Copia conforme all'orginale

Firmato digitalmente
da Arch Maurizio Ostini
Data: 2013.05.06
17:37:56 +02'00'

CONCESSIONI AUTOSTRADALI LOMBARDE

Autostrada Pedemontana Lombarda

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE

DALMINE-COMO-VARESE-VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B06000270007

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA B2

INDAGINI GEOGNOSTICHE

INDAGINI IN SITO

RELAZIONE SULLE INDAGINI DIRETTE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

WBS

FASE PROGETTUALE	AMBITO	TRATTA	CATEGORIA	OPERA	PARTE DI OPERA	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REVISIONE ESTERNA
D	IN	B2	000	GE00	000	RS	001	A

I. D.

DATA Feb. 2009

SCALA -

PROGETTAZIONE

CONSORZIO ITALIANO PER LE INFRASTRUTTURE LOMBARDE

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Massimo Raccosta

DATA	REVISIONE	
Feb. 2009	EMISSIONE	A

ELABORAZIONE PROGETTUALE

TECHNITAL

PROGETTISTA: Dott. Ing. Massimo RACCOSTA

DIRETTORE TECNICO: Dott. Ing. Massimo RACCOSTA

Redatto: PAMPANIN

Visto: RIZZO

Approvato: RENSO

CONCEDENTE

CONCESSIONI AUTOSTRADALI LOMBARDE

CONCESSIONARIO

Autostrada Pedemontana Lombarda

Direttore Tecnico: Dott. Ing. Giuliano Lorenzi
Coordinatore Tecnico Operativo: Dott. Arch. Giovanni Cannito
Referente Tecnico: Dott. Matteo Colombo

VERIFICA E VALIDAZIONE

ITALSOCOTEC S.p.A.
SOCOTEC S.p.A.
CONTECO S.p.A.

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto di Autostrada Pedemontana Lombarda S. p. A. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published either in part or entirely without the written permisson of Autostrada Pedemontana Lombarda S. p. A. Unauthorized use will be persecuted by law.

Autostrada Pedemontana Lombarda

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE
DALMINE – COMO – VARESE – VALICO DEL GAGGIOLO
E OPERE CONNESSE

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTE B1, B2, C, D
2° LOTTO DELLA TANGENZIALE DI COMO
2° LOTTO DELLA TANGENZIALE DI VARESE

TRATTA B2

RELAZIONE INDAGINI DIRETTE

Elaborazione:

CONSORZIO ITALIANO PER LE INFRASTRUTTURE LOMBARDE

INDICE

1. GENERALITA' 4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO 5
3. SINTESI DELLE INDAGINI IN SITU 6
4. CAMPAGNA GEOGNOSTICA DI SECONDA FASE 9
5. CARATTERISTICHE DELL'ATTREZZATURA DI SONDAGGIO 10
6. METODOLOGIA DI PERFORAZIONE 12
6.1 PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO 13
6.2 PERFORAZIONE A DISTRUZIONE DI NUCLEO 13
6.3 CAMPIONAMENTO RIMANEGGIATO 13
6.4 CAMPIONAMENTO INDISTURBATO E/O LAPIDEO 14
6.5 PROVA DI RESISTENZA MECCANICA S.P.T. 14
7. PIEZOMETRO A TUBO APERTO 16
7.1 CARATTERISTICHE 16
7.2 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE 16
7.3 DOCUMENTAZIONE PIEZOMETRI 16
8. PROVE LEFRANC 17
8.1 MODALITÀ DI PROVA 17
8.2 DOCUMENTAZIONE PROVE LEFRANC 17
9. PROVE PRESSIOMETRICHE 18
9.1 METODOLOGIA DI PROVA 18
9.2 DOCUMENTAZIONE PROVE PRESSIOMETRICHE 18
10. PROVE DILATOMETRICHE 19
10.1 METODOLOGIA DI PROVA 19
10.2 ACQUISIZIONE DATI 19
10.3 DOCUMENTAZIONE PROVE DILATOMETRICHE 20
11. PROVE DOWN HOLE 21
11.1 CARATTERISTICHE 21
11.2 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE 21

11.3 MODALITÀ ESECUZIONE PROVA 21
12. LETTURE PIEZOMETRICHE FASE 2 24
13. LETTURE PIEZOMETRICHE FASE 1 26

ALLEGATI:

- Monografie ubicazioni indagini
- Stratigrafie sondaggi
- Prove in situ
- Fotografie cassette catalogatrici

1. GENERALITA'

Nell'ambito della Progettazione Definitiva del Collegamento Autostradale Dalmine-Como-Varese-Valico del Gaggiolo e delle opere ad esso connesse , ed in particolare per il Tratto B2, è stata svolta una campagna d'indagine geognostica, mirata a definire l'assetto litostratigrafico ed idrogeologico dei terreni interessati dalle opere in progetto, determinandone le caratteristiche geotecniche, con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza e deformabilità.

La campagna d'indagine è stata suddivisa in due fasi: la prima è stata appaltata direttamente dalla Società Autostrada Pedemontana S.p.A., la seconda è stata appaltata dal Consorzio Italiano per le Infrastrutture Lombarde, incaricato della Progettazione Definitiva delle opere.

Oggetto della presente relazione sono nel dettaglio le indagini di seconda fase.

Nell'Allegato 1 sono forniti i certificati delle indagini in sito di seconda fase comprendenti le monografie di ubicazione delle verticali di indagine, le stratigrafie di sondaggio e le relative prove in foro.

Nell'Allegato 2 sono forniti i certificati delle indagini in sito di prima fase.

La campagna d'indagine è stata condotta sulla base del Progetto delle indagini fornito dalla Committente, ed è stata adattata alle esigenze di parametrizzazione geotecnica per le opere previste in progetto, considerando inoltre le risultanze emerse nel corso della prima fase della campagna d'indagine.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- Autostrada Pedemontana Lombarda - Specifiche tecniche per l'esecuzione delle indagini in sito e delle prove di laboratorio – elaborato 2.3.6 –luglio 2007;
- Autostrada Pedemontana Lombarda - Piano delle indagini geognostiche - elaborato 3.5 – luglio 2007;
- Autostrada Pedemontana Lombarda - Capitolato Prestazionale e d'oneri – Specifiche Prestazionali per la redazione del Progetto Definitivo – elaborato 2.2.2 –luglio 2007.

3. SINTESI DELLE INDAGINI IN SITU

Nelle tabelle seguenti sono state sintetizzate le attività svolte nell'ambito dell'indagine in situ di prima fase, indicando per ogni verticale di sondaggio la profondità raggiunta dallo stesso e le prove effettuate con i relativi parametri desunti dai certificati dell'Esecutore.

I certificati originali sono in possesso di APL e copia ne è stata fornita agli Scriventi.

Come già precisato, l'Allegato 2 al presente rapporto contiene i certificati dei sondaggi e delle prove in situ effettuate direttamente dalla Società Autostrada Pedemontana S.p.A. nell'ambito della 1^ fase.

Descrizione	Profondità del sondaggio a carotaggio continunuo (m da p.c.)	Profondità del sondaggio a distruzione di nucleo (m da p.c.)	Prelievo campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati di terreno	Prove S.P.T.	Prove pressiometrica Menard	Prove di permeabilità Lefranc	Prove dilatometriche	Prove di permeabilità Lugeon	Piezometri a tubo aperto	Indagini geofisica down-hole (m)
SB2-01	20				7	2	2			1	
SB2-01bis		20									20
SB2-02	20			3	13					1	
SB2-03	20				7	2	2			1	
SB2-04	20		1	2	10	2				1	
SB2-05	20				7	2	2			1	
SB2-05bis		20									20
SB2-06	20			2	12					1	
SB2-07	20			2	12					1	
SB2-08	20				8	2	2			1	
SB2-09	20				8	2	2			1	
SB2-09 bis		20									20
SB2-10	25			2	11	3				1	
SB2-11	30				7	3	2			1	
SB2-11 bis		30									30
SB2-12	30			2	10	1		1		1	
SB2-13	30				8	1	1	1	2		
SB2-14	30				12	1		2		1	
SB2-15	35			2	15					1	
SB2-16	35				8			3	2	1	
SB2-16bis		35									35
SB2-17	34			2	10	2	1			1	
SB2-18	35				8			3	2	1	
SB2-19	35			2	8	2	1			1	
SB2-20	30				8	2	2	1		1	
SB2-21	30			2	12	2				1	
SB2-21bis		30									30
SB2-22	20			2	10					1	
SB2-23	20				7		2			1	

Descrizione	Profondità del sondaggio a carotaggio continunuo (m da p.c.)	Profondità del sondaggio a distruzione di nucleo (m da p.c.)	Prelievo campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati di terreno	Prove S.P.T.	Prove pressiometrica Menard	Prove di permeabilità Lefranc	Prove dilatometriche	Prove di permeabilità Lugeon	Piezometri a tubo aperto	Indagini geofisica down-hole (m)
SB2-24	20			2	10					1	
SB2-24A	35		2		14					1	
SB2-25	35				15					1	
SB2-26	35				13		2			1	
SB2-26bis		35									35
SB2-27	35				15					1	
SB2-28	35				13		2			1	
SB2-29	35				13					1	
SB2-30	35				11		2			1	
SB2-30bis		35									35
SB2-33	15				9						
SB2-34	35				13		2			1	
SB2-35	35			2	7					1	
SB2-36	20			2	7					1	
SB2-37	20				7		2			1	
SB2-38	20			2	10	2				1	
SB2-39	20				6	2	2			1	
SB2-40	20				8	2	2			1	
SB2-40bis		20									20
SB2-41	20			2	10					1	
SB2-41bis		9								1	
SB2-42	20				8	2				1	
SB2-43	20				10					1	
SB2-43bis		9								1	
SB2-44	20			2	12					1	
SB2-45	20				9	2	2			1	
SB2-47	20			2	10	2				1	
SB2-48	20				8	2	2			1	
SB2-49	20				8	2	2			1	
SB2-50	20			2	10					1	
SB2-51	20			2	10					1	
SB2-52	20				8	2	2			1	
SB2-54	20				9	2	2			1	
SB2-54bis		20									20
SB2-55	20				8	2	2			1	
SB2-56	20			2	10					1	
SB2-57	20				8	2	2			1	
SB2-58	20			2	12	2				1	
SB2-59	20				8	2	2			1	
SB2-60	20					2	1			1	
SB2-60bis		20									20
SB2-61	20				8	2	2			1	
SB2-62	20				8	2	2			1	
SB2-63	35				10		2			1	
SB2-64	35			2	10						

Descrizione	Profondità del sondaggio a carotaggio continunuo (m da p.c.)	Profondità del sondaggio a distruzione di nucleo (m da p.c.)	Prelievo campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati di terreno	Prove S.P.T.	Prove pressiometrica Menard	Prove di permeabilità Lefranc	Prove dilatometriche	Prove di permeabilità Lugeon	Piezometri a tubo aperto	Indagini geofisica down-hole (m)
SB2-65	20			2	8	2				1	
SB2-66	20			2	8	2				1	
SB2-67	20				8	2	2			1	
SB2-68	18				10	2				1	
SB2-69	35				10		2			1	
SB2-69bis		35									35
SB2-70	20			2	10					1	
SB2-71	20				8	2	2				

4. CAMPAGNA GEOGNOSTICA DI SECONDA FASE

L'indagine in oggetto è consistita nell'esecuzione di:

n. 36 perforazioni di cui:

n. 31 sondaggi geognostici a carotaggio continuo

n. 2 perforazioni a distruzione di nucleo

I risultati di tali indagini e la relativa ubicazione sono riportati nei Docc:

DINB2A00GE00000PL001 "Planimetria con ubicazione indagini in sito – Asse principale e viabilità locale tav 1/2"

DINB2A00GE00000PL002 "Planimetria con ubicazione indagini in sito – Asse principale e viabilità locale tav 2/2"

La quota zero assunta come inizio dei sondaggi corrisponde alla superficie topografica del piano campagna.

5. CARATTERISTICHE DELL'ATTREZZATURA DI SONDAGGIO

I sondaggi sono stati eseguiti con sonde a rotazione a testa idraulica tipo Nenzi Gelma 2, Atlas A66, CMV 420 e CMV 1400 aventi le seguenti caratteristiche:

sonda tipo	**NENZI GELMA 2**
allestimento	su sottocarro cingolato
motore	VM 120CV
testa di rotazione	a motore idraulico
	cambio a 8 rapporti di velocità
	coppia torcente 1000 Kgm
	velocità max di rotazione 550 giri/min
corsa utile (mm)	3400
spinta max (Kg)	5800
trazione max (Kg)	8300
argano di manovra	trazione max 3350
freno	idraulico
svita aste	idraulico
pompa per fango	Gaso Q = 600 l/min p =50 bars
antenna	ribaltamento idraulico H = 9,30 m

sonda tipo	**ATLAS Mustang A66**
allestimento	su carro cingolato MT10 lungh. 2.860 largh. 2,230
motore	Deutz diesel F6FL912 90HP
testa di rotazione	S 1300
	cambio a 8 rapporti di velocità
	coppia torcente 1300 Kgm
	velocità massima di rotazione 614 giri min
corsa utile (mm)	3700
spinta max (kg)	9000
trazione max (kg)	9000
argano di manovra	trazione massima 1800
freno	idraulico
svita aste	idraulico apertura max 300mm
pompa per fango	Triplex 200 Q = 200 litri/min P = 50 bar
antenna	idraulica H = 5750 mm + spostamento 1000 mm

sonda tipo	**CMV 420**
allestimento	su sottocarro cingolato
motore	diesel 67 HP
testa di rotazione	a motore idraulico
	cambio a 8 rapporti di velocità
	coppia torcente 420 kgm
	velocità max di rotazione 235 giri/min
corsa utile (mm)	1700
spinta max (Kg)	5000
trazione max (Kg)	8700
argano di manovra	700 kg
freno	idraulico
svita aste	idraulico
pompa per fango	Triplex 200 Q = 200 l/min p = 50bar
antenna	ribaltamento idraulico

6. METODOLOGIA DI PERFORAZIONE

Le perforazioni sono state eseguite a rotazione a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo.

Nel corso della perforazione dei sondaggi (a carotaggio continuo) si è proceduto a:

- prelievo di campioni rimaneggiati
- prelievo di campioni indisturbati e/o lapidei
- prove di resistenza meccanica S.P.T.
- prove pressiometriche
- prove dilatometriche
- prove di permeabilità Lefranc

Alla fine della perforazione si è proceduto alla messa in opera della seguente strumentazione:

1. nel sondaggio:
   - piezometro a tubo aperto Ø 1,5” e/o 2”

2. nel foro a distruzione:
   - tubo Down-Hole Ø 3”

Il sondaggio è stato descritto in apposito modulo stratigrafico in cui sono indicate in funzione della profondità (1 m di sondaggio = 1 cm di stratigrafia):

- rappresentazione stratigrafica e descrizione dei terreni attraversati alle varie profondità con spessore delle alternanze litologiche, colore delle formazioni, composizione granulometrica approssimata e frazione prevalente, caratteristiche di consistenza ed addensamento;
- nei terreni lapidei viene indicata la natura litologica, il grado di fratturazione, il grado di alterazione, il colore, la percentuale di carotaggio riferita ad ogni manovra, il recupero del carotaggio modificato e il calcolo dell’indice RQD
- quota relativa al prelievo di campioni
- quota di esecuzione dell’S.P.T. e relativo numero N di colpi per l’avanzamento di 3 tratti consecutivi di 15cm
- profondità rispetto al p.c. del pelo libero dell’acqua nel foro di sondaggio con l’indicazione della profondità del foro stesso e della tubazione di rivestimento raggiunta giornalmente.

6.1 PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO

L'avanzamento a carotaggio continuo è stato effettuato con carotieri diametro nominale 101 mm azionati mediante batteria di aste diam. 76 mm.

Il carotaggio è stato eseguito con carotieri semplici e doppi scelti in funzione della natura dei terreni attraversati.

Il foro è stato rivestito a mano a mano che procedeva la perforazione con tubazione metallica provvisoria serie pesante diam. 127 mm.

Come fluido di perforazione è stata usata acqua dolce additivata con polimeri biodegradabili.

I materiali estratti dai carotieri sono stati sistemati in apposite cassette catalogatrici con scomparti.

Sulle cassette sono stati indicati in modo indelebile:

- nominativo della Committente e della località;
- n. del sondaggio;
- progressiva della cassetta;
- profondità di riferimento.

6.2 PERFORAZIONE A DISTRUZIONE DI NUCLEO

L'avanzamento a distruzione di nucleo è avvenuto con rock-bit diametro nominale

101 mm azionato mediante batteria di aste diam. 76 mm .

Il foro è stato rivestito a mano a mano che procedeva la perforazione con tubazione metallica provvisoria serie pesante diam. 127 mm .

Come fluido di perforazione è stata usata acqua dolce additivata con polimeri biodegradabili.

6.3 CAMPIONAMENTO RIMANEGGIATO

I campioni rimaneggiati sono stati selezionati dal carotaggio nella fase di sistemazione dello stesso nella cassetta catalogatrice. Essi sono rappresentativi della granulometria e del materiale prelevato. Sono stati sigillati in sacchetti di plastica trasparente, contraddistinti con cartellino adesivo indelebile posto all'esterno del sacchetto riportante:

- nominativo della Committente e della località;
- n. del sondaggio, progressiva del campione;

- profondità di prelievo.

I prelievi e relativa quota sono indicati nelle apposite colonne degli elaborati grafici.

6.4 CAMPIONAMENTO INDISTURBATO E/O LAPIDEO

Per il prelievo dei campioni indisturbati sono stati impiegati i seguenti tipi di campionatori:

- Shelby a pressione
- Osterberg a pistone

Le fustelle dei campionatori, in acciaio inox diam. 88,9 mm, sono state sigillate con uno strato di paraffina fusa e poi chiuse ermeticamente con coperchi rigidi e nastro adesivo.

La fustella è stata poi contraddistinta con cartellino adesivo indelebile riportante nominativo della Committente e della località, n. del sondaggio, progressiva del campione, profondità iniziale e finale del prelievo.

I prelievi e relative quote sono indicati nelle apposite colonne degli elaborati stratigrafici.

I campioni lapidei sono stati prelevati con campionatore a rotazione avente battuta di 1.50 metri.

Spezzoni di tale campionamento sono stati messi in contenitori rigidi e sigillati con paraffina fusa e identificati con nastro adesivo.

6.5 PROVA DI RESISTENZA MECCANICA S.P.T.

Le prove di resistenza alla penetrazione S.P.T. sono state eseguite nei fori di sondaggio.

La prova consiste nell'infissione a percussione di un tubo campionatore a parete grossa, avente come diametro esterno 50mm, diametro interno 34,9mm e collegato alla superficie con aste diam. 50mm.

Il dispositivo di percussione a sganciamento automatico è costituito da un maglio di 63,5 kg. con altezza di caduta di 76,2 cm.

Il peso complessivo della testa di battuta e dell'asta di guida risulta di 22 kg.

Le caratteristiche sono conformi alla norma ASTM 1586/67 e aggiornamenti "penetration test and split barrel sampling of soils".

Il campionatore è scomponibile in due metà onde facilitare l'estrazione, in cantiere, del terreno campionato.

Durante l'infissione del campionatore vengono misurati il numero dei colpi N necessari per l'avanzamento di tre tratti consecutivi di 15 cm; viene considerato ai fini della prova il valore N dalla somma degli ultimi due tratti.

Il campione prelevato viene misurato, descritto, riposto in sacchetto di plastica ed etichettato.

I risultati delle prove sono indicati nelle apposite colonne degli elaborati stratigrafici.

7. PIEZOMETRO A TUBO APERTO

7.1 CARATTERISTICHE

Il piezometro è costituito da una batteria di tubi in PVC diametro 1.5” e/o 2” filettati m/f sullo spessore, giuntati in forma solidale fino all’ottenimento della lunghezza richiesta. Detti tubi sono microfessurati per la parte in falda e ciechi alla base ed al di sopra del tratto microfessurato.

7.2 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

Si è proceduto all’installazione con la seguente metodologia:

- il tubo piezometrico è stato installato nel foro di sondaggio rivestito dalla tubazione di manovra,
- nell’intercapedine tra la tubazione di manovra e la colonna di tubi in PVC è stato formato un filtro costituito da materiale granulare, fino a risalire di almeno 1 m dalla estremità superiore del tratto finestrato, estraendo progressivamente il rivestimento senza l’ausilio della rotazione,
- il tratto superiore dell’intercapedine è stato impermeabilizzato con bentonite in palline o compactonite,
- l’estremità della colonna dei tubi piezometrici è stata protetta con tappo avvitato,
- il terminale piezometrico è stato inserito in un pozzetto metallico di chiusura,
- successivamente i piezometri sono stati spurgati con aria compressa (air lifting).

7.3 DOCUMENTAZIONE PIEZOMETRI

La documentazione comprende, per ciascun piezometro installato:

- schema geometrico di installazione.

8. PROVE LEFRANC

8.1 MODALITÀ DI PROVA

Tali prove vengono eseguite in avanzamento entro fori di sondaggio, rivestiti fino all'orizzonte di prova o fino al limite superiore di una sezione filtrante cilindrica creata mediante graduale sollevamento della colonna, oppure avanzando con la perforazione al di sotto della scarpa della colonna stessa.

La prova eseguita con immissione d'acqua può essere:

- a carico idraulico costante, misurando, dopo il raggiungimento della condizione di regime, la portata immessa;
- a carico idraulico variabile, misurando in funzione del tempo i livelli mano a mano decrescenti, dopo aver creato un temporaneo innalzamento della falda acquifera.

8.2 DOCUMENTAZIONE PROVE LEFRANC

La documentazione comprende, per ciascun sondaggio:

- tabella riassuntiva riportante: numero delle prove, data di esecuzione, profondità del tratto di prova e coefficiente di permeabilità ricavato.

9. PROVE PRESSIOMETRICHE

9.1 METODOLOGIA DI PROVA

Le prove sono state eseguite in avanzamento entro fori di sondaggio.

L'apparecchiatura utilizzata per la prova è il pressiometro Menard Press 60.

Il principio generale del metodo pressiometrico consiste nello studio delle deformazioni in funzione della pressione applicata alla parete di una cavità cilindrica.

La cavità (tasca di prova) viene ottenuta con perforazioni accurate, stabilizzando le varie sezioni di prova con l'eventuale ausilio di fango additivato. Eseguita la cavità (diam. 66 mm, altezza 1 m), si introduce la sonda pressiometrica concepita in modo da assicurare un campo cilindrico di sforzi attorno alla sezione centrale di misura.

La prova consiste nell'applicare alla cella pressiometrica, con l'immissione di acqua e gas in pressione, una serie di sforzi crescenti, misurando le corrispondenti variazioni di diametro o di volume della cella centrale.

Il diagramma sforzi/deformazioni deducibile con procedura normalizzata, consente di stabilire dei parametri caratteristici del terreno, i più importanti dei quali sono:

- modulo di deformazione E
- pressione limite P1

9.2 DOCUMENTAZIONE PROVE PRESSIOMETRICHE

La documentazione comprende per ogni prova:

- indicazione del sondaggio, numero della prova, profondità centro sonda dal piano campagna, geometria della tasca di prova, modalità di perforazione della tasca, volume sonda a pressione atmosferica, tarature di volume e di pressione.
- tabella e grafico di correzione volumetrica
- tabella e grafico di correzione di pressione
- tabella e grafico dei valori di lettura in campagna
- tabella dati elaborati
- curva pressiometrica corretta e diagramma di creep
- diagramma dell'inverso del volume
- tabella dei parametri calcolati.

10. PROVE DILATOMETRICHE

10.1 METODOLOGIA DI PROVA

Dopo aver inserito nel foro la sonda alla quota opportuna (facendo coincidere quindi la profondità del trasduttore centrale con quella programmata per il test) sono stati eseguiti i collegamenti tra sonda, centralina di misura, e dispositivo di pressurizzazione.

I valori di pressioni dei gradini di misura e l'apertura dei trasduttori vengono memorizzati, tramite apposito tasto, dalla centralina Geocim ; tali dati vengono successivamente scaricati su PC ed utilizzati per l'elaborazione della prova stessa.

L'operatore fornisce una pressione iniziale minima tale per cui la membrana possa aderire completamente alle pareti del foro.

Dopo aver atteso qualche minuto, si inizia la prova che consiste nell'applicazione di tre cicli completi di carico e scarico; i gradini e i tempi di attesa vengono scelti in funzione delle condizioni del materiale roccia in esame. In particolare la pressione massima del terzo ciclo viene mantenuta per almeno dieci minuti, con lo scopo di osservare il creep del materiale roccia.

Al termine di ciascuna prova, dopo aver depressurizzato completamente il dilatometro, si è proceduto a riposizionare la sonda alla quota prevista per la prova successiva.

10.2 ACQUISIZIONE DATI

L'elaborazione dei dati viene condotta tramite software dedicato che rende graficamente gli andamenti registrati dai singoli trasduttori e che consente il calcolo dei moduli di elasticità, di deformazione, di primo carico e di ri-carico, sia relativamente a ciascun trasduttore sia come media dei tre.

Fondamentale risulta essere l’input relativo agli intervalli di pressione da considerare per il calcolo dei moduli. In relazione a ciò si considera come pressione di contatto membrana-pareti del foro la pressione minima alla quale il materiale evidenzia un comportamento minimamente lineare, con un flesso nella curva sforzi/deformazioni.

Le pressioni relative sia alle tabelle che ai grafici sono quelle effettivamente lette al manometro dell’unità di pressurizzazione.

La pressione necessaria per far aderire la membrana alle pareti del foro dipende dall’altezza della colonna d’acqua e della pressione da essa esercitata sulla membrana.

I valori dei moduli medi, riportati nella tabella riassuntiva, non sono il risultato di una media aritmetica dei moduli calcolati relativamente ai singoli trasduttori ma sono stati elaborati

ipotizzando una deformazione delle pareti del foro mediata sui valori dei tre trasduttori di spostamento.

10.3 DOCUMENTAZIONE PROVE DILATOMETRICHE

Per ciascuna prova sono riportati i seguenti allegati:

- grafico relativo alla curva di deformazione del materiale oggetto della prova, relativamente alla media dei valori registrati in corrispondenza dei trasduttori;
- grafico relativo alla curva di deformazione del materiale testato relativamente ad ogni singolo trasduttore;
- tabulato dei dati acquisiti in cantiere
- prospetto dei moduli calcolati come deformazione media
- prospetto dei moduli corretti calcolati come deformazione media
- dati identificativi della prova ed eventuali note.

11. PROVE DOWN HOLE

11.1 CARATTERISTICHE

Il tubo cross hole è costituito da una batteria di tubi in PVC da 3,0 m, filettati m/f sullo spessore, giuntati in forma solidale fino all'ottenimento della lunghezza richiesta.

11.2 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

Si è proceduto all'installazione con la seguente metodologia:

- il tubo down hole è stato installato nel foro di sondaggio
- l'intercapedine foro tubazione in PVC è stata riempita con miscela di acqua-cemento-bentonite iniettata attraverso valvola di fondo posta alla base della colonna di tubi
- la tubazione in PVC è stata lavata all'interno con acqua pulita e la sommità esterna protetta con pozzetto metallico di chiusura.

11.3 MODALITÀ ESECUZIONE PROVA

Metodo d'indagine

La prova Down Hole consiste nella misurazione dei tempi di arrivo di impulsi sismici generati in superficie ad un ricevitore posto all'interno di un foro di sondaggio verticale, adeguatamente predisposto con apposita tubazione.

La prova consente la misura diretta delle velocità di propagazione Vp delle onde di compressione (onde P) e Vs delle onde di taglio (onde S) e la determinazione dei parametri elastici dei terreni in condizioni dinamiche.

La procedura di indagine prevede di calare in foro e bloccare la sonda sismica in corrispondenza dal primo punto di prova, solitamente alla massima profondità. Si procede all'energizzazione e registrazione degli impulsi sismici per le onde P (impulso verticale su piastra di alluminio), poi per le onde SH (impulso parallelo alla superficie topografica su trave di legno) sia per la fase SX sia per la fase opposta SY. Nel caso di segnale debole o disturbato è possibile sommare più registrazioni per ottenere una migliore definizione dei treni d'onda P e SH.

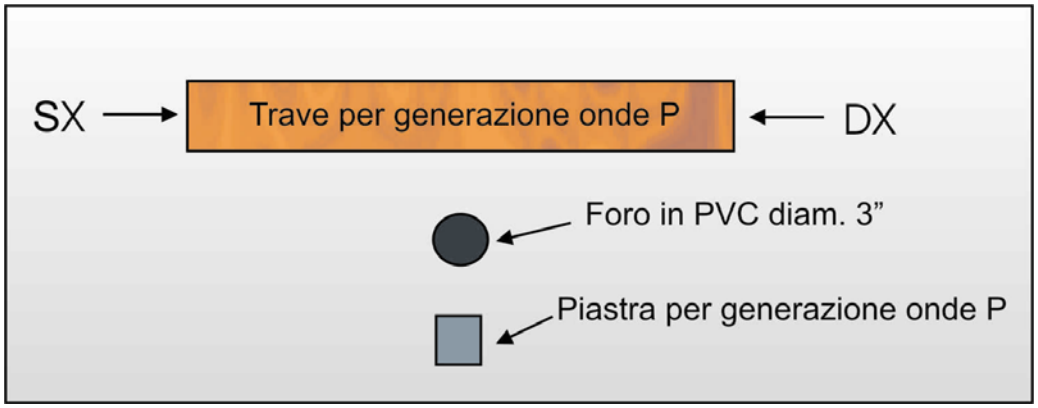

Figura 1 Schema della geometria di energizzazione

La sonda sismica viene quindi sbloccata e portata al punto di prova successivo dove è ripetuta la sequenza sopra descritta.
La successiva elaborazione consente di ottenere un diagrammi 1D (profondità/velocità onde sismiche) sia per le onde P che per le onde SH, con intervalli verticali di 1 metro. È possibile inoltre determinare parametri geomeccanici dinamici quali il modulo elastico dinamico e il modulo di taglio dinamico.

Strumentazione utilizzata

Il sistema di acquisizione, costituito da un sismografo multicanale PASI MOD. 16SG24, è collegato ad una sonda (modello DHTG 50), al cui interno sono alloggiati tre geofoni da 10Hz, orientati secondo tre assi ortogonali tra loro che consentono l’individuazione dei primi arrivi di onde P e onde S. La sonda è resa solidale con la tubazione di rivestimento del foro tramite un dispositivo di bloccaggio elettromeccanico controllato dall’operatore tramite centralina.
Lo strumento è in grado di gestire l’acquisizione simultanea sui 3 canali e di rilevare l’instante di energizzazione (tempo zero) tramite geofono starter. È inoltre equipaggiato di software proprietario in grado di gestire tutte le operazioni di campagna attraverso le seguenti fasi:
impostazione numero di canali e metodologia di indagine;
impostazione frequenza e lunghezza di campionamento;
selezione entità dell’amplificazione del segnale per ogni canale;
impostazione filtraggi delle frequenze indesiderate;
visualizzazione sismogramma con misura dei tempi di arrivo;
esecuzione operazioni di somma e sottrazione di ulteriori sismogrammi;
memorizzazione di tutti i dati relativi all’acquisizione.

La tubazione di rivestimento ha sezione circolare in PVC, 90 mm e diametro interno compreso fra 75 mm. Gli spezzoni da 3 metri vengono assemblati mediante filettatura M/F.

La tubazione dopo la posa è resa solidale con il terreno circostante mediante cementazione dal fondo dell'intercapedine perforo/tubazione.

Il sistema di energizzazione è costituito da una mazza battente manovrata a mano (mazza da 10 kg - mod SIS-020-000), agente a percussione in diverse direzioni su e su trave di legno, resa solidale al terreno e su una piastra quadrata di alluminio. Il tempo zero viene rilevato tramite geofono starter posto in prossimità dei punti di energizzazione e collegato al sismografo.

Elaborazione

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (Win_Downhole 2 di W_Geosoft) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi e restituzione finale.
La fase iniziale consiste nel filtraggio del segnale sismico per eliminare il "rumore" ed eventuali frequenze indesiderate. Il software permette di effettuare il picking dei primi arrivi delle onde P ed S, inoltre consente il confronto tra i sismogrammi SX ed SY allo scopo di poter evidenziare i primi arrivi delle onde di taglio (SH).
Nella fase successiva viene diagrammato l'andamento dei primi arrivi (onde P ed onde S) alle varie profondità in funzione del tempo (t_{corr}), tenuto conto della correzione dovuta alla distanza tra i punti di energizzazione e boccaforo. La procedura di interpretazione si basa sulla tipologia a raggio rettilineo a metodo diretto, con correzione operata per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde:

$t_{corr} = t_{oss} \times \cos(\arctan r/z)$

Dove t_{oss} è il tempo del primo arrivo, z è la profondità di investigazione, r è la distanza del punto di energizzazione da boccaforo.
Nota la velocità delle onde P ed S è possibile determinare, in funzione della densità, parametri geotecnici quali il coefficiente di Poisson, il modulo elastico dinamico e il modulo di taglio dinamico.
In conclusione vengono restituiti i diagrammi 1D della velocità (onde P e onde S), il diagramma del coefficiente di Poisson, il diagramma del modulo elastico dinamico e il diagramma del modulo di taglio dinamico, tutti in funzione della profondità.

12. LETTURE PIEZOMETRICHE FASE 2

COMMITTENTE: C.I.I.L.

CANTIERE: Pedemontana

POSIZIONE: Tratta B2 DATA:

LETTURE LIVELLO ACQUA NEI PIEZOMETRI DA P.C.

PIEZOMETRO	DATE									Quota assoluta m s.l.m.m.
	14/10	16/10	17/10	20/10	21/10	23/10	28/10	04/11	17/11	
SB2 02	assente		assente		assente				assente	267.8
SB2 04	assente		assente		assente				assente	268.8
SB2 06	assente		assente		assente				assente	258.2
SB2 07	assente		assente		assente				assente	251.0
SB2 10	assente		assente		assente				assente	238.4
SB2 12								-24.80	-24.98	243.6
SB2 14								-25.10	-25.19	239.9
SB2 15								-26.00	-26.20	240.0
SB2 17								assente	assente	236.0
SB2 19								assente	assente	231.6
SB2 21								-25.50	-25.61	231.5
SB2 22								assente		223.0
SB2 24								assente		215.8
SB2 24A								-19.20	-19.78	216.0
SB2 25			assente		-32.30	-32.58	-32.96	-33.00	-33.00	-220.0
SB2 27						-31.70	-31.85	-32.10	-32.12	216.0
SB2 29		-29.47	-31.20	-33.50	-34.90	-34.90	assente		assente	222.4
SB2 35							assente		assente	214.1
SB2 36							assente		assente	219.5
SB2 38	-18.91	-19.20	-19.89		assente		assente		assente	219.0
SB2 41				assente		assente	assente		assente	213.1
SB2 42	assente	assente		assente			assente		assente	214.5
SB2 44		assente		assente		assente	assente		assente	215.3
SB2 47	assente			assente		assente	assente		assente	208.3
SB2 50				-18.25		-18.80	-19.20		assente	207.4
SB2 51				-17.80		-19.04	-19.78		assente	205.5
SB2 56							assente		assente	208.7
SB2 58			-15.90	assente		assente	assente		assente	202.5
SB2 60						assente			assente	199.6

PIEZOMETRO	DATE									Quota assoluta m s.l.m.m.
	14/10	16/10	17/10	20/10	21/10	23/10	28/10	04/11	17/11	
SB2 64						-28.60	-29.70		assente	200.1
SB2 65			-18.87		assente		assente		assente	195.1
SB2 66						-18.30	assente		assente	194.0
SB2 68			-15.30		assente		assente		assente	197.1
SB2 70							-19.37		assente	196.9

13. LETTURE PIEZOMETRICHE FASE 1

Nella tabella seguente sono sintetizzati i livelli piezometrici letti nell'ambito della campagna di 1^ fase.

Si precisa che in tale campagna è stata realizzata una sola lettura per la quale si fornisce la data.

Tratta B2 livelli falda 1- fase			
Sondaggio	**Data**	**Letture falda m da p.c.**	**Quote da l.m.m.**
SB2-01	21/06/08	assente	208.0
SB2-03	13/06/08	assente	267.4
SB2-05	16/06/08	assente	256.9
SB2-08	21/06/08	19.60	248.8
SB2-09	15/06/08	19.40	240.7
SB2-11	23/07/08	assente	241.5
SB2-13	01/06/08	assente	235.0
SB2-16	25/05/08	assente	238.0
SB2-18	12/06/08	assente	238.0
SB2-20	29/05/08	assente	224.4
SB2-23	05/07/08	18.80	215.6
SB2-26	19/07/08	assente	214.9
SB2-28	21/07/08	assente	215.6
SB2-30	26/07/08	assente	215.8
SB2-34	12/07/08	assente	215.8
SB2-37	12/07/08	assente	216.4
SB2-39	20/07/08	assente	214.4
SB2-40	17/07/08	assente	213.6
SB2-43	25/07/08	assente	209.8
SB2-45	23/07/08	assente	208.8
SB2-48	11/08/08	assente	207.3
SB2-49	21/07/08	assente	207.4
SB2-52	01/08/08	assente	205.5
SB2-54	21/07/08	assente	205.5
SB2-55	31/07/08	assente	204.1
SB2-57	02/08/08	assente	204.1
SB2-59	20/07/08	19.70	201.3
SB2-61	07/08/08	assente	205.1
SB2-62	24/07/08	19.58	195.8
SB2-63	09/08/08	assente	196.8
SB2-67	26/07/08	assente	192.7
SB2-69	04/08/08	31.60	197.5
SB2-71	23/07/08	18.00	195.8