura sul substrato scistoso filladico, (bedrock sismico) con velocità delle onde di taglio Vs > 800 m/s, presente alla profondità media di 28-30 m dal p.c..***

La valutazione della pericolosità sismica dell'area (a_g = accelerazione orizzontale massima attesa del terreno = 0,019) porta da sola ad escludere la possibilità del verificarsi di fenomeni di liquefazione, pur in presenza dei livelli di falda piuttosto superficiali misurati durante la campagna d'indagini geognostiche .

7. CARTA FINALE DI SINTESI O DEI REGIMI NORMATIVI

Viste le caratteristiche geologico-tecniche dell'area in esame, e tenendo conto degli obiettivi dello strumento urbanistico, si è definita, nella carta di sintesi (All. 10) un'unica zona omogenea, avente le caratteristiche di seguito indicate e da assoggettare ai criteri di utilizzo analogamente indicati:

*Zona omogenea a suscettività al dissesto molto bassa (Piano di Bacino T.Segno) caratterizzata da presenza di **m**ateriale di riporto eterometrico in matrice sabbioso-ghiaiosa, con spessori variabili da 1,50 a 3 metri, in copertura su limi e sabbie limose, localmente più grossolane e con ghiaia o con sottili intercalazioni argillose, alternati sia in senso orizzontale che verticale con livelli di sabbie medio fini e ghiaie, fino al substrato ((scisti filladici e micascisti della formazione di Murialdo) presente mediamente a 28-30 m dal p.c.*
Fasce di inondabilità - la gran parte dell'area appartiene alla fascia B "inondabile al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T = 200 anni ", sottoposta ai vincoli normativi di Piano di Bacino (T.Segno) a cui rispondono le valutazioni ed i criteri di intervento indicati nella relazione idraulica dell'Ing. Di Salvo allegata allo S.U.A..
Livelli di falda- variabili da 3,20 m a -2,40 dal p.c.da Ovest verso Est e fino a - -2,00 m dal p.c. verso SSE
Categoria di sottosuolo che più si assimila : E ai sensi punto 3.2.2 Tab 3.2.II NTC 14.01.08.: E – Terreni dei sottosuoli di tipo C per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento con V_S > 800 m/s..
Fattibilità - Eventuale integrazione dei sondaggi già effettuati nell'area interessata dagli interventi residenziali , mediante nuovi sondaggi geognostici con installazione di piezometri nei fori di sondaggio) con finalità di verificare definitivamente lo stato di addensamento ed i parametri geotecnici delle coltri di copertura e le condizioni idrogeologiche dell'area , conclusi da relazione geologico-tecnica sulle indagini ex NTC 14.01.08 e Norme Piano di Bacino ex D.L. 180/98 - Ambito 14.
Tipologia fondazionale - Tipologie di fondazione differenziate con pali di grosso diametro in corrispondenza delle strutture portanti delle torri previste, insistenti sui livelli di caratteristiche geotecniche omogenee individuati dai sondaggi (§ 5.1.) e fondazioni dirette a platea in corrispondenza delle zone di minor carico, anche in funzione delle possibili limitate amplificazioni di cui alla carta delle MOPS
Sistemazioni idrogeologiche/idrauliche - Intercapedini atte all'isolamento delle parti interrate e sistemi di pompaggio, oltre a quanto indicato nella relazione idraulica dell'Ing. Di Salvo allegata allo S.U.A

I criteri di utilizzo sopraindicati saranno confermati, con le integrazioni e le ottimizzazioni consentite dalla esecuzione delle indagini puntuali, nella relazione geologica e nella relazione geotecnica sulle indagini stesse redatta ai sensi delle NTC 14.01.08 e delle

Norme del Piano di Bacino T.Segno .

L'omogeneità dell'area sotto il profilo geologico-tecnico vale anche in prospettiva sismica, richiamando le considerazioni esposte nel precedente paragrafo 6.1.

8. NORME GEOLOGICHE DI SUA

La *Legge Regione Liguria n. 24 dell'8.7.87* prescrive tra i contenuti degli Strumenti Urbanistici Attuativi, all'art.2 punto h "la dimostrazione della fattibilità geotecnica delle opere".

La *Circolare n. OO4551*, inviata il 12-12-89 dal Servizio Difesa del Suolo e dal Servizio Strumenti Urbanistici della Regione Liguria a tutti i Sindaci dei Comuni Liguri, oltre che a tutti gli altri Enti interessati, precisa e definisce in dettaglio i contenuti degli studi e indagini geologiche per ogni tipo di SUA, distinguendo tra SUA-AP in terreni interamente di pianura, in cui rientra l'area dello SUA. e SUA-AM in terreni interamente collinari o montani.

Tra i contenuti delle Norme, che devono "guidare l'intervento geologico in tutte le fasi successive della progettazione e della realizzazione dello SUA....." si precisa in particolare a pag.9 che le stesse "forniranno indirizzi e prescrizioni in ordine a:

a) dettagliata progettazione delle indagini integrative (idrogeologiche, geomorfologiche, geognostiche, geotecniche, geomeccaniche, ...) obbligatorie.....
b) approfondimenti geognostici particolari...
c) contenuti specifici degli indirizzi metodologici e tecnico-costruttivi in ordine alle fondazioni....

A ciò si devono aggiungere le condizioni di cui alle Norme di Attuazione del Piano di Bacino del T.Segno, valide in particolare per le aree rientranti nelle fasce di inondabilità di tipo B.

Tutto ciò premesso, si indicano i seguenti contenuti per le Norme Geologiche di SUA, relativamente all'unica zona individuata:

Zona omogenea a suscettività al dissesto molto bassa (Piano di Bacino T.Segno) caratterizzata da presenza di materiale di riporto eterometrico in matrice sabbioso-ghiaiosa, con spessori variabili da 1,50 a 3 metri, in copertura su limi e sabbie limose, localmente più grossolane e con ghiaia o con sottili intercalazioni argillose, alternati sia in senso orizzontale che verticale con livelli di sabbie medio fini e ghiaie, fino al substrato ((scisti filladici e micascisti della formazione di Murialdo) presente mediamente a 28-30 m dal p.c.

Fasce di inondabilità - la gran parte dell'area appartiene alla fascia B "inondabile al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T = 200 anni ", sottoposta ai vincoli normativi di Piano di Bacino (T.Segno) a cui rispondono i criteri di intervento indicati nella relazione idraulica dell'Ing. Di Salvo allegata allo S.U.A..

Livelli di falda- variabili da 3,20 m a -2,40 dal p.c.da Ovest verso Est e fino a - 2,00 m dal p.c. verso SSE

Categoria di sottosuolo E ai sensi punto 3.2.2 Tab 3.2.II NTC 14.01.08.: E – Terreni dei sottosuoli di tipo C per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento con V_S > 800 m/s..

Fattibilità - Eventuale integrazione dei sondaggi già effettuati nell'area interessata dagli interventi residenziali ,mediante nuovi sondaggi geognostici con installazione di piezometri nei fori di sondaggio) con finalità di verificare definitivamente lo stato di addensamento ed i parametri geotecnici delle coltri di copertura e le condizioni idrogeologiche dell'area , conclusi da relazione geologico-tecnica sulle indagini ex NTC 14.01.08 e Norme Piano di Bacino ex D.L. 180/98 - Ambito 14.

Tipologia fondazionale - Tipologie di fondazione differenziate con pali di grosso diametro in corrispondenza delle strutture portanti delle torri previste, insistenti sui livelli di caratteristiche geotecniche omogenee individuati dai sondaggi (§ 5.1.) e fondazioni dirette a platea in corrispondenza delle zone di minor carico, anche in funzione delle possibili limitate amplificazioni di cui alla carta delle MOPS

Sistemazioni idrogeologiche/idrauliche - Intercapedini atte all'isolamento delle parti interrate e sistemi di pompaggio, oltre a quanto indicato nella relazione idraulica dell'Ing. Di Salvo allegata allo S.U.A

I criteri di utilizzo sopraindicati saranno confermati, con le integrazioni e le ottimizzazioni consentite dalla esecuzione delle indagini puntuali, nella relazione geologica e nella relazione geotecnica sulle indagini stesse redatte ai sensi deille NTC 14.01.08 , che dovranno in particolare verificare e richiamare i criteri di protezione civile di cui alle Norme del Piano di Bacino del T.Segno.

Alla conclusione dei lavori dovrà essere prodotta una relazione geologica e geotecnica di fine lavori, a firma congiunta del professionista incaricato delle indagini geognostiche, del progettista delle strutture e del direttore dei lavori, contenente l'attestazione della corretta esecuzione degli interventi sul suolo e sul sottosuolo, a garanzia delle verifiche effettuate, della stabilità delle opere realizzate e di quelle preesistenti, nonché per la tutela dell'equilibrio geomorfologico e dell'assetto idrogeologico ed idraulico della zona di intervento.

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. Enrico Pesenti A.P. n. 21 data iscr. 11/05/...

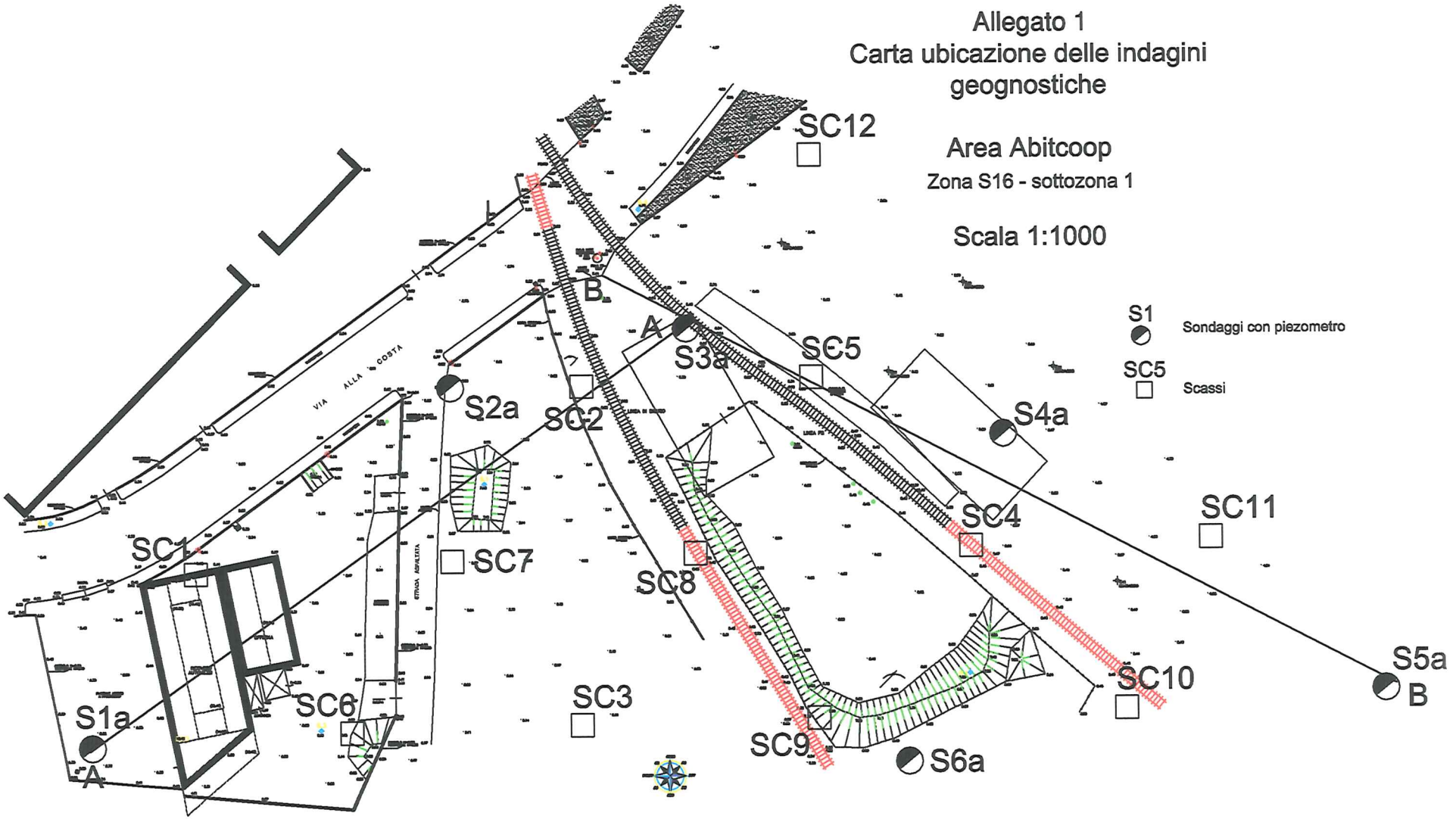
Dott.Geol.Enrico Pesenti

Allegato 1
Carta ubicazione delle indagini geognostiche

Area Abitcoop

Zona S16 - sottozona 1

Scala 1:1000



Prospezione sismica lunga 100 ml

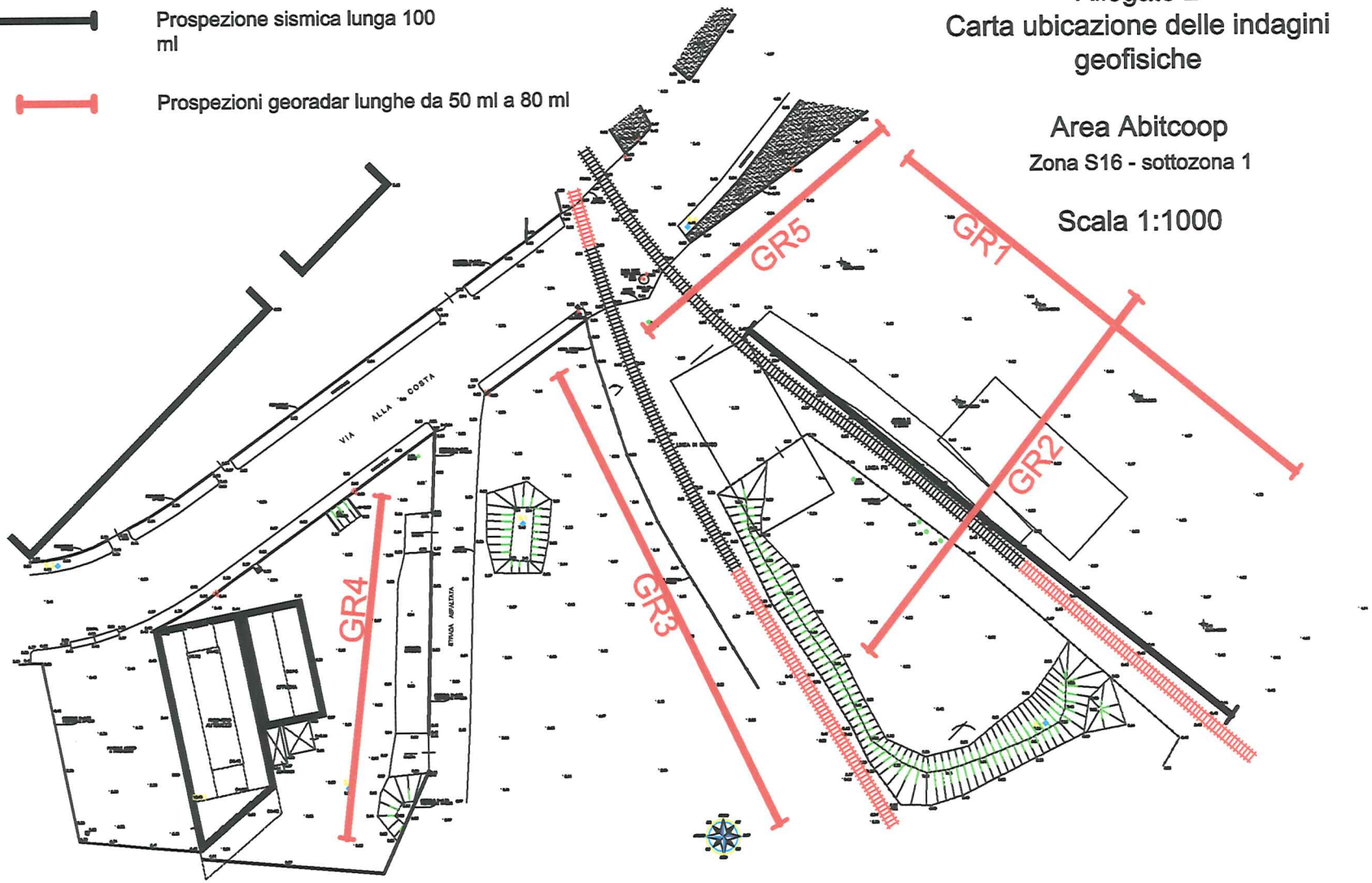
GR4 Prospezioni georadar lunghe da 50 ml a 80 ml

Allegato 2
Carta ubicazione delle indagini geofisiche

Area Abitcoop

Zona S16 - sottozona 1

Scala 1:1000



ALL.3

STRATIGRAFIE SONDAGGI

ENRICO PESENTI - GEOLOGO
PIAZZA LUCCOLI 2/5
16123 GENOVA
TEL. E FAX 0102474198
E-MAIL pesenti.enrico@alice.it

Sondaggio N°	S1A
Data	MARZO 2011
Ubicazione	Area S16 - Sottozona 1 Vado Ligure - Savona
Metodo di perforazione	A ROTAZIONE
Perforatore	Borghi Drill S.r.l.

Profondità dal p.c. in metri	Quote parz. in metri	Stratigrafia	Descrizione della Stratigrafia	Scala	RQD %	S.P.T. N° Colpi	Pock. Pen. (Kg/cm2)	Campioni D	Campioni I	H2O
0,20	0,20		ASFALTO							
3,10	2,90		RIPORTO SABBIOSO-GHIAIOSO CON CIOTTOLI E RARI LATERIZI E MASSICCIATA			50 R				
7,85	4,75		GHIAIA E SABBIA CON LIMO E RARI CIOTTOLI ANGOLARI, COLORE MARRONE			7 9 7 8 10 7 4 5 2	6,00 F. S.			
10,0	2,15		SABBIA CON LIMO E RARA GHIAIA, COLORE MARRONE			11 17 22				
11,0	1,00		LIMO SABBIOSO COLORE MARRONE				5,20 5,00		CI	
14,0	3,00		GHIAIA E SABBIA CON LIMO E RARI CIOTTOLI			11 15 16 8 10 14	F. S.			
14,8	0,80		CIOTTOLI CON GHIAIA E SABBIA, COLORE GRIGIO							
16,0	1,20		SABBIA LIMOSA COESIVA, LIVELLO ARGILLOSO TRA 15,75 E 16 m			11 17 21	1,90 2,20 2,40 3,00	CD		
17,9	1,90		SABBIA E GHIAIA CON LIMO COLORE MARRONE, LIVELLI CONTAMINATI TRA 17,20 E 17,35 m E TRA 17,60 E 17,85 m			13 18 19	3,50 F. S. 4,20			
20,0	2,10		SABBIA CON LIMO COESIVA, COLORE GRIGIO, LIVELLO SABBIOSO TRA 18 E 18,6 m			1 1 3	1,20 0,60 1,50 0,30 1,30 1,10 2,00 2,10			
20,5	0,50		GHIAIA E SABBIA			3 1 2				
21,5	1,00		SABBIA LIMOSO-GHIAIOSA COESIVA			7 11 14				
25,0	3,50		SABBIA E GHIAIA CON LIMO E CIOTTOLI			8 14 19				

ENRICO PESENTI - GEOLOGO
PIAZZA LUCCOLI 2/5
16123 GENOVA
TEL. E FAX 0102474198
E-MAIL pesenti.enrico@alice.it

Sondaggio N°	S2A
Data	MARZO 2011
Ubicazione	Area S16 - Sottozona 1 Vado Ligure - Savona
Metodo di perforazione	A ROTAZIONE
Perforatore	Borghi Drill S.r.l.

Profondità dal p.c. in metri	Quote parz. in metri	Stratigrafia	Descrizione della Stratigrafia	Scala	RQD %	S.P.T. N° Colpi	Pock. Pen. (Kg/cm2)	Campioni D	Campioni I	H2O
0, 80	0, 80		RIPORTO SABBIOSO-GHIAIOSO							
3, 15	2, 35		MASSICCIATA DI SCAPOLI ANGOLOSI							
5, 00	2, 85		RIPORTO GROSSOLANO CENTIMETRICO IN MATRICE SABBIOSO-LIMOSA MARRONCINA			6 9 11				
9, 40	4, 40		SABBIA LIMOSA MARRONCINA, ATRATTI OCRACEA E/O ROSSASTRA, CON GHIAIA E CON CIOTTOLI CENTIMETRICI			8 12 11 8 12 15	F. S. F. S. 4, 00 3, 00 4, 00 4, 00			
11, 55	2, 15		SABBIA LIMOSA MARRONCINA CON CIOTTOLI CENTIMETRICI ANGOLARI			16 20 22 6 13 18	F. S.		CI	
13, 7	2, 25		SABBIA LIMOSO-ARGILLOSA OCRACEA CON LOCALI SPALMATURE NERASTRE			5 6 13	1, 75 2, 50 3, 50			
15, 0	1, 30		INCLUSO SCISTOSO ARGILLOSO GRIGIO-CINERINO				4, 00 F. S. F. S.			

ENRICO PESENTI - GEOLOGO
PIAZZA LUCCOLI 2/5
16123 GENOVA
TEL. E FAX 0102474198
E-MAIL pesenti.enrico@alice.it

Sondaggio N°	S3A
Data	MARZO 2011
Ubicazione	Area S16 - Sottozona 1 Vado Ligure - Savona
Metodo di perforazione	A ROTAZIONE
Perforatore	Borghi Drill S.r.l.

Profondità dal p.c. in metri	Quote parz. in metri	Stratigrafia	Descrizione della Stratigrafia	Scala	RQD %	S.P.T. N° Colpi	Pock. Pen. (Kg/cm2)	Campioni D	Campioni I	H2O
2,70	2,70		RIPORTO SABBIOSO GHIAIOSO CON LATERIZI			6 6 4				
4,00	1,30		SABBIA LIMOSO-GHIAIOSA			2 3 4				
11,0	7,00		SABBIA LIMOSA MARRONCINA CON GHIAIA			1 5 10 7 8 5 9 21 27 16 9 4 5 10 14 19 11 22 7 9 12 18 11 20 8 5 7 3 5 7 13 21 27 10 15 14 21 33 18 9 21 19 50 R 20 24 32	2,75 F. S. 2,75 F. S. 2,75 2,75 1,00 2,75 1,50 0,50 1,00 1,00 F. S. 0,50 0,50 1,00 1,00 1,00 4,00 4,00 3,00 F. S. F. S. F. S. F. S. F. S. F. S. F. S. F. S. 4,00 4,00 4,00 4,00 F. S. F. S. 4,00 4,00 3,50 4,00 4,00 F. S. 4,00 4,00 F. S. 4,00 F. S. 3,50 3,00		CI CD CD	
12,4	1,40		SABBIA LIMOSA							
13,0	0,60		SABBIA LIMOSA CON GHIAIA							
15,0	2,00		SABBIA LIMOSA FINE MARRONCINA							
15,5	0,50		SABBIA LEGGERMENTE LIMOSA E GHIAIETTO							
18,0	2,50		SABBIA LIMOSA CINERINO-MARRONCINA							
21,2	3,20		CAPPELLACCIO SCISTOSO-LAPIDEO OSSIDATO CONSISTENTE							
21,7	0,50		INTERVALLO SABBIOSO GHIAIOSO							
22,4	0,70		CAPPELLACCIO SCISTOSO-LAPIDEO OSSIDATO CONSISTENTE							
24,2	1,80		CAPPELLACCIO SCISTOSO-ARGILLOSO ALTERATO MA CONSISTENTE							
26,1	1,90		SUBSTRATO SCISTOSO LAPIDEO ALTERATO DA GRIGIO A MARRONCINO							
27,5	1,40		CAPPELLACCIO SCISTOSO-ARGILLOSO MARRONCINO CONSISTENTE							
35,0	7,50		SUBSTRATO FILLADICO GRIGIO ALTERATO "MACINATO" DAL CAROTIERE IN SPEZZONI GRANULARI IN FRAZIONE SABBIOSA-GHIAOSA							

ENRICO PESENTI - GEOLOGO
PIAZZA LUCCOLI 2/5
16123 GENOVA
TEL. E FAX 0102474198
E-MAIL pesenti.enrico@alice.it

Sondaggio N°	S4A
Data	MARZO 2011
Ubicazione	Area S16 - Sottozona 1 Vado Ligure - Savona
Metodo di perforazione	A ROTAZIONE
Perforatore	Borghi Drill S.r.l.

Profondità dal p.c. in metri	Quote parz. in metri	Stratigrafia	Descrizione della Stratigrafia	Scala	RQD %	S.P.T. N° Colpi	Pock. Pen. (Kg/cm2)	Campioni D	Campioni I	H2O
1, 25	1, 25		RIPORTO LAPIDEO CON SABBIA GHIAIOSA							
4, 15	2, 90		SABBIA GHIAIOSA-LIMOSA MARRONCINA LOCALMENTE GRIGIO-NERASTRA E ROSSASTRA PER INCLUSI DI LATERIZI, INTERVALLO PIU' COESIVO DA 2,75 a 4,15 m			3 4 4 6 3 3	1, 00 0, 50 0, 50			
6, 25	2, 10		LIMO ARGILLOSO GRIGIO-CINERINO LIMO ARGILLOSO-SABBIOSO GRIGIO-CINERINO			2 2 3 5 8 10	0, 50 0, 50 0, 75		CI	
14, 7	8, 45		SABBIA E GHIAIA MARRONCINA; INTERVALLI PIU' COESIVI FINI DA 11,6 a 12 m E DA 12 a 12,5 m			6 7 11 10 14 19 18 19 12 14 10 12 7 9 8	3, 50 0, 50 3, 00 1, 50 2, 75			
15, 7	1, 00		ARGILLA SABBIOSO-LIMOSA MARRONCINO-ROSSASTRA				1, 00 1, 25 1, 00			
19, 2	3, 50		SABBIA E GHIAIA MARRONCINA			4 5 10 11 17 15 23 25 17	1, 50 3, 00 1, 50 F. S.			
20, 0	0, 80		SABBIA LIMOSO-ARGILLOSA MARRONCINA				4, 00 F. S.			
23, 0	3, 00		GHIAIA MEDIA, LOCALMENTE CENTIMETRICA			17 28 34 15 24 44				
26, 5	3, 50		CAPPELLACCIO LAPIDEO OSSIDATO CON SPEZZONI SCISTOSI FILLADICI IN MATRICE SABBIOSA GHIAOSA			50 R 18 31 26 12 28 29				
30, 6	4, 10		CAPPELLACCIO SCISTOSO LAPIDEO ALTERATISSIMO IN MATRICE ARGILLOSA-LIMOSA			30 50 R 14 19 22	4, 00 4, 00 2, 50 4, 00 4, 00			
32, 3	1, 70		SABBIA E GHIAIA CON SPEZZONI DI SUBSTRATO SCISTOSO MICACEO							
33, 5	1, 20		SABBIA CON GHIAIETTO FINE							
35, 0	1, 50		SUBSTRATO MACINATO DAL CAROTIERE IN MATRICE SABBIOSA-GHIAIOSA							

ENRICO PESENTI - GEOLOGO
PIAZZA LUCCOLI 2/5
16123 GENOVA
TEL. E FAX 0102474198
E-MAIL pesenti.enrico@alice.it

Sondaggio N°	S5A
Data	MARZO 2011
Ubicazione	Area S16 - Sottozona 1 Vado Ligure - Savona
Metodo di perforazione	A ROTAZIONE
Perforatore	Borghi Drill S.r.l.

Profondità dal p.c. in metri	Quote parz. in metri	Stratigrafia	Descrizione della Stratigrafia	Scala	RQD %	S.P.T. N° Colpi	Pock. Pen. (Kg/cm2)	Campioni D	Campioni I	H2O
1, 50	1, 50		TERRENO VEGETALE E RIPORTO SABBIOSO-GHIAIOSO			1 4 5				
4, 50	3, 00		SABBIA MARRONCINA CON GHIAIA ETEROMETRICA			2 3 3				
5, 10	0, 60		ARGILLA GRIGIO-CINERINA CON INCLUSI LATERIZI			6 2 2	2, 00 2, 00			
7, 10	2, 00		SABBIA LIMOSA CON INCLUSI LATERIZI E CIOTTOLI							
15, 0	7, 90		SABBIA LIMOSA MARRONCINA CON GHIAIA ETEROMETRICA LOCALMENTE PLURICENTIMETRICA			6 2 6 9 12 33 5 4 4 9 11 15 10 10 13 10 17 22	F. S. F. S.			
16, 8	1, 80		SABBIA LIMOSA GRIGIA CON ARGILLA			7	2, 00 2, 25 3, 00 2, 50			
17, 5	0, 70		ARGILLA LIMOSO-SABBIOSA GRIGIA			5 14		CI		

ENRICO PESENTI - GEOLOGO
PIAZZA LUCCOLI 2/5
16123 GENOVA
TEL. E FAX 0102474198
E-MAIL pesenti.enrico@alice.it

Sondaggio N°	S6A
Data	MARZO 2011
Ubicazione	Area S16 - Sottozona 1 Vado Ligure - Savona
Metodo di perforazione	A ROTAZIONE
Perforatore	Borghi Drill S.r.l.

Profondità dal p.c. in metri	Quote parz. in metri	Stratigrafia	Descrizione della Stratigrafia	Scala	RQD %	S.P.T. N° Colpi	Pock. Pen. (Kg/cm2)	Campioni D	Campioni I	H2O
5, 00	5, 00		RIPORTO SABBIOSO CON LATERIZI E SPALMATURE NERASTRE			1 2 2 3 5 8 6 6 11	2, 00 2, 50			
8, 25	3, 25		ARGILLA DA MARRONCINA-OCRA A CINERINA CON INCLUSI LATERIZI			6 5 6 19 31 50			C I	
9, 65	1, 40		SABBIA LIMOSA CON ARGILLA E INCLUSI DI LATERIZI LOCALMENTE PLURICENTIMETRICI			15	2, 50 3, 00			
15, 0	5, 35		SABBIA LIMOSO MARRONCINA, LOCALMENTE GRIGIO NERASTRA (10,6 - 11,0 m e 12,7 - 12,85 m), CON GHIAIA ETEROMETRICA			7 17 7 8 13 10 11 16 8 8 12	3, 50 F. S. F. S. F. S.			

ALL.4

CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO E DELLE DETERMINAZIONI DELLA DENSITà IN SITO

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/11
Certificato n° 1265

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S1A
Campione: CI1
Profondità: 10,50 - 11,10 m
Data esecuzione prova:18-20/04/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 11/35

Analisi con setacci — M (gr) = 468.59

Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1" 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	1.24	0.26	0.26	99.74
40	0.42	25.85	5.52	5.78	94.22
80	0.177	75.05	16.02	21.80	78.20
200	0.074	30.55	6.52	28.32	71.68
Fondo		335.90			

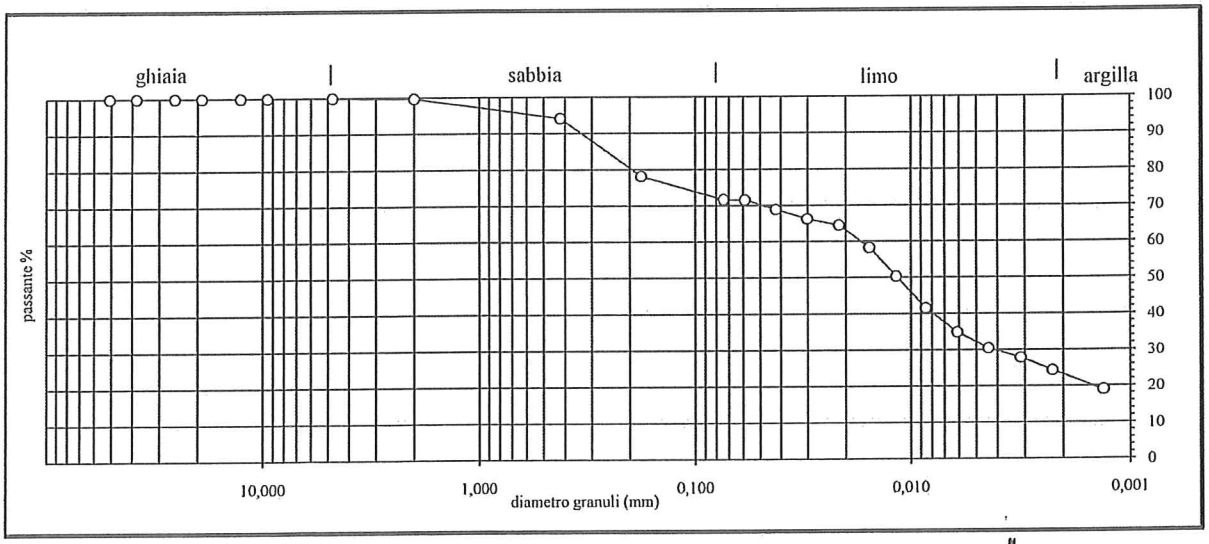
Analisi con areometro

Areometro n°		1
Areometro tipo		152 H
Dispersivo		*esametafosfato di sodio*
Correz. dispersivo	*Cd*	-1
Correz. menisco	*Cm*	0.5
Correz. temperatura	*Ct*	-4+0,25*T
Campione secco	*Psp (g)*	40
Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =		2.72
Costante K =		0.986

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	ϕ grani mm	Lettura ridotta R"=R'+Cd+Ct	% Parziale KR"	% Somma KR"X
0.5	20.0	40.0	40.5	1.00	0.0589	40.50	99.83	71.56
1	20.0	38.5	39.0	1.00	0.0421	39.00	96.14	68.91
2	20.0	37.0	37.5	1.00	0.0301	37.50	92.44	66.26
4	20.0	36.0	36.5	1.00	0.0215	36.50	89.97	64.50
8	20.0	32.5	33.0	1.00	0.0156	33.00	81.35	58.31
15	20.0	28.0	28.5	1.00	0.0117	28.50	70.25	50.36
30	20.0	23.0	23.5	1.00	0.0085	23.50	57.93	41.52
60	21.0	19.0	19.5	1.25	0.0061	19.75	48.68	34.90
120	21.0	16.5	17.0	1.25	0.0044	17.25	42.52	30.48
240	21.0	15.0	15.5	1.25	0.0031	15.75	38.82	27.83
480	21.0	13.0	13.5	1.25	0.0022	13.75	33.89	24.30
1440	21.0	10.0	10.5	1.25	0.0013	10.75	26.50	19.00

Classificazione	USCS	CNR-UNI
	ML-CL	

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0.00	28.32	48.75	22.93



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

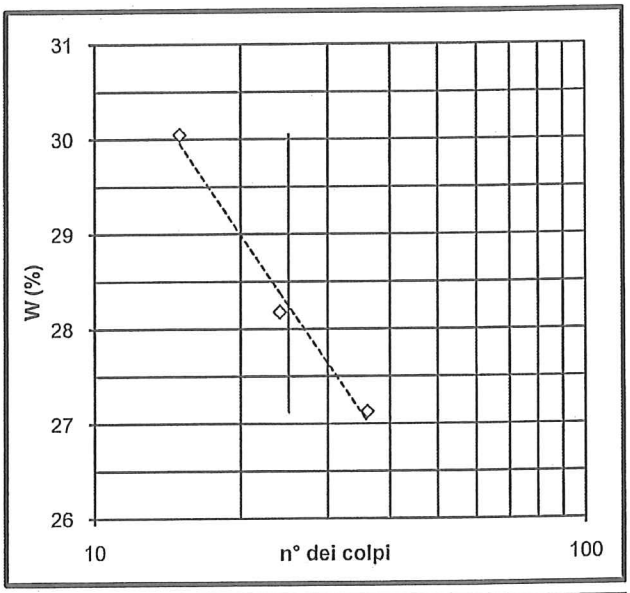
Data emissione: 20/04/2011
Certificato n° 1266

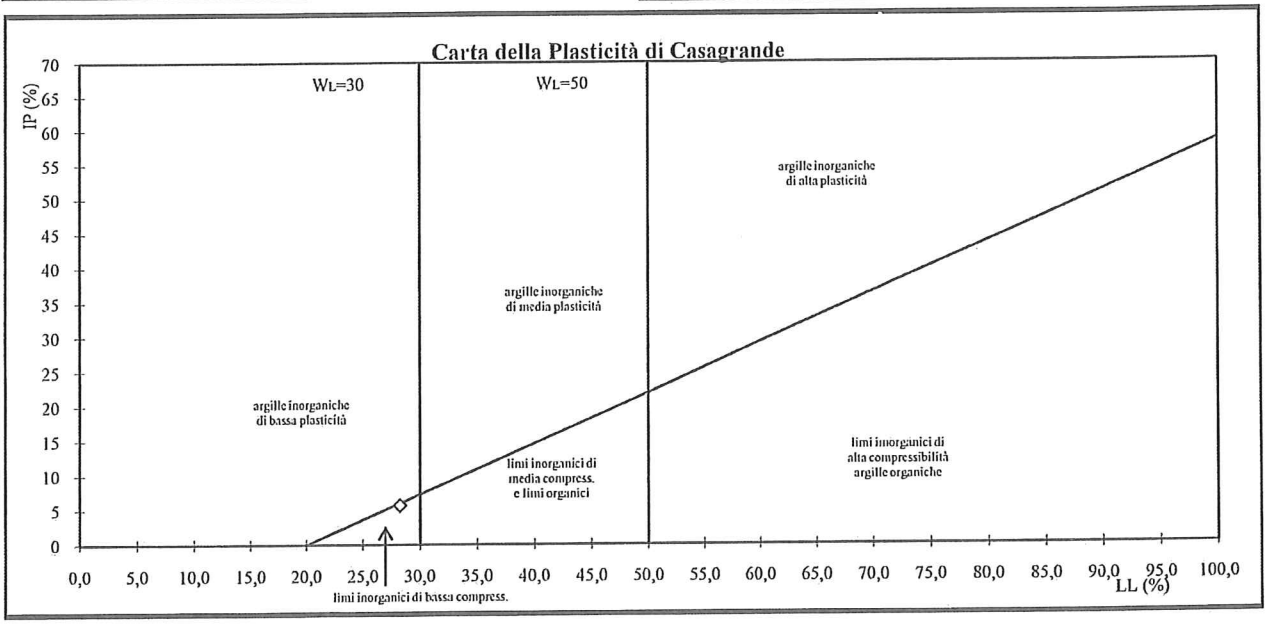
LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S1A
Campione: CI1
Profondità: 10,50 - 11,00 m
Data esecuzione prova: 19-20/04/2011
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 11/35

Limite liquido		LL (%) =	28.2
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	56.32	60.54	54.10
Massa secca + t (g)	53.82	57.37	51.65
Massa acqua contenuta (g)	2.50	3.17	2.45
Tara t (g)	45.50	46.12	42.62
Massa secca netta (g)	8.32	11.25	9.03
Contenuto d'acqua W (%)	30.05	28.18	27.13
Numero colpi	15	24	36
Limite plastico		LP (%) =	22.5
Contenitore		A	B
Massa umida + t (g)		16.02	18.07
Massa secca + t (g)		14.80	17.26
Massa acqua contenuta (g)		1.22	0.81
Tara t (g)		9.32	13.71
Massa secca (g)		5.48	3.55
Contenuto d'acqua W (%)		22.26	22.82
Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**5.7**





Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/20113
Certificato n°1267

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S1A
Campione: CI1
Profondità: 10,50 - 11,10 m
Data esecuzione prova:17-19/04/11
Specifica di prova: ASTM e BS
Rep: 11/35

Contenuto d'acqua	**ASTM D 2216-98**	**W (%) =**	**26.24**
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	1374.60	1573.24	941.57
Massa lorda secca (g)	1089.73	1252.89	749.59
Massa acqua contenuta (g)	284.87	320.35	191.98
Tara (g)	18.40	16.71	17.15
Massa netta secca (g)	1071.33	1236.18	732.44
Contenuto d'acqua W (%)	26.59	25.91	26.21

Peso di volume naturale	**BS 1377 Part 2**	**γ_n (kN/m^3) =**	**20.37**
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	140.10	140.45	140.18
Massa dello stampo (g)	58.74	58.73	58.61
Massa terreno netta umida (g)	81.36	81.72	81.57
Volume dello stampo (cm^3)	39.26	39.26	39.26
Peso di volume naturale (kN/m^3)	20.32	20.41	20.38

Peso specifico dei grani	**ASTM D 854-00**	**Gs (Mg/m3) =**	
Prova n°			
Volume picnometro (cm^3)			
Massa picnometro (g)			
Massa picnometro + terra (g)			
Massa terra netta (g)			
Massa picn. + terra + acqua (g)			
Massa terra + acqua (g)			
Tempo di ebollizione (min)			
Peso specifico (Mg/m^3)			
Temperatura (°C)			
Densita' acqua (Mg/m^3)			
Costante K			
Peso specifico **T = 20°C**			

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W (%)	**26.24**
Peso di volume naturale	γ_n (kN/m^3)	**20.37**
Peso di volume secco	γ_d (kN/m^3)	**16.14**
Peso di volume saturo	γ_s (kN/m^3)	
Peso specifico dei grani	G_s (Mg/m^3)	
Porosita'	n (%)	
Indice dei pori	e	
Grado di saturazione	S_r (%)	

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011

ANALISI GRANULOMETRICA

Certificato n° 1268

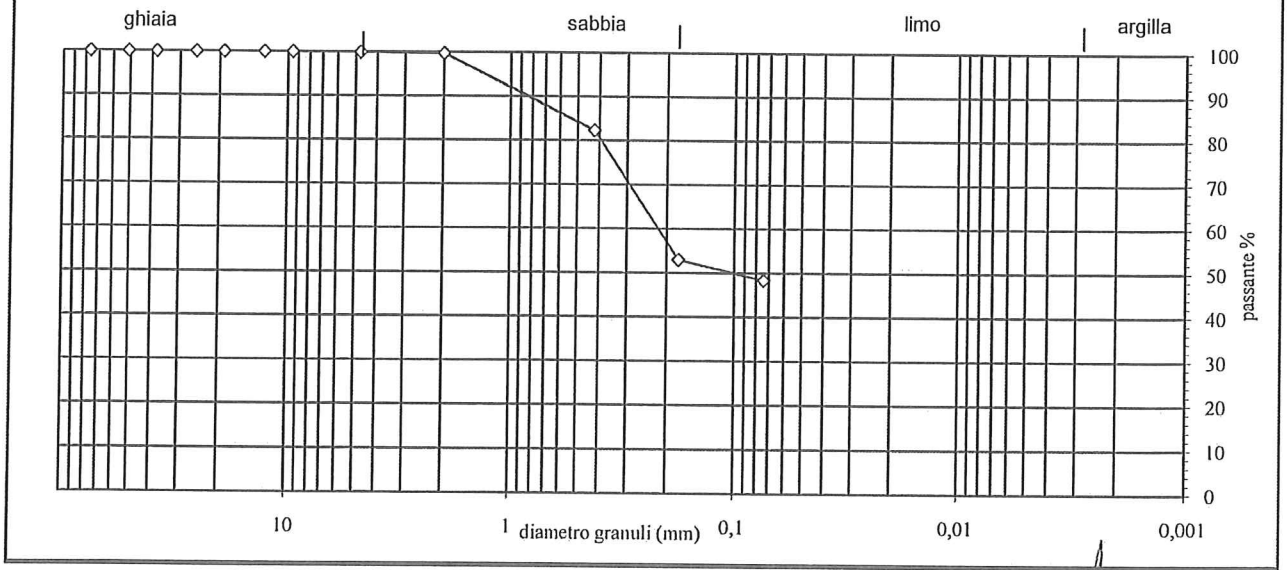
Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S1A
Campione: CR1
Profondità: 15,80 - 16,00 m
Data esecuzione prova:18-19/04/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 11/35

Analisi con setacci — **Terreno analizzato M (gr) = 305.25**

Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
3"	**76.2**	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	**50.8**	0.00	0.00	0.00	100.00
1" 1/2	**38.1**	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	**25.4**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	**19.10**	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	**12.70**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	**9.52**	0.00	0.00	0.00	100.00
4	**4.76**	0.25	0.08	0.08	99.92
10	**2.00**	0.63	0.21	0.29	99.71
40	**0.42**	52.99	17.36	17.65	82.35
80	**0.177**	89.75	29.40	47.05	52.95
200	**0.074**	13.87	4.54	51.59	48.41
Fondo		147.76			

Classificazione		**D (60%) =**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo/argilla**
USCS	**CNR-UNI**	**D (10%) =**	**0.08**	**51.51**	**48.41**
ML-CL		**U =**			



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n° 1269

LIMITI DI CONSISTENZA

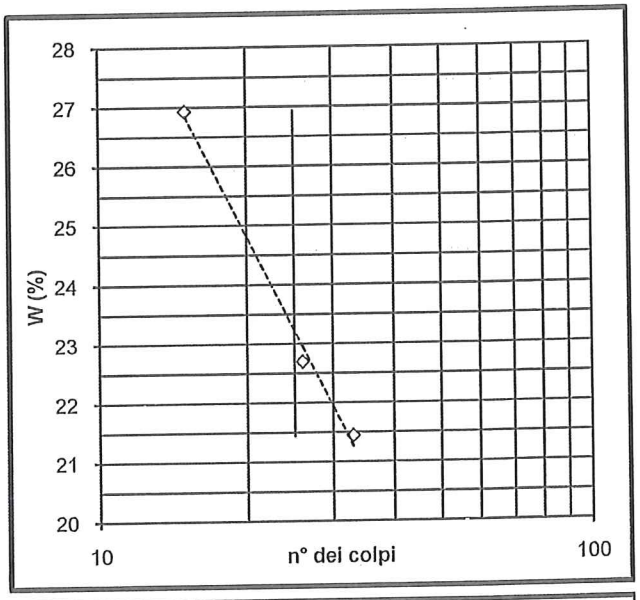
Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

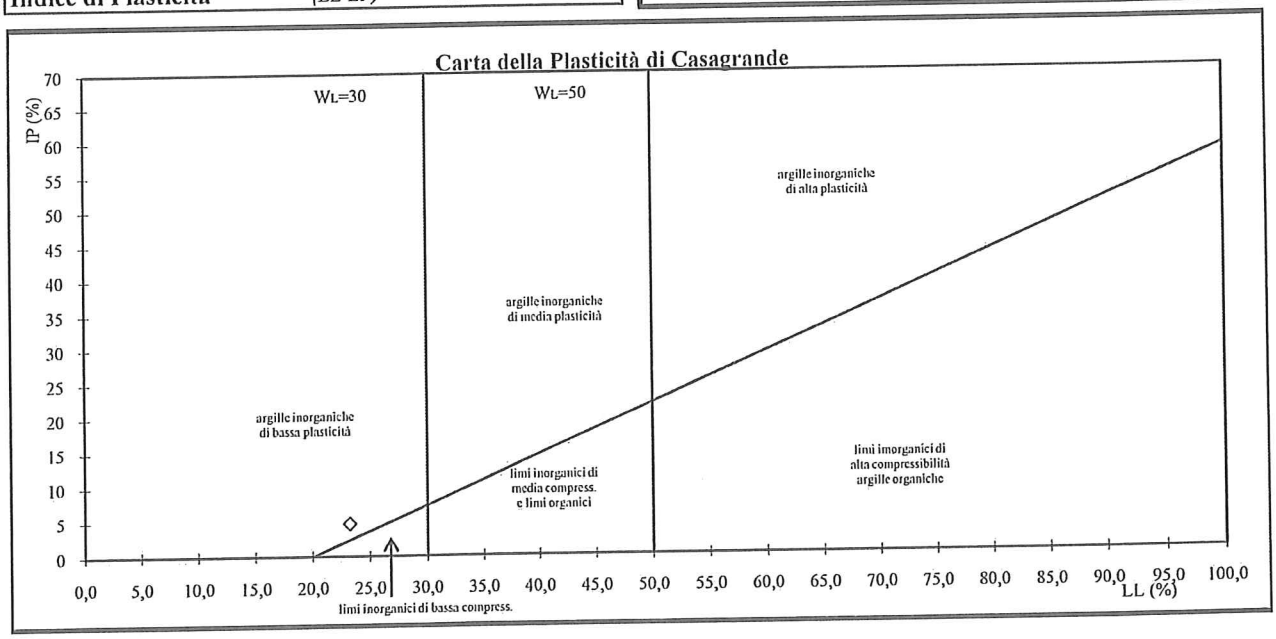
Sondaggio: S1A
Campione: CR1
Profondità: 15,80 - 16,00 m
Data esecuzione prova: 19-20/04/2011
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 11/35

Limite liquido		LL (%) =	23.2
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	56.64	63.07	60.22
Massa secca + t (g)	53.78	59.54	57.73
Massa acqua contenuta (g)	2.86	3.53	2.49
Tara t (g)	43.16	43.99	46.12
Massa secca netta (g)	10.62	15.55	11.61
Contenuto d'acqua W (%)	26.93	22.70	21.45
Numero colpi	15	26	33

Limite plastico	LP (%) =	18.5
Contenitore	A	B
Massa umida + t (g)	17.27	18.28
Massa secca + t (g)	15.99	16.88
Massa acqua contenuta (g)	1.28	1.40
Tara t (g)	9.09	9.32
Massa secca (g)	6.90	7.56
Contenuto d'acqua W (%)	18.55	18.52

Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**4.7**





Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n° 1270

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S2A
Campione: CI1
Profondità: 9,00 - 9,40 m
Data esecuzione prova:19-20/04/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 11/35

Analisi con setacci — M (gr) = 228.45

Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1" 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.85	0.37	0.37	99.63
10	2.00	2.90	1.27	1.64	98.36
40	0.42	28.10	12.30	13.94	86.06
80	0.177	42.98	18.81	32.76	67.24
200	0.074	10.45	4.57	37.33	62.67
Fondo		143.17			

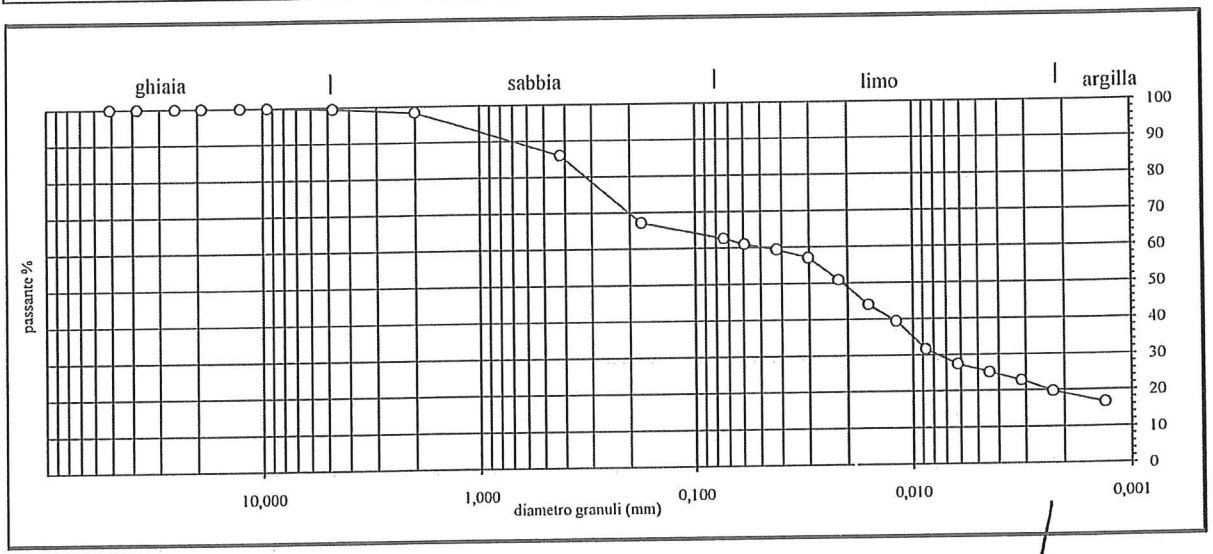
Analisi con areometro

Areometro n°	1
Areometro tipo	152 H
Dispersivo	*esametafosfato di sodio*
Correz. dispersivo Cd	-1
Correz. menisco Cm	0.5
Correz. temperatura Ct	-4+0,25*T
Campione secco Psp (g)	40
Peso spec.f 0,074 (Gs) =	2.72
Costante K =	0.986

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	ϕ grani mm	Lettura ridotta R"=R'+Cd+Ct	% Parziale KR"	% Somma KR"X
0.5	20.0	39.0	39.5	1.00	0.0594	39.50	97.37	61.02
1	20.0	38.0	38.5	1.00	0.0423	38.50	94.90	59.48
2	20.0	36.5	37.0	1.00	0.0302	37.00	91.21	57.16
4	20.0	32.5	33.0	1.00	0.0220	33.00	81.35	50.98
8	20.0	28.0	28.5	1.00	0.0160	28.50	70.25	44.03
15	20.0	25.0	25.5	1.00	0.0119	25.50	62.86	39.39
30	20.0	20.0	20.5	1.00	0.0087	20.50	50.53	31.67
60	21.0	17.0	17.5	1.25	0.0062	17.75	43.75	27.42
120	21.0	15.5	16.0	1.25	0.0044	16.25	40.06	25.10
240	21.0	14.0	14.5	1.25	0.0031	14.75	36.36	22.79
480	21.0	12.0	12.5	1.25	0.0023	12.75	31.43	19.70
1440	21.0	10.0	10.5	1.25	0.0013	10.75	26.50	16.61

Classificazione	USCS	CNR-UNI

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0.37	36.96	43.80	18.87



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n°1271

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S2A
Campione: CI1
Profondità: 9,00 - 9,40 m
Data esecuzione prova:17-19/04/11
Specifica di prova: ASTM e BS
Rep: 11/35

Contenuto d'acqua	**ASTM D 2216-98**	**W (%) =**	**19.35**
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	375.58	669.42	496.15
Massa lorda secca (g)	317.52	563.93	418.56
Massa acqua contenuta (g)	58.06	105.49	77.59
Tara (g)	17.42	17.61	18.23
Massa netta secca (g)	300.10	546.32	400.33
Contenuto d'acqua W (%)	19.35	19.31	19.38

Peso di volume naturale	**BS 1377 Part 2**	**γ_n (kN/m^3) =**	**19.79**
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	138.28	139.24	138.54
Massa dello stampo (g)	58.73	60.48	59.13
Massa terreno netta umida (g)	79.55	78.76	79.41
Volume dello stampo (cm^3)	39.26	39.26	39.26
Peso di volume naturale (kN/m^3)	19.87	19.67	19.84

Peso specifico dei grani	**ASTM D 854-00**	**Gs (Mg/m3) =**	
Prova n°			
Volume picnometro (cm^3)			
Massa picnometro (g)			
Massa picnometro + terra (g)			
Massa terra netta (g)			
Massa picn. + terra + acqua (g)			
Massa terra + acqua (g)			
Tempo di ebollizione (min)			
Peso specifico (Mg/m^3)			
Temperatura (°C)			
Densita' acqua (Mg/m^3)			
Costante K			
Peso specifico **T = 20°C**			

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	**W**	**(%)**	**19.35**
Peso di volume naturale	**γ_n**	**(kN/m^3)**	**19.79**
Peso di volume secco	**γ_d**	**(kN/m^3)**	**16.58**
Peso di volume saturo	**γ_s**	**(kN/m^3)**	
Peso specifico dei grani	**G_s**	**(Mg/m^3)**	
Porosita'	**n**	**(%)**	
Indice dei pori	**e**		
Grado di saturazione	**S_r**	**(%)**	

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione:20/04/2011

Certificato n° 1272

ANALISI GRANULOMETRICA

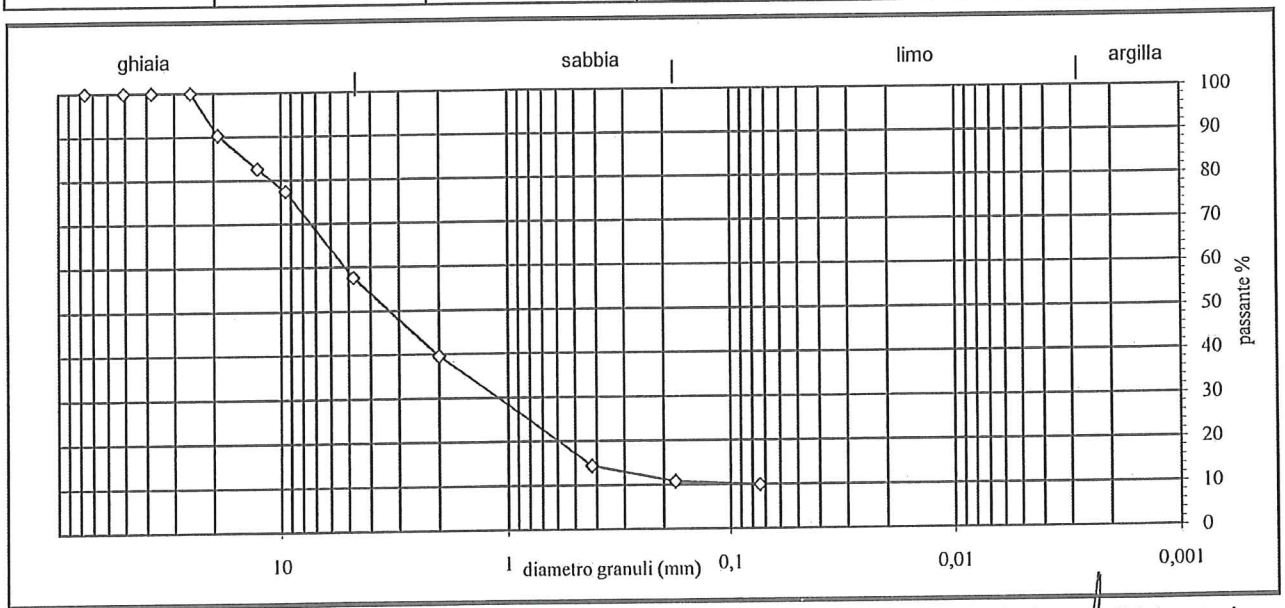
Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S3A
Campione: CI1
Profondità: 12,00 - 12,40 m
Data esecuzione prova:18-19/04/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 11/35

Analisi con setacci — **Terreno analizzato M (gr) = 1007.48**

Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
3"	**76.2**	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	**50.8**	0.00	0.00	0.00	100.00
1" 1/2	**38.1**	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	**25.4**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	**19.10**	97.35	9.66	9.66	90.34
1/2"	**12.70**	78.25	7.77	17.43	82.57
3/8"	**9.52**	52.05	5.17	22.60	77.40
4	**4.76**	199.60	19.81	42.41	57.59
10	**2.00**	181.74	18.04	60.45	39.55
40	**0.42**	253.22	25.13	85.58	14.42
80	**0.177**	36.95	3.67	89.25	10.75
200	**0.074**	8.43	0.84	90.09	9.91
Fondo		99.89			

Classificazione		**D (60%) =**	**% ghiaia**	**% sabbia**	**% limo/argilla**
USCS	**CNR-UNI**	**D (10%) =**	**42.41**	**47.68**	**9.91**
		U =			



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n°1273

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S3A
Campione: CI1
Profondità: 12,00 - 12,40 m
Data esecuzione prova:17-19/04/11
Specifica di prova: ASTM e BS
Rep: 11/35

Contenuto d'acqua	**ASTM D 2216-98**	**W (%) =**	**11.17**
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	1592.12	993.62	852.48
Massa lorda secca (g)	1442.21	888.82	770.01
Massa acqua contenuta (g)	149.91	104.80	82.47
Tara (g)	17.90	17.49	17.15
Massa netta secca (g)	1424.31	871.33	752.86
Contenuto d'acqua W (%)	10.53	12.03	10.95

Peso di volume naturale	**BS 1377 Part 2**	γ_n (kN/m^3) =	
Contenitore			
Massa umida + stampo (g)			
Massa dello stampo (g)			
Massa terreno netta umida (g)			
Volume dello stampo (cm^3)			
Peso di volume naturale (kN/m^3)			

Peso specifico dei grani	**ASTM D 854-00**	**Gs (Mg/m3) =**	
Prova n°			
Volume picnometro (cm^3)			
Massa picnometro (g)			
Massa picnometro + terra (g)			
Massa terra netta (g)			
Massa picn. + terra + acqua (g)			
Massa terra + acqua (g)			
Tempo di ebollizione (min)			
Peso specifico (Mg/m^3)			
Temperatura (°C)			
Densita' acqua (Mg/m^3)			
Costante K			
Peso specifico **T = 20°C**			

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W (%)	**11.17**
Peso di volume naturale	γ_n (kN/m^3)	
Peso di volume secco	γ_d (kN/m^3)	
Peso di volume saturo	γ_s (kN/m^3)	
Peso specifico dei grani	G_s (Mg/m^3)	
Porosita'	n (%)	
Indice dei pori	e	
Grado di saturazione	S_r (%)	

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tln.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE ELL

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n° : 1263

Committente	Consorzio Abitcoop Genova	**Sondaggio**	S3A
Cantiere	Zona S16-Sottozona 1	**Campione**	CR1
Indirizzo	Vado Ligure (SV)	**Profondità**	23.30 - 23.60
Verbale accettazione	33	**Data esecuzione prova**	18 APR 2011
Data verbale	22/03/2011	**Specifica di prova**	ASTM D2166-00
Note		**Rep**	11/35

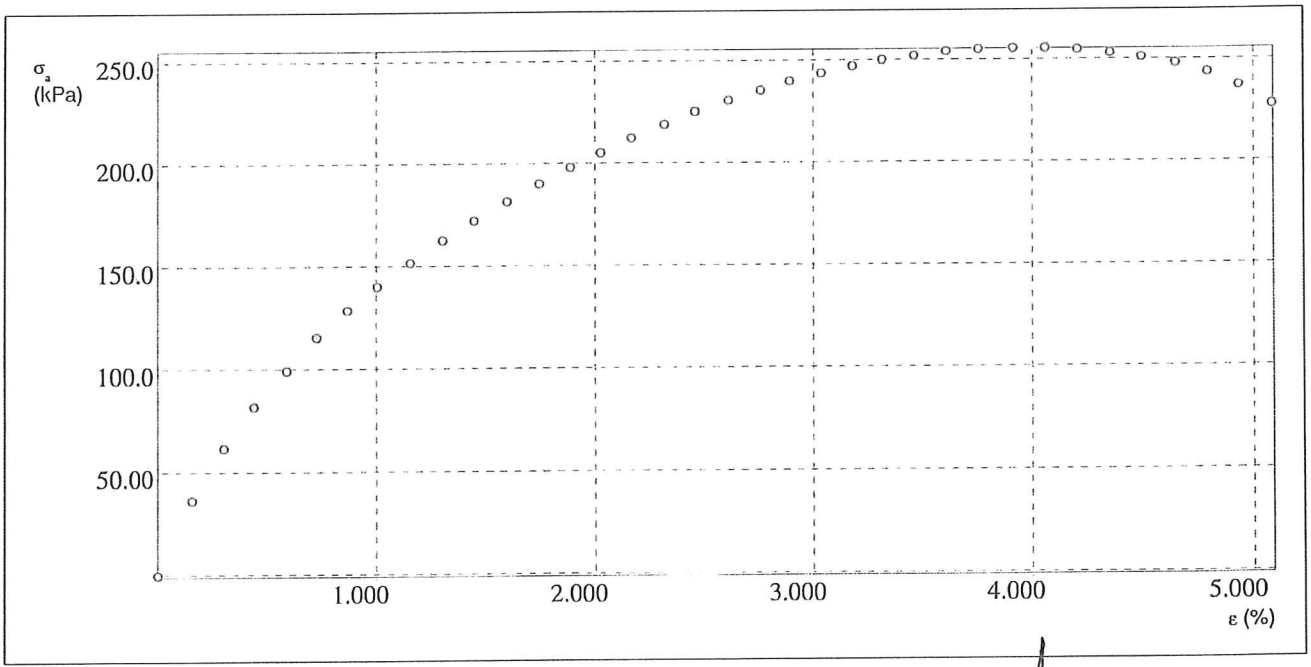
Caratteristiche provino

Altezza iniziale	201,30 mm	Resistenza a compressione	255,43 kPa
Altezza finale	190,77 mm	Deformazione assiale ε	4,00
Sezione	73,10 cm^2		

dH mm	dN N
0,00	-4,88
0,31	262,62
0,60	449,63
0,88	600,05
1,18	727,70
1,46	847,23
1,74	945,61
2,02	1033,42
2,33	1119,61
2,63	1200,91
2,92	1275,72
3,22	1344,83
3,52	1411,50
3,80	1472,48
4,08	1529,40
4,36	1583,87
4,66	1635,10

dH mm	dN N
4,95	1684,69
5,25	1727,79
5,55	1766,00
5,82	1803,40
6,11	1835,11
6,41	1863,57
6,68	1888,78
6,98	1907,48
7,27	1924,55
7,57	1935,93
7,88	1943,25
8,18	1944,88
8,47	1942,44
8,77	1932,68
9,06	1918,86
9,36	1899,35

dH mm	dN N
9,65	1868,45
9,93	1820,48
10,23	1748,11
10,53	1661,93



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n°1286

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S3A
Campione: CR1
Profondità: 23.30 - 23.60 m
Data esecuzione prova: 18-19/04/2011
Specifica di prova: ASTM e BS
Rep: 11/35

Contenuto d'acqua	ASTM D 2216-98	W (%) =	
Contenitore			
Massa lorda umida (g)			
Massa lorda secca (g)			
Massa acqua contenuta (g)			
Tara (g)			
Massa netta secca (g)			
Contenuto d'acqua W (%)			

Peso di volume naturale	BS 1377 Part 2	γ_n (kN/m^3) =	21.47
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	3221.00	169.52	169.86
Massa dello stampo (g)	0.00	46.12	45.65
Massa terreno netta umida (g)	3221.00	123.40	124.21
Volume dello stampo (cm^3)	1471.53	56.54	56.54
Peso di volume naturale (kN/m^3)	21.47	21.40	21.54

Peso specifico dei grani	ASTM D 854-00	Gs (Mg/m3) =	
Prova n°			
Volume picnometro (cm^3)			
Massa picnometro (g)			
Massa picnometro + terra (g)			
Massa terra netta (g)			
Massa picn. + terra + acqua (g)			
Massa terra + acqua (g)			
Tempo di ebollizione (min)			
Peso specifico (Mg/m^3)			
Temperatura (°C)			
Densita' acqua (Mg/m^3)			
Costante K			
Peso specifico **T = 20°C**			

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W (%)	
Peso di volume naturale	γ_n (kN/m^3)	21.47
Peso di volume secco	γ_d (kN/m^3)	21.47
Peso di volume saturo	γ_s (kN/m^3)	
Peso specifico dei grani	G_s (Mg/m^3)	
Porosita'	n (%)	
Indice dei pori	e	
Grado di saturazione	S_r (%)	

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgl!ebo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE ELL

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n° : 1264

Committente	Consorzio Abitcoop	**Sondaggio**	S3A
Cantiere	Zona S16-Sottozona 1	**Campione**	CR2
Indirizzo	Vado Ligure (SV)	**Profondità**	27.65 - 27.85
Verbale accettazione	33	**Data esecuzione prova**	18 APR 2011
Data verbale	22/03/2011	**Specifica di prova**	ASTM D2166-00
Note		**Rep**	11/35

Caratteristiche provino

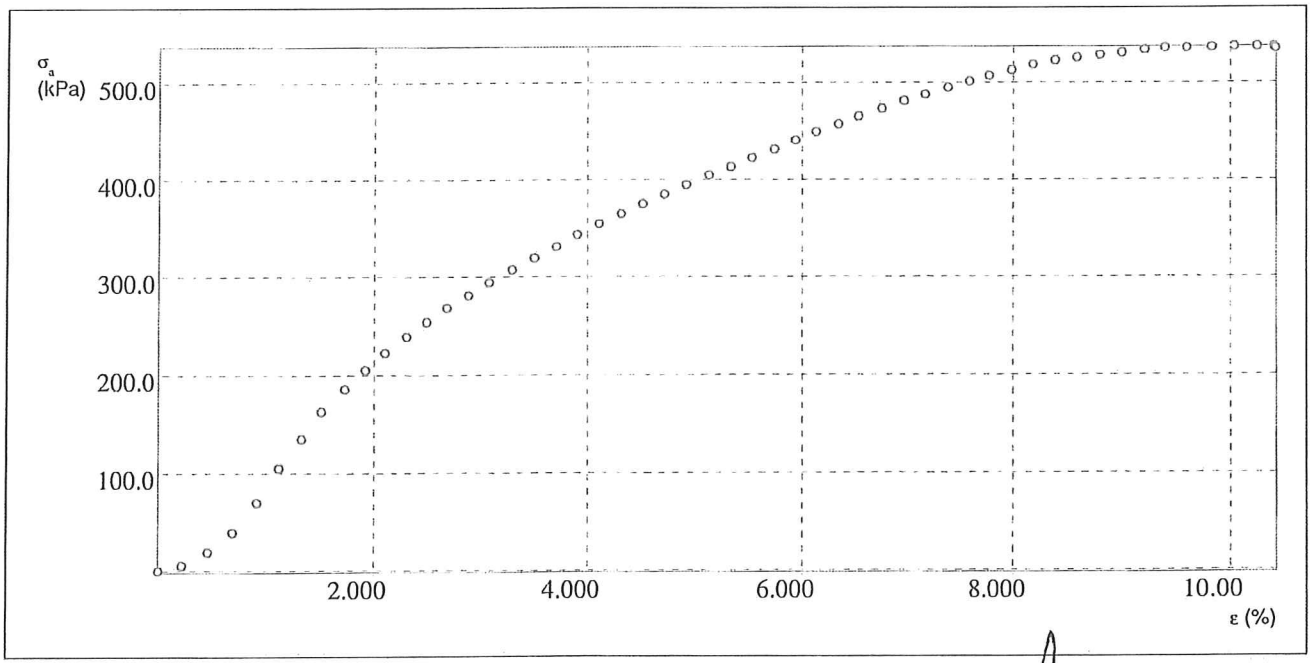
Altezza iniziale	145,10 mm	Resistenza a compressione	537,89 kPa
Altezza finale	130,00 mm	Deformazione assiale ε	10,00
Sezione	74,16 cm^2		

dH mm	dN N
0,00	0,00
0,32	39,84
0,67	142,29
1,01	295,15
1,33	521,18
1,63	787,87
1,93	1013,09
2,20	1226,12
2,51	1401,74
2,79	1550,54
3,05	1687,95
3,34	1812,35
3,61	1933,49
3,89	2047,33
4,18	2153,03
4,47	2251,41
4,78	2356,29

dH mm	dN N
5,08	2457,12
5,37	2553,06
5,66	2651,44
5,96	2745,76
6,26	2833,57
6,56	2916,50
6,85	3001,06
7,14	3079,12
7,45	3162,87
7,75	3241,73
8,03	3321,42
8,33	3394,59
8,61	3475,90
8,90	3549,89
9,20	3624,69
9,48	3695,43

dH mm	dN N
9,79	3767,79
10,10	3834,47
10,40	3897,07
10,70	3965,37
11,00	4025,54
11,28	4080,83
11,57	4136,12
11,87	4188,15
12,18	4236,13
12,47	4270,28
12,78	4301,99
13,07	4328,82
13,37	4363,78
13,65	4389,80
13,95	4401,18
14,26	4415,82

dH mm	dN N
14,56	4432,89
14,86	4444,27
15,09	4449,15
15,10	4434,84
15,10	4412,40



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n°1287

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S3A
Campione: CR2
Profondità: 27.65 - 27.85 m
Data esecuzione prova: 18-19/04/2011
Specifica di prova: ASTM e BS
Rep: 11/35

Contenuto d'acqua	ASTM D 2216-98	W (%) =	
Contenitore			
Massa lorda umida (g)			
Massa lorda secca (g)			
Massa acqua contenuta (g)			
Tara (g)			
Massa netta secca (g)			
Contenuto d'acqua W (%)			

Peso di volume naturale	BS 1377 Part 2	γ_n (kN/m^3) =	22.75
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	2495.00	176.49	176.59
Massa dello stampo (g)	0.00	45.21	45.53
Massa terreno netta umida (g)	2495.00	131.28	131.06
Volume dello stampo (cm^3)	1076.06	56.54	56.54
Peso di volume naturale (kN/m^3)	22.74	22.77	22.73

Peso specifico dei grani	ASTM D 854-00	Gs (Mg/m3) =	
Prova n°			
Volume picnometro (cm^3)			
Massa picnometro (g)			
Massa picnometro + terra (g)			
Massa terra netta (g)			
Massa picn. + terra + acqua (g)			
Massa terra + acqua (g)			
Tempo di ebollizione (min)			
Peso specifico (Mg/m^3)			
Temperatura (°C)			
Densita' acqua (Mg/m^3)			
Costante K			
Peso specifico **T = 20°C**			

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W	(%)	
Peso di volume naturale	γ_n	(kN/m^3)	22.75
Peso di volume secco	γ_d	(kN/m^3)	22.75
Peso di volume saturo	γ_s	(kN/m^3)	
Peso specifico dei grani	G_s	(Mg/m^3)	
Porosita'	n	(%)	
Indice dei pori	e		
Grado di saturazione	S_r	(%)	

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n° 1274

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S4A
Campione: CI1
Profondità: 5,00 - 5,70 m
Data esecuzione prova:18-20/04/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 11/35

Analisi con setacci — **M (gr) = 349.68**

Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1" 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
40	0.42	2.81	0.80	0.80	99.20
80	0.177	2.31	0.66	1.46	98.54
200	0.074	15.42	4.41	5.87	94.13
Fondo		329.14			

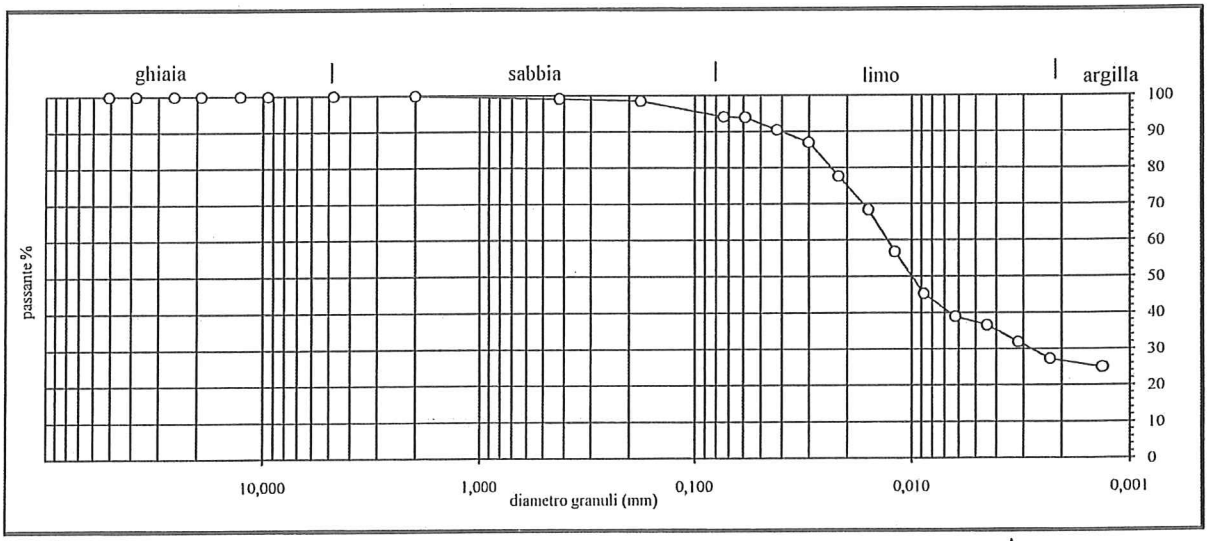
Analisi con areometro

Areometro n°		1
Areometro tipo		152 H
Dispersivo		*esametafosfato di sodio*
Correz. dispersivo	*Cd*	-1
Correz. menisco	*Cm*	0.5
Correz. temperatura	*Ct*	-4+0,25*T
Campione secco	*Psp (g)*	40
Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =		2.72
Costante K =		0.986

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	ϕ grani mm	Lettura ridotta R"=R'+Cd+Ct	% Parziale KR"	% Somma KR"X
0.5	20.0	40.0	40.5	1.00	0.0589	40.50	99.83	93.97
1	20.0	38.5	39.0	1.00	0.0421	39.00	96.14	90.49
2	20.0	37.0	37.5	1.00	0.0301	37.50	92.44	87.01
4	20.0	33.0	33.5	1.00	0.0219	33.50	82.58	77.73
8	20.0	29.0	29.5	1.00	0.0159	29.50	72.72	68.45
15	20.0	24.0	24.5	1.00	0.0120	24.50	60.39	56.85
30	20.0	19.0	19.5	1.00	0.0088	19.50	48.07	45.24
60	21.0	16.0	16.5	1.25	0.0062	16.75	41.29	38.86
120	21.0	15.0	15.5	1.25	0.0044	15.75	38.82	36.54
240	21.0	13.0	13.5	1.25	0.0032	13.75	33.89	31.90
480	21.0	11.0	11.5	1.25	0.0023	11.75	28.96	27.26
1440	21.0	10.0	10.5	1.25	0.0013	10.75	26.50	24.94

Classificazione	USCS	CNR-UNI
	OL	

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0.00	5.87	67.50	26.62



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

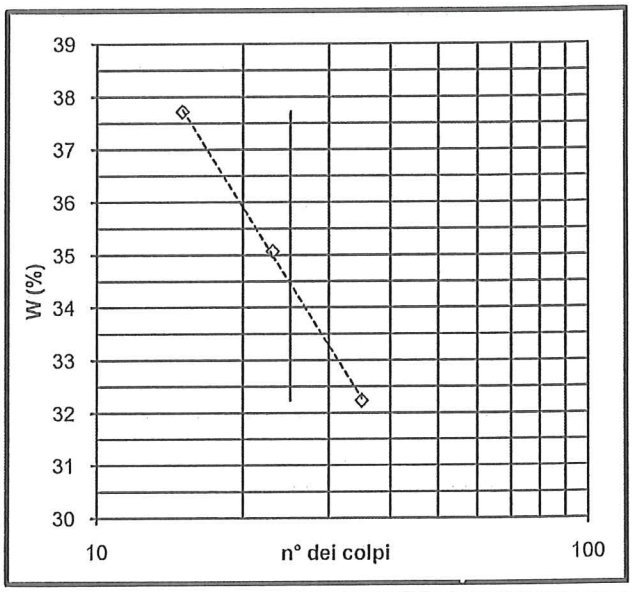
Data emissione: 20/04/2011
Certificato n° 1275

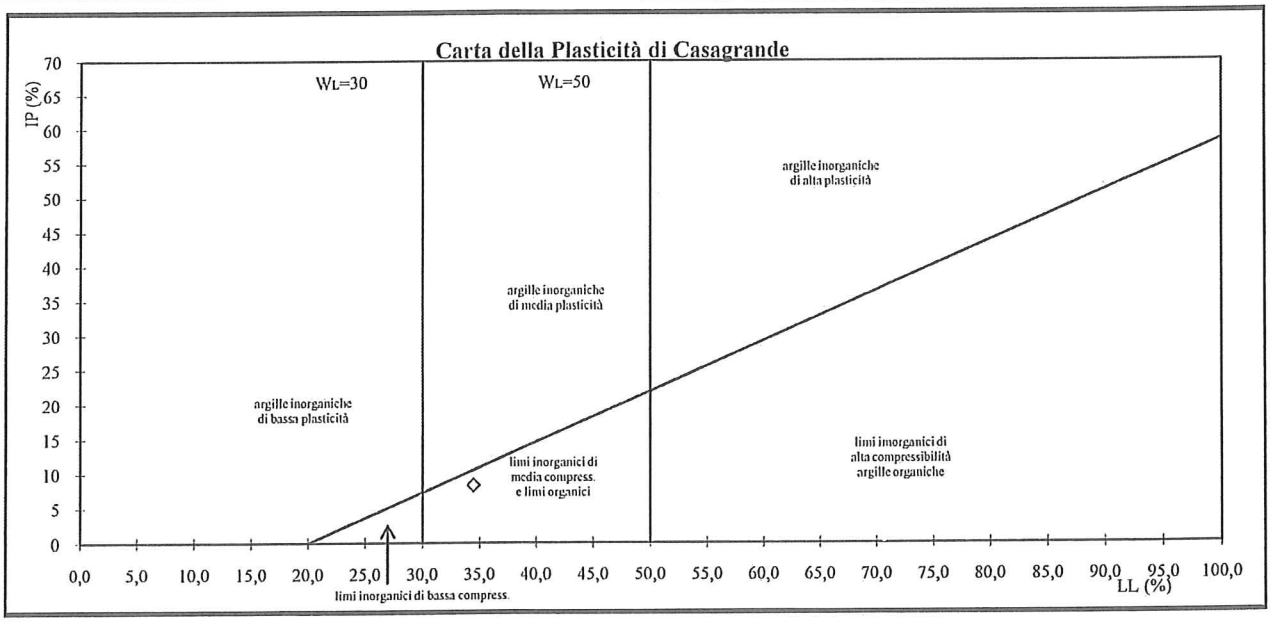
LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S4A
Campione: CI1
Profondità: 5,00 - 5,70 m
Data esecuzione prova: 19-20/04/2011
Specifica di prova: ASTM D4318-00
Rep: 11/35

Limite liquido		LL (%) =	34.5
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	57.02	60.15	60.86
Massa secca + t (g)	53.61	55.86	56.83
Massa acqua contenuta (g)	3.41	4.29	4.03
Tara t (g)	44.57	43.63	44.33
Massa secca netta (g)	9.04	12.23	12.50
Contenuto d'acqua W (%)	37.72	35.08	32.24
Numero colpi	15	23	35
Limite plastico		LP (%) =	26.1
Contenitore		A	B
Massa umida + t (g)		16.45	17.68
Massa secca + t (g)		14.96	15.92
Massa acqua contenuta (g)		1.49	1.76
Tara t (g)		9.22	9.21
Massa secca (g)		5.74	6.71
Contenuto d'acqua W (%)		25.96	26.23
Indice di Plasticità	*(LL-LP) =*	**IP**	**8.4**





Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
1276

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S4A
Campione: CI1
Profondità: 5,00 - 5,70 m
Data esecuzione prova:17-19/04/11
Specifica di prova: ASTM e BS
Rep: 11/35

Contenuto d'acqua	**ASTM D 2216-98**	**W (%) =**	**37.64**
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	1161.46	1582.64	1068.15
Massa lorda secca (g)	849.65	1153.34	783.15
Massa acqua contenuta (g)	311.81	429.30	285.00
Tara (g)	17.54	17.43	26.48
Massa netta secca (g)	832.11	1135.91	756.67
Contenuto d'acqua W (%)	37.47	37.79	37.67

Peso di volume naturale	**BS 1377 Part 2**	**γ_n (kN/m^3) =**	**18.07**
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	131.64	131.04	130.52
Massa dello stampo (g)	59.17	58.74	58.26
Massa terreno netta umida (g)	72.47	72.30	72.26
Volume dello stampo (cm^3)	39.26	39.26	39.26
Peso di volume naturale (kN/m^3)	18.10	18.06	18.05

Peso specifico dei grani	**ASTM D 854-00**	**Gs (Mg/m3) =**	
Prova n°			
Volume picnometro (cm^3)			
Massa picnometro (g)			
Massa picnometro + terra (g)			
Massa terra netta (g)			
Massa picn. + terra + acqua (g)			
Massa terra + acqua (g)			
Tempo di ebollizione (min)			
Peso specifico (Mg/m^3)			
Temperatura (°C)			
Densita' acqua (Mg/m^3)			
Costante K			
Peso specifico **T = 20°C**			

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	**W (%)**	**37.64**
Peso di volume naturale	**γ_n (kN/m^3)**	**18.07**
Peso di volume secco	**γ_d (kN/m^3)**	**13.13**
Peso di volume saturo	**γ_s (kN/m^3)**	
Peso specifico dei grani	**G_s (Mg/m^3)**	
Porosita'	**n (%)**	
Indice dei pori	**e**	
Grado di saturazione	**S_r (%)**	

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n° 1277

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S5A
Campione: CI1
Profondità: 16,80 - 17,40 m
Data esecuzione prova:18-20/04/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 11/35

Analisi con setacci — **M (gr) = 250.58**

Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
2"	**50.8**	0.00	0.00	0.00	100.00
1" 1/2	**38.10**	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	**25.40**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	**19.10**	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	**12.70**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	**9.52**	0.00	0.00	0.00	100.00
4	**4.76**	0.00	0.00	0.00	100.00
10	**2.00**	0.00	0.00	0.00	100.00
40	**0.42**	0.94	0.38	0.38	99.62
80	**0.177**	4.51	1.80	2.17	97.83
200	**0.074**	8.79	3.51	5.68	94.32
Fondo		236.34			

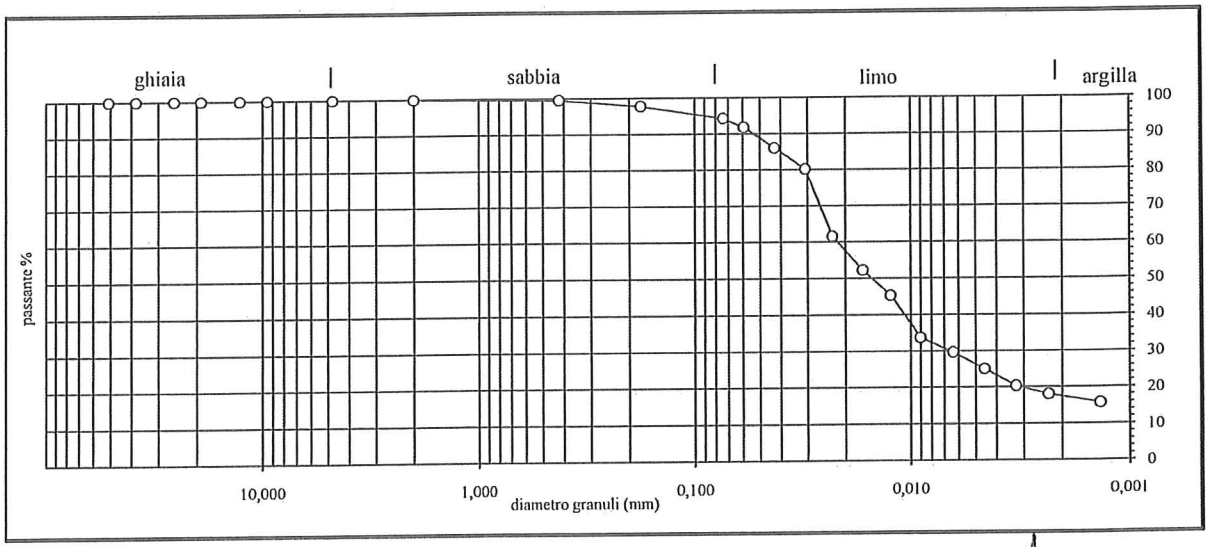
Analisi con areometro

Areometro n°		**1**
Areometro tipo		**152 H**
Dispersivo		*esametafosfato di sodio*
Correz. dispersivo	*Cd*	**-1**
Correz. menisco	*Cm*	**0.5**
Correz. temperatura	*Ct*	**-4+0,25*T**
Campione secco	*Psp (g)*	**40**
Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =		**2.72**
Costante K =		**0.986**

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	ϕ grani mm	Lettura ridotta R"=R'+Cd+Ct	% Parziale KR"	% Somma KR"X
0.5	20.0	39.0	39.5	1.00	0.0594	39.50	97.37	91.83
1	20.0	36.5	37.0	1.00	0.0428	37.00	91.21	86.02
2	20.0	34.0	34.5	1.00	0.0308	34.50	85.04	80.21
4	20.0	26.0	26.5	1.00	0.0230	26.50	65.32	61.61
8	20.0	22.0	22.5	1.00	0.0167	22.50	55.46	52.31
15	20.0	19.0	19.5	1.00	0.0124	19.50	48.07	45.34
30	20.0	14.0	14.5	1.00	0.0090	14.50	35.74	33.71
60	21.0	12.0	12.5	1.25	0.0064	12.75	31.43	29.64
120	21.0	10.0	10.5	1.25	0.0045	10.75	26.50	24.99
240	21.0	8.0	8.5	1.25	0.0033	8.75	21.57	20.34
480	21.0	7.0	7.5	1.25	0.0023	7.75	19.10	18.02
1440	21.0	6.0	6.5	1.25	0.0013	6.75	16.64	15.69

Classificazione	USCS	CNR-UNI

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
0.00	**5.68**	**77.04**	**17.27**



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n°1278

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S5A
Campione: CI1
Profondità: 16,80 - 17,40 m
Data esecuzione prova:17-19/04/11
Specifica di prova: ASTM e BS
Rep: 11/35

Contenuto d'acqua	ASTM D 2216-98	W (%) =	37.18
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	679.74	1083.71	856.16
Massa lorda secca (g)	501.35	792.54	628.94
Massa acqua contenuta (g)	178.39	291.17	227.22
Tara (g)	18.24	17.53	15.48
Massa netta secca (g)	483.11	775.01	613.46
Contenuto d'acqua W (%)	36.93	37.57	37.04

Peso di volume naturale	BS 1377 Part 2	γ_n (kN/m^3) =	17.51
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	127.12	129.81	129.22
Massa dello stampo (g)	57.46	59.54	58.79
Massa terreno netta umida (g)	69.66	70.27	70.43
Volume dello stampo (cm^3)	39.26	39.26	39.26
Peso di volume naturale (kN/m^3)	17.40	17.55	17.59

Peso specifico dei grani	ASTM D 854-00	Gs (Mg/m3) =	
Prova n°			
Volume picnometro (cm^3)			
Massa picnometro (g)			
Massa picnometro + terra (g)			
Massa terra netta (g)			
Massa picn. + terra + acqua (g)			
Massa terra + acqua (g)			
Tempo di ebollizione (min)			
Peso specifico (Mg/m^3)			
Temperatura (°C)			
Densita' acqua (Mg/m^3)			
Costante K			
Peso specifico T = 20°C			

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W (%)	37.18
Peso di volume naturale	γ_n (kN/m^3)	17.51
Peso di volume secco	γ_d (kN/m^3)	12.77
Peso di volume saturo	γ_s (kN/m^3)	
Peso specifico dei grani	G_s (Mg/m^3)	
Porosita'	n (%)	
Indice dei pori	e	
Grado di saturazione	S_r (%)	

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n° 1279

ANALISI GRANULOMETRICA

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S6A
Campione: CI1
Profondità: 6,00 - 6,55 m
Data esecuzione prova:18-20/04/11
Specifica di prova: ASTM D421-93/D422-90
Rep: 11/35

Analisi con setacci — **M (gr) = 244.24**

Setacci ASTM N°	Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1" 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	2.88	1.18	1.18	98.82
4	4.76	4.29	1.76	2.94	97.06
10	2.00	5.81	2.38	5.31	94.69
40	0.42	22.65	9.27	14.59	85.41
80	0.177	47.56	19.47	34.06	65.94
200	0.074	7.72	3.16	37.22	62.78
Fondo		153.33			

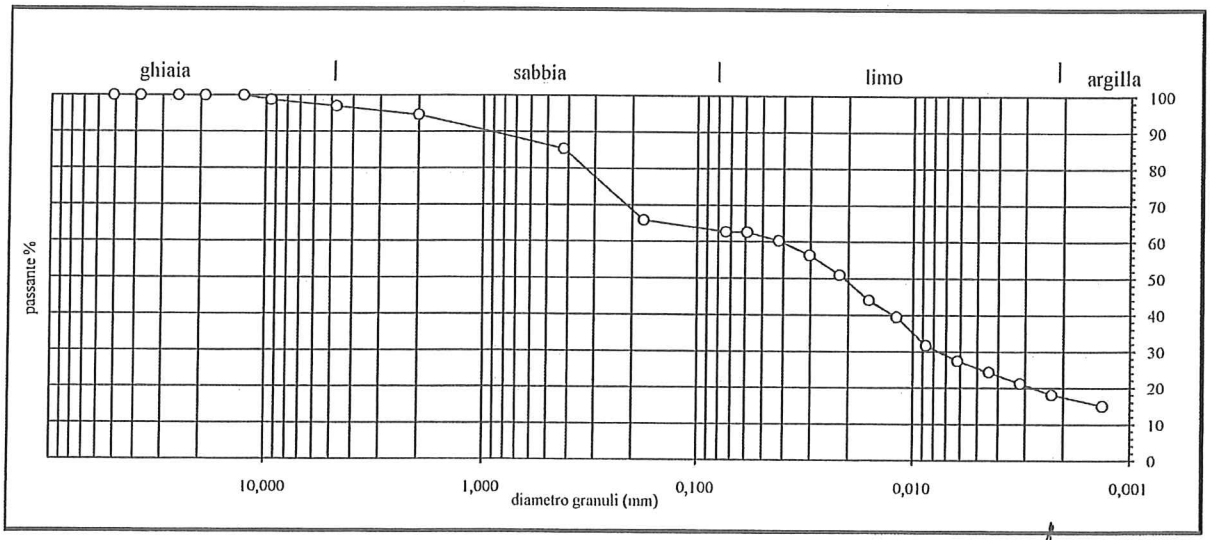
Analisi con areometro

Areometro n°	**1**
Areometro tipo	**152 H**
Dispersivo	***esametafosfato di sodio***
Correz. dispersivo Cd	**-1**
Correz. menisco Cm	**0.5**
Correz. temperatura Ct	**-4+0,25*T**
Campione secco Psp (g)	**40**
Peso spec.f<0 ,074 (Gs) =	**2.72**
Costante K =	**0.986**

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	ϕ grani mm	Lettura ridotta R"=R'+Cd+Ct	% Parziale KR"	% Somma KR"X
0.5	20.0	40.0	40.5	1.00	0.0589	40.50	99.83	62.67
1	20.0	38.5	39.0	1.00	0.0421	39.00	96.14	60.35
2	20.0	36.0	36.5	1.00	0.0304	36.50	89.97	56.48
4	20.0	32.5	33.0	1.00	0.0220	33.00	81.35	51.07
8	20.0	28.0	28.5	1.00	0.0160	28.50	70.25	44.10
15	20.0	25.0	25.5	1.00	0.0119	25.50	62.86	39.46
30	20.0	20.0	20.5	1.00	0.0087	20.50	50.53	31.72
60	21.0	17.0	17.5	1.25	0.0062	17.75	43.75	27.47
120	21.0	15.0	15.5	1.25	0.0044	15.75	38.82	24.37
240	21.0	13.0	13.5	1.25	0.0032	13.75	33.89	21.28
480	21.0	11.0	11.5	1.25	0.0023	11.75	28.96	18.18
1440	21.0	9.0	9.5	1.25	0.0013	9.75	24.03	15.09

Classificazione	USCS	CNR-UNI

% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
2.94	34.29	45.46	17.32



Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@alice.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 20/04/2011
Certificato n°1280

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/11
Note:

Sondaggio: S6A
Campione: CI1
Profondità: 6,00 - 6,55 m
Data esecuzione prova:17-19/04/11
Specifica di prova: ASTM e BS
Rep: 11/35

Contenuto d'acqua	**ASTM D 2216-98**	**W (%) =**	**25.15**
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	715.72	1140.78	641.86
Massa lorda secca (g)	577.02	913.71	515.49
Massa acqua contenuta (g)	138.70	227.07	126.37
Tara (g)	17.73	17.36	16.45
Massa netta secca (g)	559.29	896.35	499.04
Contenuto d'acqua W (%)	24.80	25.33	25.32

Peso di volume naturale	**BS 1377 Part 2**	**γ_n (kN/m^3) =**	**19.11**
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	137.10	135.41	136.25
Massa dello stampo (g)	60.27	59.18	59.81
Massa terreno netta umida (g)	76.83	76.23	76.44
Volume dello stampo (cm^3)	39.26	39.26	39.26
Peso di volume naturale (kN/m^3)	19.19	19.04	19.09

Peso specifico dei grani	**ASTM D 854-00**	**Gs (Mg/m3) =**	
Prova n°			
Volume picnometro (cm^3)			
Massa picnometro (g)			
Massa picnometro + terra (g)			
Massa terra netta (g)			
Massa picn. + terra + acqua (g)			
Massa terra + acqua (g)			
Tempo di ebollizione (min)			
Peso specifico (Mg/m^3)			
Temperatura (°C)			
Densita' acqua (Mg/m^3)			
Costante K			
Peso specifico **T = 20°C**			

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W	(%)	**25.15**
Peso di volume naturale	γ_n	(kN/m^3)	**19.11**
Peso di volume secco	γ_d	(kN/m^3)	**15.27**
Peso di volume saturo	γ_s	(kN/m^3)	
Peso specifico dei grani	G_s	(Mg/m^3)	
Porosita'	n	(%)	
Indice dei pori	e		
Grado di saturazione	S_r	(%)	

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' IN SITO

Data emissione: 20/04/2011

Certificato n° 1283

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/2011
Note:

Opera:
Ubicazione: Scavo 11
Quota: -1.90m da p.c.
Data esecuzione prova: 22/03/2011
Specifica di prova: C.N.R. Anno VI n. 22/72 ASTM D1556
Rep: 11/35

Massa per unità di volume della sabbia	gr/cmc	1.31
Massa della sabbia nel cono	gr.	1346.00
Massa iniziale del serbatoio	gr.	7365.20
Massa finale del serbatoio	gr.	4071.50
Massa della sabbia in uscita	gr.	3293.70
Massa della sabbia in foro	gr.	1947.70
Volume foro (V):	cmc	1486.79
Massa lorda umida del terreno	gr.	2936.40
Massa lorda secca del terreno	gr.	2638.20
Tara	gr.	220.20
Massa dell'acqua	gr.	298.20
Massa netta del campione secco	gr.	2418.00

Risultati

Massa per unità di volume umida	**gr/cmc**	**1.83**
Peso di volume naturale	**γ_n (kN/m^3)**	**17.92**
Contenuto d'acqua (W)	**%**	**12.33**
Massa per unità di volume secca	**gr/cmc**	**1.63**
Peso di volume secco	**γ_d (kN/m^3)**	**15.95**

Lo Sperimentatore

Il Direttore

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@lin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

DETERMINAZIONE DELLA DENSITA' IN SITO

Data emissione: 20/04/2011

Certificato n° 1282

Committente: CONSORZIO ABITCOOP GENOVA
Cantiere: Zona S16 - Sottozona 1
Località: Vado Ligure (SV)
Verbale di accettazione n°: 33
Data verbale: 22/03/2011
Note:

Opera:
Ubicazione: Scavo 11
Quota: -0.90m da p.c.
Data esecuzione prova: 22/03/2011
Specifica di prova: C.N.R. Anno VI n. 22/72 ASTM D1556
Rep: 11/35

Massa per unità di volume della sabbia	gr/cmc	1.31
Massa della sabbia nel cono	gr.	1346.00
Massa iniziale del serbatoio	gr.	7387.40
Massa finale del serbatoio	gr.	3771.10
Massa della sabbia in uscita	gr.	3616.30
Massa della sabbia in foro	gr.	2270.30
Volume foro (V):	cmc	1733.05
Massa lorda umida del terreno	gr.	3292.40
Massa lorda secca del terreno	gr.	2967.30
Tara	gr.	452.70
Massa dell'acqua	gr.	325.10
Massa netta del campione secco	gr.	2514.60

Risultati

Massa per unità di volume umida	**gr/cmc**	**1.64**
Peso di volume naturale	**γ_n (kN/m^3)**	**16.07**
Contenuto d'acqua (W)	**%**	**12.93**
Massa per unità di volume secca	**gr/cmc**	**1.45**
Peso di volume secco	**γ_d (kN/m^3)**	**14.23**

Lo Sperimentatore

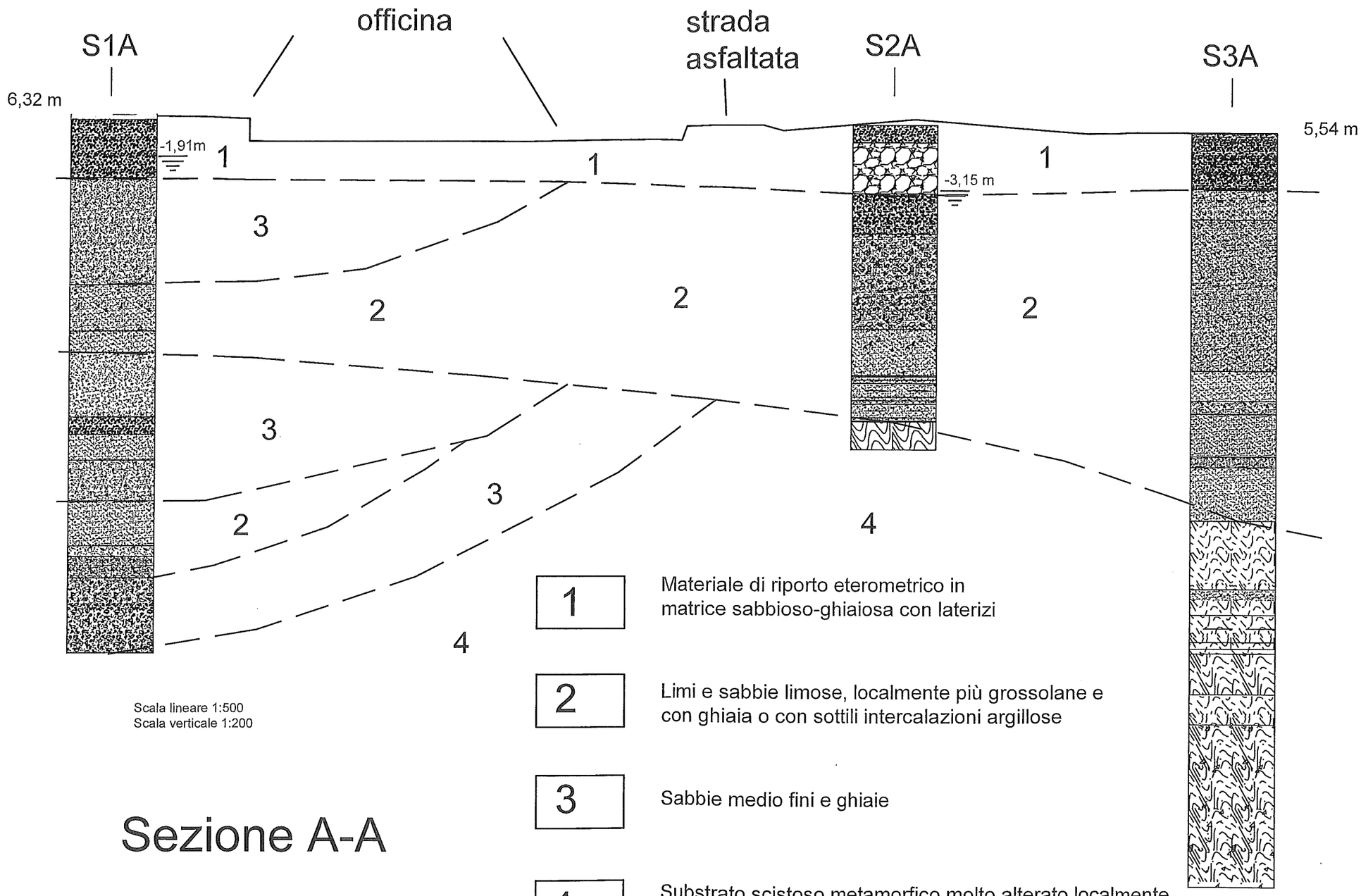
Il Direttore

ALL.5

SEZIONI GEOLOGICHE

SCALA 1: 500

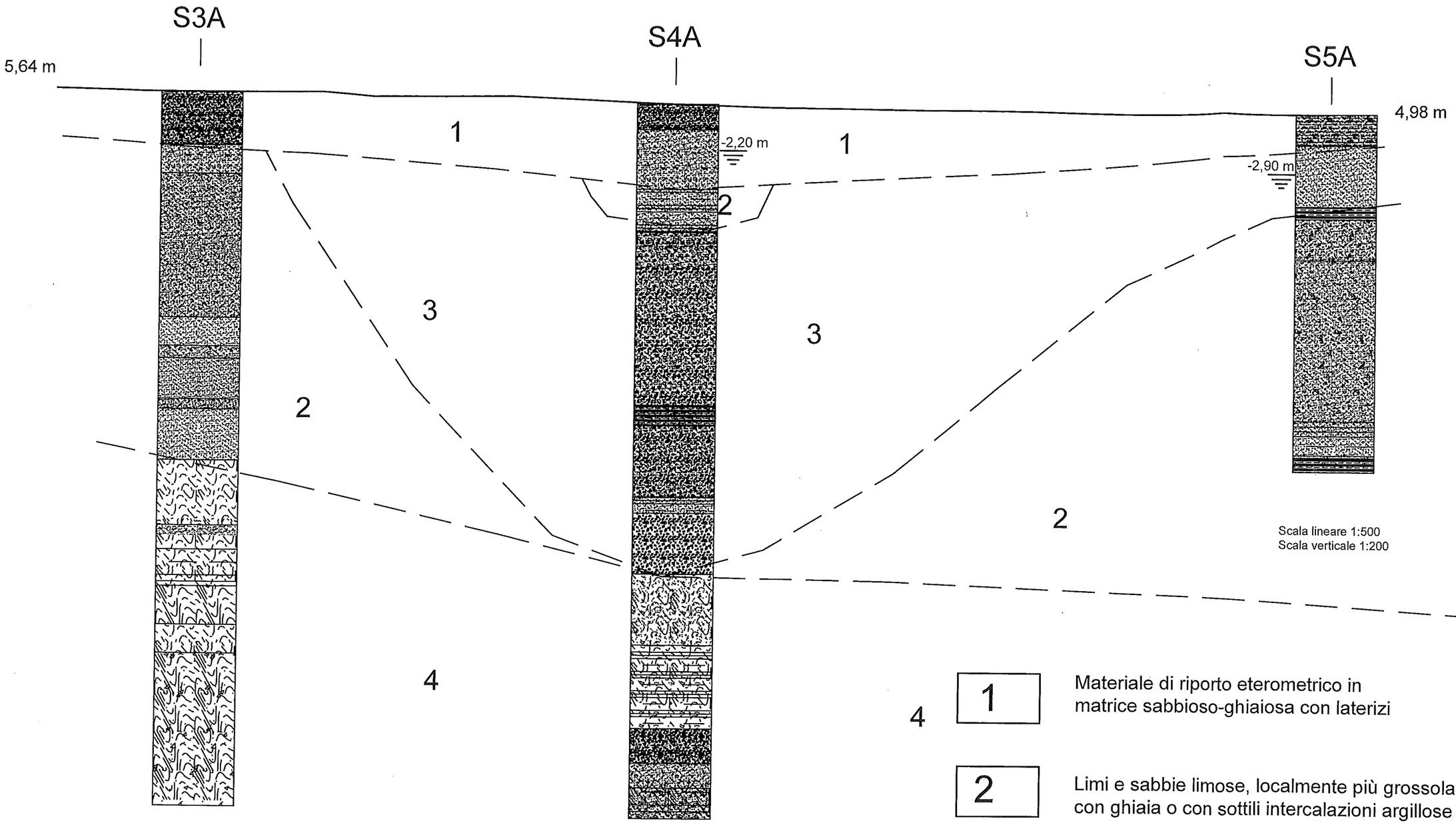
SCALA 1: 200



Scala lineare 1:500
Scala verticale 1:200

Sezione A-A

1	Materiale di riporto eterometrico in matrice sabbioso-ghiaiosa con laterizi
2	Limi e sabbie limose, localmente più grossolane e con ghiaia o con sottili intercalazioni argillose
3	Sabbie medio fini e ghiaie
4	Substrato scistoso metamorfico molto alterato localmente ridotto a spezzoni in matrice sabbioso-ghiaiosa
-3,15 m	Livello falda maggio 2011



Sezione B-B

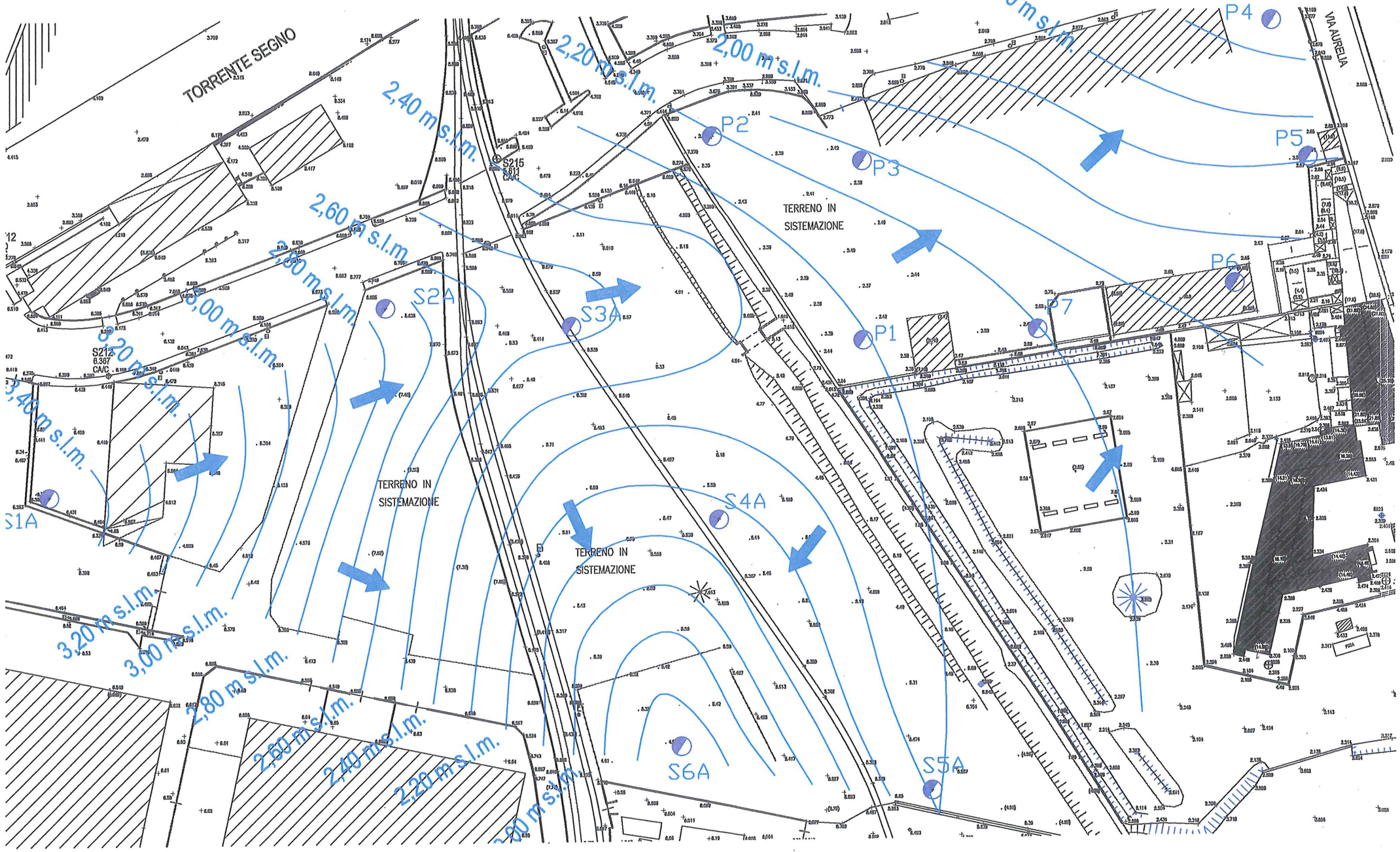
1	Materiale di riporto eterometrico in matrice sabbioso-ghiaiosa con laterizi
2	Limi e sabbie limose, localmente più grossolane e con ghiaia o con sottili intercalazioni argillose
3	Sabbie medio fini e ghiaie
4	Substrato scistoso metamorfico molto alterato localmente ridotto a spezzoni in matrice sabbioso-ghiaiosa
-3,15 m	Livello falda maggio 2011

ALL.6

CARTA DELLE ISOPIEZE ESTESA

ALL'AREA "MULTIPOLIS"

SCALA 1: 1000


TORRENTE SEGNO
VIA AURELIA
1,80 m s.l.m.
2,00 m s.l.m.
2,20 m s.l.m.
2,40 m s.l.m.
2,60 m s.l.m.
2,80 m s.l.m.
3,00 m s.l.m.
3,20 m s.l.m.
3,40 m s.l.m.
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
S1A
S2A
S3A
S4A
S5A
S6A
S212
6.367
CA/C
S215
5.611
CA/C
TERRENO IN
SISTEMAZIONE
TERRENO IN
SISTEMAZIONE

ALL.7

INDAGINE GEOFISICA INTEGRATA:

RELAZIONE DOTT. F.MONTALDO

Dott. Geol. Franco Montaldo
Geologia & Geofisica applicata

Indagine Geofisica Integrata

Tomografia Sismica, MASW, GeoRadar

nell'area di cantiere Abitcoop, Vado Ligure

NS rif 11141SA
Dott. Geol. Franco Montaldo
Cell. 349554591 // Fax 010 364741
e-mail: franco_montaldo@fastwebnet.it

P.IVA 03509620104
Via Orlando 18/16
16146 Genova

1. Premessa

Obiettivo della presente relazione è la determinazione del profilo sismico e l'individuazione di eventuali strutture sepolte nell'area di cantiere Abitcoop di Vado Ligure.

L'indagine sismica effettuata è consistita in *i)* una tomografia tramite le onde rifratte compressionali (*P*) per ottenere un modello bidimensionale (2D) della sismostratigrafia V_P e in *ii)* un *MASW* per ricavare un modello monodimensionale (1D) medio della sismostratigrafia V_S delle onde di taglio (*S*); dai dati ottenuti si è poi stimato il parametro V_{S30}.

Inoltre si è effettuata un'indagine georadar a campione per identificare eventuali sotto-servizi o strutture sepolte.

L'area di indagine è presentata nella seguente Fig. 1.

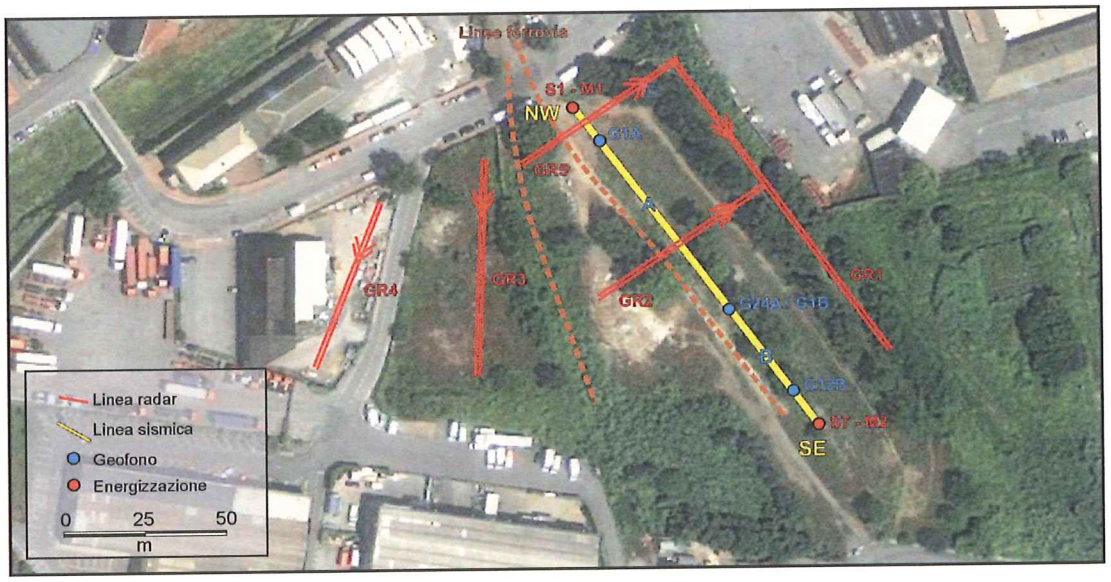


Fig. 1. Posizione delle linee georadar (in rosso) e sismica (in giallo). Per i simboli della linea sismica si vedano anche la Fig. 2 e il testo. Le tracce delle vecchie linee ferroviarie sono indicate in tratteggio.

2.Metodologia indagine sismica

2.1 Tomografia a rifrazione

Nella tomografia sismica a rifrazione i dati vengono acquisiti nel modo standard della sismica a rifrazione, valutando i primi arrivi delle onde compressionali P. Le dromocrone relative alle diverse energizzazioni vengono dapprima interpretate tramite inversione col metodo del fronte d'onda, considerato il più affidabile e meno approssimato tra i metodi tradizionali di interpretazione della sismica a rifrazione. Il modello ottenuto viene poi utilizzato come modello iniziale dal software di inversione tomografica per ottenere un modello 2D delle velocità delle onde P che si propagano in maniera curvilinea a causa dei gradienti di velocità verticali.

2.2 MASW

Nelle indagini MASW (Multichannel Analysis of SurfaceWaves) vengono studiate le velocità delle onde superficiali di Rayleigh al variare della frequenza, ricavandone un sondaggio delle velocità Vs delle onde di taglio. Infatti le onde di superficie di Rayleigh interessano una porzione di terreno fino a una profondità dell'ordine della metà della loro lunghezza d'onda λ. Una volta che si è ricavata la frequenza relative a diverse lunghezza d'onda tramite trasformata fk, se ne ricava la velocità ottenendo la cosiddetta curva di dispersione f-V. Da questa, tramite inversione, si ricava l'andamento delle Vs con la profondità, ottenendo quindi un sondaggio verticale.

3. Geometria dello stendimento sismico e parametri di acquisizione

La linea sismica, posizionata in Fig. 1, è stata effettuata integrando due differenti stese *A* e *B* (Fig 2 e 3) con spaziatura tra i geofoni di 3 *m*. La prima a 24 canali (G1A - G24A), con il primo geofono G1A coincidente con l'inizio linea a NW. La seconda a 12 canali (G1B - G12B), con il primo geofono G1B coincidente con il ventiquattresimo della precedente (G24A), procedendo verso SE. Gli otto punti di energizzazione (S1 - S7 per la tomografia, M1 per il MASW) sono stati gli stessi per le due stese. In questo modo, dalla sovrapposizione delle due, si è ottenuta una unica stesa a 35 canali, spaziatura tra i geofoni di 3 *m*, lunghezza totale pari a 102 *m* tra primo e ultimo geofono e 126 *m* tra le due energizzazioni di offset S1 e S7.

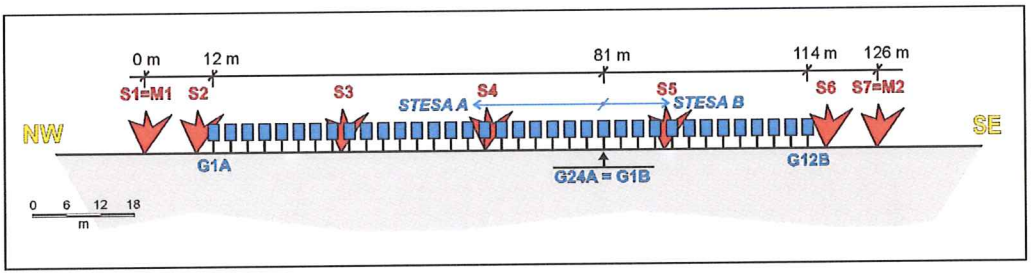


Fig. 2. Geometria stesa sismica. Si veda anche Fig. 3

Di seguito vengono riportati i parametri di acquisizione utilizzati:

Campionamento: 1/8 *ms* (S1-S7), 1 *ms* (M1)
Numero campioni: 4096 (S1-S7), 2048 (M1)
Durata registrazione: 512 *ms* (S1-S7), 2048 *ms* (M1)
Canali: 35 (stesa A: 24; stesa B: 12)
Spaziatura geofoni: 3 m
Energizzazioni: 7 per la tomografia (S1-S7), 1 per il MASW (M1)

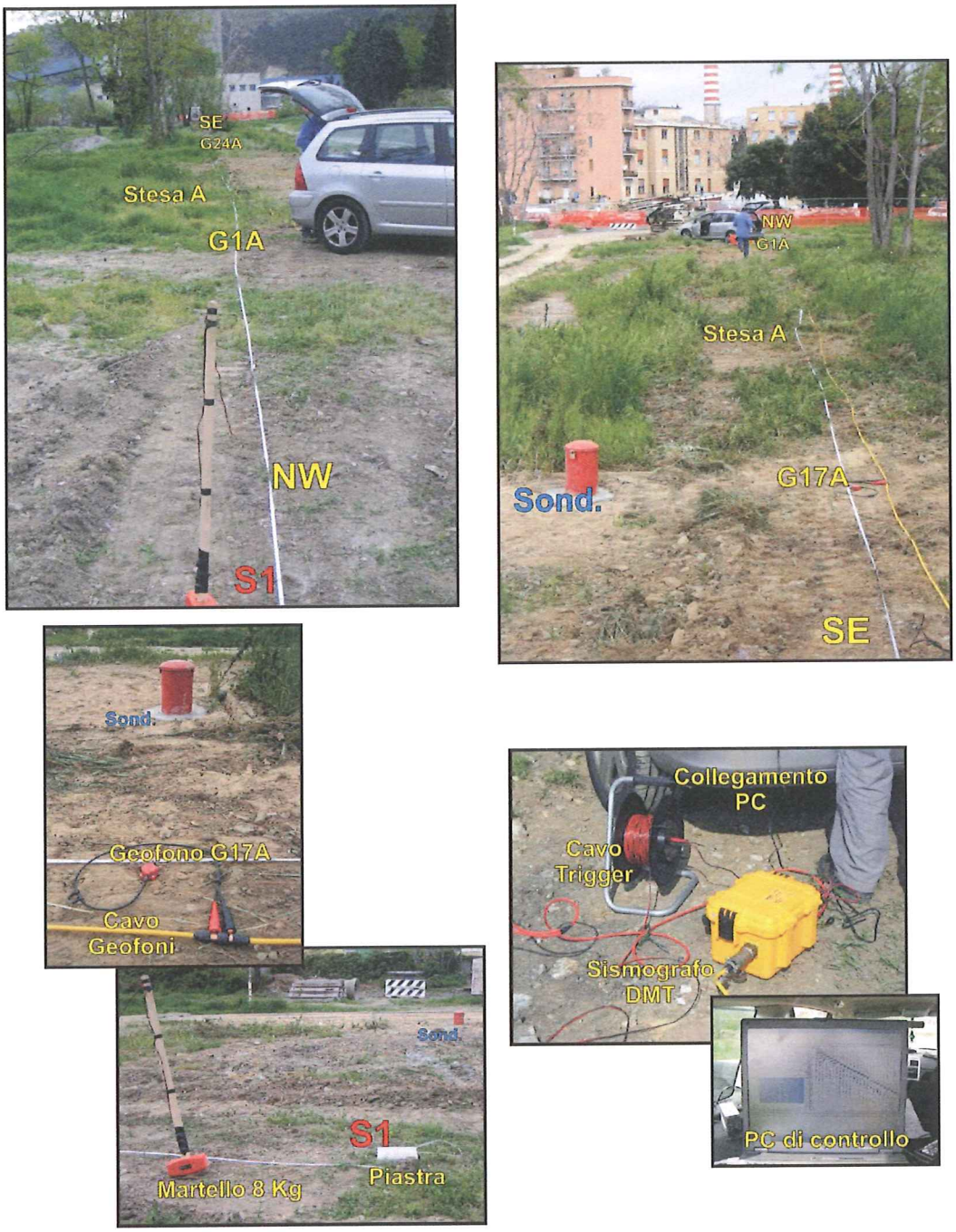


Fig. 3. Documentazione fotografica stesa sismica

4. Strumentazione sismica

Per l'indagine sismica (tomografica e MASW) è stato utilizzato un sismometro DMT Summit a 24 canali, dinamica 24 bit, geofoni verticali a 4.5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg su piatto in alluminio. In particolare, oltre all'ovvio vantaggio di acquisire contemporaneamente 24 canali, l'elevata dinamica dello strumento permette di lavorare senza dover applicare fattori di amplificazione differenti sui diversi canali (maggiori per i canali più distanti).

Le caratteristiche del sismometro DMT Summit sono riportate nella tabella seguente (Fig. 4).

Technical Specifications

Sample Interval	1/48, 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8 ms
Record Length	0.5 K samples, ..., 120 K samples
Preamp Gain	0 dB, 20 dB or 40 dB
A/D Converter	24 bit delta sigma technology
Maximum Input Signal	2.0 Volt RMS 5.6 Volt peak to peak
Input Impedance	20 kOhm
Instantaneous Dynamic Range	> 120 dB @ 2 ms sampling interval
Equivalent Input Noise	Less than 0.2 µV RMS @ 2 ms sampling interval and 40 dB preamp gain
Crosstalk	> 112 dB (between channels)
Total Harmonic Distortion	< 0.0008%
Common Mode Rejection Ratio	> 100 dB
Gain Accuracy	Typical 1 % (between all channels)
Time Accuracy	Typical 5 ppm (between all channels)
Analog Anti-Alias Filter	7.2 kHz; 6 dB/octave
Analog Low-Cut Filter	1 Hz; 6 dB/octave
Digital Anti-Alias Filter	0.8 x Nyquist
Rejection at Nyquist Frequencies	-120 dB
Passband Ripple	+/- 0.05 dB

Fig. 4. Caratteristiche tecniche del sismometro DMT a 24 canali e dinamica 24 bit

5. Acquisizione dati tomografia sismica (onde P)

In Fig. 5 è riportato un esempio di sismogramma acquisito per la tomografia a rifrazione, relativo all'energizzazione S4 (si vedano le Figg. 1 e 2 per il posizionamento). Il sismogramma finale è composto da 35 tracce, ottenute dalla composizione delle due stese effettuate. I sismogrammi sono risultati in generale di buona qualità, con elevato rapporto segnale / rumore e quindi di semplice interpretazione.

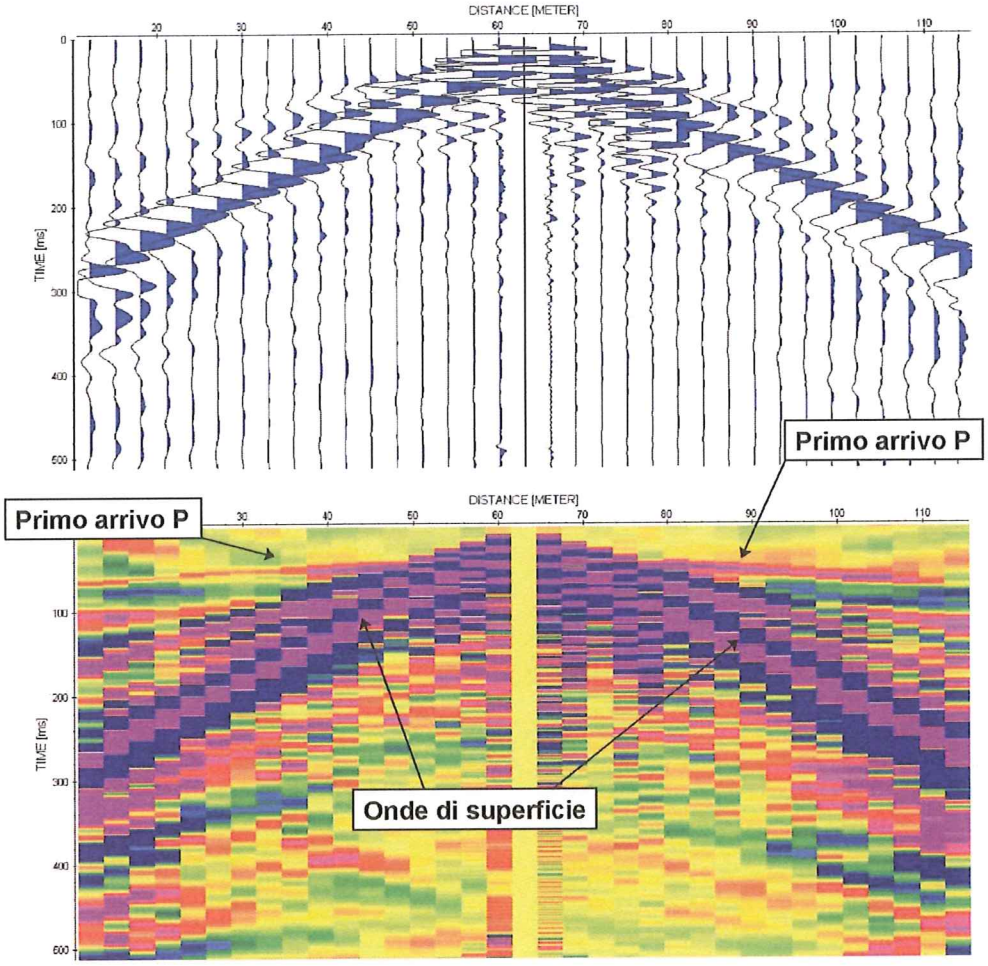


Fig. 5 -Sismogramma relativo all'energizzazione S4. Vengono presentate sia la rappresentazione tramite tracce (in alto) sia quella tramite scala di colori (in basso).

Per il MASW, si sono effettuate due energizzazioni M1 e M2 in corrispondenza delle energizzazioni S1 e S7 (si veda la Fig. 2), in modo da avere un controllo tramite energizzazioni poste da entrambe le estremità della stesa. Il risultato è riportato in Fig. 6. Nel sismogramma sono visibili le onde superficiali di Rayleigh, sia il loro modo fondamentale che i modi superiori, caratterizzati da maggiori velocità.

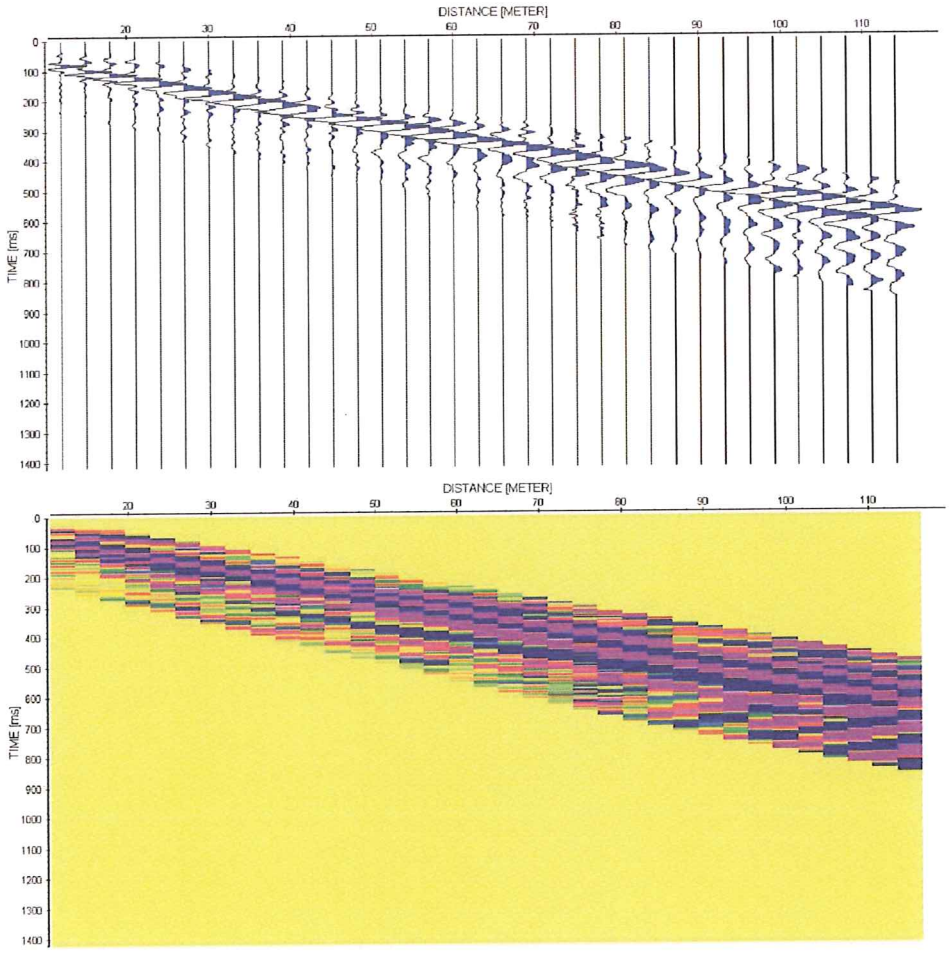


Fig. 6 -Sismogramma relativo all'energizzazione M1. Vengono presentate sia la rappresentazione tramite tracce (in alto) sia quella tramite scala di colori (in basso).

6. Elaborazione dati rifrazione

Dai sismogrammi S1 - S7 si sono estratti i tempi dei primi arrivi delle onde compresionali, ottenendo le sette dromocrone presentate in Fig. 7

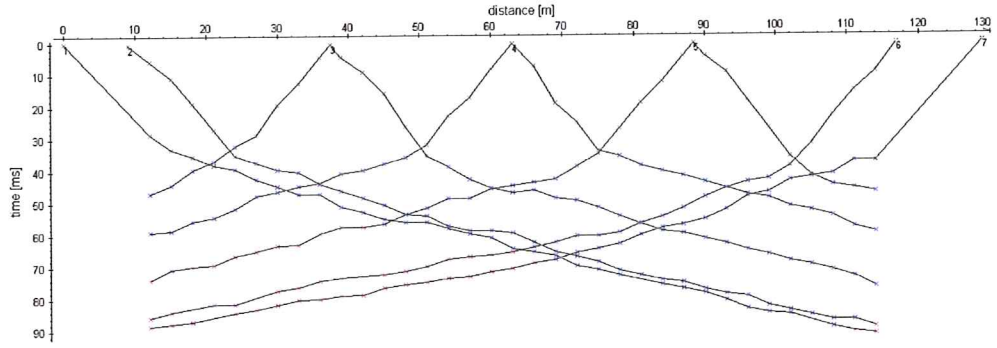


Fig. 7 -Dromocrone relative alle energizzazioni S1 - S7.

I primi arrivi sono stati assegnati ai diversi rifrattori ed elaborati tramite inversione col metodo del fronte d'onda. Si è ottenuta quindi una sezione 2D verticale delle velocità Vp, presentata in Fig. 8

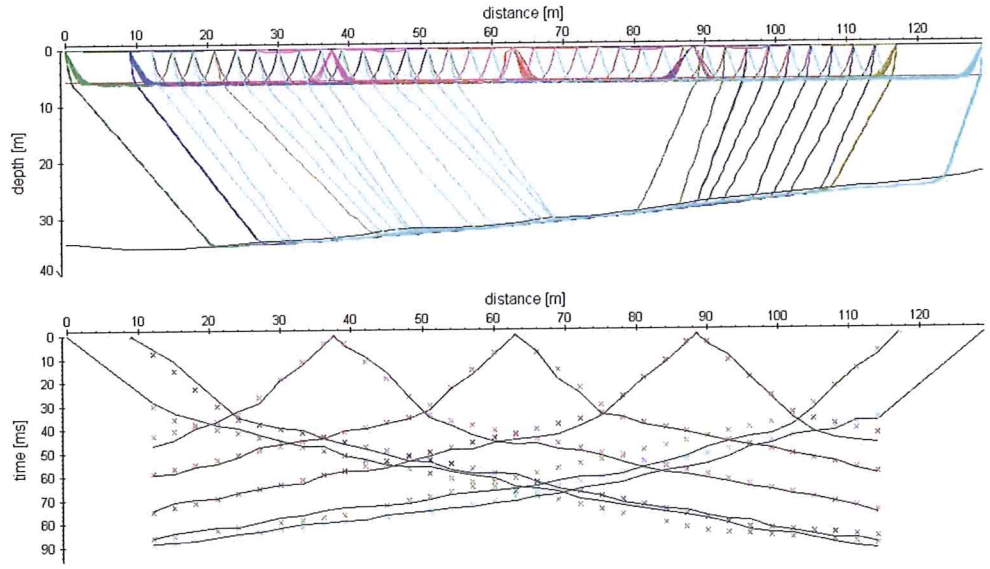


Fig. 8 -In alto: modello ottenuto tramite inversione con metodo dei fronti d'onda e relativo percorso dei raggi sismici. In basso: confronto tra le dromocrone calcolate (croci in colore) e misurate (linee nere continue).

Pur potendosi già considerare la corrispondenza tra primi arrivi calcolati e misurati soddisfacente, si è preferito affinare il risultato e procedere ad inversione tomografica utilizzando il modello di Fig. 8 come modello iniziale. Si è utilizzato il pacchetto software ReflexW 4.2 della Sandmeier Software. Il sottosuolo è stato discretizzato tramite una maglia discreta con spaziatura 0.25 m fino alla profondità di 40 m. Il risultato ottenuto è presentato in Fig. 9.

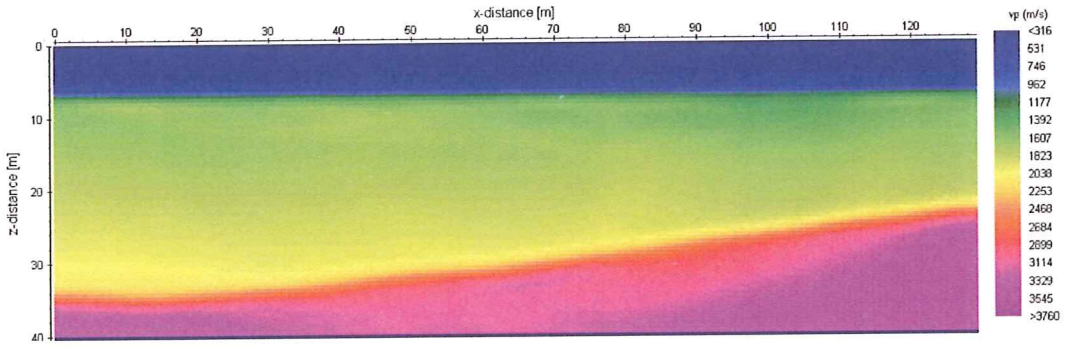


Fig. 9 -Modello tomografico finale.

Le velocità del livello superficiale sono dell'ordine di 300 - 400 m/s. Tra le profondità di 5 e 7 m dal piano campagna la velocità aumenta superando i 1000 m/s. Questo aumento può essere messo in relazione alla presenza della falda. Al di sotto di tale livello le velocità aumentano progressivamente fino a raggiungere i 2000 m/s. Un gradiente elevato della velocità compreso tra le profondità di 26 m (alla progressiva 130 m, lato SE) e 35 m (progressiva 0 m, lato NW) segna evidentemente il passaggio al substrato roccioso.

7. Elaborazione dati MASW

Al sismogramma a 35 canali presentato in Fig. 6 è stata applicata la trasformata *f-v*, che consiste sostanzialmente nella trasformata di Fourier bidimensionale del sismogramma (trasformata *f-k*) da cui si ricava la velocità considerando che $\lambda=1/k$ e $v=\lambda*f$. In Fig. 10 è appunto presentata la trasformata *f-v* relativa al sismogramma.

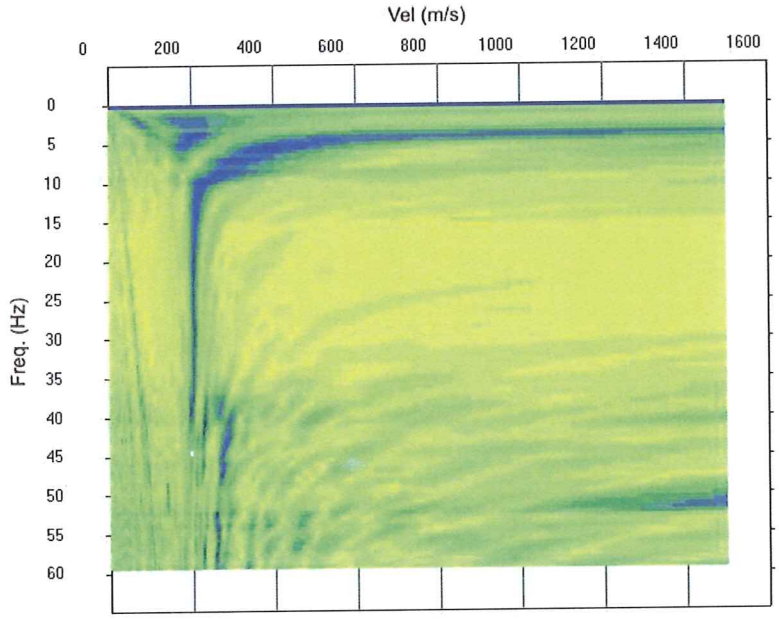


Fig. 10 -Trasformata f-v.

In ordinata è rappresentata la frequenza *f* del segnale (*Hz*), in ascissa la velocità (*m/s*). Il treno d'onda corrispondente ad una certa coppia *f-v*, essendo più energetico del rumore di fondo, sarà caratterizzato da elevata ampiezza dello spettro. Le coppie *f*, *v* che corrispondono alle onde superficiali di diversa velocità vengono quindi individuate in corrispondenza dei massimi dello spettro. Da queste coppie (punti dello spettro) si ottiene la curva di dispersione, visibile anch'essa in figura.

La curva di dispersione ottenuta tramite il "picking" dei massimi della trasformata è riportata in rosso nel grafico di Fig. 11, dove viene rappresentata la velocità (*m/s*) dell'onda di superficie in funzione della sua frequenza (*Hz*).

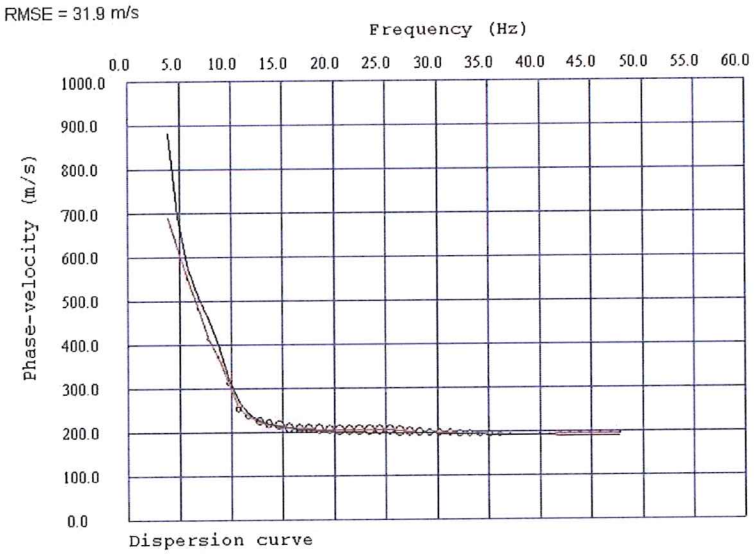


Fig. 11 - Curva di dispersione (linea rossa) ricavata dallo spettro f-v di Fig. 10. In nero è riportata, per confronto, la curva calcolata relativa al modello di Fig. 12.

Dall'inversione della curva di dispersione si ottiene il modello delle velocità Vs al variare della profondità, presentato in Fig. 12. La curva di dispersione relativa al modello ottenuto è presentata (in nero) in Fig. 11, dove è messa a confronto con la curva ottenuta sperimentalmente (in rosso), ottenendo un errore medio RMS di 31.9 m/s.

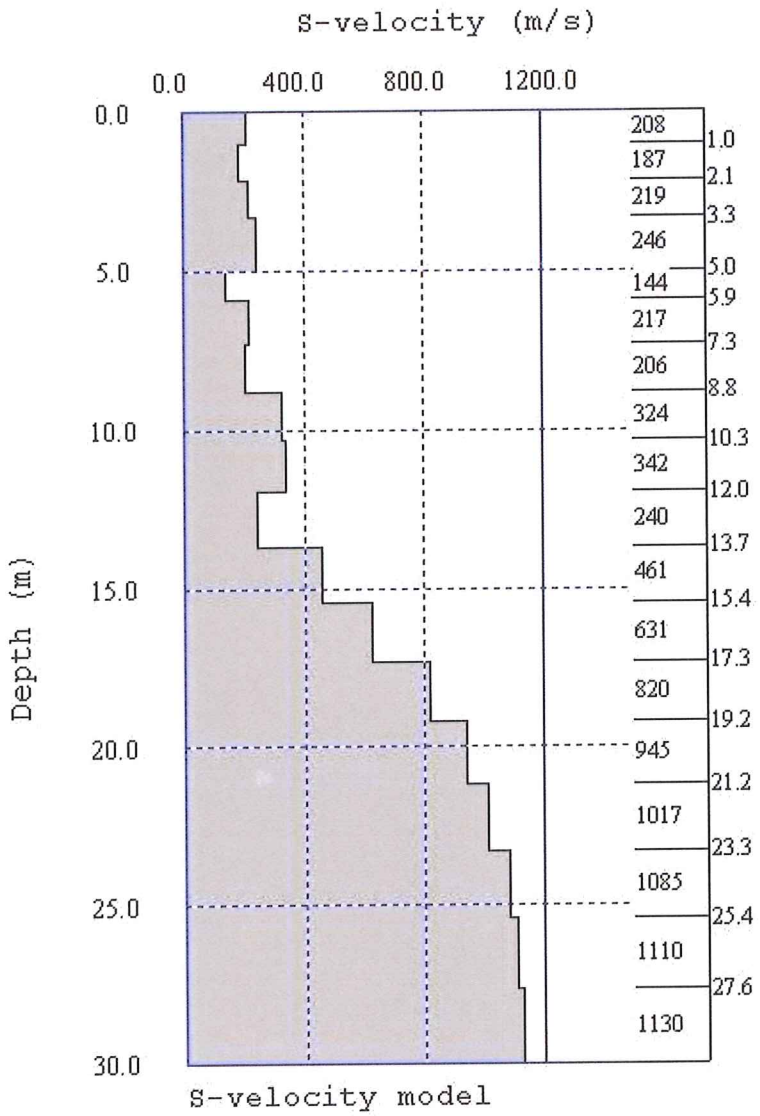


Fig. 12 -Modello delle velocità V_S.

Il modello ottenuto deve essere inteso come rappresentante le condizioni medie al di sotto della stesa.

Le velocità V_S aumentano in generale progressivamente con la profondità fino a raggiungere i 1130 *m/s* a 30 *m*. La lieve inversione a 6 *m* dal piano campagna puo' essere messa in relazione con la presenza della falda, che spesso comporta una diminuzione delle V_S nei primi metri.

Non si riscontra il passaggio al substrato roccioso nei primi 30 *m* di profondità.

8. Determinazione del parametro $V_{S,30}$

In base ai valori Vs presentati nel grafico di Fig. 12, è possibile stimare il parametro $V_{S,30}$ definito come la velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 *m* del sottosuolo, secondo la seguente relazione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_i \frac{h_i}{V_i}}$$

essendo:

h_i spessore strato *i*-esimo

V_i velocità strato *i*-esimo

Considerando i valori di *Vs* a partire dal piano campagna del modello di Fig. 12, si ottiene infine un valore di $V_{S,30}$ pari a:

$$V_{S,30} = 380 \ m/s$$

9. Metodologia Georadar

Nella metodologia georadar un'antenna emette onde elettromagnetiche ad alta frequenza (50 - 2000 *MHz*) e ne riceve poi le riflessioni da strutture e contatti stratigrafici nel sottosuolo caratterizzate da buon contrasto della costante dielettrica.

In generale, all'aumentare della frequenza aumenta la risoluzione (che è generalmente dell'ordine di un quarto della lunghezza d'onda) ma diminuisce la profondità di penetrazione, in funzione essenzialmente della conducibilità del terreno. Un'antenna da 600 *MHz*, usata per avere buona risoluzione, non penetra nelsottosuolo generalmente per più di 1 - 2 *m*; un'antenna da 200 *MHz* invece può raggiungere i 4 - 5 m di profondità, ma con risoluzione minore.

10. Geometria degli stendimenti georadar

La posizione degli stendimenti georadar è riportata in Fig. 1. Si sono effettuate come richiesto 5 stese denominate GR1 - GR5. Ciascuna stesa è costituita da due linee parallele, alla distanza di un metro, in modo da poter discriminare tra riflessioni dovute a corpi compatti (ad es. eventuali trovanti) che potrebbero comparire su una sola linea, e riflessioni dovute a strutture lineari o comunque più estese, circa perpendicolari alle linee stesse, che dovrebbero invece comparire su entrambe le linee. Tenendo conto che per ogni linea sono registrate 2 frequenze diverse (200 e 600 *MHz*) si hanno in totale 4 radargrammi per ogni stendimento.

Le lunghezze di ciascuna linea sono riportate nella tabella seguente (Tab. 1).

Stesa	Lunghezza (m)	N.ro di linee	Lungh. totale (m)
GR1	113	2	216
GR2	62	2	124
GR3	67	2	134
GR4	55	2	110
GR5	58	2	116

Tab. 1. Lunghezza delle stese Georadar. Ciascuna stesa è composta da due linee (vedi anche Fig. 1)

11. Strumentazione georadar

Per la prospezione Georadar si è utilizzato un sistema IDS composto da una unità di controllo DAD FastWave (SS 09177) e un'antenna a doppia frequenza TRMF HI MOD 08 da 600 e 200 MHz. L'antenna a doppia frequenza permette di registrare contemporaneamente le riflessioni più superficiali con elevata risoluzione (600 MHz) e quelle più profonde (200 MHz). L'unità di controllo DAD FastWave è collegata ad un PC con software di controllo e visualizzazione dati. Le specifiche tecniche sono riportate in Fig. 13.

Technical Specification	DAD 1 Ch FastWave	DAD MCh FastWave
PRF (Pulse Repetition frequency)	400 KHz	400 KHz
No. of simultaneously acquired channels	2 Tx + 2 Rx	2 Tx + 2 Rx
A/D clock	400 KHz	400 KHz
Bits per sample	16	16
Max. number of driven antennas	1 (including Dual - F)	8
Max. Scan rate	4760 scan/sec. (@128 samples)	4760 scan/sec. (@128 samples)
Max. range	9999 nsec	9999 nsec
Max. number of samples/scan	8192	8192
Stacking (automatic or user selected)	32768	32768
Connection to Data Logger	Ethernet LAN Wireless (WiFi IEEE 802.11b)	Ethernet LAN Wireless (WiFi IEEE 802.11b)
Dimensions (LxWxH)	22x17x5.5 cm	22x17x5.5 cm
Weight	1.5 Kg	1.5 kg
Power Supply	12V	12V
Power consumption	< 10 W average	< 10 W average

Fig. 13. Caratteristiche tecniche sistema IDS DAD FastWave

Nella foto seguente (Fig. 14) è visibile il sistema in assetto di misura sulla linea GR4.



Fig. 14. Sistema IDS DAD FastWave montato su carrello, in assetto di misura, sulla linea GR4.

12. Linee georadar

I radargrammi completi sono riportati a seguire, inseriti come allegato in formato A3. Per ogni stesa sono riportate le due linee (indicate con *A* e *B*) e, per ciascuna linea, le due frequenze (200 e 600 Mhz).

Sui radargrammi è stata eseguito l'elaborazione standard tramite il pacchetto software GresWin, consistente in: riconoscimento e traslazione della linea di zero, rimozione del background, filtraggio passa-banda verticale (time domain), correzione del guadagno.

Per identificare i diversi riflettori, si è utilizzata la seguente simbologia (Fig. 15)

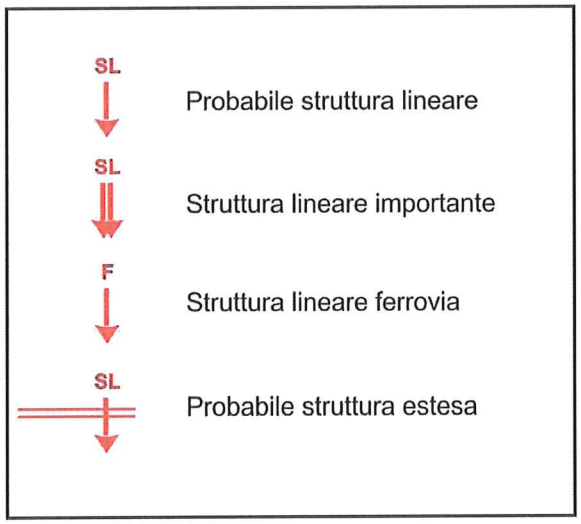


Fig. 15. Legenda radargrammi.

La progressiva della posizione delle strutture individuate è indicata sull'asse orizzontale. La profondità è da intendersi indicativa, in quanto dipende dalla costante dielettrica del mezzo che non è conosciuta con precisione e comunque variabile da punto a punto.

La natura degli elementi strutturali individuati (naturale o antropica) è in generale difficile da inferire sulla base delle linee effettuate che non permettono una ricostruzione areale delle riflessioni e quindi dei relativi corpi riflettori.

In generale tutte le sorgenti individuate di tipo "Probabile struttura lineare" hanno profondità inferiore al metro. L'origine di tali anomalie è difficile da discriminare. Può trattarsi di corpi di dimensioni ridotte, di tipo naturale come trovanti oppure piccole tubazioni o corpi di discarica di dimensioni ridotte. Sono in generale invece da escludere strutture murarie o simili.

Le riflessioni relative alle strutture indicate come "Struttura lineare ferrovia" sono dovute ai binari e alle strutture ad essi connesse, visibili in superficie lungo la linea.

I due riflettori indicati come "Struttura lineare importante" che appaiono sulle linee GR2 e GR5 alle progressive 46.5 e 49 metri sono probabilmente da identificare in due grosse tubature a profondità compresa tra 1 e 2 metri che, avendo direzione NW – SE, intersecano entrambe le linee.

La "Struttura estesa" individuata sulla linea GR1 intorno alla progressiva 30 metri è identificata con un canale sotterraneo rivestito in cemento (e alle strutture murarie connesse) che interseca la linea in quel punto e si riversa, visibile, nel canale che scorre parallelo alla linea, lato Est.

Le "Struttura estese" individuate sulla linea GR1 alla progressiva 0 - 4 metri e sulla linea GR5 alla progressiva 56 – 60 metri (insieme alle riflessioni di tipo "Probabile struttura lineare" connesse) sono da mettere in relazione ad una unica struttura posta alla profondità di circa un metro sulla cui natura non è possibile fare ipotesi.

13. Conclusioni

La tomografia a rifrazione delle onde compressionali P ha permesso di delineare la stratigrafia del sottosuolo nell'area indagata. Il substrato roccioso sano è stato individuato a una profondità variabile dal piano campagna tra 26 e 35 *m*.

Tramite l'indagine MASW si è ottenuto il profilo verticale *medio* delle velocità delle onde compressionali di taglio nell'area indagata. I valori ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

Spessore (m)	Profondità p. c. (m)	VS (m/s)
1.0	1.0	209
1.1	2.1	188
1.2	3.3	219
1.7	5.0	247
0.9	5.9	145
1.4	7.3	217
1.5	8.8	207
1.6	10.3	324
1.6	12.0	342
1.7	13.7	241
1.8	15.4	462
1.8	17.3	631
1.9	19.2	820
2.0	21.2	946
2.1	23.3	1017
2.1	25.4	1086
2.2	27.6	1110
2.4	30.0	1131

Sulla base delle misure effettuate il valore del coefficiente $V_{S,30}$ è risultato pari a:

$$V_{S,30} = 380\ m/s$$

Infine l'indagine georadar ha permesso di individuare diversi corpi riflettori. Di questi sono ritenuti rilevanti, e quindi eventualmente suscettibili di una verifica diretta tramite scavo, i seguenti:

Stesa	Progressiva anomalia (m)	Profondità (m)	Note
GR1	0 - 5	1-3	Sorgente senza direzione preferenziale, di estensione maggiore di almeno 3 m, visibile anche alla fine della GR5. Potrebbe anche avere origine stratigrafica.
GR1	19	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR1	23	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR1	27 - 33	1 - 2	Corrisponde a canale sotterraneo.
GR1	51	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR1	55	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR1	70	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR1	84	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR1	97	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR1	105 - 108	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR2	3	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR2	10	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR2	24 - 34	0.5 - 2.5	Sorgenti probabilmente connesse alla linea ferroviaria dismessa.
GR2	38	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR2	50, 54	1 - 2	Sorgenti allungate in direzione circa perpendicolare alla linea. Visibili anche in GR5. Probabili grosse tubature.
GR2	60 - 62	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR3	2 - 6	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR3	15 - 16	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR3	61 - 62	0.5 - 1.5	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea.
GR4	2	0.5 - 1	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea. Probabile tubatura.
GR4	5 -7	0 - 1	Binari e strutture connesse.
GR4	25 - 30	0.5 - 1	Serie di sorgenti allungate in direzione circa perpendicolare alla linea. Probabili tubature.
GR4	43	0.5 - 1	Sorgente allungata in direzione circa perpendicolare alla linea. Probabile tubatura.
GR4	49 - 52	0.5 - 1	Serie di sorgenti allungate in direzione circa perpendicolare alla linea. Probabile tubature.
GR5	2 - 5	0.5 - 1	Serie di sorgenti allungate in direzione circa perpendicolare alla linea. Tubature, Trovanti?
GR5	14 - 20	0.5 - 1.5	Binari e strutture connesse.
GR5	47, 49	1 - 2	Sorgenti allungate in direzione circa perpendicolare alla linea. Visibili anche in GR2. Probabili grosse tubature.
GR5	53 - 58	0.5 - 1.5	Serie di sorgenti allungate in direzione circa perpendicolare alla linea, probabilmente in parte continue, collegabili alle anomalie in GR1. Possibile anche origine stratigrafica

L'origine di tali corpi riflettori (naturali o antropici) è comunque in generale difficile da stabilire sulla scorta delle linee acquisite, in quanto non è comunque possibile tracciare i contorni di tali anomalie sul piano orizzontale mancando una copertura areale completa.

Genova, 13 maggio 2011

Dott. Geol. Franco Montaldo

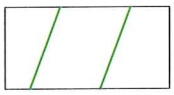
Allegato 8
Carta di Analisi

Area Abitcoop

Zona S16 - sottozona 1

Scala 1:1000

LEGENDA



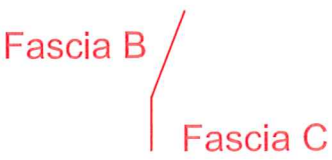
- *materiale di riporto eterometrico in matrice sabbioso-ghiaiosa, con spessori variabili da 1,50 a 3 metri, localmente rimaneggiati da scorie e laterizi, in copertura su limi e sabbie limose, localmente più grossolane e con ghiaia o con sottili intercalazioni argillose, alternati sia in senso orizzontale che verticale con livelli di sabbie medio fini e ghiaie, fino alla profondità del cappellaccio alterato della formazione di Murialdo (scisti filladici e micascisti) , attraversato localmente a 20 -23 m dal p.c., ed al substrato più consistente, presente mediamente a 28-30 m dal p.c.*
- *appartenenza della gran parte dell'area alla fascia B "inondabile al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T = 200 anni ", sottoposta ai vincoli normativi di Piano di Bacino (T.Segno) a cui rispondono i criteri di intervento indicati nella relazione idraulica allegata alla documentazione di risposta alla nota R.L. del 2.11.2012;*



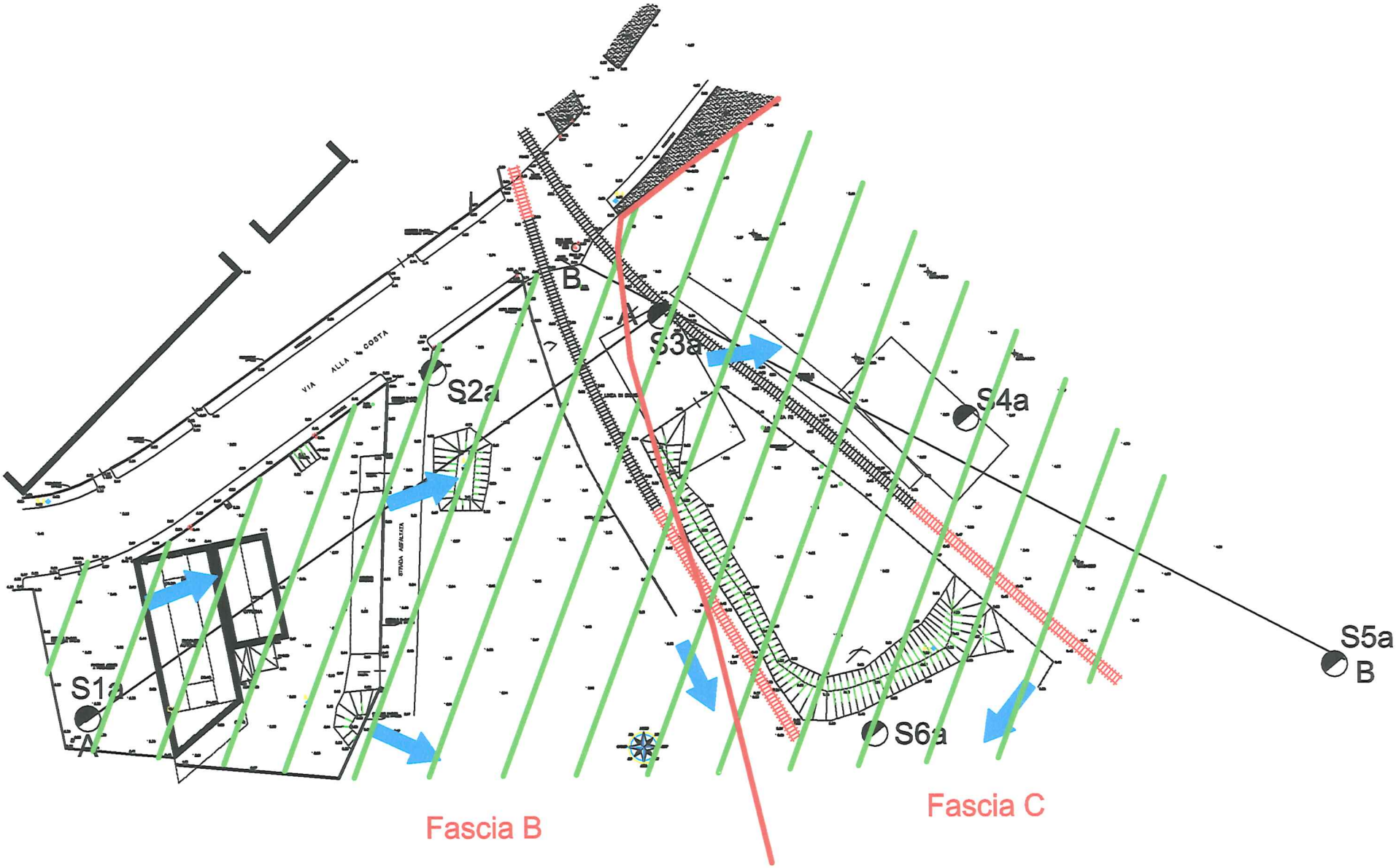
Sondaggi con piezometro



Principali direzioni di deflusso della falda (da carta isopieze)



Limite fasce di inondabilità


VIA ALLA COSTA
S1a
A
S2a
B
S3a
S4a
S5a
B
S6a
Fascia B
Fascia C

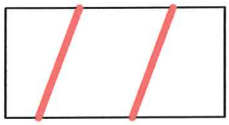
Allegato 9
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Area Abitcoop

Zona S16 - sottozona 1

Scala 1:1000

LEGENDA



Zona stabile suscettibile di limitate amplificazioni per effetto della situazione litostratigrafica locale, in quanto caratterizzata dalla presenza di coltri alluvionali a composizione limoso-sabbiosa e/o sabbiosa-ghiaiosa moderatamente addensate, con Vs30 attorno a 380 m/s, in copertura sul substrato scistoso filladico, (bedrock sismico) con velocità delle onde di taglio Vs > 800 m/s, presente alla profondità media di 28-30 m dal p.c..

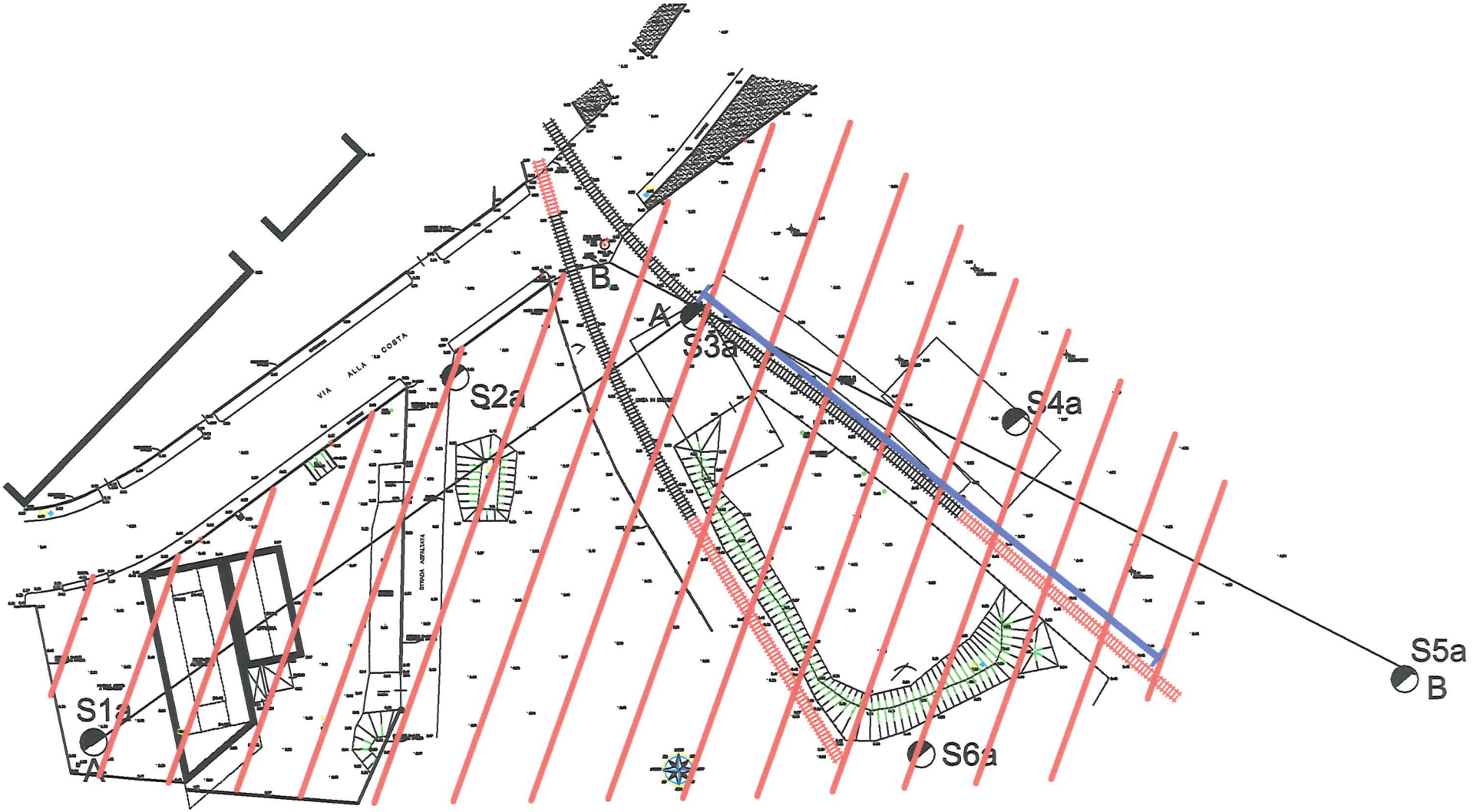
S1



Sondaggi con piezometro



Traccia stesa sismica


VIA ALLA COSTA
STRADA ASFALTATA
B
A
S3a
S2a
S4a
S5a
B
S1a
A
S6a

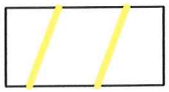
Allegato 10
Carta di Sintesi

Area Abitcoop

Zona S16 - sottozona 1

Scala 1:1000

LEGENDA



Zona omogenea a suscettività al dissesto molto bassa (Piano di Bacino T.Segno) caratterizzata da presenza di materiale di riporto eterometrico in matrice sabbioso-ghiaiosa, con spessori variabili da 1,50 a 3 metri, in copertura su limi e sabbie limose, localmente più grossolane e con ghiaia o con sottili intercalazioni argillose, alternati sia in senso orizzontale che verticale con livelli di sabbie medio fini e ghiaie, fino al substrato (scisti filladici e micascisti della formazione di Murialdo) presente mediamente a 28-30 m dal p.c.
Fasce di inondabilità - la gran parte dell'area appartiene alla fascia B "inondabile al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T = 200 anni ", sottoposta ai vincoli normativi di Piano di Bacino (T.Segno) a cui rispondono le valutazioni ed i criteri di intervento indicati nella relazione idraulica dell'Ing. Di Salvo allegata allo S.U.A..
Livelli di falda- variabili da 3,20 m a -2,40 dal p.c.da Ovest verso Est e fino a - -2,00 m dal p.c. verso SSE
Categoria di sottosuolo che più si assimila : E ai sensi punto 3.2.2 Tab 3.2.II NTC 14.01.08: E - Terreni dei sottosuoli di tipo C per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento con VS > 800 m/s..
Fattibilità - Eventuale integrazione dei sondaggi già effettuati nell'area interessata dagli interventi residenziali , mediante nuovi sondaggi geognostici con installazione di piezometri nei fori di sondaggio) con finalità di verificare definitivamente lo stato di addensamento ed i parametri geotecnici delle coltri di copertura e le condizioni idrogeologiche dell'area , conclusi da relazione geologico-tecnica sulle indagini ex NTC 14.01.08 e Norme Piano di Bacino ex D.L. 180/98 - Ambito 14.
Tipologia fondazionale - Tipologie di fondazione differenziate con pali di grosso diametro in corrispondenza delle strutture portanti delle torri previste, insistenti sui livelli di caratteristiche geotecniche omogenee individuati dai sondaggi (§ 5.1.) e fondazioni dirette a platea in corrispondenza delle zone di minor carico, anche in funzione delle possibili limitate amplificazioni di cui alla carta delle MOPS
Sistemazioni idrogeologiche/idrauliche - Intercapedini atte all'isolamento delle parti interrate e sistemi di pompaggio, oltre a quanto indicato nella relazione idraulica dell'Ing. Di Salvo allegata allo S.U.A

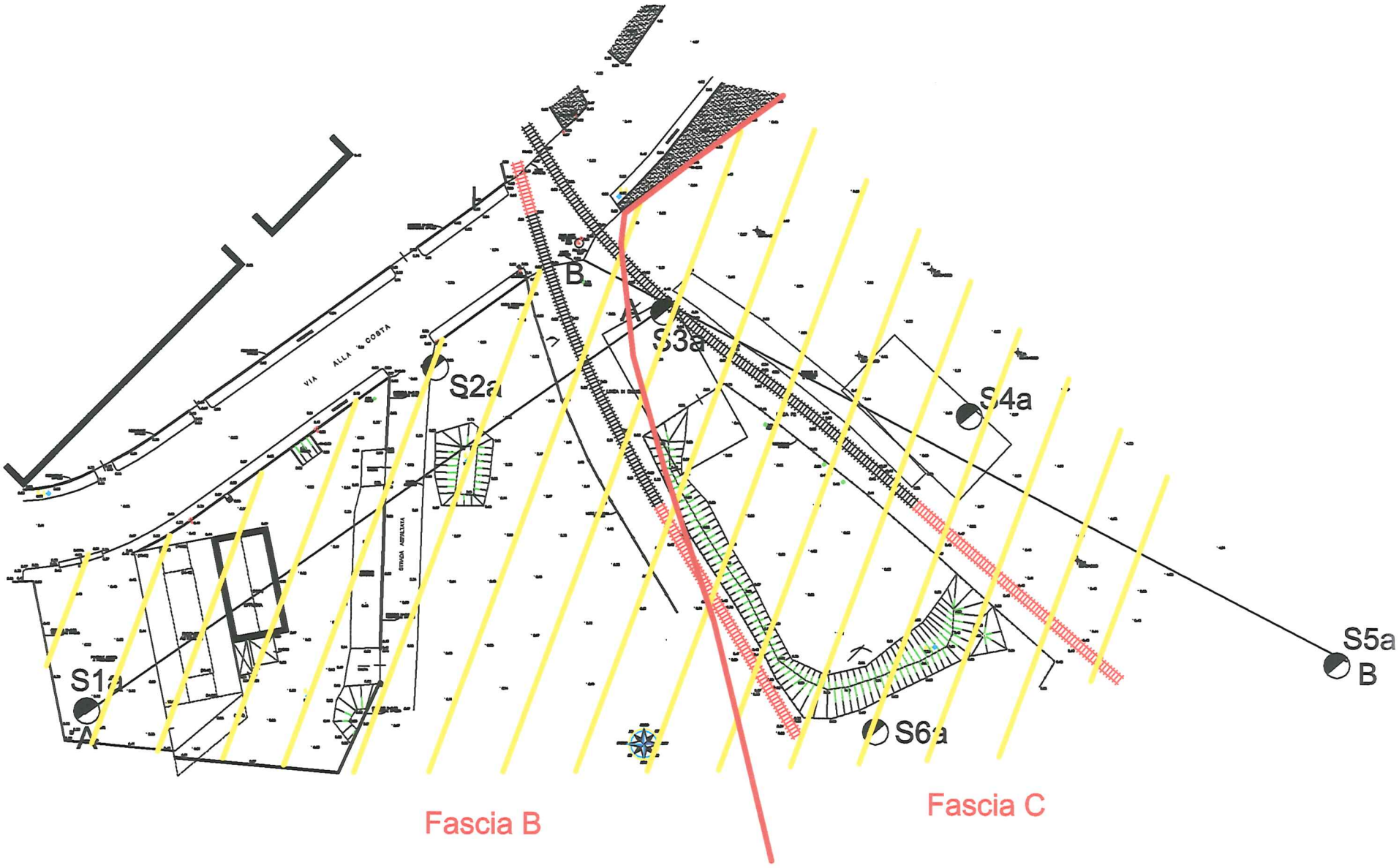
S1

Sondaggi con piezometro

Fascia B

Fascia C

Limite fasce di inondabilità


VIA ALLA COSTA
STRADA ASFALTATA
B
S1a
A
S2a
S3a
S4a
S5a
B
S6a
Fascia B
Fascia C