

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO,
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE,
NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014**
RELAZIONE

GEOLOGIA

GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA - IDROGEOLOGIA

CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO INTEGRATIVE

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV SCALA:

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	R	G	E	0	0	0	1	0	0	1	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	VITIELLO	23/03/18	PENNINO	26/03/18	BELLOCCHIO	26/03/18	PENNINO	
B	REVISIONE GENERALE	VITIELLO	14/06/18	PENNINO	15/06/18	BELLOCCHIO	15/06/18		
									30/06/18

File: IF1M.0.0.E.ZZ.PR.GE.00.0.1.001-B

n. Elab.: X

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.		<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		ROCKSOIL S.p.A.		IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014
PROGETTO ESECUTIVO Certificati prove di laboratorio Integrative		PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PR	DOCUMENTO GE.00.01.001	REV. PAGINA B 2 di 4

1 PREMESSA

Il presente documento contiene i risultati ottenuti dalle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nel corso dei nuovi sondaggi necessari per gli approfondimenti progettuali in fase di Progetto Esecutivo.

Di seguito la tabella riepilogativa dei sondaggi e dei pozzetti esplorativi su cui sono state eseguite prove di laboratorio:

Sondaggio	Tipo Indagine	Opera associata	Profondità	Carotaggio
-	-	-	[m]	tipo
E1PZ	PIEZOMETRO	GA	30	REC. DI NUCLEO
E2DH	DOWN HOLE	GA	30	REC. DI NUCLEO
E5PZ	PIEZOMETRO	GA	40	REC. DI NUCLEO
E7	SONDAGGIO	GA	40	REC. DI NUCLEO
E8DH	DOWN HOLE	GA	40	REC. DI NUCLEO
E9	SONDAGGIO	RILEVATI	50	REC. DI NUCLEO
E10PZ	PIEZOMETRO	RILEVATI	45	REC. DI NUCLEO
E12DH	DOWN HOLE	RILEVATI	40	REC. DI NUCLEO
E13PZ	PIEZOMETRO	RILEVATI	35	REC. DI NUCLEO
E14DH	DOWN HOLE	VIADOTTO 01	35	REC. DI NUCLEO
E15PZ	PIEZOMETRO	VIADOTTO 01	40	REC. DI NUCLEO
E16DH	DOWN HOLE	VIADOTTO 01	40	REC. DI NUCLEO
E17DH	DOWN HOLE	VIADOTTO 01	40	REC. DI NUCLEO
E19	SONDAGGIO	VIADOTTO 01	40	REC. DI NUCLEO
E20DH	DOWN HOLE	VIADOTTO 01	40	REC. DI NUCLEO
E21PZ	PIEZOMETRO	RILEVATI	30	REC. DI NUCLEO
E22PZ	PIEZOMETRO	RILEVATI	40	REC. DI NUCLEO
E23DH	DOWN HOLE	VIADOTTO 02	40	REC. DI NUCLEO
E24PZ	PIEZOMETRO	VIADOTTO 02	40	REC. DI NUCLEO
E25DH	DOWN HOLE	VIADOTTO 02	40	REC. DI NUCLEO
E26DH	DOWN HOLE	VIADOTTO 02	40	REC. DI NUCLEO
E27PZ	PIEZOMETRO	RILEVATI	35	REC. DI NUCLEO
E28	SONDAGGIO	VIADOTTO 03	30	REC. DI NUCLEO
E29	SONDAGGIO	VIADOTTO 03	30	REC. DI NUCLEO
E30DH	DOWN HOLE	VIADOTTO 03	30	REC. DI NUCLEO
E31DH	DOWN HOLE	RILEVATI	30	REC. DI NUCLEO
E32PZ	PIEZOMETRO	VIADOTTO 04	30	REC. DI NUCLEO
E33DH	DOWN HOLE	RILEVATI	30	REC. DI NUCLEO
E34DH	DOWN HOLE	RILEVATI	30	REC. DI NUCLEO
E35DH	DOWN HOLE	RILEVATI	30	REC. DI NUCLEO
E38DH	DOWN-HOLE	IV02_N'V01 C	30	REC. DI NUCLEO
E39DH	DOWN-HOLE	IN 06	30	REC. DI NUCLEO
E40PZ	PIEZOMETRO	IN 06	30	REC. DI NUCLEO
E41PZ	PIEZOMETRO	IN 13	30	REC. DI NUCLEO

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> SYSTRA S.A.	<u>Mandante:</u> SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	ROCKSOIL S.p.A.				
PROGETTO ESECUTIVO Certificati prove di laboratorio Integrative	PROGETTO IF1M	LOTTO 0.0.E.ZZ	CODIFICA PR	DOCUMENTO GE.00.01.001	REV. B	PAGINA 3 di 4

Sondaggio	Tipo indagine	Opera Associata	Profondità	Carotaggio
-	-	-	m	tipo
EPOZ 1	Pozzetto esplorativo	Rilevati	0,95	
EPOZ 2	Pozzetto esplorativo	Rilevati	3,00	
EPOZ 3	Pozzetto esplorativo	Rilevati	3,00	
EPOZ 4	Pozzetto esplorativo	Rilevati	3,00	
EPOZ 5	Pozzetto esplorativo	Rilevati	3,00	
EPOZ 6	Pozzetto esplorativo	Rilevati	1,60	
EPOZ 7	Pozzetto esplorativo	Rilevati	0,70	
EPOZ 8	Pozzetto esplorativo	Rilevati	1,20	
EPOZ 9	Pozzetto esplorativo	Rilevati	0,50	

I dettagli delle prove eseguite sono suddivisi nei seguenti allegati:

- IF1M00EZZPRGE0001002B – Certificati prove di laboratorio integrative – allegato 1 – prove di laboratorio sondaggi E1PZ, E2DH, E5PZ, E7, E8DH e E9;
- IF1M00EZZPRGE0001003B – Certificati prove di laboratorio integrative – allegato 2 – prove di laboratorio sondaggi E10PZ, E12DH, E13PZ, E14DH e E15PZ;
- IF1M00EZZPRGE0001004B – Certificati prove di laboratorio integrative – allegato 3 – prove di laboratorio sondaggi E16DH, E17DH, E19, E20DH, E21PZ, E22PZ e E23DH;
- IF1M00EZZPRGE0001005B – Certificati prove di laboratorio integrative – allegato 4 – prove di laboratorio sondaggi E24PZ, E25DH, E26DH, E27PZ, E28 e E29;
- IF1M00EZZPRGE0001006B – Certificati prove di laboratorio integrative – allegato 5 – prove di laboratorio sondaggi E30DH, E31DH, E32PZ, E33DH, E34DH, E35DH, E36DH, E38DH, E39DH, E40PZ e E41PZ;
- IF1M00EZZRHGE0001004B – Indagini geognostiche e prove in situ integrative - allegato 2 - prove di laboratorio, stratigrafie e prove in situ dei Pozzetti esplorativi.

Per l'ubicazioni di tutte le indagini eseguite, pregresse ed integrative, si rimanda alle seguenti planimetrie:

APPALTATORE: <u>Mandatario:</u> SALINI IMPREGILO S.p.A.	<u>Mandante:</u> ASTALDI S.p.A.	LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI TRATTA NAPOLI-CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014												
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> SYSTRA S.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.														
PROGETTO ESECUTIVO Certificati prove di laboratorio Integrative		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">PROGETTO</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IF1M</td> <td style="text-align: center;">0.0.E.ZZ</td> <td style="text-align: center;">PR</td> <td style="text-align: center;">GE.00.01.001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">4 di 4</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	IF1M	0.0.E.ZZ	PR	GE.00.01.001	B	4 di 4
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA									
IF1M	0.0.E.ZZ	PR	GE.00.01.001	B	4 di 4									

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	1	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 1/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	2	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 2/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	3	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 3/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	4	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 4/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	5	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 5/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	6	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 6/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	7	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 7/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	8	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 8/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	0	9	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 9/10	1:2.000
I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	P	6	G	E	0	0	0	1	0	1	0	B	Planimetria Indagini geognostiche integrative Tav. 10/10	1:2.000

Per ulteriori approfondimenti si allegano le relazioni tecnico descrittive delle indagini realizzate.



Via Pastrengo, 9 – 24068 Seriate (Bg)
Tel: 035 303120
E-mail: ismgeo@ismgeo.it
Internet: www.ismgeo.it

Istituto
Sperimentale
Modelli
GEOtecnici

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

Linea AV Napoli Bari

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Prog. L001;Doc. RAT 068/2018

Redatto da:	Andrea Saccenti	08/06/18
Rivisto e Approvato da:	Andrea Saccenti	

LISTA DI DISTRIBUZIONE

Nominativo	Riferimento
Committente: NACAV SCARL	Dott.ssa Fiorenza PENNINO (RockSoil S.p.A.) Dott. Davide COSENTINO (Sonedile S.r.l.)

STORIA DELLE MODIFICHE

Data	Versione	Descrizione cambiamenti	Riferimento
Giugno 2018	00	Prima versione	

Documenti in ingresso

[1] Ordine Sonedile S.r.l.

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. ATTIVITÀ DI LABORATORIO.....	4
2.1. Campioni esaminati	4
2.2. Programma di prova	4
2.3. Tipi di prove eseguite.....	4
2.4. Conservazione, apertura e descrizione dei campioni	5
2.4.1. Conservazione ed apertura dei campioni indisturbati	5
2.4.2. Descrizione geotecnica dei terreni (DC)	5
2.5. Prove di classificazione	7
2.5.1. Determinazione del contenuto d'acqua (w).....	7
2.5.2. Determinazione del peso di volume umido (γ)	7
2.5.3. Determinazione dei Limiti di liquidità e di plasticità (LLP).....	7
2.5.4. Analisi Granulometrica (Gr)	7
2.5.5. Densità dei grani (Gs).....	7
2.5.6. Determinazione della massa volumica minima e massima (ID)	7
2.6. Prove meccaniche	8
2.6.1. Preparazione di provini per prove meccaniche	8
2.6.2. Prova di consolidazione edometrica a carico controllato (Edo IL)	8
2.6.3. Prova di taglio diretto consolidata anisotropicamente drenata (DS CK0D).....	9
2.6.4. Prova triassiale ciclica di resistenza consolidata isotropicamente non drenata (CTxS CIU).....	10
2.6.5. Descrizione macroscopica pre e post prova dei provini di roccia	11
2.6.6. Determinazione della velocità sonica (Vp).....	11
2.6.7. Prova di compressione monoassiale con misura delle deformazioni assiali e radiali (UXDC)	11
2.6.8. Prova di compressione triassiale in controllo di deformazione (TXDC).....	12
3. TABELLE	13

ELENCO TABELLE

Tab. 1 - Classi di utilizzabilità dei campioni per prove di laboratorio, classificazione dei grani in funzione dell'intervallo granulometrico, definizione dei materiali in funzione delle frazioni granulometriche presenti e classificazione dei materiali in base alla consistenza misurata con il penetrometro tascabile.

ELENCO FIGURE

Fig. 1 – Definizioni adottate per la descrizione dei campioni.

Allegato A – Certificati prove di laboratorio

1. PREMESSA

L'Istituto Sperimentale Modelli GEOTecnici di Seriate ha eseguito, su incarico di NACAV SCARL [1] una campagna di prove geotecniche di laboratorio su campioni prelevati presso la linea AV Napoli-Bari. Il presente rapporto contiene la descrizione del programma di prova adottato, le modalità di prova ed i relativi certificati.

2. ATTIVITÀ DI LABORATORIO

2.1. Campioni esaminati

Le prove di laboratorio hanno interessato campioni di terreno appartenenti a 26 sondaggi geognostici. Gli elenchi dei campioni ricevuti e delle prove eseguite sono riportati in tabella 1.

2.2. Programma di prova

Tutte le prove sono state condotte nel rispetto delle procedure tecniche interne, redatte sulla base delle raccomandazioni AGI e ASTM, tenendo conto degli sviluppi dello stato dell'arte.

Ogni prova è stata identificata con i seguenti termini:

Committente: NACAV Scarl
Cantiere: Linea Napoli Bari
Sondaggio: Codice di identificazione del sondaggio
Campione: Codice di identificazione del campione
Profondità: Profondità di prelievo da piano campagna del materiale sottoposto a prova
Prova: Codice della prova (sigla di identificazione e numero d'ordine progressivo).

Le sigle adottate per l'identificazione delle prove sono indicate tra parentesi nel testo seguente e sono riportate sul certificato di prova relativo.

2.3. Tipi di prove eseguite

Sulla base del programma di prova, della natura e delle caratteristiche dei materiali, sono state eseguite le seguenti prove:

- Apertura e descrizione geotecnica (Dc)
- Analisi granulometrica (Gr)
- Determinazione del contenuto d'acqua (w)
- Determinazione del peso di volume (γ)
- Determinazione dei limiti di plasticità e di liquidità (LLP)
- Determinazione del peso specifico dei grani (Gs)
- Prove di taglio diretto (DS)
- Prove edometrica (EDO IL)
- Determinazione del peso di volume minimo e massimo (ID)
- Prova triassiale ciclica a liquefazione (CTXS)
- Prove triassiale su roccia (TXDC)
- Prova monoassiale su roccia (UXDC)
- Misure soniche (Vs-Vp)

2.4. Conservazione, apertura e descrizione dei campioni

2.4.1. Conservazione ed apertura dei campioni indisturbati

Dopo il controllo dei dati identificativi, i campioni ricevuti sono stati ricoverati in camera climatica in cui temperatura e umidità relativa vengono mantenute costanti rispettivamente a 20°C e oltre 85 %.

Per ogni campione indisturbato aperto sono stati rilevati i dati identificativi (sondaggio e numero d'ordine progressivo). Il modulo di prova è stato quindi compilato con data di consegna, data di apertura e con ogni altra informazione disponibile riguardo le modalità di campionamento.

Per tutti i campioni in fustella esaminati è stata adottata l'estrusione orizzontale: con un estrusore pneumatico, provvisto di variatore di pressione e di teste intercambiabili in funzione del diametro interno del carotiere, il campione è stato estratto in una singola corsa e depositato su un banco posto allo stesso livello del bordo della fustella; dopo una cauta scorticazione del terreno per liberarlo dal velo costituito dal fango di perforazione è stata ottenuta una ripresa fotografica.

2.4.2. Descrizione geotecnica dei terreni (DC)

La descrizione del campione, riportata sul certificato "Descrizione Campione", raccoglie tutte le indicazioni desunte dall'osservazione delle caratteristiche del campione immediatamente dopo la sua estrusione e scorticazione. Sono state in primo luogo descritte le caratteristiche generali del campione, evidenziando ad esempio la eventuale presenza di discontinuità, fratture o rammollimenti di alcune parti del campione stesso. Il campione è stato quindi descritto evidenziando le parti aventi caratteristiche omogenee, nel seguito chiamate "settori" e fornendo una classificazione sull'utilizzabilità per prove di laboratorio secondo i criteri definiti in tab. 2. Ogni singolo settore è stato analizzato a partire dalla testa del campione, secondo il seguente ordine: delimitazione del settore, natura del materiale, colore, struttura (se riconoscibile), consistenza (se misurabile) e nell'eventualità, presenza di materiale organico vegetale, reattività con acido cloridrico, strutture subordinate, discontinuità, torba e/o fossili. Per i campioni rimaneggiati la descrizione è stata di norma adeguata alle caratteristiche del campione e limitata alle informazioni relative a natura del terreno, colore, reattività con acido cloridrico ed eventuali presenze di strutture subordinate e/o torba o fossili.

I limiti spaziali del settore sono stati espressi in metri, attribuendo alla testa del campione la profondità reale di campionamento.

La natura del terreno è stata descritta con riferimento alle dimensioni dei grani ed alle percentuali dei diversi tipi di materiali presenti, così come determinati visivamente dall'Operatore e successivamente tramite verifica con le analisi granulometriche secondo lo schema e le definizioni delle Raccomandazioni AGI (AGI, 1977). Al materiale è stato attribuito il nome della percentuale più rilevante seguita da specificazioni per indicare le frazioni minoritarie. Per il diametro dei grani caratteristici di ogni tipo di materiale si veda la tab. 2. Sempre in tab. 2 è riportato il testo delle Raccomandazioni AGI relativo alla classificazione dei terreni che è stato utilizzato integrato dall'espressione "con tracce di..." per indicare frazioni con percentuale in peso compresa tra 1% e 5%. Si noti che a causa del tipo di identificazione adottata, la natura granulare o fine del terreno non può essere desunta dalla sola percentuale più rilevante; così per esempio, un terreno descritto come "sabbia con limo argilloso" può avere più del 50% di passante al vaglio 200 ASTM (0.075mm). Per la ghiaia è stato descritto l'assortimento, il grado di arrotondamento, la forma e la dimensione maggiore (Lmax) espressa in millimetri; mentre per la sabbia è stato descritto l'assortimento e, per la frazione avente grani ben osservabili ad occhio nudo, è stato anche riportato il grado di arrotondamento. Per descrivere l'assortimento sono stati utilizzati i termini fine (f), media (m), grossolana (g), medio fine (m/f), medio grossolana (m/g) ed eterogenea.

Per il grado di arrotondamento sono stati usati i termini arrotondata, subarrotondata, subangolare, angolare con riferimento alle fig. 1 (Rittenhouse, 1943) per la sabbia e alla fig. 1 per la ghiaia e i ciottoli (Pettijohn, 1949).

Per la forma sono stati usati i termini discoidale, sferoidale, lamellare, allungata con riferimento allo schema di fig. 1 (Gnaccolini, 1978), in cui la dimensione dell'elemento di dimensione maggiore (Lmax) è espressa in millimetri.

Il colore fondamentale o i colori fondamentali (se più di uno, ma distribuiti senza una struttura particolare) sono stati descritti con l'ausilio della Tavola dei colori Munsell (Munsell, 1975) fornendo il nome e la sigla.

La struttura del settore, cioè l'organizzazione macroscopica delle particelle costituenti il materiale, è stata individuata, quando evidente, con riferimento ai seguenti tipi:

Struttura omogenea: consiste in materiale con organizzazione indifferenziata delle particelle.

Struttura a livelli: consiste nella presenza di livelli (spessore di materiale maggiore di 6 mm) che si alternano nel settore. I livelli possono essere descritti come da schema di fig. 1.

Struttura laminata: consiste nella presenza di laminazioni e livelli (rispettivamente con spessore di materiale inferiore o superiore a 6 mm) che si alternano nel settore. Queste possono essere descritte come da schema di fig. 1 con il termine "in alternanza".

Struttura caotica: è individuata da segni evidenti di rimescolamento legato a fenomeni naturali.

Struttura scagliosa: è individuata dall'attitudine del materiale a sfaldarsi secondo "scaglie".

L'assenza di indicazioni segnala una struttura omogenea del materiale.

La consistenza è stata descritta per i soli terreni fini sulla base dei risultati del Penetrometro Tascabile condotti sulle teste del campione o sui fianchi previamente scorticati. Le classi di consistenza attribuibili sono elencate in tab. 1.

Il materiale organico è stato descritto mediante i termini resti vegetali e torba cioè materiale vegetale in variabile stato di decomposizione. Di quest'ultimo sono stati indicati:

tessitura: fibrosa o amorfa a seconda che sia stato riconosciuto o meno il tessuto vegetale originario;

consistenza: compatta o spugnosa a seconda che possa essere stata o meno manipolata;

colore: ricavato dal confronto con le tavole "Munsell Soil Color Chart".

Per qualificare un terreno contenente percentuali variabili di torba è stato utilizzato il termine "torboso". Si è, infine, fatto uso del termine "frustolo" per indicare l'eventuale struttura irregolare della torba.

I fossili sono stati descritti con riferimento al colore ed alla loro integrità o fratturazione.

La reazione all'acido cloridrico è stata descritta con i termini "debolmente reagente con HCl", "reagente con HCl", "fortemente reagente con HCl". Le classi corrispondono rispettivamente ad una debole reazione, ad una reazione evidente e ad una reazione molto intensa. L'assenza di indicazioni segnala la mancata reazione del materiale con HCl.

Le strutture subordinate sono state classificate come livelli, laminazioni, lenti, noduli, granuli, identificabili all'interno del settore per diversa granulometria, reazione con HCl o colore. I termini "livelli" e "laminazioni" sono stati utilizzati per indicare rispettivamente spessori di materiale superiori e inferiori a 6 mm relativi all'intera sezione del campione. La geometria della loro disposizione è stata descritta con riferimento allo schema di fig. 1. Il termine "lenti" è stato utilizzato per descrivere materiali con geometria lentiforme; il termine "noduli" per materiali subsferoidali di diametro superiore a 2 mm; il termine "granuli" per materiali subsferoidali di diametro inferiore a 2 mm. La descrizione dei materiali subordinati, quando significativa, è stata eseguita con le stesse modalità previste per il settore.

Le discontinuità sono state segnalate con il termine "frattura", con indicazione dell'eventuale assenza di scabrezza.

Di ogni materiale subordinato è stato indicato l'intervallo di profondità all'interno del quale è stato osservato. Nel caso fosse presente in tutto lo strato considerato, è stato utilizzato il termine "sparso". Del materiale subordinato è stata indicata anche la frequenza con gli aggettivi "raro", "qualche" e "frequente".

Di ogni campione indisturbato, è stata ottenuta documentazione fotografica per meglio evidenziare i tipi di materiali esaminati e le eventuali anomalie strutturali. Le fotografie sono completate con i dati identificativi, una scala cromatica e un riferimento dimensionale.

2.5. Prove di classificazione

2.5.1. Determinazione del contenuto d'acqua (w).

La determinazione è stata eseguita con il metodo tradizionale per essiccazione in stufa termostata alla temperatura costante di 110 ± 5 °C, fino a peso costante. I risultati sono riportati sul certificato "Caratteristiche Generali del Campione".

2.5.2. Determinazione del peso di volume umido (γ)

Il peso di volume umido è stato calcolato dalla misurazione di dimensioni e peso del terreno ancora contenuto in fustella e dei provini di forma regolare predisposti per l'esecuzione delle prove meccaniche. Per le determinazioni in fustella sono state regolarizzate le teste del campione con una spatola prima delle misure. I risultati sono presentati sul certificato "Caratteristiche Generali del Campione".

2.5.3. Determinazione dei Limiti di liquidità e di plasticità (LLP)

Per la definizione del limite di liquidità è stato impiegato il Cucchiario di Casagrande eseguendo tre determinazioni e definendo per interpolazione il contenuto d'acqua corrispondente alla chiusura del solco dopo 25 colpi; per il limite di plasticità il contenuto d'acqua è stato determinato su cilindretti di terreno rullati a mano fino alla comparsa delle screpolature in corrispondenza di un diametro degli stessi di 3 mm. La prova è stata condotta sul materiale preventivamente setacciato al vaglio n. 40 ASTM (0.425 mm). I risultati sono presentati sul certificato "Caratteristiche Generali del Campione".

2.5.4. Analisi Granulometrica (Gr)

La determinazione della curva granulometrica è stata eseguita per vagliatura del materiale trattenuto al vaglio n.200 ASTM e per sedimentazione del passante allo stesso vaglio. Il materiale è stato preparato per via umida, cioè suddividendo trattenuto e passante al suddetto vaglio mediante lavaggio. Per la vagliatura sono stati impiegati vagli tarati della serie ASTM; per la sedimentazione, cilindri graduati e densimetri tarati; quale antiflocculante è stata impiegata una soluzione di sodio esametafosfato (40 g/l). Sul certificato "Analisi granulometrica" sono presentati la curva granulometrica e alcuni parametri significativi da essa desunti.

2.5.5. Densità dei grani (Gs)

La densità dei grani in rapporto alla densità dell'acqua, espressa come numero puro, è stata calcolata con l'impiego di picnometri e di una quantità opportuna di terreno essiccato in forno e successivamente disgregato in mortaio. Per ogni prova sono state eseguite due determinazioni indipendenti e il valore fornito è la media di queste. I risultati sono presentati nel certificato "Caratteristiche Generali del Campione".

2.5.6. Determinazione della massa volumica minima e massima (ID)

La determinazione della massa volumica minima e massima è stata eseguita utilizzando un formatore ed un tavolo vibrante elettromagnetico. La capacità del formatore, e quindi la quantità di materiale da sottoporre a prova, è stata scelta in funzione delle dimensioni granulometriche massime stabilite per la miscela. Lo stato di minimo addensamento è stato ottenuto depositando con la massima cura il materiale nel formatore mediante un imbuto, in modo da ottenere un campione uniforme. Il formatore è stato successivamente fissato al tavolo vibrante. Lo stato di massimo addensamento è stato raggiunto gravando il materiale con un sovraccarico e facendolo vibrare. Il tempo e l'ampiezza di vibrazione adottati sono stati rispettivamente pari a 8 minuti e a 0.38 mm. I risultati sono presentati sul certificato "Determinazione della massa volumica minima e massima".

2.6. Prove meccaniche

2.6.1. Preparazione di provini per prove meccaniche

I provini da campioni coesivi indisturbati sono stati ottenuti utilizzando il metodo della fustellazione: esso consiste nella infissione graduale e guidata di una fustella di acciaio inox dotata di bordo tagliente (scarpa) nel terreno previa rimozione del materiale eccedente in prossimità della scarpa stessa; la fustella viene intrusa verticalmente mediante l'impiego di uno stativo che consente anche l'applicazione della pressione di infissione. Questa procede sino a che circa un centimetro di materiale ecceda sia nella parte superiore che in quella inferiore della fustella; la rasatura con un coltello affilato consente di avere superfici perfettamente piano - parallele.

2.6.2. Prova di consolidazione edometrica a carico controllato (Edo IL)

Attrezzatura - La prova di consolidazione edometrica a carico controllato è stata condotta nell'apparecchio classico a leva meccanica, in accordo con le modalità di incremento di carico. Gli apparecchi edometrici in uso presso i nostri laboratori consentono il raggiungimento di un carico verticale massimo di 12.8 MPa mediante l'aggiunta di pesi calibrati. I componenti della cella sono di acciaio inossidabile mentre il serbatoio dell'acqua è di plexiglass. Le pietre porose impiegate sono di silice. L'anello di consolidazione ha dimensioni tali da accettare provini cilindrici aventi diametro di 50 mm e altezza di 20 mm.

Strumentazione - Per la rilevazione dei parametri di prova sono stati collegati all'apparecchio edometrico i seguenti strumenti elettronici:

- trasduttore di spostamento avente fondo scala pari a 10 mm, classe di accuratezza migliore di 0.3% del fondo scala;
- condizionatore di segnale avente tensione di uscita 5 Vac e frequenza 5 kHz, uscita analogica 0 ÷ 10 Vcc, classe di accuratezza migliore di 0.1% del valore di uscita;
- computer dotato di programma di acquisizione.

Modalità di prova - Dopo aver confezionato il provino con le modalità precedentemente descritte, inserendo il campione direttamente nell'anello di consolidazione, è stata centrata nella cella una pietra porosa coperta da un disco di carta filtro, è stato posizionato l'anello di consolidazione con il campione, sono stati aggiunti un altro disco di carta filtro, una pietra porosa e il ripartitore di carico dotato di alloggiamento semisferico.

Un carico iniziale, corrispondente ad uno sforzo verticale sul provino di norma pari a 0.0125 - 0.0250 MPa è stato applicato; è stata quindi aggiunta acqua demineralizzata in cella per simulare la condizione naturale sotto falda e le variazioni di altezza del campione sono state mantenute sotto controllo così da impedire ogni rigonfiamento mediante l'immediato aumento del carico applicato. Le operazioni precedenti sono state ripetute fino all'esaurimento di ogni tendenza rigonfiante.

L'aumento del carico è avvenuto in progressione geometrica. La permanenza di ciascun carico sul campione è stata in generale di 24 ore poiché è stato constatato che questo intervallo era sufficiente per consentire la consolidazione e definire il ramo secondario della curva cedimenti-tempo, quando questo fosse determinabile.

Raggiunto il carico massimo di prova si è iniziata la fase di scarico riducendo gli sforzi sul campione generalmente nel rapporto 4:1 e mantenendo comunque la durata applicazione del carico a 24 ore. Nel corso dei gradini di carico si è provveduto alla misura dei cedimenti in funzione del tempo. In qualche caso tuttavia, constatato che la curva deformazione verticale - tempo dei gradini di carico non era interpretabile, è stato acquisito il solo valore finale del cedimento. Quest'ultima procedura è stata adottata anche per i gradini di scarico.

Elaborazione dei dati di prova - I dati di prova registrati sono stati successivamente trasferiti ad un personal computer per le elaborazioni. Sono state tracciate, ove possibile, le curve cedimento-logaritmo del tempo che, interpretate con il classico metodo di Casagrande, hanno permesso in generale di definire il cosiddetto t_{100} (tempo necessario per l'esaurimento della consolidazione primaria) e conseguentemente i valori dei coefficienti di consolidazione verticale, di permeabilità ed il modulo edometrico riferito a t_{100} .

La pendenza del ramo secondario della curva ha permesso la definizione del coefficiente di compressione secondaria.

Certificazione - Le prove sono certificate mediante i seguenti documenti:

- a) “Tabella valori” - Riassume le caratteristiche fisiche del provino sottoposto a prova; sono inoltre tabulati, per ogni gradino di carico, i valori della tensione verticale applicata, del conseguente cedimento finale ed i valori di deformazione assiale finale ed in corrispondenza di t_{100} .
- b) “Diagramma Sforzi - Deformazioni” - In tale grafico vengono riportate le misure di deformazione assiale ed, eventualmente, del valore del coefficiente di compressione secondaria C_{α} , corrispondenti ad un determinato gradino di carico. In tale diagramma vengono altresì riportati i valori dei rapporti di ricomprensione RR, di compressione CR e di rigonfiamento SR, valutati negli intervalli tensionali evidenziati a fianco di ciascuno di essi.
- c) “Diagramma Sforzi - Indice dei vuoti” - In tale grafico viene riportata la determinazione dell'indice dei vuoti iniziale e le sue variazioni in funzione del carico verticale efficace. L'indice dei vuoti è determinato dalla misura del cedimento finale del gradino. Nello stesso grafico è riportato l'eventuale misura del coefficiente di consolidazione secondaria C_{α} (riferito, in questo caso, all'indice dei vuoti) in funzione della tensione verticale efficace. Inoltre sono riportati i valori degli indici di ricomprensione Cr, di compressione Cc e di rigonfiamento Cs, calcolati negli intervalli tensionali evidenziati a fianco di ciascuno di essi.
- d) “Diagramma riassuntivo” - Questo certificato riassume una serie di determinazioni, graficate in funzione della tensione verticale efficace. In particolare:
 - modulo edometrico, M, valutato tra le deformazioni finali ed eventualmente in corrispondenza di t_{100} ;
 - coefficiente di consolidazione verticale, C_v , quando determinato;
 - coefficiente di permeabilità, k, quando determinato.
- e) “Diagramma cedimenti - tempo” - In tale certificato sono presentate le misure di cedimento verticale in funzione del tempo per ogni gradino di carico. Ove possibile vengono riportate le determinazioni t_{100} e la correzione del cedimento verticale iniziale, secondo le indicazioni di Casagrande.

2.6.3. Prova di taglio diretto consolidata anisotropicamente drenata (DS CK0D)

Attrezzatura - La prova di taglio diretto è stata eseguita con il classico apparecchio di Casagrande costituito da una struttura scatolare in grado di contenere il provino e di scorrere secondo un piano mediano generando il taglio nel terreno. La cella contenente la scatola di Casagrande con il provino viene colmata d'acqua per simulare la naturale situazione sotto falda; pietre porose e carta filtro consentono il drenaggio del terreno durante la prova. La pressione verticale di consolidazione è fornita da pesi, mentre la forza necessaria a produrre lo scorrimento è generata da un motore elettrico fornito di selettore di velocità.

Strumentazione - Le grandezze di prova vengono misurate e registrate grazie all'impiego dei seguenti strumenti:

- trasduttori di spostamento avente fondo scala di 20%50 mm, classe di accuratezza migliore di 0.3% del fondo scala
- cella di carico avente fondo scala 5 - 100 kN, accuratezza migliore di 0.1% del fondo scala
- condizionatore di segnale avente tensione di uscita 5 Vac e frequenza 5 kHz, classe di accuratezza migliore di 0.1% del valore di uscita
- personal computer dotato di programma di acquisizione.

Modalità di della prova - La prova è stata realizzata impiegando un provino di sezione quadrata avente lato di 6 cm e altezza di 2 cm, ottenuto secondo le modalità descritte al punto 2.6.1.. Dopo la fase di saturazione e consolidazione a deformazione laterale impedita alle tensioni verticali previste, è stata iniziata la fase di rottura ad una velocità di deformazione controllata tale da consentire la dissipazione dell'eccesso di pressioni interstiziali generate durante l'applicazione dello sforzo di taglio. Come base per la scelta della velocità è stato utilizzato il tempo di consolidazione (t_{100}) rilevato per l'ultimo incremento

di pressione verticale applicata (Bishop et al., 1957). La fase di rottura è stata ritenuta conclusa quando il valore dello sforzo di taglio fosse stabilizzato oppure fossero stati completati 5 cicli di taglio.

Certificazione - Sono di seguito descritte le due diverse modalità di certificazione adottate, a seconda che le prove abbiano avuto quale scopo la determinazione della sola resistenza massima oppure dei parametri relativi alla resistenza massima e residua:

Determinazione τ massimo - Sul certificato “Determinazione τ massimo” sono riportati, oltre ad alcuni dati generali dei provini, i diagrammi dello sforzo di taglio τ e della deformazione verticale δ_v in funzione dello scorrimento orizzontale δ_h . E’ inoltre presentato il piano $\tau - \sigma'_v$ sulla quale sono riassunti i valori di taglio massimo misurati in funzione della tensione efficace di consolidazione applicata al provino.

Determinazione τ residuo - Per ogni singolo provino viene presentato il certificato di prova “Prova di taglio diretto - Determinazione ϕ residuo” sul quale, oltre ad alcuni dati relativi al provino, sono riportati i diagrammi dello sforzo di taglio τ e della deformazione verticale δ_v in funzione dello scorrimento orizzontale δ_h per tutti i cicli eseguiti. Un altro certificato “Prova di taglio diretto - Diagramma riassuntivo ϕ residuo” presenta, in sintesi, i valori di resistenza massima e residua ottenuti in funzione della tensione verticale efficace di consolidazione σ'_v applicata. Il valore di taglio massimo riportato coincide con il punto avente il massimo sforzo di taglio durante, di norma, il primo ciclo di rottura. Il valore di taglio residuo riportato è il valore di resistenza a cui tende il provino dopo scorrimenti elevati. Il valore di taglio massimo riportato coincide con il punto avente il massimo sforzo di taglio durante, di norma, il primo ciclo di rottura. Il valore di taglio residuo riportato è il valore di resistenza a cui tende il provino dopo scorrimenti elevati.

2.6.4. Prova triassiale ciclica di resistenza consolidata isotropicamente non drenata (CTxS CIU)

Attrezzatura - La prova triassiale ciclica è stata eseguita utilizzando la cella triassiale già descritta ai punti precedenti; per l’applicazione dei carichi ciclici essa è stata posta sotto una struttura di contrasto dotata di un sistema elettropneumatico che ha consentito di applicare al provino un carico sinusoidale di ampiezza costante. Il carico è stato tarato prima dell’inizio della prova mediante un apposito sistema di calibrazione.

Strumentazione - Per la rilevazione dei parametri di prova sono stati collegati all’attrezzatura impiegata i seguenti strumenti elettronici:

- trasduttore di spostamento avente fondo scala di %25 mm, classe di accuratezza migliore di 0.3% del fondo scala;
- trasduttori di pressione aventi fondo scala 10%50 bar, classe di accuratezza migliore di 0.2% del fondo scala;
- cella di carico avente fondo scala 1 kN, accuratezza migliore di 0.1% del fondo scala;
- condizionatori di segnale avente tensione di uscita 5 Vac e frequenza 5 kHz, classe di accuratezza migliore di 0.1% del valore di uscita;
- registratore oscillografico a carta, 6 canali “fast response”, range variabile da 0.5 mV a 200 V.;
- box elettropneumatico per il controllo del carico dinamico con generatori di onde di carico ad una frequenza di variabile da 0.05 a 2 Hz e un range di carico di %300 KPa;
- personal computer dotato di programma di acquisizione.

Modalità di prova - Il provino, ricostruito in accordo con quanto descritto precedentemente, è stato successivamente saturato e posto in consolidazione ai valori di tensione efficace isotropa previsti, secondo le modalità già esposte ai punti precedenti.

Al termine della consolidazione la cella è stata trasferita sotto la struttura di carico e a drenaggio chiuso sono stati applicati i carichi ciclici previsti.

Nel caso di prove triassiali cicliche finalizzate alla determinazione della curva “stress ratio - numero dei cicli” il campione è stato sottoposto al carico ciclico prestabilito e la prova è stata protratta fino al raggiungimento della liquefazione.

Nel caso la prova fosse finalizzata alla determinazione dei cedimenti dinamici, il campione è stato

sottoposto ad una successione di tre gradini di carico ciclico a valori di stress ratio crescenti, l'ultimo dei quali protratto sino al raggiungimento della liquefazione del provino.

Dopo ogni gradino il provino è stato riconsolidato per il tempo necessario a dissipare la pressione interstiziale indotta; le variazioni dimensionali misurate sono state utilizzate per il calcolo delle dimensioni del provino relative al ciclo successivo.

Certificazione - Il certificato "Prova triassiale ciclica di resistenza" riporta, per ogni valore di carico ciclico applicato, oltre ad alcuni dati generali relativi al provino, il rapporto della pressione interstiziale sviluppatasi R_u , le deformazioni assiali cicliche in singola ed in doppia ampiezza e la tensione ciclica, tutti in funzione del numero di cicli applicati.

2.6.5. Descrizione macroscopica pre e post prova dei provini di roccia

I provini di roccia sottoposti a prove di laboratorio sono oggetto di una sintetica descrizione macroscopica pre e post-prova.

Nella descrizione macroscopica pre-prova vengono evidenziati i seguenti principali aspetti composizionali e tessiturali:

natura litologica (classificazione della roccia, colore, individuazione di eventuali porzioni a differente composizione mineralogica ecc.);

caratteristiche tessiturali (grana dei costituenti mineralogici, andamento delle superfici di laminazione sedimentaria o di scistosità ecc.);

caratteristiche strutturali (grado di compattezza, orientazione, lunghezza ed apertura di eventuali discontinuità, presenza di cavità e natura dell'eventuale riempimento ecc.).

2.6.6. Determinazione della velocità sonica (V_p)

La velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali viene determinata come rapporto tra le dimensioni assiali del campione ed il tempo di primo arrivo delle onde elastiche. Quest'ultimo è misurato mediante un'apparecchiatura costituita da:

- un generatore di impulsi;
- due trasduttori di ceramica piezoelettrica applicati alle teste del campione per la trasmissione e la ricezione del segnale;
- un amplificatore collegato ad un oscilloscopio digitale;
- un misuratore di intervalli di tempo ad alta risoluzione.

Le determinazioni vengono effettuate sui provini nelle condizioni di umidità residua, così come si presentano dopo la loro conservazione in camera umida dal momento dell'arrivo degli stessi ai laboratori fino alla loro preparazione; i valori riportati in tabella rappresentano la media di più rilevazioni.

2.6.7. Prova di compressione monoassiale con misura delle deformazioni assiali e radiali (UXDC)

Le prove di compressione monoassiale a deformazione controllata (UXDC) con misura delle deformazioni assiali e radiali sono state eseguite utilizzando una pressa elettromeccanica a tre colonne ed alta rigidità avente un fondo scala di 50 ton.

Nel corso della prova sono misurate le seguenti grandezze:

- carico assiale mediante cella di carico interna alla pressa;
- deformazioni assiali e radiali mediante 4 trasduttori di spostamento di tipo induttivo. Tali trasduttori, aventi risoluzione pari a 0.001 mm, sono montati su apposite incastellature che permettono loro la misura delle effettive deformazioni del provino, evitando la rilevazione di qualsiasi deformazione spuria.

La prova è eseguita su provini cilindrici aventi rapporti di snellezza (L/D), quando possibile, prossimi 2. Dopo la preparazione mediante taglio e successiva rettifica delle estremità, il provino è stato portato a rottura applicando una deformazione controllata in modo da ottenere la rottura in un tempo compreso tra 5

e 20 minuti. La rottura è stata protratta sino alla definizione della resistenza residua del provino (quando misurabile).

2.6.8. Prova di compressione triassiale in controllo di deformazione (TXDC)

Le prove di compressione triassiale su provini litoidi sono state eseguite utilizzando una pressa avente le seguenti caratteristiche:

- Telaio di contrasto in acciaio ad alta rigidità;
- Attuatore oleodinamico a doppio effetto per l'applicazione del carico assiale, alimentato da una centralina oleodinamica e servocontrollato da un sistema automatico per il controllo della deformazione e del carico;
- Centralina oleodinamica provvista di sistema automatico di servocontrollo per l'applicazione della pressione in cella;
- Cella di prova in cui alloggiare i provini.

Per la misura del carico applicato e del cedimento verticale del campione sono stati impiegati:

- trasduttori di spostamento aventi fondo scala di 10 mm, classe di accuratezza migliore di 0.3% f.s.;
- cella di carico avente fondo scala 100 ton, accuratezza migliore di 0.1% f.s.;
- condizionatori di segnale aventi classe di accuratezza migliore di 0.1% del valore di uscita;

La prova è eseguita su provini cilindrici aventi rapporti di snellezza (L/D), quando possibile, prossimi 2. Dopo la preparazione, il provino è stato posizionato all'interno della cella di prova ed isolato mediante l'applicazione di una membrana in lattice rinforzato e degli anelli per la tenuta. La cella è stata successivamente riempita d'olio. Due trasduttori di spostamento, collegati ad appositi rilevatori, hanno consentito la misura delle deformazioni assiali e radiali del provino. Dopo l'applicazione della pressione di confinamento richiesta, si è iniziata la fase di rottura a deformazione controllata, in modo tale da ottenere la rottura in un tempo pari a 10 – 30 minuti. La rottura è stata protratta sino alla definizione della resistenza residua del provino.

3. TABELLE

Classi di utilizzabilità dei campioni per prove di laboratorio

- I Campione idoneo per le sole prove di classificazione (granulometria, limiti di Atterberg, peso specifico dei grani, ecc.) o per prove di resistenza su materiale ricostruito.
- II Campione idoneo, oltre che per le prove precedenti, anche per determinazioni di contenuto d'acqua e di peso di volume.
- III Campione idoneo, oltre che per le prove precedenti, anche per la misura di routine della resistenza in condizioni drenate e non drenate.
- IV Campione idoneo, oltre che per le prove precedenti, anche per le determinazioni di compressibilità, prove di resistenza meccanica di tipo speciale, o per determinazioni di caratteristiche dinamiche su materiale indisturbato.

Classificazione dei grani in funzione dell'intervallo granulometrico

Tipo di materiale	Dimensione dei grani (mm)
Argilla	$d < 0.002$
Limo	$0.002 < d < 0.06$
Sabbia	$0.06 < d < 2$
Ghiaia	$2 < d < 60$
Ciottoli	$d > 60$

Classificazione dei materiali in base alla consistenza

Classi di consistenza	Valore del penetrometro tascabile (MPa)
Privo di consistenza	$0.025 <$
Molle o poco consistente	$0.025 < P_p < 0.05$
Moderatamente consistente	$0.05 < P_p < 0.1$
Consistente (o compatto)	$0.1 P_p < 0.2$
Molto consistente (o molto compatto)	$0.2 P_p < 0.4$
Duro (o estremamente compatto)	$P_p > 0.4$

Definizione dei materiali in funzione delle funzioni granulometriche presenti Per l'identificazione dei terreni composti da più frazioni si segue il criterio: siano A, B, C, i nomi degli intervalli principali (argilla, limo ...); siano p_1, p_2, p_3 le percentuali di A, B, C, presenti nel terreno in esame; se, per esempio, $p_1 > p_2 > p_3$ il terreno viene denominato con il nome della frazione A, seguito dai nomi delle frazioni B e C preceduti dalla preposizione 'con' se il corrispondente p è compreso tra il 50 ed il 25%, seguiti dal suffisso 'oso' se p è compreso tra il 25 ed il 10%, o infine seguiti dal suffisso 'oso' e preceduti da 'debolmente' se p è compreso tra il 10 e il 5%. Si definisce terreno di granulometria uniforme se $D_{60}/D_{10} < 2$ dove D_{60} e D_{10} sono i diametri corrispondenti al 60 e al 10% di passante rilevati dall'analisi granulometrica

Tab. 1 - Classi di utilizzabilità dei campioni per prove di laboratorio, classificazione dei grani in funzione dell'intervallo granulometrico, definizione dei materiali in funzione delle frazioni granulometriche presenti e classificazione dei materiali in base alla consistenza misurata con il penetrometro tascabile.

.97	○○○○○	SABBIA ARROTONDATA	.63	○○○○○	SABBIA ANGOLARE
.95	○○○○○		.61	○○○○○	
.93	○○○○○		.59	○○○○○	
.91	○○○○○		.57	○○○○○	
.89	○○○○○		.55	○○○○○	
.87	○○○○○	SABBIA SUBARROTONDATA	.53	○○○○○	
.85	○○○○○		.51	○○○○○	
.83	○○○○○		.49	○○○○○	
.81	○○○○○	SABBIA SUBANGOLARE	.47	○○○○○	
.79	○○○○○		.45	○○○○○	
.77	○○○○○				
.75	○○○○○				
.73	○○○○○				

Fig. 1/1 - Classificazione delle sabbie in relazione al grado di arrotondamento (Rittenhouse, 1943)

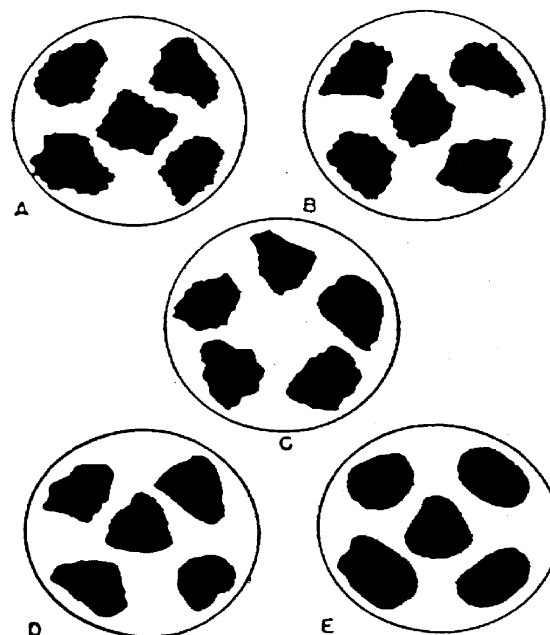


Fig. 1/2 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in relazione al grado di arrotondamento:

A = Angolare B = Subangolare,
C = Subarrotondata D E = Arrotondata

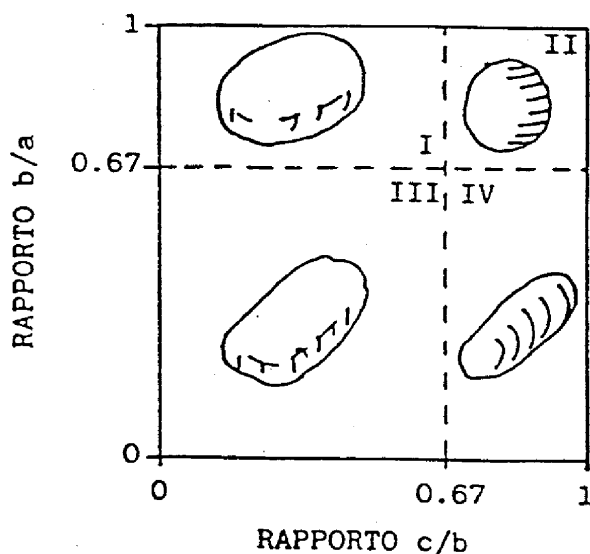


Fig. 1/3 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in funzione della forma (Gnaccolini, 1978): a, b, c d sono le dimensioni caratteristiche dei grani.

I = discoidali II = sferoidali
III = lamellari IV = allungati

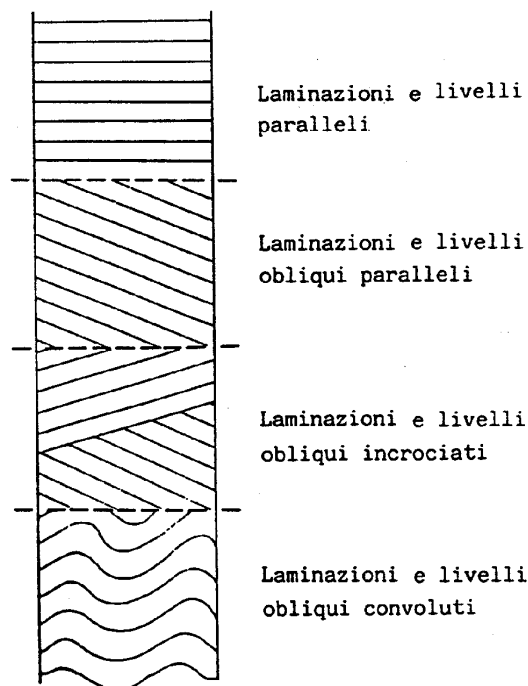


Fig. 1/4 - Schema per la descrizione dei livelli e delle laminazioni.

Fig. 1 - Definizioni adottate per la descrizione dei campioni.



Allegato A

Certificati di prova

Tipologia	Titolo	Versione e Data	Identificativo	Data stampa	Pag.	di
Prog. L001;Doc. RAT 068/2018	Linea AV Napoli-Bari PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	08/06/18	18_NAPOLI- BARI.DOC	08/0/18	16	16

ATI SALINI-IMPREGILO S.P.A. & ASTALDI S.P.A.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA LINEA FERROVIARIA NAPOLI-BARI, TRATTA NAPOLI - CANCELLO IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 (COINCIDENTE CON LA PK 241+727 DELLA LS) E PK 15+585 (COINCIDENTE CON LA PK 229+530 DELLA LS)

PROVE DI LABORATORIO SUI CAMPIONI PROVENIENTI DAI
SONDAGGI: E1PZ, E10PZ, E12DH, E13PZ, E14DH, E15PZ,
E16DH, E19, E28, E29, E30DH, E31DH, E41PZ

APRILE 2018

DATA	ID DOCUMENTO	II DIRETTORE DEL LABORATORIO
Aprile 2018	V2391/18 div.	dott.geol. Maria Di Donato

INDICE

1. PROVE DI LABORATORIO	3
2. DOCUMENTAZIONE	3

1. PROVE DI LABORATORIO

Su incarico del Committente sono state svolte in laboratorio prove su campioni di terra indisturbati, rimaneggiati, da S.P.T. e su campioni lapidei.

I campioni sono stati prelevati dai Sondaggi: E1PZ, E10PZ, E12DH, E13PZ, E14DH, E15PZ, E16DH, E19, E28, E29, E30DH, E31DH, E41PZ.

Le prove richieste ed eseguite sui campioni di terra sono state:

- Apertura e descrizione generale del campione (ASTM D 2488)
- Analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione (ASTM D422);
- Limiti di consistenza liquida e plastica (o di Atterberg) (CNR UNI 10014);
- Peso specifico dei granuli (CNR UNI 10013);
- Contenuto d'acqua naturale (CNR UNI 10008);
- Peso di volume naturale;
- Prova di compressione edometrica IL con il calcolo di Cv e K (ASTM D 2435);
- Prova di taglio diretto (ASTM D3080), con misura della resistenza residua in un caso;
- Densità relativa su miscele costituite dall'unione di campioni con granulometrie simili.

Le prove richieste ed eseguite sui campioni litoidi sono state:

- Descrizione petrografica semplificata (EN 932-3)
- Massa volumica apparente, porosità (UNI EN 1936);
- Trazione indiretta (racc. ISRM);
- Velocità ultrasoniche (ASTM D2845);
- Compressione triassiale (ASTM D2664), con misura delle deformazioni.

Nelle pagine seguenti sono indicati, per ciascun sondaggio, i campioni sottoposti a prova e le prove richieste ed eseguite; in allegato i certificati completi di tabulati numerici e grafici.

2. DOCUMENTAZIONE

Allegato 1: certificati di prova

Sondaggio	Tipologia Campione	Nr.	Data Prel.	Prof. [m]	Proprietà fisiche	Limiti di Atterberg	Granulom. setacciatura	Aerometria	Peso specifico granuli	Densità relativa	Taglio diretto	Edometrica	Proprietà fisiche	Triassiale	Velocità soniche	Traz. Indiretta
E1PZ	C,I,	1	09/03/18	28,5-29,0	X	X	X	X	X		X	X				
	CR	1	08/03/18	1,8-2,0		X	X	X	X	X						
	CR	2	08/03/18	7,8-8,0		X	X	X	X	XX						
	CR	3	08/03/18	13,8-14,0		X	X	X	X	X						
	CR	4	08/03/18	19,8-20,0		X	X	X	X	XX						
	CR	5	09/03/18	24,0-24,2		X	X	X	X	X						
	CR	6	09/03/18	25,0-25,2		X	X	X	X	-						
	SPT	1	08/03/18	2,0-2,45		X	X	X	X	X						
	SPT	2	08/03/18	4,0-4,45		X	X	X	X	X						
	SPT	3	08/03/18	6,6-7,05		X	X	X	X	X						
	SPT	4	08/03/18	10,0-10,45		X	X	X	X	X						
	SPT	5	08/03/18	12,0-12,45		X	X	X	X	X						
	SPT	6	08/03/18	14,0-14,45		X	X	X	X	X						
	SPT	7	08/03/18	16,0-16,45		X	X	X	X	X						
	SPT	8	09/03/18	18,0-18,45		X	X	X	X	X						
	SPT	9	09/03/18	20,0-20,45		X	X	X	X	X						
SPT	10	09/03/18	23,5-23,95		X	X	X	X	X							
SPT	11	09/03/18	26,8-27,25		X	X	X	X	X							
E10PZ	CR	1	01/03/18	4,0-4,2		X	X	X	X	XX						
	CR	2	01/03/18	8,0-8,2		X	X	X	X	XX						
	CR	3	01/03/18	17,0-17,2		X	X	X	X	XX						
	SPT	1	01/03/18	2,6-3,05		X	X	X	X	X						
	SPT	2	01/03/18	4,8-5,25		X	X	X	X	X						
	SPT	3	01/03/18	7,0-7,45		X	X	X	X							
	SPT	4	01/03/18	10,0-10,45		X	X		X							
	SPT	5	01/03/18	12,5-12,95		X	X		X	X						
	SPT	6	01/03/18	14,5-14,95		X	X		X	X						
	SPT	7	01/03/18	16,5-16,95		X	X		X	XX						
	SPT	8	05/03/18	33,6-34,05		X	X		X	X						
	SPT	9	05/03/18	35,6-36,05		X	X		X							
	SPT	10	05/03/18	38,0-38,45		X	X		X							
	CL	1	02/03/18	21,0-21,15										X	X	X
CL	2	02/03/18	27,5-27,8										X	X	X	
CL	3	05/03/18	31,0-31,3										X	X	X	X
E12DH	CR	CR1	14/02/18	4,0-4,5		X	X	X	X	X						
	CR	CR2	15/02/18	10,5-11		X	X	X	X	XX						
	CR	CR3	15/02/18	15,0-15,5		X	X	X	X	XX						
	CR	CR4	19/02/18	22,5-23		X	X	X	X	XX						
	CR	CR5	20/02/18	30,0-30,5		X	X	X	X	XX						
	CR	CR6	20/02/18	34,0-34,5		X	X	X	X	X						
	CR	CR7	20/02/18	39,5-40		X	X	X	X	X						
	SPT	SPT1	14/02/18	1,5-1,95		X	X	X	X							
	SPT	SPT2	14/02/18	3,0-3,45		X	X	X	X							
	SPT	SPT3	14/02/18	5,0-5,45		X	X	X	X							
	SPT	SPT4	14/02/18	7,0-7,45		X	X	X	X							
	SPT	SPT5	14/02/18	9,0-9,45		X	X	X	X							
	SPT	SPT6	15/02/18	11,0-11,45		X	X		X							
	SPT	SPT7	15/02/18	13,0-13,45		X	X		X							
	SPT	SPT8	15/02/18	16,5-16,95		X	X		X							
	SPT	SPT9	19/02/18	21,0-21,45		X	X		X	X						
	SPT	SPT10	19/02/18	24,0-24,45		X	X		X	X						
	SPT	SPT11	19/02/18	26,0-26,45		X	X		X	X						
SPT	SPT12	19/02/18	28,6-29,05		X	X		X	X							
SPT	SPT13	20/02/18	32,0-32,45		X	X		X	X							
SPT	SPT14	20/02/18	35,0-35,45		X	X		X	X							
SPT	SPT15	20/02/18	37,0-37,45		X	X		X	X							
C.I			29/03/18	11,0-11,6	X	X	X	X	X		+ residuo	X				
CR	CR1		20/02/18	1,3-1,5		X	X	X	X	X						

Sondaggio	Tipologia Campione	Nr.	Data Prel.	Prof. [m]	Proprietà fisiche	Limiti di Atterberg	Granulom. setacciatura	Aerometria	Peso specifico granuli	Densità relativa	Taglio diretto	Edometrica	Proprietà fisiche	Triassiale	Velocità soniche	Traz. Indiretta
E13PZ	CR	CR2	20/02/18	12,5-12,7		X	X		X							
	CR	CR3	21/02/18	18,5-18,8		X	X	X	X	X						
	CR	CR4	21/02/18	22,5-22,8		X	X	X	X	XX						
	CR	CR5	22/02/18	34,0-34,5		X	X	X	X	X						
	SPT	SPT1	20/02/18	2,5-2,95		X	X	X	X							
	SPT	SPT2	20/02/18	4,5-4,95		X	X	X	X	XX						
	SPT	SPT3	20/02/18	6,6-7,0		X	X	X	X							
	SPT	SPT4	20/02/18	8,6-9,0		X	X		X	XX						
	SPT	SPT5	21/02/18	15,0-15,45		X	X		X	XX						
	SPT	SPT6	21/02/18	17,0-17,45		X	X		X	X						
	SPT	SPT7	21/02/18	19,0-19,45		X	X		X	XX						
	SPT	SPT8	21/02/18	21,0-21,45		X	X		X	X						
	SPT	SPT9	21/02/18	23,0-23,45		X	X		X	X						
	SPT	SPT10	22/02/18	25,0-25,45		X	X		X	XX						
SPT	SPT11	22/02/18	27,0-27,45		X	X		X	X							
SPT	SPT12	22/02/18	29,0-29,45		X	X		X	X							
SPT	SPT13	22/02/18	31,0-31,45		X	X		X	X							
SPT	SPT14	22/02/18	33,0-33,45		X	X		X	XX							
E14DH	CR	1	22/02/18	1,0-1,2		X	X	X	X	XX						
	CR	2	28/02/18	9,8-10,0		X	X	X	X	X						
	CR	3	28/02/18	14,0-14,2		X	X	X	X	X						
	CR	4	28/02/18	16,8-17,0		X	X	X	X	XX						
	CR	5	01/03/18	28,0-28,2		X	X	X	X	X						
	CR	6	01/03/18	32,8-33,0		X	X	X	X							
	SPT	1	22/02/18	2,4-2,85		X	X	X	X							
	SPT	2	28/02/18	6,5-6,95		X	X	X	X	XX						
	SPT	3	28/02/18	8,5-8,95		X	X	X	X	X						
	SPT	4	28/02/18	11,5-11,95		X	X	X	X	XX						
	SPT	5	28/02/18	15,0-15,45		X	X	X	X	X						
	SPT	6	28/02/18	17,5-17,95		X	X	X	X	X						
	SPT	7	01/03/18	21,5-21,95		X	X	X	X	XX						
	SPT	8	01/03/18	23,5-23,95		X	X	X	X	X						
SPT	9	01/03/18	25,5-25,95		X	X	X	X	XX							
SPT	10	01/03/18	27,6-28,05		X	X	X	X	X							
CL	1	28/02/18	17,0-17,1										X		X	
CL	2	28/02/18	19,8-20,0										X		X	X
CL	3	01/03/18	20,0-20,2										X	X	X	
CL	4	01/03/18	20,4-20,6										X	X	X	X
E15PZ	CR	C	17/03/18	14,5-15,0		X	X		X	X						
	CR	E	17/03/18	31,5-32,0		X	X		X							
	SPT	1	01/03/18	1,5-1,95		X	X	X	X							
	SPT	2	01/03/18	3,55-4,0		X	X	X	X							
	SPT	3	02/03/18	9,0-9,45		X	X	X	X	XX						
	SPT	4	05/03/18	16,0-16,45		X	X		X	X						
	SPT	5	06/03/18	22,0-22,45		X	X		X	X						
	SPT	6	06/03/18	25,0-25,45		X	X		X	X						
SPT	7	06/03/18	28,0-28,45		X	X		X	XX							
CL	1	06/03/18	21,0-21,2										X	X	X	X
E16DH	C,I,	CI1	12/03/18	1,7-2,1	X	X	X	X			X	X				
	C,I,	CI2	12/03/18	13,1-13,8	X	X	X	X			X	X				
	CR	1	12/03/18	4,0-4,2		X	X	X	X	X						
	CR	2	12/03/18	10,0-10,2		X	X	X	X	XX						
	CR	3	13/03/18	14,8-15,0		X	X	X	X	X						
	CR	4	13/03/18	22,8-23,0		X	X	X	X	XX						
	CR	5	13/03/18	29,0-29,3		X	X		X	X						
	CR	6	14/03/18	33,0-33,4		X	X		X	XX						
	CR	7	14/03/18	37,5-38,0		X	X		X	X						
CL	1	13/03/18	18,8-19,0										X		X	X

Sondaggio	Tipologia Campione	Nr.	Data Prel.	Prof. [m]	Proprietà fisiche	Limiti di Atterberg	Granulom. setacciatura	Aerometria	Peso specifico granuli	Densità relativa	Taglio diretto	Edometrica	Proprietà fisiche	Triassiale	Velocità soniche	Traz. Indiretta
E19	C,I,	1	07/03/18	4,6-5,0	X	X	X	X			X	X				
	CL	1	08/03/18	18,8-19,0									X	X	X	
	CL	2	08/03/18	21,5-21,7									X	X	X	X
	CL	3	08/03/18	24,0-24,2									X	X	X	
E28	C,I,	1	09/02/18	3,0-3,6	X	X	X	X			X	X				
	C,I,	2	09/02/18	7,0-7,6	X	X	X	X			X	X				
	CR	1	09/02/18	2,5-2,95		X	X		X							
	CR	2	09/02/18	10,25-10,5		X	X	X	X	X						
	CR	3	09/02/18	17,0-17,25		X	X	X	X	XX						
	CR	4	09/02/18	18,8-19,0		X	X		X	XX						
	SPT	1	09/02/18	1,50-1,95		X	X	X	X							
	SPT	2	09/02/18	5,0-5,45		X	X		X							
	SPT	3	09/02/18	9,0-9,45		X	X		X							
	SPT	4	09/02/18	11,0-11,45		X	X	X	X							
	SPT	5	09/02/18	13,0-13,45		X	X	X	X	XX						
	SPT	6	09/02/18	17,6-18,05		X	X	X	X	X						
	SPT	7	09/02/18	19,6-20,05		X	X	X	X	X						
	SPT	8	09/02/18	22,0-22,45		X	X	X	X							
SPT	9	09/02/18	25,0-25,45		X	X	X	X	X							
E29	C,I,	1	09/02/18	7,0-7,8	X	X	X	X			X	X				
	CR	1	01/03/18	4,0-4,2		X	X	X	X	XX						
	CR	2	01/03/18	5,8-6,0		X	X	X	X	XX						
	CR	3	01/03/18	9,5-9,7		X	X	X	X							
	SPT	1	09/02/18	1,5-1,95		X	X	X	X	X						
	SPT	2	09/02/18	3,0-3,45		X	X	X	X	X						
	SPT	3	09/02/18	5,0-5,45		X	X	X	X	X						
	SPT	4	09/02/18	9,0-9,45		X	X	X	X	X						
	SPT	5	15/02/18	22,5-22,95		X	X		X							
	SPT	6	15/02/18	24,5-24,95		X	X		X	XX						
	SPT	7	15/02/18	26,5-26,95		X	X		X	XX						
	SPT	8	15/02/18	28,5-28,95		X	X		X							
	CL	CL1	01/03/18	11,8-12,0									X		X	
	CL	CL2	01/03/18	15,8-16,0									X	X	X	
CL	CL3	01/03/18	19,0-19,3									X	X	X	X	
CL	CL4	01/03/18	20,4-20,6									X	X	X		
E30DH	CR	CR1	20/02/18	4,0-4,5		X	X	X	X							
	CR	CR2	20/02/18	8,0-8,5		X	X	X	X	XX						
	CR	CR3	20/02/18	10,5-11,0		X	X	X	X	XX						
	CR	CR4	21/02/18	21,5-22,0		X	X	X	X	XX						
	CR	CR5	21/02/18	29,5-30,0		X	X	X	X	XX						
	SPT	SPT1	20/02/18	1,5-1,95		X	X		X							
	SPT	SPT2	20/02/18	3,5-3,95		X	X		X							
	SPT	SPT3	20/02/18	7,5-7,95		X	X	X	X	X						
	SPT	SPT4	20/02/18	9,4-9,85		X	X	X	X	X						
	SPT	SPT5	21/02/18	22,5-22,95		X	X	X	X							
	SPT	SPT6	21/02/18	24,0-24,45		X	X	X	X							
	SPT	SPT7	21/02/18	26,0-26,45		X	X	X	X							
	SPT	SPT8	21/02/18	28,0-28,45		X	X	X	X	X						
	CL	CL1	20/02/18	13,1-13,5									X	X	X	
CL	CL2	21/02/18	17,1-17,5									X	X	X	X	
CL	CL3	21/02/18	19,3-19,5									X	X	X		
CL	CL4	21/02/18	20,0-20,5									X	X	X	X	
	CR1	1	15/02/18	4,9-5,0		X	X	X	X	XX						
	CR2	2	15/02/18	6,8-6,9		X	X	X	X							
	CR3	3	16/02/18	19,6-19,85		X	X		X							
	SPT	1	15/02/18	1,6-2,05		X	X	X	X	X						
	SPT	2	15/02/18	6,0-6,45		X	X	X	X	X						
	SPT	3	15/02/18	7,5-7,95		X	X	X	X							

Sondaggio	Tipologia Campione	Nr.	Data Prel.	Prof. [m]	Proprietà fisiche	Limiti di Atterberg	Granulom. setacciatura	Aerometria	Peso specifico granuli	Densità relativa	Taglio diretto	Edometrica	Proprietà fisiche	Triassiale	Velocità soniche	Traz. Indiretta
E31DH	SPT	4	15/02/18	10,0-10,45		X	X		X							
	SPT	5	15/02/18	17,5-17,95		X	X		X							
	SPT	6	16/02/18	20,0-20,45		X	X		X							
	SPT	7	16/02/18	22,5-22,9		X	X		X	X						
	SPT	8	16/02/18	24,5-24,9		X	X		X	X						
	SPT	9	16/02/18	26,0-26,45		X	X		X	X						
	SPT	10	16/02/18	28,0-48,45		X	X		X	X						
	CL	CL1	15/02/18	12-5-12,7										X		X
E41PZ	CR	1	14/03/18	2,0-2,5		X	X	X	X							
	CR	2	14/03/18	3,5-4,0		X	X	X	X	X						
	CR	3	14/03/18	9,0-9,4		X	X	X	X	XX						
	CR	4	14/03/18	11,5-12,0		X	X	X	X							
	CR	5	14/03/18	14,5-15,0		X	X	X	X	XX						
	CR	6	14/03/18	17,0-17,5		X	X	X	X	X						
	CR	7	15/03/18	20,0-20,5		X	X	X	X	XX						
	CR	8	15/03/18	25,0-25,5		X	X	X	X							
	CR	9	15/03/18	29,0-29,5		X	X	X	X	XX						

Nota. Densità relativa: XX= prove richieste, X= campioni utilizzati per raggiungere il quantitativo necessario alla prova

ALLEGATO 1