

ALLEGATO 2

**INDAGINI GEOFISICHE
IN LOCALITA'
VISERBA
(Comune di Rimini)**

**PROSPEZIONE GEOFISICA
CROSS HOLE**

RELAZIONE TECNICA

Data: Dicembre 2010

Archivio 996

996-Relazione tecnica.Doc

Impresa esecutrice:



PROGEO S.r.l.
Via Talete 10/8
47100 Forlì
tel. 0543 723580
fax. 0543 721486
Email: mail.progeo@gmail.com
Web: www.progeo.info



Società certificata con sistema di Qualità UNI EN ISO 9001 - 2000 n° 2619-A

Il Direttore Tecnico per l'impresa:



INDICE

1. INDICAZIONI GENERALI	3
2. ELABORATI CARTOGRAFICI	4
3. PROSPEZIONE SISMICA TRA FORI CON TECNICA CROSS HOLE	5
3.1. Generalità	5
3.2. Controllo della verticalità	5
3.3. Misure Cross Hole	5
3.3.1. Strumentazione	5
3.3.2. Elaborazione dati	7
3.4. Indicazioni generali sulla elasticità dei materiali	12
3.4.1. Generalità	13
3.4.2. Principi sulla Elasticità	13
3.4.2. Parametri elastici	14
4. ANALISI SINTETICA DELLE RISULTANZE SISMICHE	17

REGIONE EMILIA ROMAGNA SERVIZIO GEOLOGICO

INDAGINI CROSS-HOLE VISERBA (Rn)

1. INDICAZIONI GENERALI

Il presente rapporto viene emesso per documentare gli esiti della campagna di indagini geofisiche condotta dalla Progeo S.r.l. nell'ambito della caratterizzazione dinamica dei materiali in sito nella zona di Viserba (Rn).

La finalità delle indagini è la caratterizzazione dei materiali del sottosuolo fino ad una profondità di circa 100 metri dal piano campagna.

La campagna geofisica è stata svolta nel periodo Novembre – dicembre 2010.

Questa è consistita in una prospezione sismica tra fori con tecnica cross hole, finalizzata alla determinazione, della velocità delle onde di compressione e di taglio nonché dei principali moduli elastici dinamici fino alla massima profondità raggiungibile dalla strumentazione.

Seguono alcune immagini delle fasi di acquisizione dati in campagna.



2. ELABORATI CARTOGRAFICI

In allegato alla presente relazione sono presentati gli elaborati cartografici delle risultanze ottenute dalla prospezione sismica tomografica.

I 5 elaborati cartografici (clinometria, sismogrammi, tabelle e log) della prova sismica tra fori con tecnica cross hole tra i sondaggi denominati S1 e S2 sono riportati al termine della presente relazione.

Nella corografia allegata qui di seguito è riportata la planimetria delle indagini geofisiche realizzata sul supporto cartografico digitale con indicata l'ubicazione di massima dei due sondaggi stratigrafici nei quali si sono effettuate le prove.



L'elenco degli elaborati cartografici presentati è quindi il seguente:

- Fig.1 Rilievo clinometrico della distanza fra tubi verticali dei sondaggi S1 e S2 utilizzati per la prova cross hole;
- Fig.2 Sismogrammi cross hole onde di compressione e onde di taglio;
- Fig.3 Tabella dati sismici parametrici cross hole 0-60 m;
- Fig.4 Tabella dati sismici parametrici cross hole 60-95 m;
- Fig.5 Log cross hole delle velocità delle onde di compressione e di taglio e dei moduli elastici dinamici.

3. PROSPEZIONE SISMICA TRA FORI CON TECNICA CROSS HOLE

3.1. Generalità

Questo tipo di indagine viene eseguita per la caratterizzazione fisico-dinamica della porzione di terreno compresa tra due o più fori di sondaggio.

La tecnica si basa sulla misura dei tempi di tragitto delle onde elastiche tra la sorgente posta in un foro e il geofono/i posto in un altro foro/i alla stessa profondità.

Il cross hole si realizza ponendo all'interno di uno dei fori l'energizzatore sismico da foro e il geofono (o i geofoni) tridimensionali in un altro/i foro/i, atto/i a ricevere il segnale sismico in arrivo dalla sorgente alla stessa quota.

Da questa prova è possibile ricavare i moduli elastici e le attenuazioni del mezzo interposto ai fori.

Per l'esecuzione della prova si è provveduto alle seguenti misurazioni utilizzando le strumentazioni di cui si allegano schede tecniche:

1. controllo della verticalità;
2. misure cross hole;
3. processing dei dati.

3.2. Controllo della verticalità

La prova cross hole deve utilizzare informazioni corrette relativamente alla distanza tra i fori di misura.

In questo caso specifico per le misure di verticalità e quindi di determinazione della distanza tra i fori, si sono utilizzati i dati forniti dalla sonda BHTV.

3.3. Misure Cross Hole

La prova Cross Hole prevede l'emissione di un'impulso (shot) generato ad intervalli regolari (1.0 m) lungo l'intera profondità di un foro (definito di "shot"), con ricezione delle onde elastiche di compressione (P) e di taglio (S) in uno o più fori alla medesima quota.

3.3.1. Strumentazione

I sistemi di energizzazione normalmente utilizzati sono stati di due tipi:

- sistema "Sparker" per la generazione delle sole onde di compressione il quale produce onde di volume non polarizzate;
- sistema "Elettrodinamico" per la generazione delle onde di taglio S_v . Questa viene effettuata con polarizzazione verso l'alto e verso il basso (generazione di onde S_v) allo scopo di valutare e determinare con accuratezza l'arrivo delle onde di taglio.

Il sistema di energizzazione elettrodinamica, sviluppato dalla Progeo, è costituito da un generatore di onde P e Sv (immagine a fianco).

All'interno dello strumento sono alloggiati n° 2 sensori di cui uno di triggering ed uno accelerometrico di raccolta del segnale di input.

Per l'accoppiamento alla parete del foro è presente un sistema a molla ad espansione controllata da una centralina simile a quella la cui immagine è riportata di seguito la quale comanda il sistema di ricevitori 3D.

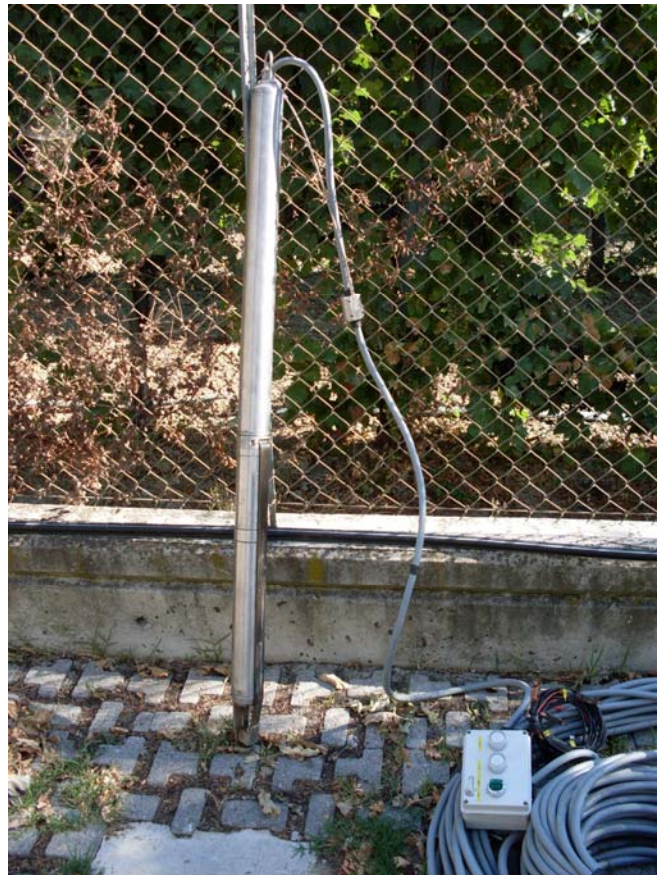
La registrazione dei dati avviene con l'utilizzo di una sonda 3D a frequenza variabile (da 10 Hz) disposti tridimensionalmente rispetto all'asse del foro, posizionati nel foro adiacente a quello di energizzazione alla stessa quota del punto di origine dell'energia oppure mediante sistemi idrofonici per la sola misura delle velocità delle onde di compressione.

La strumentazione di registrazione dei segnali deve possedere chiaramente un campionamento adeguato alla frequenza della sorgente di energia ed un campionamento tale da risolvere le frequenze caratteristiche dei segnali sismici del sito.

Nel caso in esame si è utilizzato n° 1 sismografo "Geode" della Geometrics collegato ad un p.c. portatile.

Per quanto riguarda i sensori, per misure differenziali, si utilizzano normalmente sonde 3D costituite da sensori Mark da 10 Hz di cui uno verticale e due orizzontali posizionati tridimensionalmente.

La sonda 3D utilizzata è provvista di un sistema elettromeccanico per l'espansione della molla per il contatto alla parete del foro, controllata da una centralina elettronica con la quale si gestiscono fino a 4 3D simultaneamente.



Altri sensori utilizzati sono stringhe di 12 idrofoni inderdistanti 1 m per la misure delle sole onde di compressione.

3.3.2. Elaborazione dati

Gli aspetti elaborativi del procedimento analitico si possono sintetizzare in:

- display sismogrammi,
- fast fourier transform (F.F.T.),
- convoluzione,
- cross correlazione,
- lettura first break,
- processing dati in velocità lineare,
- processing dati in velocità tomografica,
- analisi delle varianze,
- analisi qualitative.

Vengono riportati qui di seguito i principali step dell'elaborazione.

Prima fase

In questa fase sono utilizzati programmi originali della Progeo per l'analisi delle tracce sismiche (Seisview) sia codici di calcolo tomografici per le analisi di velocità del cross hole.

a) Traduzione tracce sismiche

Questa fase di preprocessing permette di convertire il formato con cui i dati sismici sono registrati dal sismografo EG&G GEOMETRICS GEODE in quello dei programmi elaborativi.

b) Analisi spettrale (F.F.T.)

Vengono realizzate le analisi spettrali in frequenza (F.F.T.) di alcune tracce campione a finestre sia nei settori con rumore di fondo sia in quelli con segnale utile (onda P ed onda S). Note queste frequenze fondamentali si procede alla costruzione di appositi filtri digitali i quali operano nella riduzione del rumore di fondo e nell'esaltazione dei segnali utili.

c) Analisi dei first break (primi arrivi) delle onde di compressione e taglio (Metodica visuale o mediante CROSS CORRELAZIONE)

Per rilevare l'arrivo delle onde di taglio può essere impiegata una determinazione visuale oppure la tecnica della Cross Correlazione tra i canali fra loro ortogonali dei geofoni orizzontali associata all'analisi dell'ologramma prodotto dalle medesime tracce applicando la metodologia proposta da Willis e Toksoz (1983) per definire la polarità dell'onda stessa.

Questa consiste in una serie di passaggi di Cross Correlazione a finestre variabili tra le varie tracce allo scopo di individuare la massima rassomiglianza tra gli arrivi omologhi.

Individuata la massima verosimiglianza tra le tracce dei canali omologhi si procede all'analisi dell'hodogramma il quale valuta se tale tempo di arrivo è conforme ed appropriato.

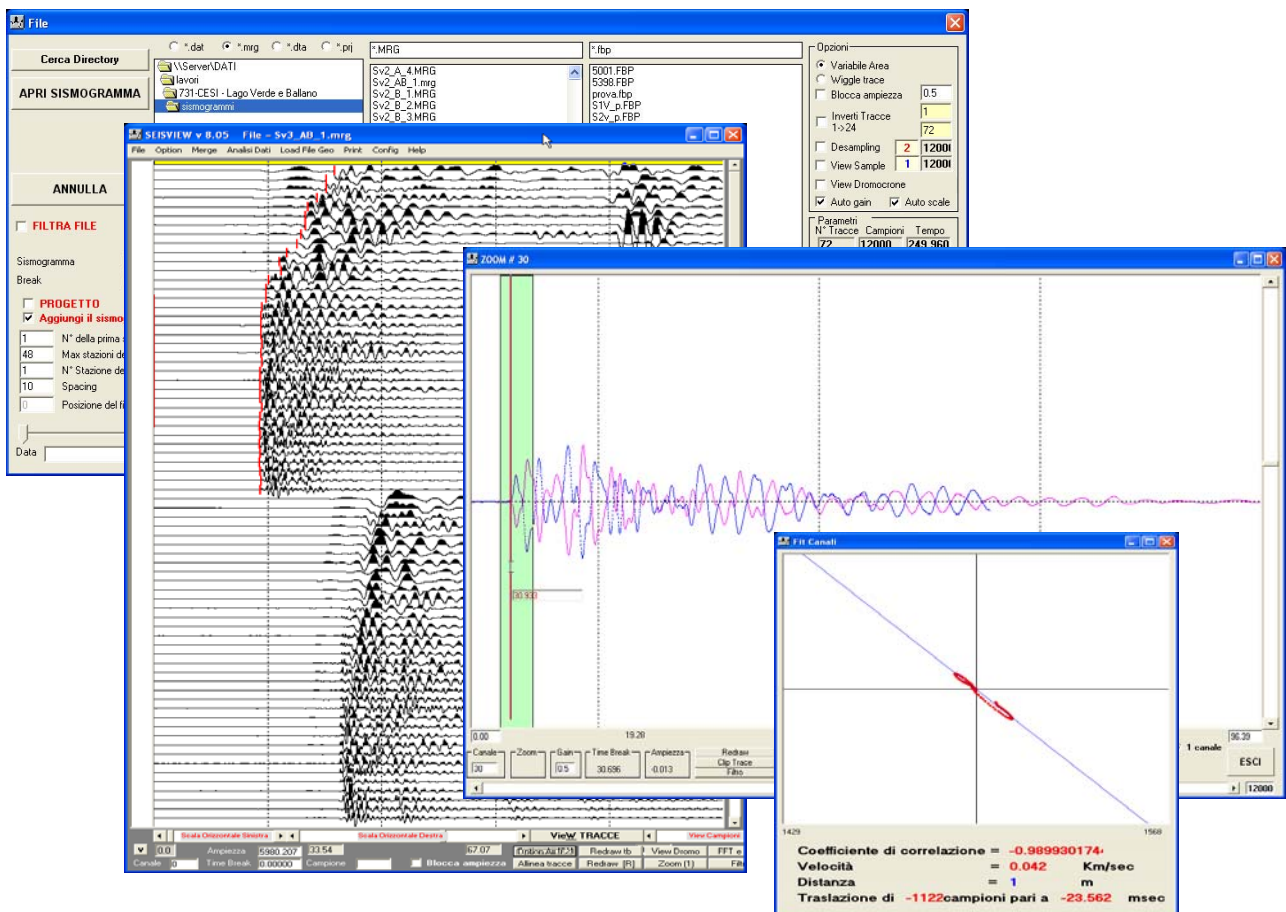
Oltre al sistema del Cross Correlazione, utilizzabile solo nel caso di prova su tre sondaggi in linea, è validamente impiegata, come in questo caso, l'analisi visuale dei break.

Mentre per la valutazione delle onde di compressione si fa riferimento al primo arrivo significativo dell'onda di compressione, per le onde di taglio, essendo presenti due serie di misure per ogni quota a polarità invertita si opera con la visualizzazione contemporanea dei segnali e con la valutazione del break mediante hodogramma.

Le clip sottostanti fanno riferimento ad un esempio di processing standard relativo alla lettura dei tempi delle onde di taglio Sv.

La procedura è rappresentata dalle clip sottostanti dove sono aperti contemporaneamente i record relativi alle registrazioni (onde S) sul foro di ricezione secondo una generazione Sv verso l'alto (prima serie) e verso il basso (seconda serie) dal generatore elettromagnetico.

L'analisi di Cross Correlazione tramite la visualizzazione "a farfalla" delle tracce coniugate porta a valutare (ultimo grafico in basso) il coefficiente di correlazione e definire il tempo di arrivo ottimizzando il fit.



Esempio di Software "Progeo" per analisi dei segnali da Cross Hole (Seisview)

e) Muting

Operazione che attenua il segnale sismico dal tempo 0 al time-break letto sulle singole tracce al passo precedente e che accentua visivamente i primi arrivi.

Viene così ridotto il disturbo aleatorio costituito da rumore di fondo non eliminabile dall'operatore in fase di filtraggio in quanto caratterizzato dalle stesse frequenze del segnale utile.

f) Plot

Eventuale stampa finale delle tracce sismiche relative alle onde di compressione e taglio per analisi visiva tra più set di dati.

Seconda fase

Questa consiste nell'interpretazione dei tempi di arrivo delle onde di compressione P e di taglio S.

Il procedimento di calcolo si sviluppa secondo i seguenti step.

g) Definizione della geometria della ricerca

- posizionamento punti di shot in foro,
- posizionamento 3D nei fori,
- dimensionamento sezione cross hole.

h) Input tempi di arrivo onde P ed S

Realizzazione dei file numerici dei tempi-distanze (dromocrone) rilevati per le analisi tra i fori stessi.

i) Input modello di velocità

In base all'omogeneità dei dati delle varie tracce sismiche o alle conoscenze stratigrafiche del carotaggio, vengono definiti degli intervalli a velocità costante lungo l'asse del foro in funzione dei quali viene realizzato il calcolo automatico delle geometrie di tracciato dei raggi sismici (ray tracing).

j) Ray tracing

Vengono create le traiettorie dei raggi sismici in base ai modelli di velocità lungo la sezione definiti allo step precedente.

Per il calcolo si sono utilizzati i seguenti parametri:

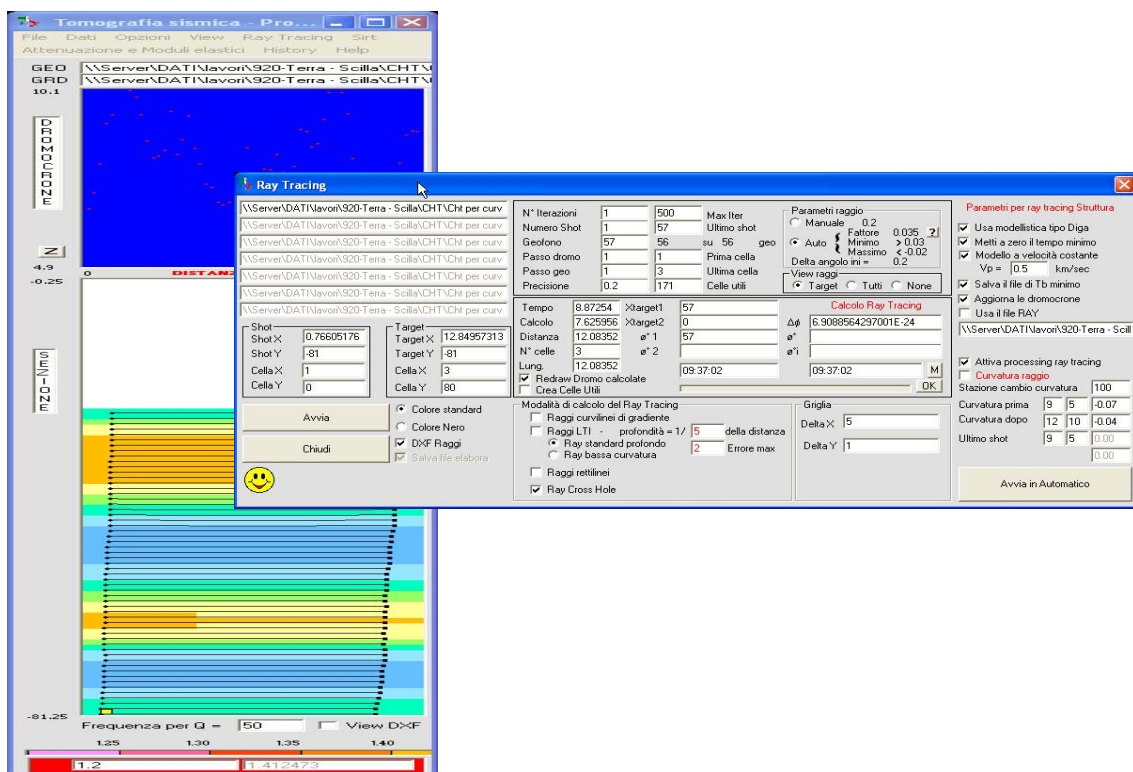
- anisotropia ellittica (gradiente principale di velocità in senso orizzontale)
- tolleranza lineare (.05%)
- tolleranza angolare (1")
- numero di iterazioni (50)
- multi pathing (on)
- plane layer (on)

k) Definizione dei parametri di calcolo

Il programma necessita, per il successivo calcolo della sezione in velocità tra le verticali delle due coppie di fori dei seguenti parametri di calcolo:

- definizione tipo di griglia
- tipo di anisotropia del mezzo investigato (orizzontale)
- numero di iterazioni (mediamente 50)
- algoritmo di calcolo (S.I.R.T.)

L'algoritmo S.I.R.T. (Simultaneous Iterative Reconstruction Technique) crea un'immagine di velocità apprezzabile, in particolare, quando i dati sperimentali dei tempi sono sufficientemente corretti.



Esempio di Clip di una sezione cross hole con tracciamento dei raggi curvilinei e la finestra relativa al calcolo di ray tracing.

l) Analisi delle risultanze

Questa viene inizialmente valutata dal punto di vista statistico attraverso gli scarti quadratici e le varianze dei tempi calcolati rispetto a quelli definiti in input.

In base alla correttezza o meno dei valori ottenuti, possono essere modificati i parametri di calcolo per una migliore ottimizzazione e per ricavare un modello di velocità più adeguato e più simile ai valori di input.

Il calcolo riprende perciò dallo step i) con l'input del nuovo modello di velocità e si procede fino a quando gli scarti e le varianze divengono minimi.

m) Predisposizione di tabelle e grafici dei dati

I dati calcolati al punto precedente vengono riportati in un foglio elettronico appositamente predisposto allo scopo di calcolare i moduli elastici relativi e graficizzare le risultanze.

n) Analisi delle varianze

L'assunzione che le onde sismiche si propagano in linea retta tra lo shot ed il ricevitore è fondata sull'ipotesi di un terreno stratificato orizzontalmente.

Pur nell'ambito di validità di tale ipotesi può tuttavia accadere in situazioni stratigrafiche dove esistono forti contrasti di impedenza meccanica che si verifichi il fenomeno della rifrazione critica oppure la curva dell'onda.

E' ovvio che quando una sezione sismica presenta importanti gradienti sismici allora i raggi sono calamitati verso i settori a maggiore velocità curvando la loro traiettoria e allontanandosi da quella rettilinea.

Questa situazione risulta tanto più significativa quanto maggiore è il gradiente e la distanza tra i fori ed occorre quindi un processing tomografico a raggi curvilinei per stabilire quanto questo gradiente faccia incurvare i raggi e valutare con una maggiore approssimazione le velocità sismiche.

Una valutazione dello scostamento dalla linearità dei raggi e quindi un maggiore o minore avvicinamento dei dati ad un modello matematico più reale viene segnalata negli elaborati delle tabelle cross hole mediante analisi delle varianze i cui dati sono riportati in colonne sia per le onde P sia per le onde S con indicazione numerica dello scarto percentuale e dello scarto assoluto in m/sec tra le velocità tomografiche e quelle rettilinee.

o) Qualità del dato

E' la sintesi finale del valore di velocità riportato in tabella che tiene conto della variabilità della lettura del punto di break: questo risulterà tanto meno variabile quanto più evidente e determinato è l'arrivo del segnale.

La presenza di rumore ambientale, di scattering per un non adeguato accoppiamento tubo-ammasso, di basse frequenze per attenuazione del segnale dovuto a fratturazione della roccia oppure a ridotto addensamento producono incertezza nella determinazione del break.

Procedendo a varie letture (almeno 3) variando filtri ed approcci visuali, si ottiene un set di dati tramite i quali, attraverso un'analisi statistica, si stabilisce la variabilità del break.

Tre sono gli intervalli ritenuti significativi:

Ottimo	$\varepsilon < 2\%$
Medio	ε tra 2-4%
Ridotto	ε tra 4 e 10%.

Questi intorno sono evidenziati con check colorati sulla tabella delle velocità e possono fornire un'utile indicazione sulle misure effettuate.

q) Rapporti

I dati dei parametri elastici di una generica prova Cross Hole si riferiscono all'intervallo spaziale tra due o tre fori a parità di quota.

Dalla prova si ottengono quindi i valori medi dei parametri elastici tra i due punti di misura per cui se interviene un cambio di litologia tra i due sondaggi è ovvio che la misura non può riferirsi né ad un materiale né all'altro ma è comunque un indice di consistenza ed elasticità media che ha un valore locale.

Per l'analisi numerica dei cross hole si rimanda alle tabelle ed ai grafici riportati nelle figure presentate al termine della relazione dalla cui osservazione di dettaglio è possibile trarre informazioni relativamente alle caratteristiche geofisiche del terreno investigato.

Il rapporto conclusivo della prova cross hole è rappresentato dai seguenti elaborati.

Fig. 1 - Rilievo clinometrico della distanza tra tubi verticali.

Fig. 2 - Sismogrammi onde di compressione e onde di taglio.

Figg. 3-4 - Tabella parametri numerici Cross Hole; in questa tabella per ogni metro di profondità di ciascuna colonna i valori numerici si riferiscono ai seguenti parametri:

Prof misura	Quota della misura dal piano campagna;
Distanza fori rettilinea	Distanza relativa ottenuta dalle misure clinometriche;
Distanza fori tomografica	Distanza relativa ottenuta da processing tomografico;
T_p	Tempi di arrivo delle onde di compressione;
T_s	Tempi di arrivo delle onde di taglio;
V_p	Velocità onde di compressione tomografica;
V_s	Velocità onde di taglio tomografica;
ν	Coefficiente di Poisson;
γ	Peso di volume;
E_{din}	Modulo di Elasticità;
G_{din}	Modulo di Taglio o Rigidità;
K_{din}	Modulo di Compressibilità.

Nella porzione intermedia dell'elaborato è altresì riportata la colonna stratigrafica sintetica estratta dal profilo geotecnico di progetto per analisi e correlazioni di massima litostratigrafiche e geosismiche.

I dati rilevati ad ogni metro di profondità sono poi stati indicativamente accorpati per livelli litostratigrafici omogenei ed i parametri medi di ciascun intervallo considerato sono riportati in ulteriori colonne distintive.

Da ultimo sono riportate le colonne relative all'analisi delle varianze delle onde di compressione e di taglio e la qualità del dato.

Fig. 5 – Log parametri cinematici e moduli elastici dinamici:

Velocità onde di compressione;
Velocità onde di taglio;
Coefficiente di Poisson;
Modulo di Elasticità dinamico E_{din} ;
Modulo di Taglio dinamico G_{din} o G_0 ;
Modulo di Compressibilità K_{din} .

3.4. Indicazioni generali sulla elasticità dei materiali

3.4.1. Generalità

L'elasticità di un corpo dipende soprattutto da tre fattori: isotropia, omogeneità e continuità.

Per isotropia si intende uguaglianza delle proprietà vettoriali di un corpo in tutte le direzioni; per omogeneità si intende la distribuzione spaziale uniforme dei vari costituenti del materiale nella sua struttura interna; per continuità si intende l'assenza di interruzioni nei legami che uniscono tra loro i vari costituenti del materiale.

Da ciò si deduce che l'elasticità non può essere che una schematizzazione teorica perché nessun corpo reale può rispondere ai requisiti richiesti di isotropia, omogeneità e continuità.

Nei corpi reali ogni deformazione provoca nell'interno un assetamento strutturale che è irreversibile, per cui non ci può essere un recupero istantaneo e totale della deformazione al cessare della sollecitazione.

Tuttavia questa schematizzazione teorica può avere una sua validità reale se considerata entro certi limiti di intensità e durata dell'applicazione della sollecitazione.

Nel campo delle indagini sismiche con generazione di onde p ed s tutti i materiali rientrano nel campo delle deformazioni elastiche essendo sia l'intensità della forza applicata ed il tempo in cui questa agisce ridotta ad alcuni millisecondi.

Le onde sismiche si propagano nell'interno della terra con velocità, frequenza e ampiezza che dipendono dalle proprietà elastiche delle rocce.

3.4.2. Principi sulla Elasticità

Vengono qui di seguito richiamati alcuni principi sulla elasticità per comprendere le relazioni che legano le velocità delle onde sismiche alle caratteristiche elastiche dei materiali.

Si definisce come *sforzo* S il rapporto tra la forza applicata ad una piccola superficie e l'area di tale superficie.

Se la forza viene applicata normalmente all'area lo sforzo è di *trazione* o di *compressione* se in direzione opposta.

Quando invece la forza è parallela all'area lo sforzo è *tangenziale* o di *taglio*.

Lo sforzo di compressione provoca un accorciamento del corpo, quello di trazione un allungamento e quello di taglio una deformazione angolare.

La *deformazione longitudinale* (ϵ_i) è il rapporto tra l'allungamento (o l'accorciamento) e la lunghezza originale del corpo.

L'angolo di cui ruota il corpo in seguito ad uno sforzo di taglio è la *deformazione tangenziale* (ϵ_ω).

Per piccole deformazioni, lo sforzo longitudinale è proporzionale alla deformazione ϵ_i , e la costante di proporzionalità è il *Modulo di Young* o di *Elasticità normale*.

Lo stesso dicasi per lo sforzo di taglio la cui deformazione tangenziale è proporzionale al *Modulo di Taglio* o di *Rigidità*.

Se lo sforzo viene applicato tridimensionalmente (lungo tutti tre gli assi cartesiani) applicando una pressione idrostatica uniforme si avranno componenti dello sforzo uguali e la deformazione sarà rappresentata da una variazione di volume indicata numericamente dal coefficiente di compressibilità σ , inversamente, dal *Modulo di Compressibilità* o *Modulo di Volume*.

Da un punto di vista bidimensionale, uno sforzo di trazione o compressione, causa sia un allungamento o raccorciamento e contemporaneamente una contrazione o dilatazione; la costante che lega tali variazioni è il *coefficiente di Poisson*.

E' fondamentale comprendere che le velocità delle onde di compressione e di taglio sono parametri qualitativamente molto differenti in quanto hanno origine da una sollecitazione elastica decisamente diversa.

Le onde di compressione fanno riferimento ad un comportamento deformativo longitudinale, le relative onde sismiche si trasmettono mediante deformazioni di compressione ed estensione.

Le onde di taglio sono invece di origine distorsionale e le vibrazioni sono perpendicolari alla direzione di propagazione del moto.

E' ovvio quindi che le velocità delle onde di compressione forniscono indicazioni sulla compressibilità dei materiali mentre quelle di taglio sulla rigidità e deformabilità trasversale.

3.4.2. Parametri elastici

Per la caratterizzazione del sito e del terreno in esame, specialmente in termini di deformabilità dei materiali in associazione ai dati geotecnici ricavati dalle prove geomeccaniche, può essere opportuno fornire al Progettista altri parametri (oltre ai singoli valori di velocità sismica) contemporaneamente alla rilevazione delle velocità di propagazione delle onde sismiche (V_p e V_s) nel sottosuolo.

Si tratta dei Moduli elastici dinamici del terreno i quali possono contribuire ad una migliore definizione dei carichi e delle spinte da parte del manufatto sul terreno di fondazione.

Attraverso la determinazione sia delle velocità delle onde di compressione sia delle velocità delle onde di taglio è possibile ricavare vari parametri (per ulteriori dettagli si veda, tra i più recenti, "The rock physics handbook – tools for seismic analysis in porous media" di G. Mavko, T. Mukerji e J. Dvorkin, Cambridge University Press, UK, pp. 1-329, 1998);

- Coefficiente di Poisson	(ν)	
- Peso di volume	(γ_{din})	in t/m^3
- Modulo di Elasticità dinamico	(E_{din})	in Kg/cm^2
- Modulo di Taglio dinamico	(G_{din})	in $Kgcm^2$
- Modulo di Compressibilità dinamico	(K_{din})	in $Kgcm^2$

Il *Coefficiente di Poisson* (ν), noto come la costante che lega le deformazioni in un corpo, può essere collegato, da un punto di vista bidimensionale, ad uno sforzo di trazione, che causa nel corpo stesso un allungamento in una direzione e un raccorciamento nell'altra, o ad uno sforzo di compressione che, analogamente, determina una contrazione in una direzione e una dilatazione nella direzione opposta.

Tale parametro può presentare un range di variazione compreso tra un massimo di 0.5 ed un minimo di 0; il valore di 0.5 è caratteristico di materiali che si deformano senza cambiamenti di volume (es. acqua), valori leggermente inferiori (0.47 - 0.49) sono tipici di argille o materiali molto saturi; valori inferiori sono indicativi di materiali da poco consolidati a sovraconsolidati.

Per le rocce si presentano range di variazioni molto ampi collegati in particolare sia al grado di fratturazione sia alla presenza di cavità, stratificazioni e litologie e comunque tra (0.46 e 0.20).

In funzione di V_p e di V_s il parametro è definito dalla seguente relazione:

Coefficiente di Poisson

$$\nu = \frac{Vp^2 - 2 \cdot Vs^2}{2 \cdot (Vp^2 - Vs^2)}$$

Il *Peso di volume* (γ_{din}) del terreno può essere indicativamente ricavato, in via empirica, anche dalla velocità delle onde di compressione sulla base della seguente relazione:

Peso di volume

$$\gamma_{din} = 0.51 \cdot Vp_{m/sec}^{0.19} \quad (\gamma_{din} \text{ in T/m}^3).$$

Da tale relazione si può ottenere anche la densità geofisica, intesa come:

Densità geofisica

$$\delta_{din} = \frac{\gamma}{g} \quad (g = 9.8 - \text{accelerazione di gravità m/sec}),$$

la quale viene utilizzata come parametro nelle formule per ricavare i moduli di elasticità e di taglio.

Il *Modulo di Young* o di *Elasticità normale* E_{din} , definisce la *deformazione longitudinale* di un corpo, intesa come il rapporto tra l'allungamento (o l'accorciamento) e la lunghezza originale del corpo stesso; in funzione dei valori della velocità delle onde di compressione Vp , della densità geofisica e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione:

Modulo di Elasticità

$$E_{din} = Vp^2 \cdot \delta_{din} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}{(1 - \nu)} \quad (E_{din} \text{ in Kg/cm}^2).$$

Il *Modulo di Taglio* o di *Rigidità* G_{din} definisce invece la *deformazione tangenziale* di un corpo, intesa come l'angolo di cui ruota il corpo stesso in seguito ad uno sforzo di taglio; in funzione dei valori della velocità delle onde di taglio Vs e della densità geofisica il parametro è definito dalla seguente relazione:

Modulo di Taglio

$$G_{din} = \delta_{din} \cdot Vs^2 \quad (G_{din} \text{ in Kg/cm}^2).$$

Infine, il *Modulo di Compressibilità* o *Modulo di Volume* è quel parametro ottenibile se lo sforzo viene applicato tridimensionalmente (lungo tutti i tre assi cartesiani) generando una pressione idrostatica uniforme con la quale si avranno componenti dello sforzo uguali e con deformazione rappresentata da una variazione di volume la quale può essere indicata numericamente dall'inverso del coefficiente di compressibilità; utilizzando i valori del modulo di elasticità e del coefficiente di Poisson il parametro è definito dalla seguente relazione:

Modulo di Compressibilità

$$K_{din} = \frac{E_{din}}{3 \cdot (1 - 2 \cdot \nu)} \quad (K_{din} \text{ in Kg/cm}^2).$$

I moduli dinamici così calcolati risultano comunque sempre più elevati di quelli statici forniti da prove di carico in situ in quanto gli impulsi sismici sono di breve durata e le sollecitazioni ad essi associate sono relativamente modeste e rientrano nel campo delle deformazioni istantanee.

Il modulo di taglio G_{din} , oltre ad essere utilizzato nel campo geotecnico per lo studio delle resistenze al taglio dei materiali detritici e lapidei, viene impiegato nello studio di microzonazioni sismiche in particolare nel calcolo delle seguenti relazioni relative alla valutazione dei parametri caratteristici sia di spessori (H) sia di interfacce stratigrafiche (nel qual caso vengono utilizzati i parametri elastici di G_{din} dei due strati):

Rigidità sismica	$R = \delta_{din} \sqrt{\frac{G_{din}}{\delta_{din}}}$	(R in t/(m ² *sec))
------------------	--	--------------------------------

Periodo proprio	$T = \frac{4H}{\sqrt{\frac{G_{din}}{\delta_{din}}}}$	(T in sec)
-----------------	--	------------

Rapporto di Impedenza	$\lambda = \frac{\delta_{din1} \cdot G_{din1}}{\delta_{din2} \cdot G_{din2}}$	(λ adimensionale)
-----------------------	---	----------------------------

Il modulo di compressibilità K_{din} o di deformabilità volumetrica è confrontabile con quello ottenuto da prove di compressione idrostatica realizzabili mediante prove triassiali non drenate nella fase iniziale del carico (fase elastica) e quindi è comparabile al modulo idrostatico di compressibilità geotecnico B o, inversamente, al coefficiente o indice di compressibilità C_c .

4. ANALISI SINTETICA DELLE RISULTANZE SISMICHE

In base all'analisi degli elaborati dell'indagine cross hole si possono distinguere 2 principali unità sismostratigrafiche.

Unità sismostratigrafica caratterizzata da terreni litologicamente medio fini (limi e argille con episodi sabbiosi) da poco a debolmente addensati.

Tali unità appaiono più estese nella porzione più superficiale (tra 0 e 21 m dal p.c.) e intermedia (da 40 a 60 m sal p.c.) mentre con minore potenza nella porzione più profonda (da 63 a 81 m dal p.c.).

Tali unità sono caratterizzate da velocità delle onde di compressione mediamente inferiori a 1.6 Km/sec e velocità delle onde di taglio inferiori a 0.27 Km/sec. In effetti la porzione più superficiale (0-21 m dal p.c.) presenta una Vs media decisamente inferiore a 0.20 km/sec

Unità sismostratigrafica caratterizzata da terreni litologicamente grossolani (sabbie e ghiaie) anche con considerevoli consistenze.

Tali unità sono predominanti nella porzione compresa fra 22 e 40 m dal p.c. e da 82 fino quasi a fondo foro. Sono caratterizzate da velocità delle onde di compressione mediamente superiori a 2.0 km/sec e velocità media delle onde di taglio generalmente maggiore di 0.5 km/sec.

Si rimanda per i dettagli all'osservazione diretta degli elaborati cartografici presentati per la prova cross hole (Figg.1-5).

PROGEO

Dott. Maurizio Furani

Dott. Gabriele Pulelli



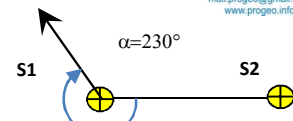
Hanno collaborato:
Dott. Stefano Tomidei
Dott. Andrea Fabbri

RILIEVO DELLA DISTANZA FRA TUBI VERTICALI



PROGEO s.r.l.
Via Taleste 10/B
47100 Forlì
tel. 0543 723580
fax. 0543 721456
mail. proggeo@gmail.com
www.proggeo.info

orientamento:



ver. 07/04/07

Committente..... Regione Emilia Romagna
ubicazione..... Viserba (Rn)
coppia / terna..... S1 - S2
scheda di elaborazione su.....
data del rilievo..... 17/11/2010
distanza tra le teste tubo (metri @ piano campagna) 4.54
azimut della base tra i tubi (angolo antiorario sul N magnetico) 230 °
quota di riferimento..... Testa Tubo
rilevatore Progeo

note:

prof.	TUBO S1		TUBO S2		legenda:		Distanza fra la base dei tubi S1 - S2
	m	98.0	m	98.0	profondità max del tubo;		
	m	0	m	0	fuori terra della testa tubo;		
	m	/	m	/	quote assolute della T.T.;		
prof.	spostamento		spostamento		Distanza fra la base dei tubi S1 - S2		
m	NS	EW	NS	EW	NS	EW	distanza
(1)	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)
T.T	0	0	0	0	-292	348	454
2	-3.3	0.5	1.7	2.8	-287	350	453
4	-2.6	0.0	1.5	5.8	-288	354	456
6	-3.0	2.1	2.5	8.1	-286	354	455
8	0.0	0.9	6.6	8.9	-285	356	456
10	-2.5	-0.6	6.5	5.6	-283	354	453
12	-3.2	1.9	3.0	4.0	-286	350	452
14	-1.1	1.2	2.7	0.2	-288	347	451
16	-3.1	0.4	3.6	1.2	-285	349	450
18	-2.8	1.9	6.3	-0.2	-283	346	447
20	-5.3	0.4	4.2	-2.0	-282	345	446
22	-6.5	-1.8	3.8	-6.3	-282	343	444
24	-6.6	-2.8	5.1	-4.6	-280	346	445
26	-7.7	-0.3	7.8	-5.3	-276	343	440
28	-4.8	-1.4	10.3	-9.0	-277	340	439
30	-7.3	-2.9	11.0	-6.5	-274	344	440
32	-6.9	-0.3	12.0	-5.8	-273	342	438
34	-6.1	-2.9	13.1	-9.0	-273	342	437
36	-7.9	-2.1	14.3	-13.2	-270	337	431
38	-7.8	-4.5	15.3	-10.4	-269	342	435
40	-10.3	-6.0	18.1	-10.1	-263	344	433
42	-6.1	-10.3	21.2	-13.7	-265	344	434
44	-6.8	-14.1	20.8	-13.7	-264	348	437
46	-3.1	-10.0	23.6	-11.0	-265	347	437
48	2.7	-13.9	25.2	-14.5	-269	347	440
50	0.2	-15.5	24.7	-18.9	-267	344	436
52	3.6	-15.2	24.9	-18.4	-271	345	438
54	6.3	-18.3	27.8	-20.8	-270	345	439
56	7.8	-15.8	29.6	-27.5	-270	336	431
58	12.8	-17.9	28.1	-28.2	-277	338	436
60	10.4	-19.4	31.9	-28.5	-270	339	433
62	13.6	-18.4	36.1	-35.5	-269	331	426
64	16.1	-16.8	37.9	-38.1	-270	326	424
66	19.3	-16.5	38.1	-39.7	-273	325	424
68	22.2	-16.4	39.3	-41.9	-275	322	423
70	19.8	-17.9	43.1	-41.6	-268	324	421
72	19.9	-14.3	47.0	-45.1	-265	317	413
74	24.7	-13.5	46.8	-43.3	-270	318	417
76	25.6	-12.6	51.4	-42.3	-266	318	415
78	26.9	-9.9	55.0	-46.8	-264	311	408
80	24.4	-11.4	55.3	-53.5	-261	306	402
82	27.0	-11.8	56.4	-53.1	-262	307	404
84	30.3	-12.4	62.5	-57.6	-260	303	399
86	32.4	-9.2	68.0	-61.2	-256	296	391
88	36.3	-10.7	67.8	-60.5	-260	298	396
90	33.8	-12.2	69.2	-60.7	-256	299	394
92	37.0	-11.9	69.7	-64.1	-259	296	393
94	39.9	-11.0	68.3	-63.7	-264	295	396
96	42.5	-9.6	68.9	-61.8	-265	296	397
98	44.5	-7.0	70.2	-63.0	-266	292	395
100							

- (1): profondità dalla quota di riferimento;
- (2): spostamento asse tubo sui piani N+S- e E+W-;
- (3): componenti NS ed EW della distanza tra i tubi;
- (4): distanza orizzontale tra i tubi alla profondità indicata.

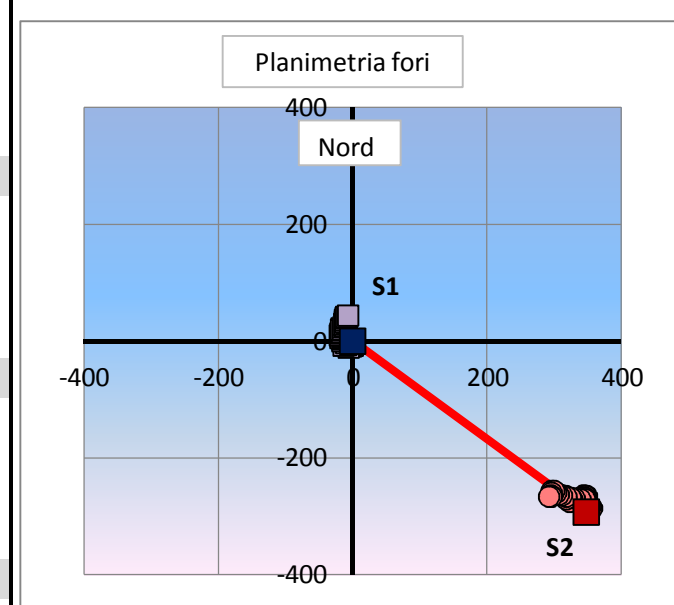
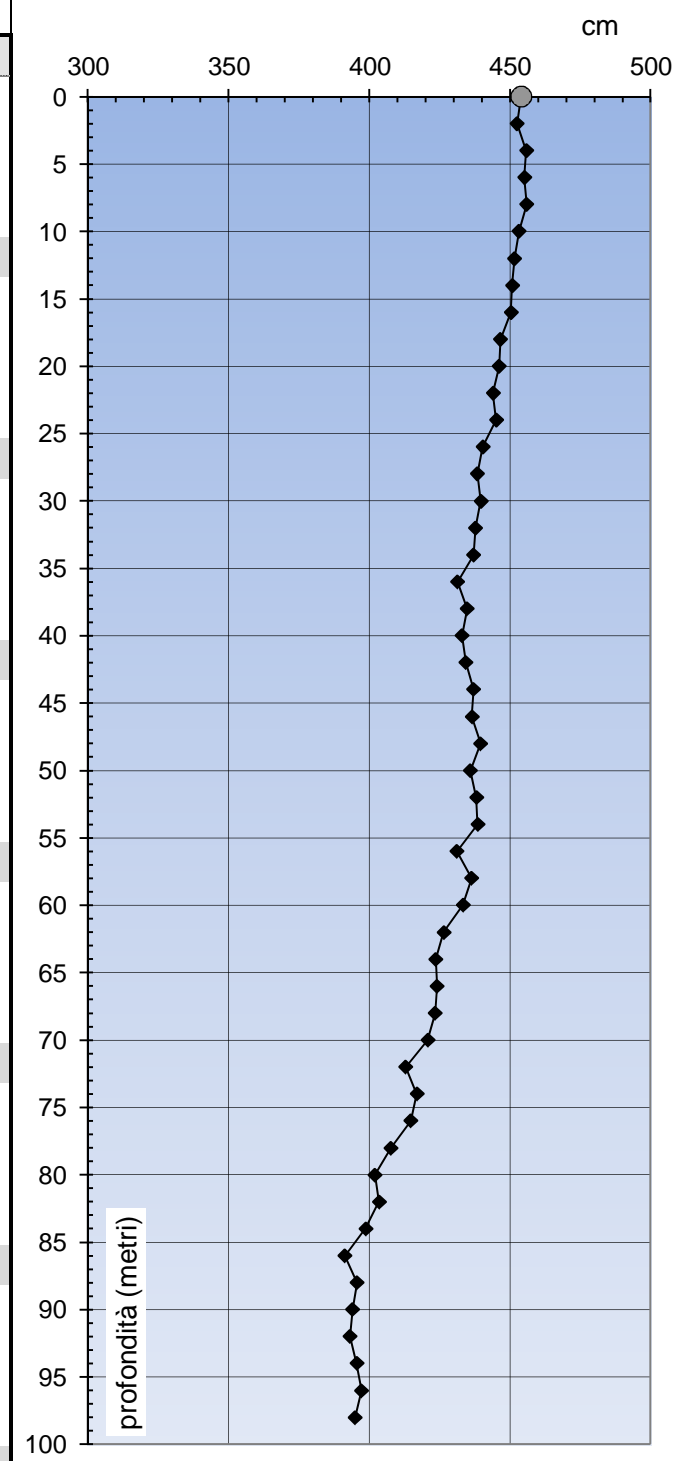


Fig. 1

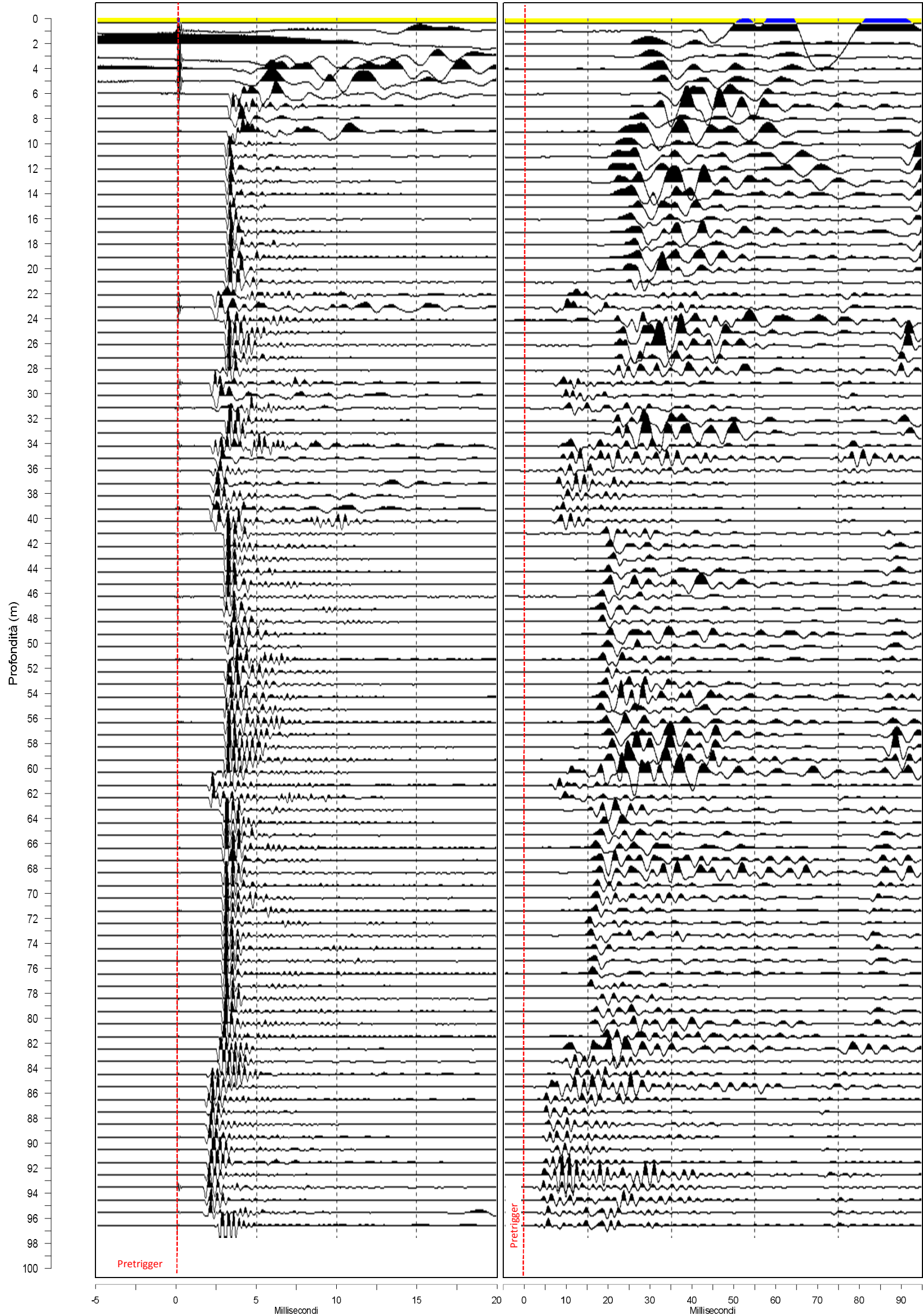
COMMITTENTE	REGIONE EMILIA ROMAGNA - SERVIZIO GEOLOGICO
CROSS HOLE	S1 - S2
Località	VISERBA (Rn)
Data acquisizione	17 novembre 2010
Commessa	996/2010



Sismogrammi post-processing

Profondità misura	SISMOGRAMMI ONDE DI COMPRESSIONE (SHOT SPARKER)	SISMOGRAMMI ONDE DI TAGLIO (SHOT ELETTRODINAMICO)
--------------------------	--	--

Nota: Per i sismogrammi delle onde di taglio viene visualizzata una sola registrazione delle due acquisite



Sismogrammi CROSS HOLE S1 - S2

COMMITTENTE

CROSS HOLE

Località

Data acquisizione

REGIONE EMILIA ROMAGNA - SERVIZIO GEOLOGICO

S1 - S2

VISERBA (Rn)

17 novembre 2010

Commissa 996/2010

SHOT S1

REC S2



PROGEO S.r.l.
Via Roma, 108
41012 Fontanafredda (MO)
Tel. 059 721490
Fax 059 721495
www.progeo.it

QUALITA' DEL DATO ONDE DI TAGLIO

Table with columns: Profondità misura, Distanza fori, Tp, Ts, Vp, Vs, v, gamma, Edin, Gdin, Kdin. Includes stratigraphic column with labels like 'SABBIE' and 'GHIAIE'.

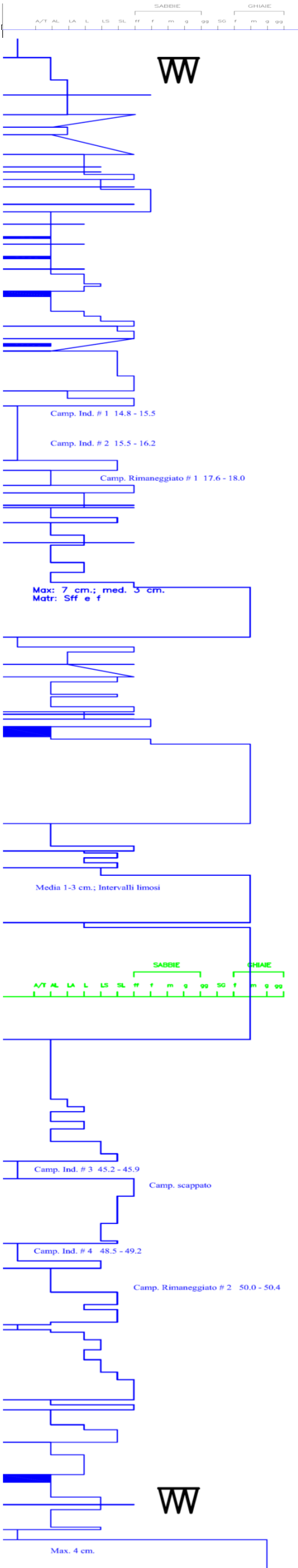


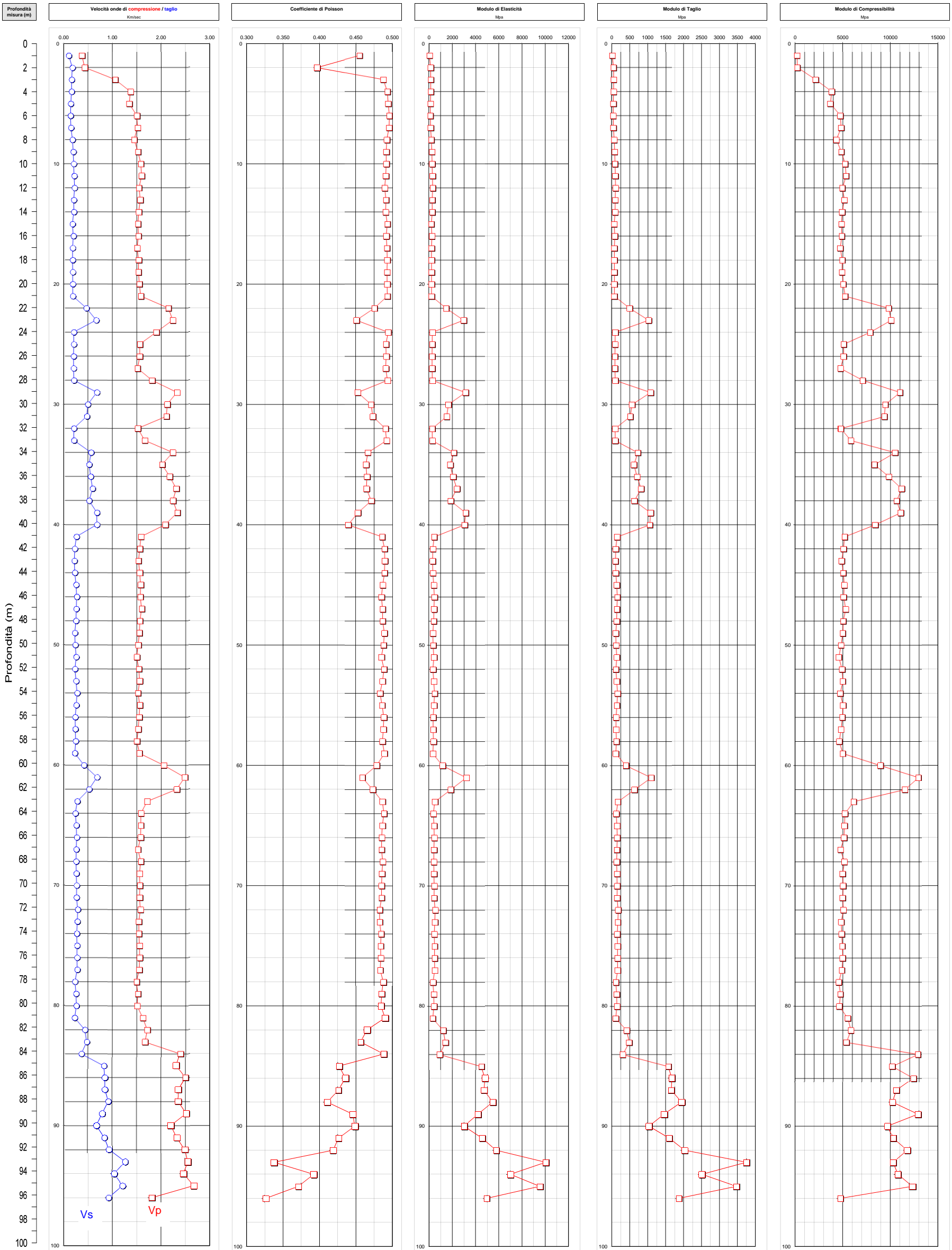
Table with columns: Vp, Vs, v, gamma, Edin, Gdin, Kdin. Contains numerical data for each depth interval.

Table with columns: Vp, Vs, -Delta Vp (%), -Delta Vp (m/sec), -Delta Vs (%), -Delta Vs (m/sec). Contains variance analysis data.

Table with columns: 0-2%, 0-2-4%, 0-2-6%. Contains quality assessment data.

Fig. 3

COMMITTENTE	REGIONE EMILIA ROMAGNA - SERVIZIO GEOLOGICO
CROSS HOLE	S1 - S2
Località	VISERBA (Rn)
Data acquisizione	17 novembre 2010
Commessa	996/2010



Log CROSS HOLE S1 - S2

ALLEGATO 3



Via Pastrengo, 9 – 24068 Seriate (Bg)
Tel: 035 303120
Fax: 035 290388
E-mail: ismgeo@ismgeo.it



Istituto
Sperimentale
Modelli
GEOtecnic

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

Comune di RIMINI

PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Prog. L001; Doc. RAT 317/2011

Redatto da:	Andrea Saccenti		05/08/2011
Rivisto e Approvato da:	Andrea Saccenti		



LISTA DI DISTRIBUZIONE

Nominativo	Riferimento
Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Dott. Luca Martelli (Regione Emilia Romagna) Dott. Carlo Copioli (Comune di RIMINI)

STORIA DELLE MODIFICHE

Data	Versione	Descrizione cambiamenti	Riferimento
Agosto 2011	00	Prima versione	

Documenti in ingresso

[1] Ordine Regione Emilia Romagna

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	4
2.4.1.	Conservazione ed apertura dei campioni indisturbati	4
2.4.2.	Descrizione geotecnica dei terreni (DC)	5
2.5.	Prove di classificazione	6
2.5.1.	Determinazione del contenuto d'acqua (w).....	6
2.5.2.	Determinazione del peso di volume umido (γ)	6
2.5.3.	Determinazione dei Limiti di liquidità e di plasticità (LLP)	6
2.5.4.	Analisi Granulometrica (Gr)	7
2.6.	Prove meccaniche	7
2.6.1.	Preparazione di provini per prove meccaniche	7
2.6.2.	Prova di colonna risonante (RC) e taglio torsionale ciclico (TCS).....	7
3.	TABELLE	9
4.	FIGURE	12

ELENCO TABELLE

Tab. 1– Elenco dei campioni disponibili e delle prove su di essi eseguite.

Tab. 2 - 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.

Fig. 2 – Schema di taglio torsionale ciclico

Allegato A – Certificati prove di laboratorio

1. PREMESSA

L'Istituto Sperimentale Modelli Geotecnici ISMGEO S.r.l. di Seriate ha eseguito, su incarico della REGIONE EMILIA ROMAGNA[1] una campagna di prove geotecniche di laboratorio su campioni prelevati presso il Comune di RIMINI.

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 1 sondaggio geognostico. 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: REGIONE EMILIA ROMAGNA

Cantiere: RIMINI-VISERBA

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)
- Prova di Colonna Risonante (RC)
- Prova di Taglio Torsionale Ciclico (TCS)

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. 2.

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.

2.6. 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 colonna risonante (RC) e taglio torsionale ciclico (TCS)

Attrezzatura - La prova di colonna risonante è stata eseguita utilizzando una apparecchiatura del tipo "fixed - free", cioè con la base del provino fissa e la testa libera di ruotare, che impiega un sistema elettromagnetico per applicare una torsione ciclica al provino.

La prova di taglio torsionale ciclico è stata eseguita con la stessa attrezzatura, integrata da una coppia di trasduttori di spostamento di non contatto posizionati in corrispondenza della testa del provino. Tali trasduttori permettono di determinare direttamente l'angolo di torsione del provino, uno schema è rappresentato in figura 4.

Il sistema elettromagnetico è alimentato da un generatore di onde sinusoidali a frequenza variabile. Il segnale elettrico utilizzato per produrre la torsione e quello dell'accelerometro, che misura il moto della testa, sono visualizzati sugli assi X-Y di un oscilloscopio e danno luogo ad una configurazione ellittica quando il campione è in risonanza. I valori della frequenza di risonanza e dell'accelerazione indotta sono stati utilizzati per il calcolo del modulo di taglio e delle deformazioni. La curva di decadimento, prodotta interrompendo in risonanza l'eccitazione torsionale, ha permesso di valutare lo smorzamento del materiale espresso come percentuale dello smorzamento critico.

Nel caso della prova di taglio torsionale ciclico, il provino è stato sollecitato in modo torsionale con una frequenza fissa pari a 0.5 Hz. Il valore della deformazione di taglio γ è stato calcolato dalle misure effettuate con i trasduttori di non contatto, mentre lo sforzo di taglio τ è stato ricavato attraverso la misura della tensione di sollecitazione delle bobine.

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

- accelerometro piezoelettrico, range 0.1%5 g;
- amplificatore di carica, max. input 10 kpcmb, max. gain 250 mV/pcmb, Max output 5 Vpp con massimo errore \pm 0.1%;

- trasduttore di spostamento ± 5 mm, classe di accuratezza 0.25% del fondo scala;
- trasduttore di pressione, fondo scala 35 bar, classe di accuratezza 0.2% del fondo scala;
- condizionatore di segnale, max. output 5 Vac, frequenza 5 kHz, classe di accuratezza 0.1% del valore di uscita;
- oscilloscopio digitale, range 5 - 5000 mV, classe di accuratezza 2% del range;
- generatore di segnale programmabile, range di frequenza 0.1% 5 MHz, 4 forme d'onda, massimo errore $\pm 1\%$;
- unità di controllo/acquisizione, 16 canali di ingresso;
- multimetro, range da 1 mV a 300 Vac;
- timer-counter programmabile, 10 digits display range 0.1% 120 MHz, risoluzione $\frac{1}{2}$ digit.
- trasduttori di spostamento di non contatto aventi fondo scala di 2 mm, classe di precisione 1% del fondo scala e risoluzione di 0.0001 mm;

Modalità di prova - Il provino, ottenuto mediante fustellazione, è stato assemblato all'interno della cella di prova ed isolato mediante l'applicazione di una membrana in lattice e di tenute O - Ring. Dopo la fase di saturazione, ottenuta mediante l'applicazione di un opportuno valore di contro - pressione, si è passati alla consolidazione isotropa del campione alla tensione prevista dal programma di prova.

Al termine della consolidazione sono state eseguite le misure di modulo e di smorzamento. Per ogni valore di deformazione di taglio γ , sono state prima eseguite le misure di taglio torsionale e successivamente quelle di colonna risonante.

Certificazione - Per ogni prova, oltre ai dati di identificazione del provino ed ai dati relativi alla fase di consolidazione, sono stati riportati sui certificati "Prova di colonna risonante" e "Prova di taglio torsionale ciclico" i valori del modulo di taglio G e dello smorzamento D in funzione della deformazione di taglio γ in singola ampiezza. Per la prova di taglio torsionale sono stati inoltre riportati i cicli più significativi $\tau - \gamma_{sa}$ utilizzati per il calcolo dello smorzamento.

3. TABELLE

1

Sondaggio	campione	Apertura	Peso di volume	Contenuto d'acqua	Granulometria per vagliatura	granulometria per sedimentazione	limite liquido-plastico	Colonna risonante	tagliatorsonale ciclico
S1	CI1	1	1	1	1	1	1		1
S1	CI2	1	1	1	1	1		1	
S1	CI3	1	1	1	1	1	1	1	
S1	CI4	1	1	1	1	1	1		1
S1	CI5	1	1	1	1	1	1	1	
S1	CI6	1	1	1	1	1	1		1
tot		6	6	6	6	6	5	3	3

Tab. 1a – Elenco dei campioni disponibili e delle prove su di essi eseguite

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 frazioni 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

3

Tab. 1b – Elenco dei campioni disponibili e delle prove su di essi eseguite

Tab. 2 - 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.

4. FIGURE

.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	○○○○○	SABBIA ANGOLARE			
.73	○○○○○				
.71	○○○○○				
.69	○○○○○				
.67	○○○○○				
.65	○○○○○				

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

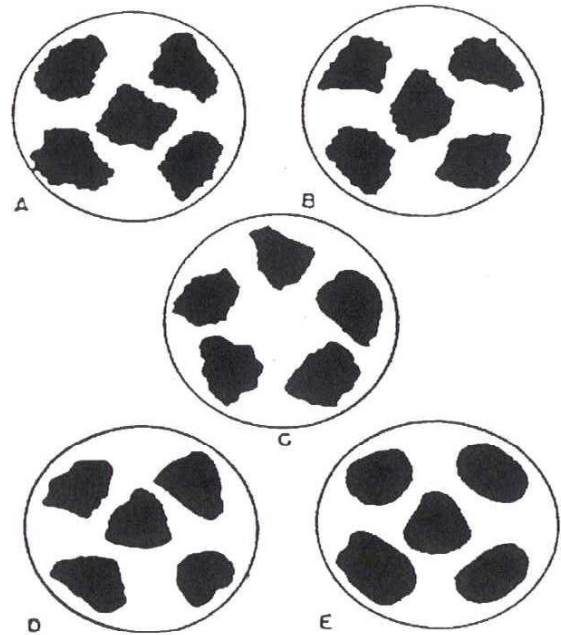


Fig. 1/2 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in relazione al grado di arrotondamento:

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

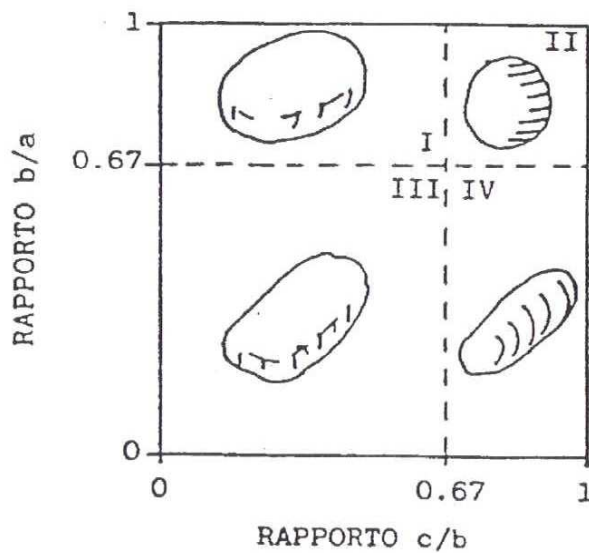


Fig. 1/3 - Classificazione della ghiaia e dei ciottoli in funzione della forma (Gnaccolini, 1978): a, b, c d sono le dimensioni caratteristiche dei grani.

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

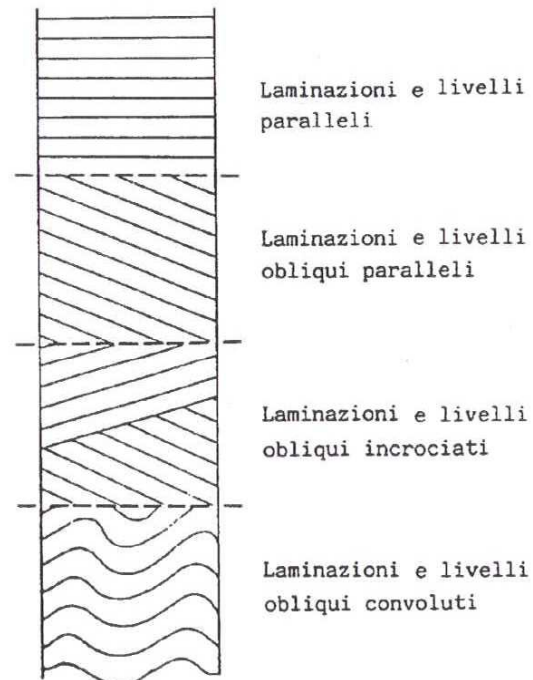


Fig. 1/4 - Schema per la descrizione dei livelli e delle laminazioni.

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

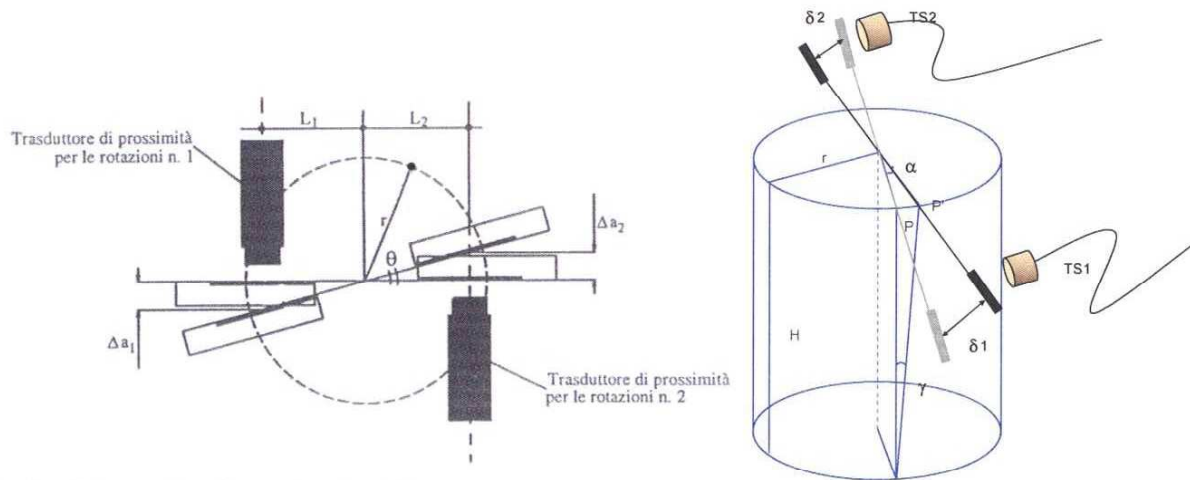


Fig. 2 – Schema di taglio torsionale ciclico



Allegato A

Certificati di prova



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

N° verbale di accettazione: 023/2011

Dati Generali di Campionamento

Data prelievo:
Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE
Attrezzatura prelievo: SHELBY
Modalità prelievo: PRESSIONE

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI1
Profondità prelievo [m]:	14.8-15.50
Prova:	Dc
Data fine descrizione:	05/08/2011

N° certificato di prova: 023/4/A/001

Dati Generali del Campione

Data arrivo in laboratorio:	18/03/2011	Tipo contenitore:	FUSTELLA ACCIAIO
Data estrusione campione:	25/07/2011	Forma campione:	CILINDRICO
Condizioni contenitore:	BUONE	Dimensioni Campione:	Φ= 8.50 cm L= 70 cm
		Classe del terreno:	CLASSE 4

Descrizione

Limo argilloso sabbioso

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+	//	+	//	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
14.80					
14.85					
14.89					
14.94	0.14				LLP1 Gr1
14.99					
15.04					
15.08					
15.13	0.10				
15.18					
15.22	0.10				TCS1
15.27					
15.32					
15.36					
15.41	0.10				
15.46					
15.51					
15.55					
15.60					
15.65					
15.69					
15.74					
15.79					
15.83					
15.88					

Richiami

LLP = Limiti di liquidità e plasticità

Gr = Analisi Granulometrica

TCS = taglio torsionale ciclico



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Sacceni

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI1
Profondità prelievo [m]:	14.8-15.50
Prova:	Cg
Data fine descrizione:	05/08/2011

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
LLP1	14.90m - 14.96m	Limite Liquido = 36 [%] Limite Plastico = 19 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	

Rev	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	05/08/2011	Angeloni	Angeloni

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	C11
Profondità prelievo [m]:	14.80-15.50
Data prova:	25/07/2011



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

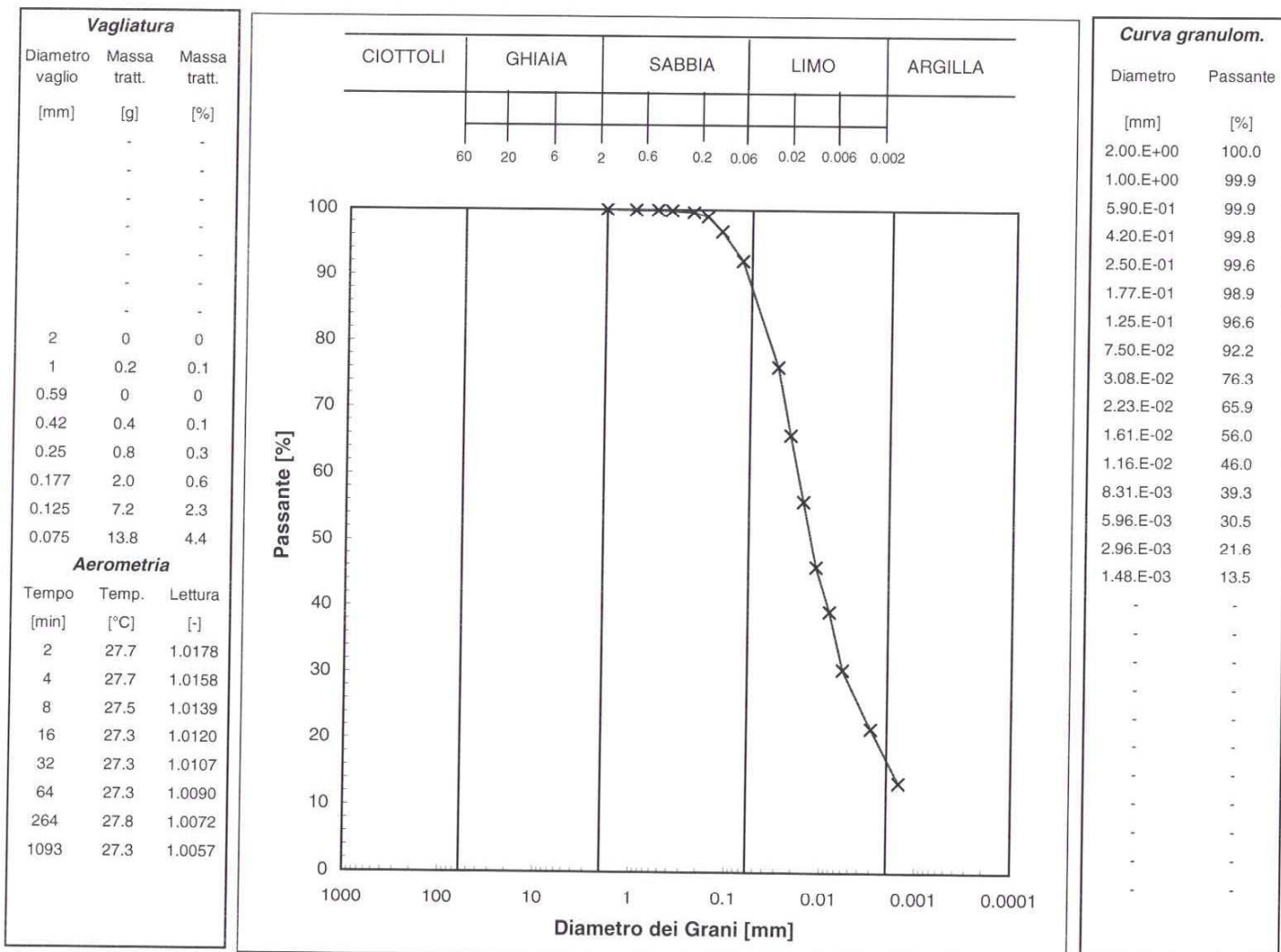
Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	C11
Profondità prelievo [m]:	14.9 - 14.96
Prova:	GR1
Data prova:	02/08/2011

Normativa di riferimento: ASTM D422/90

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova: **023lu/002**

N° verbale di accettazione: **023/2011**

**NOTE:**

* Ricavato da estrapolazione dei dati sperimentali



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) - tel. 035
303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG

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

Sperimentatore: Angeloni
Responsabile: Saccenti
Data emissione: 05/08/2011
Rev. 0

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere: RIMINI-VISERBA
Sondaggio: S1
Campione: C11
Profondità prova [m]: 14.90-14.96
Prova: LLP1
Data prova: 26/07/2011

Normativa di riferimento: ASTM D4318

N° certificato di prova:

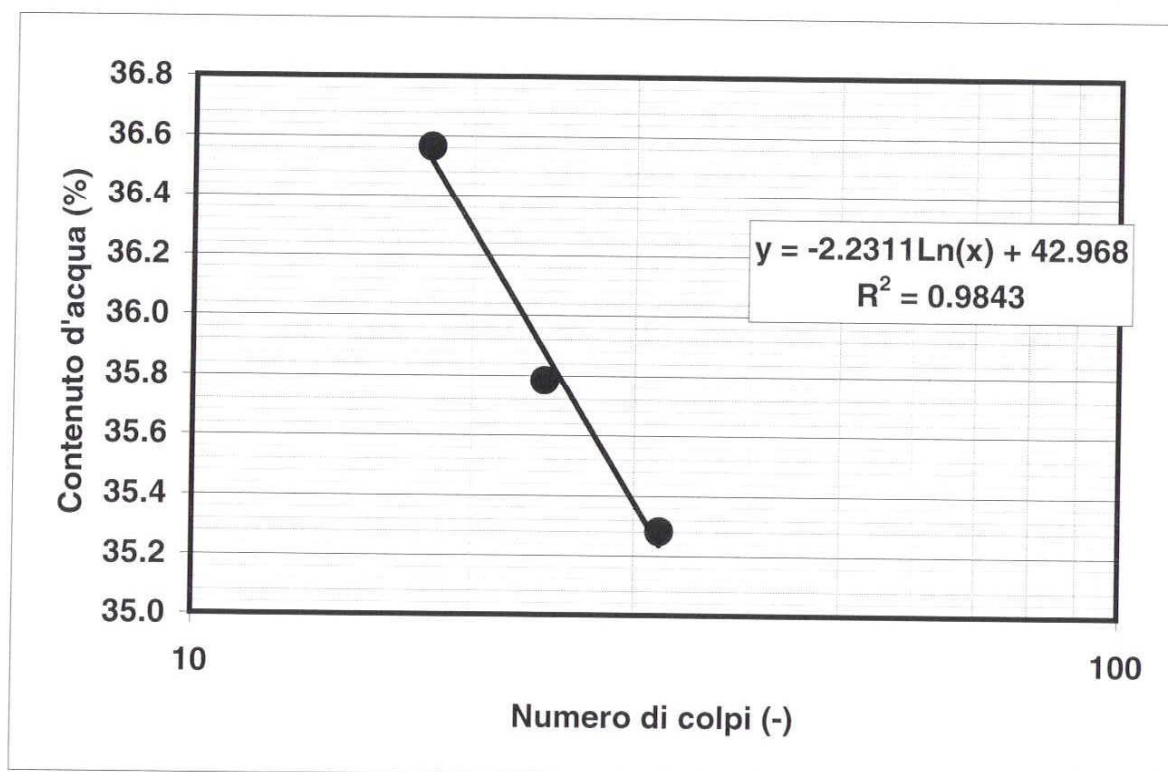
N° verbale di accettazione:

023/W/A/003
023/2011

Limite Liquido			
	prova 1	prova 2	prova 3
numero colpi	18	24	32
massa tara (g)	22.23	22.54	22.16
massa umido + tara (g)	66.45	67.43	68.44
massa secco + tara (g)	54.61	55.60	56.37
umidità (%)	36.57	35.78	35.28

Limite Plastico		
massa tara (g)	22.40	22.23
massa umido + tara (g)	33.22	33.82
massa secco + tara (g)	31.49	31.97
umidità (%)	19.03	18.99

LL (%)	35.8
LP (%)	19.0
IP (%)	16.8



Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccetti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT, 269/2001

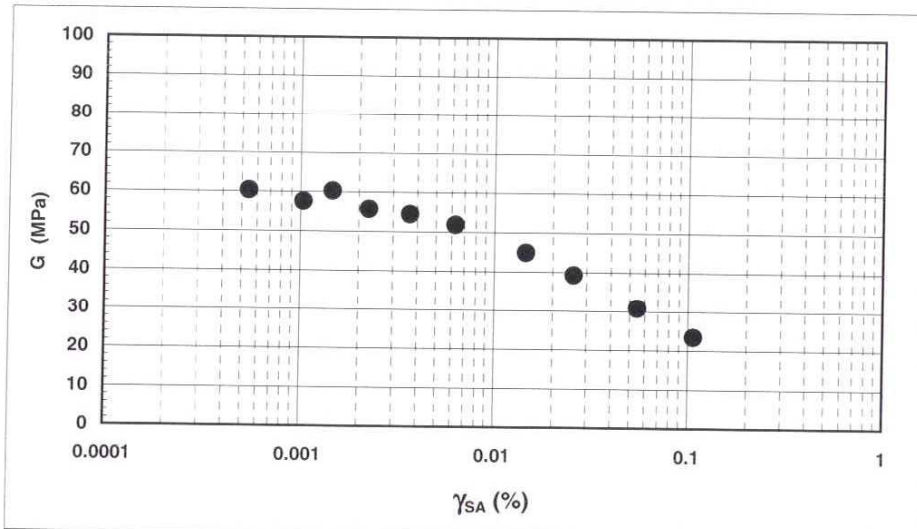
N° certificato di prova: 023/11/1/004

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI1
Profondità prova [m]:	15.20 - 15.30
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011

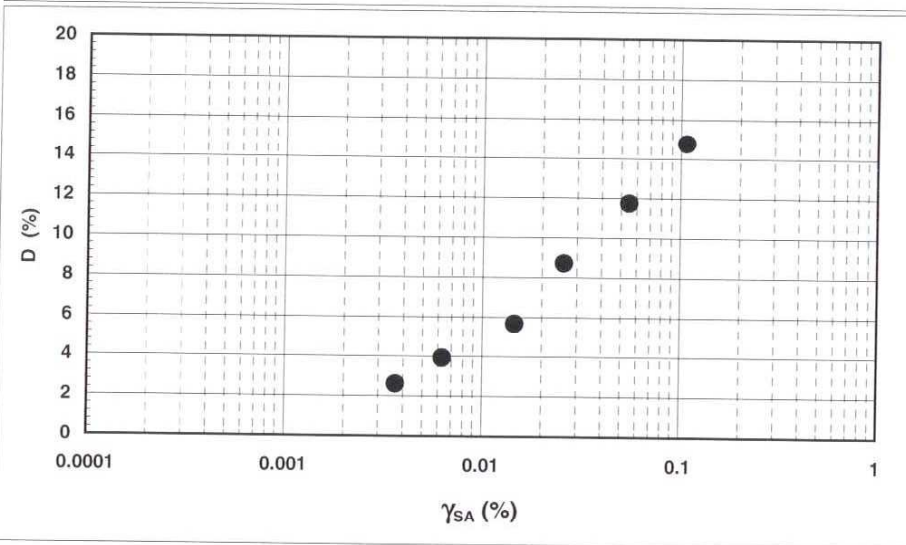
Dati generali del provino

Dati iniziali					Dati inizio prova										Informazioni generali		
D	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino		
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione		
49.8	99.6	18.62	33.1	0.893	145.0	145.0	1.00	300.0	0.95	9.91	99.08	18.84	31.1	0.843	INDISTURBATO		
															S	forma d'onda	SINUSOIDALE
																frequenza (Hz)	0.1
															100	ciclo relativo ai calcoli per ogni step	2



Legenda:

- D = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- K = σ_r / σ_a
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def.taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- τ = sforzo di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale



Note:



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

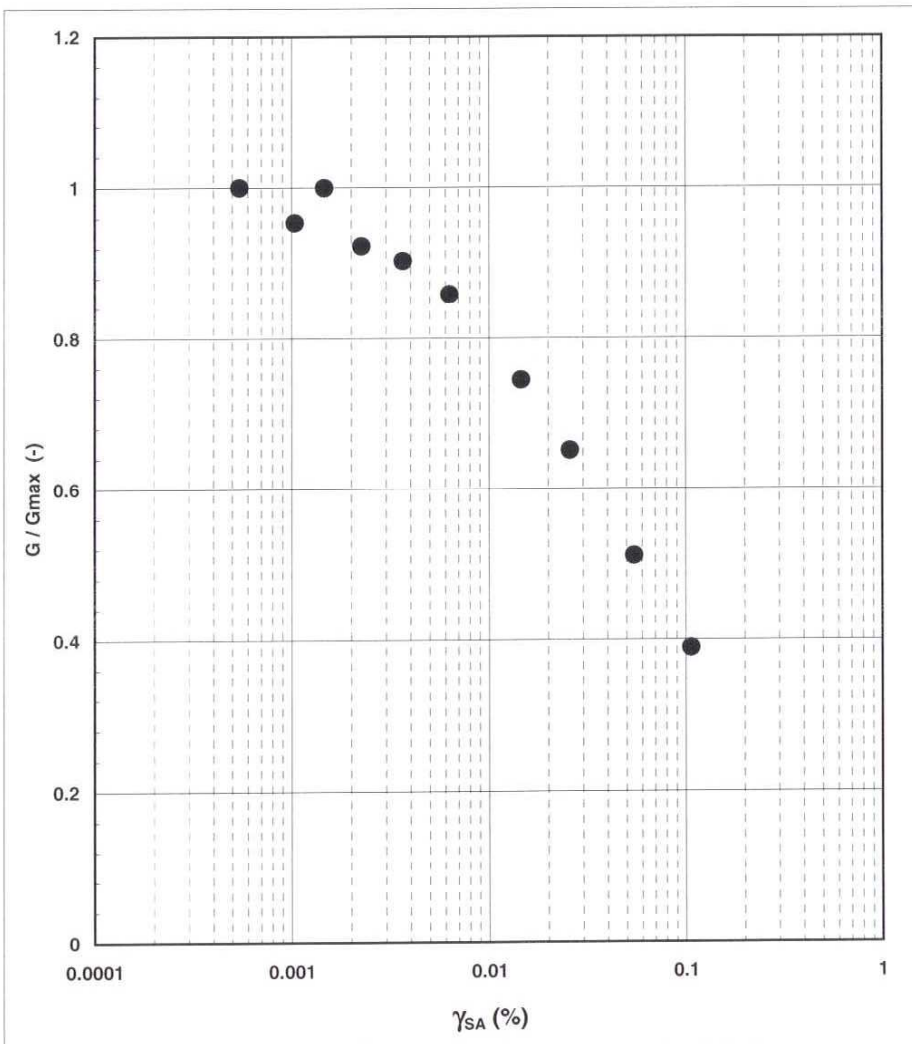
rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccetti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI1
Profondità prova [m]:	15.20 - 15.30
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011

Dati generali del provino

Dati iniziali					Dati inizio prova										Informazioni generali	
D	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino	
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione	
49.8	99.6	18.62	33.1	0.893	145.0	145.0	1.00	300.0	0.95	9.91	99.08	18.84	31.1	0.843	INDISTURBATO	
															superficie di appoggio	FUSTELLAZIONE
															forma d'onda	PIETRA POROSA
															%	SINUSOIDALE
															100	0.1
																2



Legenda:

- D = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- $K = \sigma'_r / \sigma'_a$
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def.taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- τ = sforzo di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale

Note:	
--------------	--



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: Procedura Interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	C11
Profondità prova [m]:	15.20 - 15.30
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011

Dati generali del provino

Dati iniziali					Dati inizio prova										Informazioni generali	
D	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino	
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione	
49.8	99.6	18.62	33.1	0.893	145.0	145.0	1.00	300.0	0.95	9.91	99.08	18.84	31.1	0.843	INDISTURBATO	
															superficie di appoggio	PIETRA POROSA
															forma d'onda	SINUSOIALE
															frequenza (Hz)	0.1
															ciclo relativo ai calcoli per ogni step	2

n.	G	G/G _{MAX}	γ	D	U
-	(MPa)	(-)	(%)	(%)	(kPa)
1	60.33	1.000	5.4E-04		-
2	57.54	0.954	1.0E-03		-
3	60.30	1.000	1.5E-03		-
4	55.69	0.923	2.3E-03		-
5	54.49	0.903	3.7E-03	2.6	-
6	51.82	0.859	6.3E-03	3.9	-
7	44.89	0.744	1.5E-02	5.7	-
8	39.29	0.651	2.6E-02	8.7	-
9	30.82	0.511	5.5E-02	11.8	-
10	23.48	0.389	1.1E-01	14.8	-

Legenda:

D = diametro del provino
H = altezza del provino
 γ_w = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
e = indice dei vuoti
 σ' = tensioni efficaci
K = σ_r / σ_a
B.P. = back pressure
B = coefficiente di Skempton
G = Modulo di taglio
 γ_{SA} = def. taglio in singola ampiezza
D = Rapporto di smorzamento di taglio
 τ = sforzo di taglio
Subscritto 'a' = assiale
Subscritto 'r' = radiale

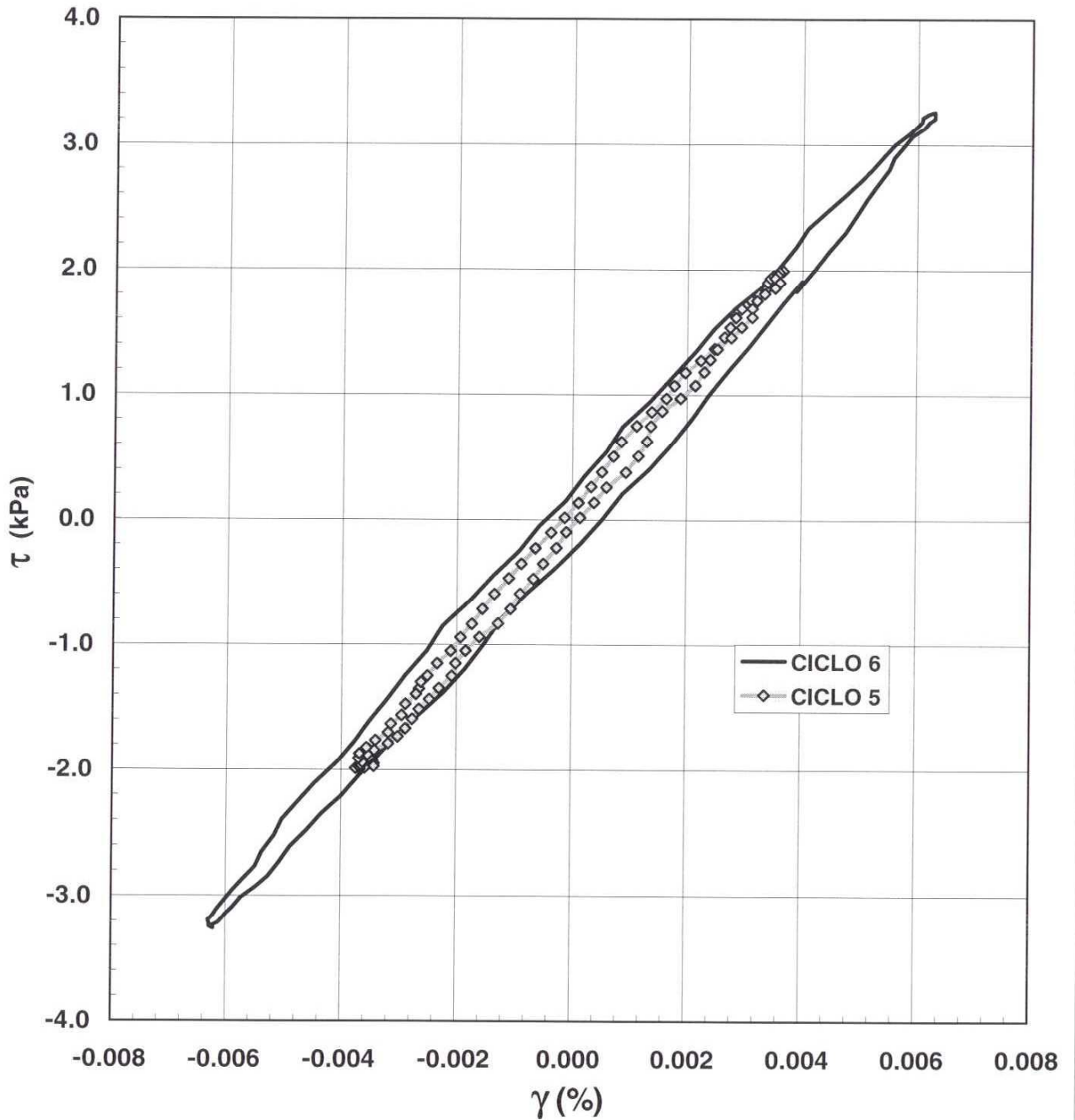
Note:	
--------------	--

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI1
Profondità prova [m]:	15.20 - 15.30
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011



Note:

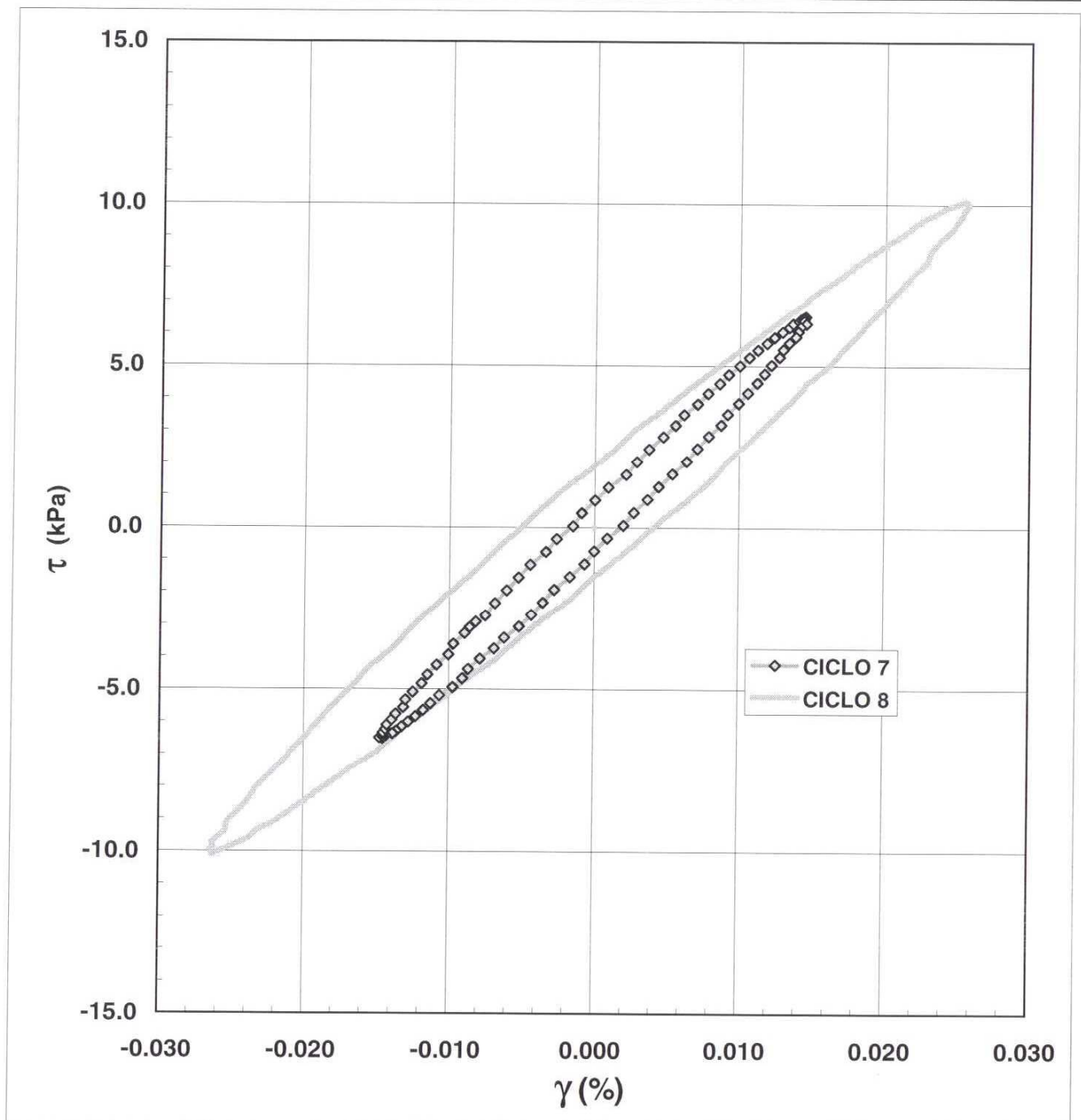


Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Sapienti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	C11
Profondità prova [m]:	15.20 - 15.30
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011



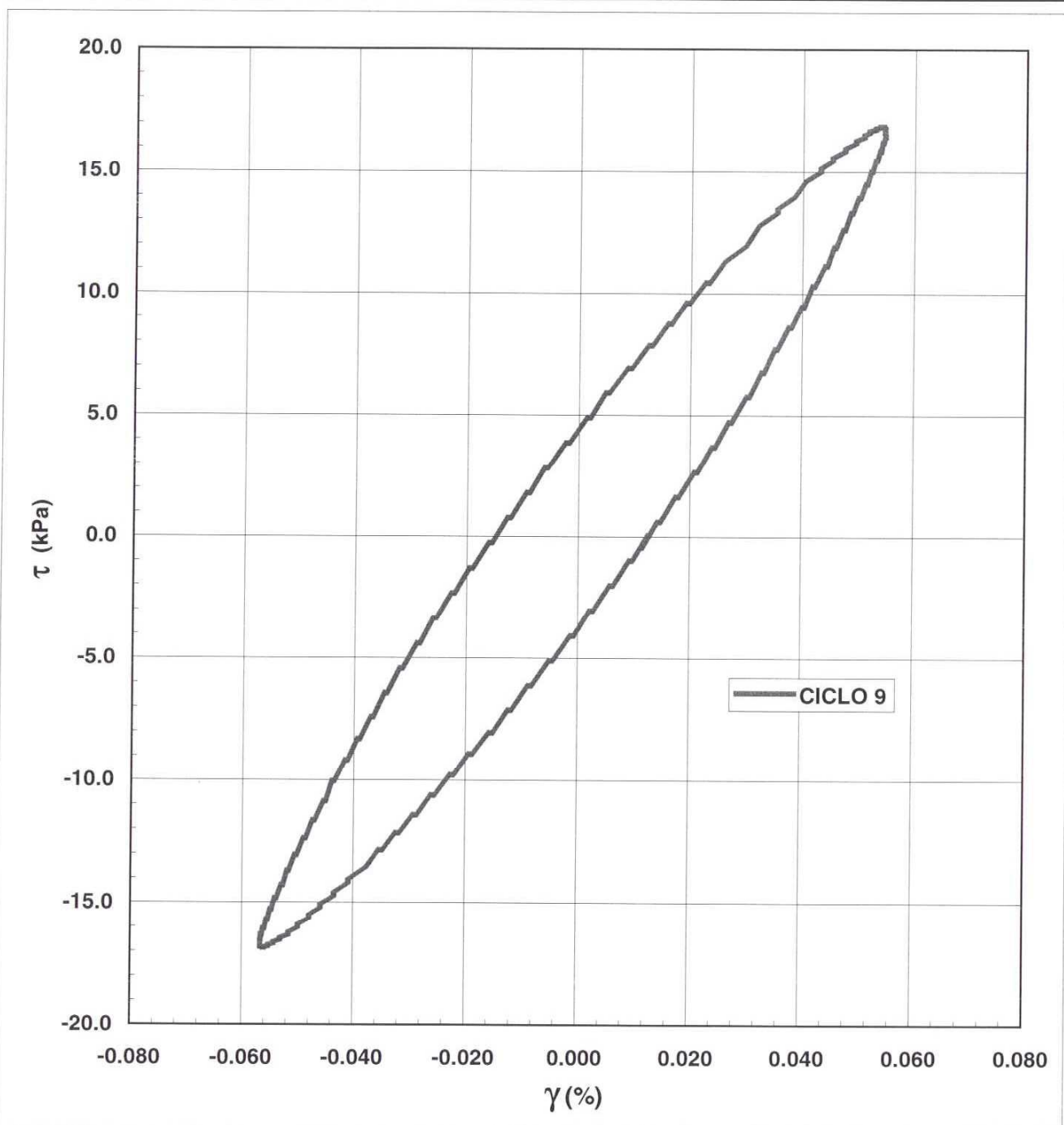
Note:

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI1
Profondità prova [m]:	15.20 - 15.30
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011



Note:

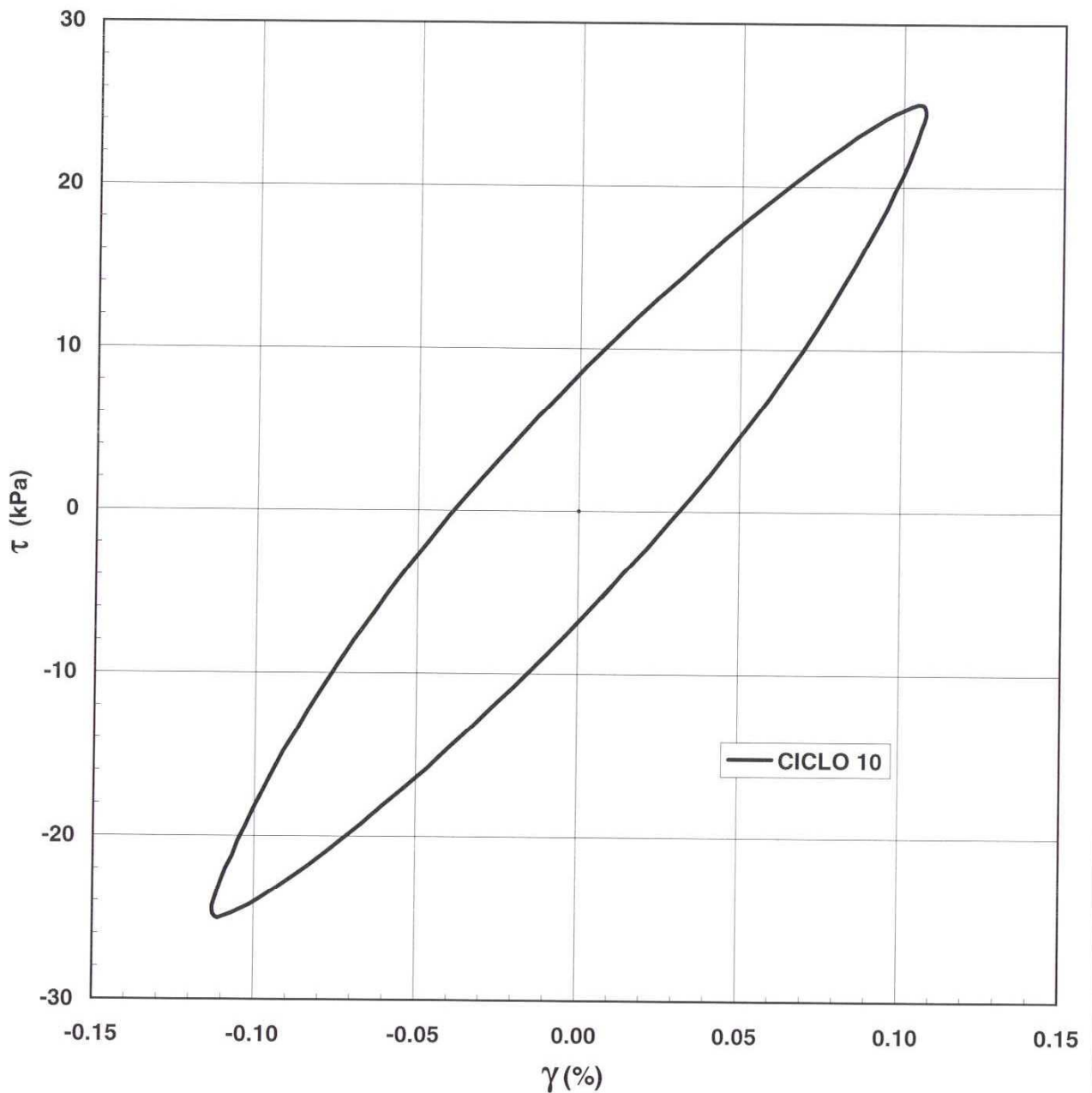


Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Sacerotti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI1
Profondità prova [m]:	15.20 - 15.30
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011



Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccetti

N° verbale di accettazione: 023/2011

Dati Generali di Campionamento

Data prelievo:
Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE
Attrezzatura prelievo: SHELBY
Modalità prelievo: PRESSIONE

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere: RIMINI-VISERBA
Sondaggio: S1
Campione: CI2
Profondità prelievo [m]: 15.5-16.2
Prova: Dc
Data fine descrizione: 05/08/2011

N° certificato di prova: 023M/A/005

Dati Generali del Campione

Data arrivo in laboratorio: 18/03/2011
Data estrusione campione: 25/07/2011
Condizioni contenitore: BUONE
Tipo contenitore: FUSTELLA ACCIAIO
Forma campione: CILINDRICO
Dimensioni Campione: $\Phi= 8.50$ cm L= 70 cm
Classe del terreno: CLASSE 4

Descrizione

Sabbia con limo debolmente argillosa

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+	//	+	//	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
15.50					RC1 Gr1
15.55					
15.59	0.20				
15.64					
15.69					
15.74	0.14				
15.78					
15.83	0.11				
15.88					
15.92					
15.97					
16.02	0.11				
16.06					
16.11					
16.16					
16.21					
16.25					
16.30					
16.35					
16.39					
16.44					
16.49					
16.53					
16.58					

Richiami

RC = Colonna risonante
Gr = Analisi Granulometrica

Rev	data emiss.	<u>eseguito da</u>	<u>elaborato da</u>
0	05/08/2011	Angeloni	Angeloni

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	C12
Profondità prelievo [m]:	15.50-16.20
Data prova:	25/07/2011





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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Sapienti

Normativa di riferimento: ASTM D422/90

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

023/1u/A/006

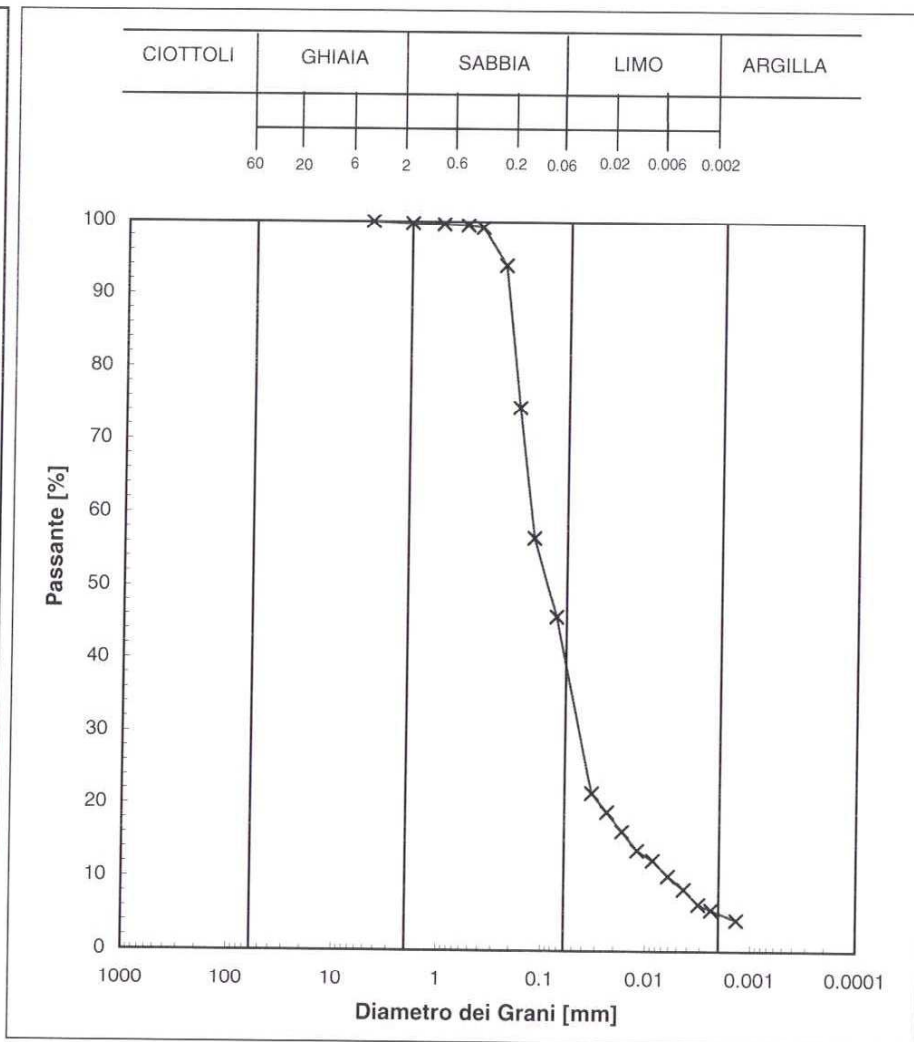
N° verbale di accettazione:

023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI2
Profondità prelievo [m]:	15.65 - 15.7
Prova:	GR1
Data prova:	02/08/2011

Vagliatura		
Diametro vaglio [mm]	Massa tratt. [g]	Massa tratt. [%]
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
4.75	0	0
2	1.7	0.2
1	1.2	0.2
0.59	0.7	0.1
0.42	2.2	0.3
0.25	36.3	5.2
0.177	136.4	19.5
0.125	124.6	17.8
0.075	76.1	10.9

Aerometria		
Tempo [min]	Temp. [°C]	Letture [-]
2	27.0	1.0109
4	27.0	1.0099
8	26.8	1.0089
16	26.4	1.0080
32	26.3	1.0075
64	26.5	1.0066
129	26.5	1.0059
247	26.9	1.0050
431	27.7	1.0045
1319	27.5	1.0040



Curva granulom.	
Diametro [mm]	Passante [%]
4.75.E+00	100.0
2.00.E+00	99.8
1.00.E+00	99.6
5.90.E-01	99.5
4.20.E-01	99.2
2.50.E-01	94.0
1.77.E-01	74.5
1.25.E-01	56.6
7.50.E-02	45.8
3.30.E-02	21.5
2.35.E-02	19.0
1.68.E-02	16.3
1.21.E-02	13.7
8.58.E-03	12.4
6.10.E-03	10.2
4.32.E-03	8.4
3.13.E-03	6.4
2.35.E-03	5.6
1.36.E-03	4.2
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D ₆₀ [mm]	D ₅₀ [mm]
		da m	a m												
GR1	x	15.65	15.70	698.9	VIA UMIDA	46	-	0	61	34	5	28	-	1.3.E-01	9.2.E-02

NOTE:

* Ricavato da estrapolazione dei dati sperimentali



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: ASTM D4015/95

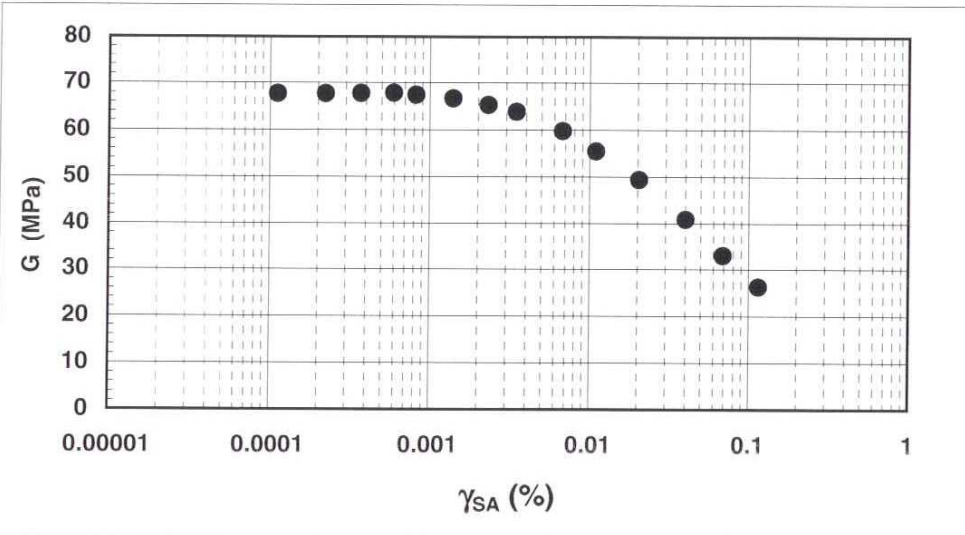
N° certificato di prova: 023611A/007

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI2
Profondità prova [m]:	15.80 - 15.90
Prova:	RC
Provino:	1
Data prova:	01/08/2011

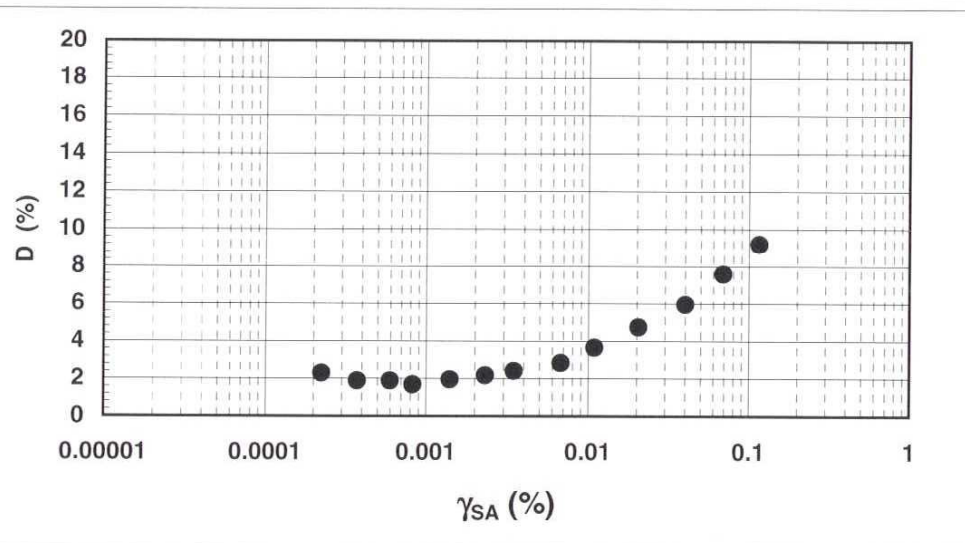
Dati generali dei provini

Dati iniziali					Dati di prova								Informazioni generali			
Φ	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino	
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione	
49.70	98.80	18.54	32.0	0.886	150.0	150.0	1.0	300.0	0.95	49.2	98.0	18.83	30.5	0.835	superficie di appoggio	INDISTURBATO
															eccitazione	FUSTELLAZIONE
																PIETRA POROSA
																TORSIONALE



Legenda:

- Φ = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- K = σ'_r / σ'_a
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def.di taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale



Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: ASTM D4015/95

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI2
Profondità prova [m]:	15.80 - 15.90
Prova:	RC
Provino:	1
Data prova:	01/08/2011

Dati generali dei provini

Dati iniziali					Dati di prova										Informazioni generali	
Φ	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino	
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione	
49.70	98.80	18.54	32.0	0.886	150.0	150.0	1.0	300.0	0.95	49.2	98.0	18.83	30.5	0.835	superficie di appoggio	INDISTURBATO
															eccitazione	FUSTELLAZIONE
																PIETRA POROSA
																TORSIONALE

Valori numerici

G	G/G _{MAX}	γ	D
(MPa)	(-)	(%)	(%)
67.66	1.000	0.00011	
67.71	1.001	0.00022	2.29
67.74	1.001	0.00037	1.90
67.83	1.002	0.00060	1.89
67.40	0.996	0.00082	1.69
66.63	0.985	0.00140	1.95
65.33	0.965	0.00232	2.18
63.85	0.944	0.00348	2.41
59.73	0.883	0.00676	2.84
55.45	0.819	0.01093	3.66
49.36	0.729	0.02046	4.75
40.92	0.605	0.04010	5.95
32.95	0.487	0.06895	7.59
26.25	0.388	0.11540	9.20

Legenda:

- Φ = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- K = σ_r / σ_a
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def. di taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale

Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

N° verbale di accettazione: 023/2011

Dati Generali di Campionamento

Data prelievo:
Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE
Attrezzatura prelievo: SHELBY
Modalità prelievo: PRESSIONE

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI3
Profondità prelievo [m]:	45.2-45.9
Prova:	Dc
Data fine descrizione:	05/08/2011

N° certificato di prova: 023/4/A/008

Dati Generali del Campione

Data arrivo in laboratorio:	18/03/2011	Tipo contenitore:	FUSTELLA ACCIAIO
Data estrusione campione:	01/08/2011	Forma campione:	CILINDRICO
Condizioni contenitore:	BUONE	Dimensioni Campione:	Φ= 8.50 cm L= 70 cm
		Classe del terreno:	CLASSE 4

Descrizione

Limo con argilla sabbioso

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+	//	+	//	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
45.20					RC1 LLP1 Gr1
45.25					
45.29	0.19				
45.34					
45.39	0.19				
45.44	0.25				
45.48					
45.53					
45.58					
45.62					
45.67					
45.72					
45.76					
45.81					
45.86					
45.91					
45.95					
46.00					
46.05					
46.09					
46.14					
46.19					
46.23					
46.28					

Richiami

RC = Colonna risonante
LLP = Limiti di liquidità e plasticità
Gr = Analisi Granulometrica



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccanti

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere: RIMINI-VISERBA
Sondaggio: S1
Campione: CI3
Profondità prelievo [m]: 45.2-45.9
Prova: Cg
Data fine descrizione: 05/08/2011

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
LLP1	45.40m - 45.50m	Limite Liquido = 42 [%] Limite Plastico = 18 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	

Rev	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	05/08/2011	Angeloni	Angeloni

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	C13
Profondità prelievo [m]:	45.20-45.90
Data prova:	01/08/2011



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: ASTM D422/90

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

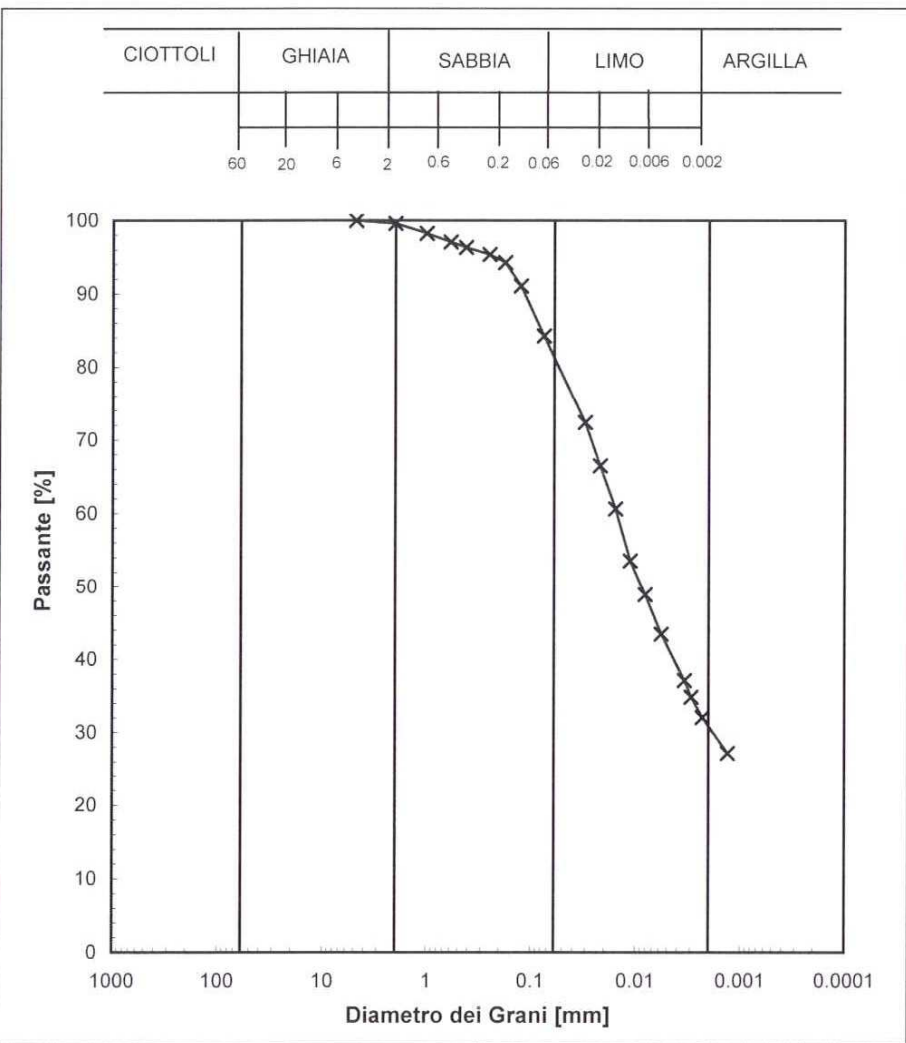
N° verbale di accettazione:

023/14/009
023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI3
Profondità prelievo [m]:	45.35 - 45.4
Prova:	GR1
Data prova:	02/08/2011

Vagliatura		
Diametro vaglio [mm]	Massa tratt. [g]	Massa tratt. [%]
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
4.75	0	0
2	1.3	0.4
1	4.5	1.4
0.59	3.9	1.2
0.42	2.5	0.7
0.25	3.3	1.0
0.177	3.6	1.1
0.125	10.5	3.2
0.075	22.6	6.8

Aerometria		
Tempo [min]	Temp. [°C]	Lettura [-]
2	27.0	1.0181
4	27.0	1.0168
8	27.0	1.0155
16	26.7	1.0140
32	26.5	1.0130
66	26.5	1.0118
188	27.0	1.0103
256	27.0	1.0098
412	27.9	1.0090
1300	27.5	1.0080



Curva granulom.	
Diametro [mm]	Passante [%]
4.75.E+00	100.0
2.00.E+00	99.6
1.00.E+00	98.3
5.90.E-01	97.1
4.20.E-01	96.3
2.50.E-01	95.3
1.77.E-01	94.3
1.25.E-01	91.1
7.50.E-02	84.3
3.05.E-02	72.4
2.19.E-02	66.5
1.57.E-02	60.6
1.13.E-02	53.6
8.09.E-03	48.9
5.70.E-03	43.5
3.40.E-03	37.1
2.93.E-03	34.9
2.30.E-03	32.1
1.31.E-03	27.2
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D ₆₀ [mm]	D ₅₀ [mm]
		da m	a m												
GR1	x	45.35	45.40	332.4	VIA UMIDA	84	-	0	18	50	31	30	-	1.5.E-02	8.8.E-03

NOTE:
* Ricavato da estrapolazione dei dati sperimentali



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) - tel. 035
303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG

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

Sperimentatore: Angeloni
Responsabile: Saccenti
Data emissione: 05/08/2011
Rev. 0

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere: RIMINI-VISERBA
Sondaggio: S1
Campione: C13
Profondità prova [m]: 45.35-45.40
Prova: LLP1
Data prova: 04/08/2011

Normativa di riferimento: ASTM D4318

N° certificato di prova:

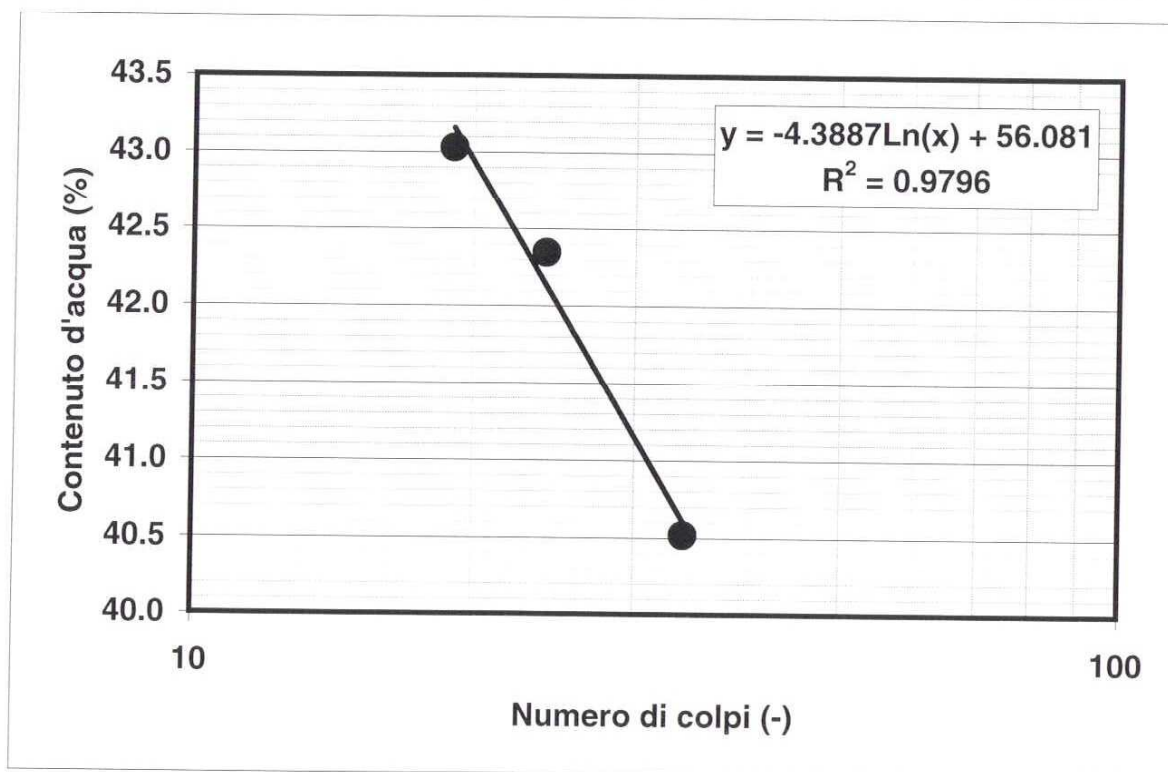
N° verbale di accettazione:

023/ul/010
023/2011

Limite Liquido			
	prova 1	prova 2	prova 3
numero colpi	19	24	34
massa tara (g)	22.23	22.40	22.27
massa umido + tara (g)	60.82	61.83	62.81
massa secco + tara (g)	49.21	50.10	51.12
umidità (%)	43.03	42.35	40.52

Limite Plastico		
massa tara (g)	22.61	22.32
massa umido + tara (g)	32.72	32.22
massa secco + tara (g)	31.14	30.68
umidità (%)	18.52	18.42

LL (%)	42.0
LP (%)	18.5
IP (%)	23.5



Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: ASTM D4015/95

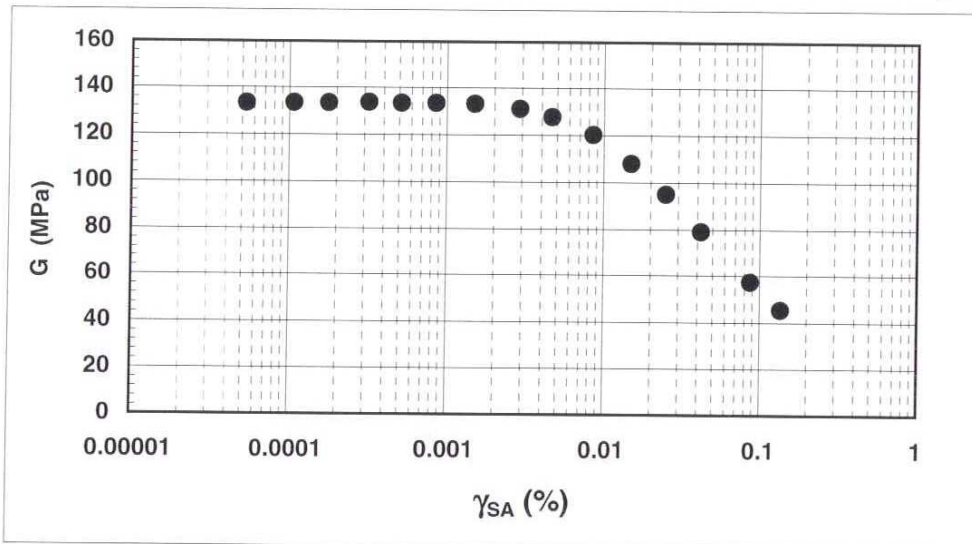
N° certificato di prova: 023/11/1011

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI3
Profondità prova [m]:	45.40 - 45.50
Prova:	RC
Provino:	1
Data prova:	03/08/2011

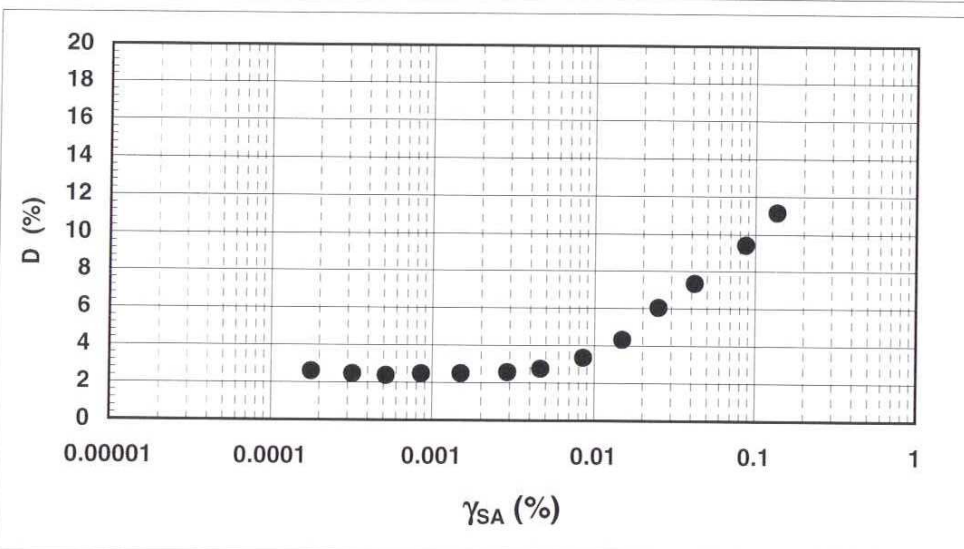
Dati generali dei provini

Dati iniziali					Dati di prova										Informazioni generali	
Φ	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino	
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione	
50.00	98.90	19.37	25.2	0.712	450.0	450.0	1.0	300.0	0.95	49.7	97.5	19.64	23.6	0.668	INDISTURBATO	
															superficie di appoggio	PIETRA POROSA
															eccitazione	TORSIONALE



Legenda:

- Φ = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- K = σ_r / σ_a
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def. di taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale



Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: ASTM D4015/95

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI3
Profondità prova [m]:	45.40 - 45.50
Prova:	RC
Provino:	1
Data prova:	03/08/2011

Dati generali dei provini

Dati iniziali					Dati di prova										Informazioni generali	
Φ	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino	
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione	
50.00	98.90	19.37	25.2	0.712	450.0	450.0	1.0	300.0	0.95	49.7	97.5	19.64	23.6	0.668	superficie di appoggio	INDISTURBATO
															eccitazione	FUSTELLAZIONE
																PIETRA POROSA
																TORSIONALE

Valori numerici

G	G/G _{MAX}	γ	D
(MPa)	(-)	(%)	(%)
133.40	1.000	0.00005	
133.43	1.000	0.00011	0.00
133.43	1.000	0.00018	2.60
133.73	1.002	0.00032	2.47
133.47	1.000	0.00052	2.39
133.47	1.000	0.00086	2.48
133.24	0.999	0.00150	2.49
131.13	0.983	0.00290	2.57
127.73	0.958	0.00466	2.75
120.14	0.901	0.00851	3.35
108.10	0.810	0.01497	4.32
95.03	0.712	0.02503	6.05
79.23	0.594	0.04203	7.33
57.29	0.429	0.08719	9.44
45.42	0.340	0.13619	11.16

Legenda:

- Φ = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- K = σ_r / σ_a
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def. di taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale

Note:	
--------------	--



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccani

N° verbale di accettazione: 023/2011

Dati Generali di Campionamento

Data prelievo:
 Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE
 Attrezzatura prelievo: SHELBY
 Modalità prelievo: PRESSIONE

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI4
Profondità prelievo [m]:	48.5-49.2
Prova:	Dc
Data fine descrizione:	05/08/2011

N° certificato di prova: 023/4/1/02

Dati Generali del Campione

Data arrivo in laboratorio:	18/03/2011	Tipo contenitore:	FUSTELLA ACCIAIO
Data estrusione campione:	01/08/2011	Forma campione:	CILINDRICO
Condizioni contenitore:	BUONE	Dimensioni Campione:	Φ= 8.50 cm L= 70 cm
		Classe del terreno:	CLASSE 4

Descrizione

Limo con argilla sabbioso

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+	//	+	//	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
48.50					LLP1 Gr1 TCS1
48.55	0.10				
48.59					
48.64	0.26				
48.69					
48.74	0.28				
48.78					
48.83					
48.88					
48.92	0.30				
48.97					
49.02	0.29				
49.06					
49.11	0.29				
49.16					
49.21					
49.25					
49.30					
49.35					
49.39					
49.44					
49.49					
49.53					
49.58					

Richiami

LLP = Limiti di liquidità e plasticità
 Gr = Analisi Granulometrica
 TCS = Taglio torsionale ciclico



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

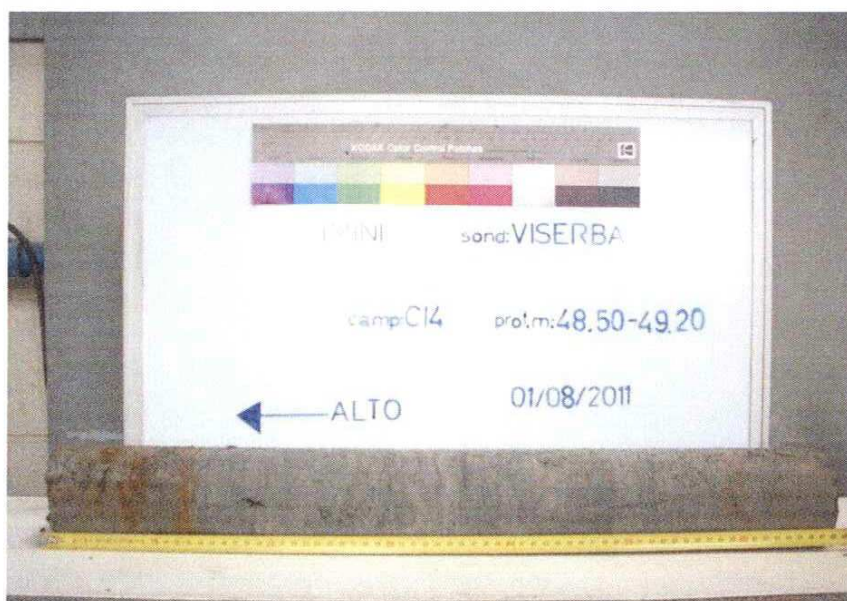
N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere: RIMINI-VISERBA
Sondaggio: S1
Campione: C14
Profondità prelievo [m]: 48.5-49.2
Prova: Cg
Data fine descrizione: 05/08/2011

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
LLP1	48.80m - 48.90m	Limite Liquido = 43 [%] Limite Plastico = 22 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	

Rev	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	05/08/2011	Angeloni	Angeloni

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI4
Profondità prelievo [m]:	48.50-49.20
Data prova:	01/08/2011





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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angaloni	Saccenti

Normativa di riferimento: ASTM D422/90

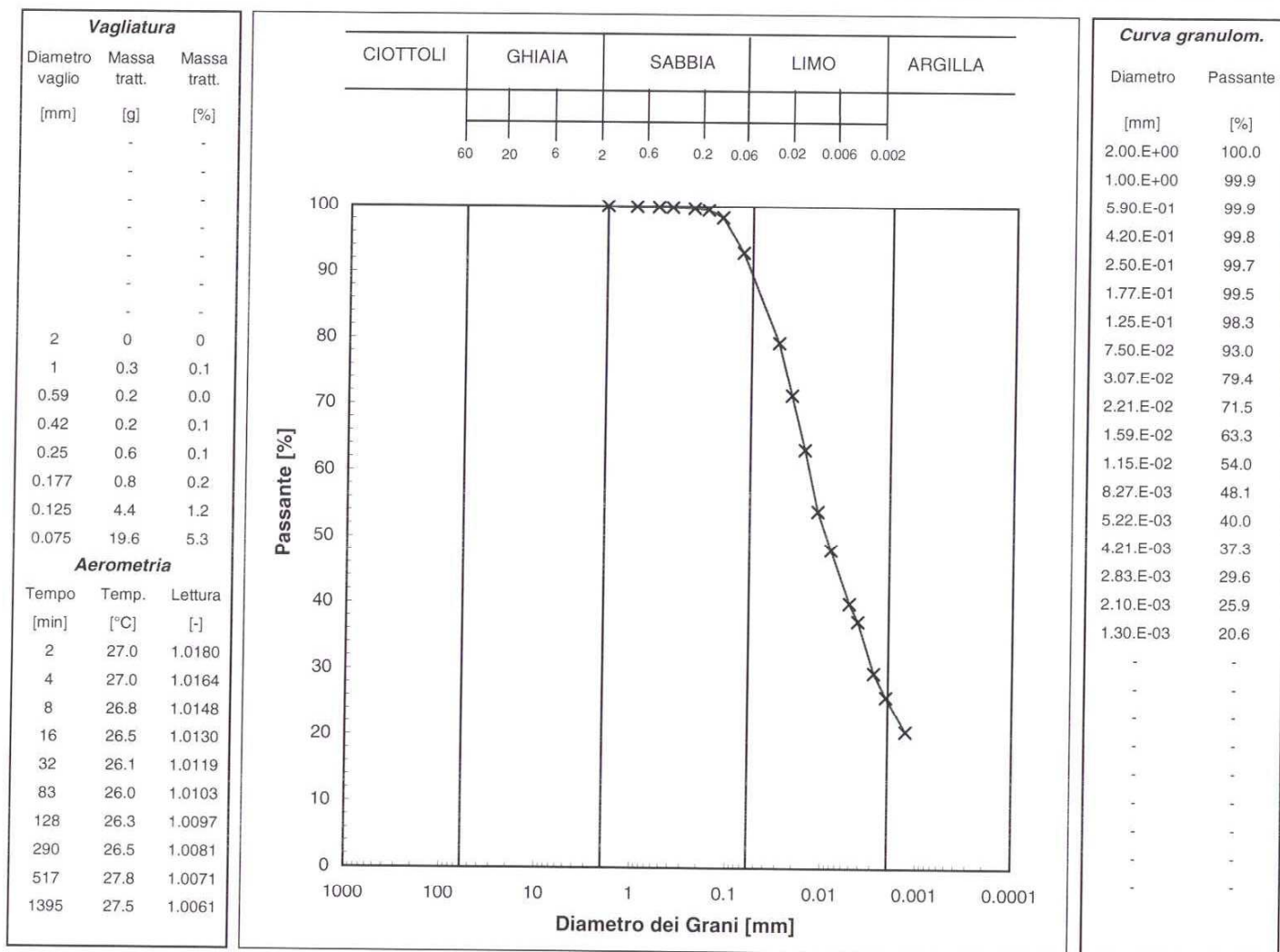
Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione:

023/16/1/023
023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI4
Profondità prelievo [m]:	48.55 - 48.6
Prova:	GR1
Data prova:	02/08/2011



Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D ₆₀ [mm]	D ₅₀ [mm]
		da m	a m												
GR1	x	48.55	48.60	372.3	VIA UMIDA	93	-	-	10	64	25	30	-	1.4.E-02	9.2.E-03

NOTE:

* Ricavato da estrapolazione dei dati sperimentali



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) - tel. 035
303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG

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

Sperimentatore: Angeloni
Responsabile: Saccenti
Data emissione: 05/08/2011
Rev. 0

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere: RIMINI-VISERBA
Sondaggio: S1
Campione: CI4
Profondità prova [m]: 48.55-48.60
Prova: LLP1
Data prova: 02/08/2011

Normativa di riferimento: ASTM D4318

N° certificato di prova:

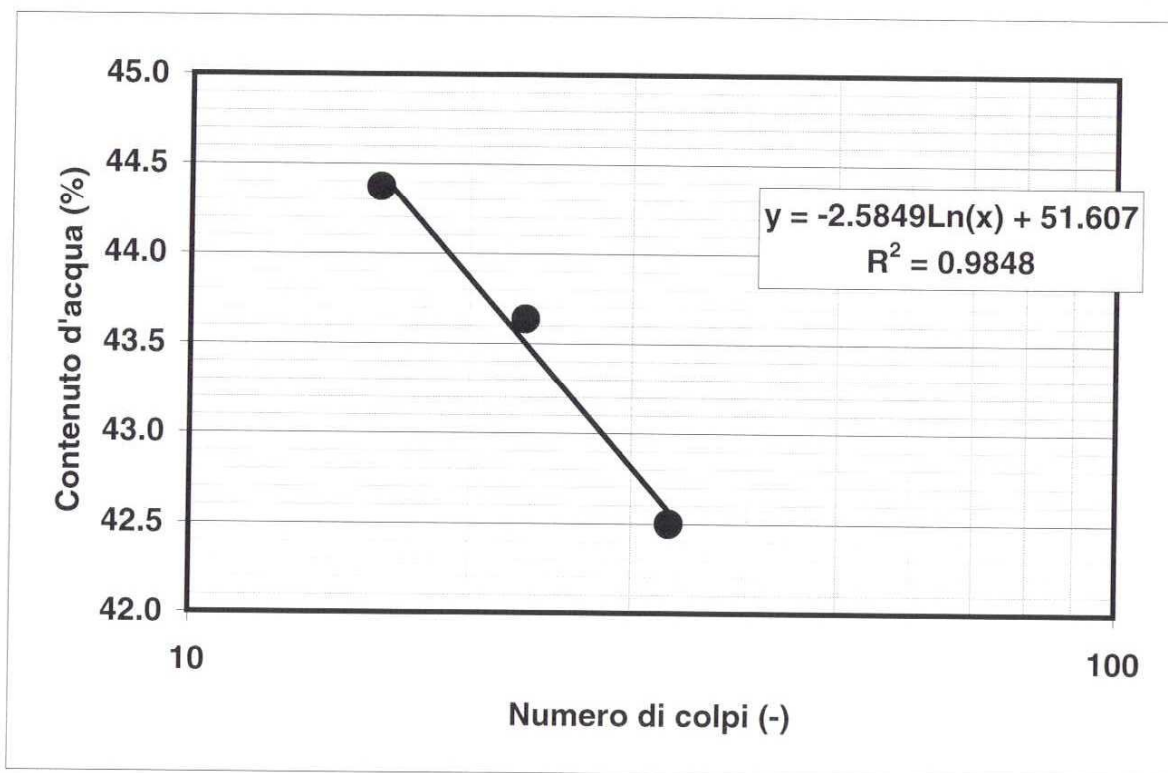
N° verbale di accettazione:

023/U/A/014
023/2011

Limite Liquido			
	prova 1	prova 2	prova 3
numero colpi	16	23	33
massa tara (g)	22.38	22.22	22.06
massa umido + tara (g)	60.74	61.72	62.73
massa secco + tara (g)	48.95	49.72	50.60
umidità (%)	44.37	43.64	42.50

Limite Plastico		
massa tara (g)	22.21	22.24
massa umido + tara (g)	32.92	32.38
massa secco + tara (g)	30.99	30.54
umidità (%)	21.98	22.17

LL (%)	43.3
LP (%)	22.1
IP (%)	21.2



Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

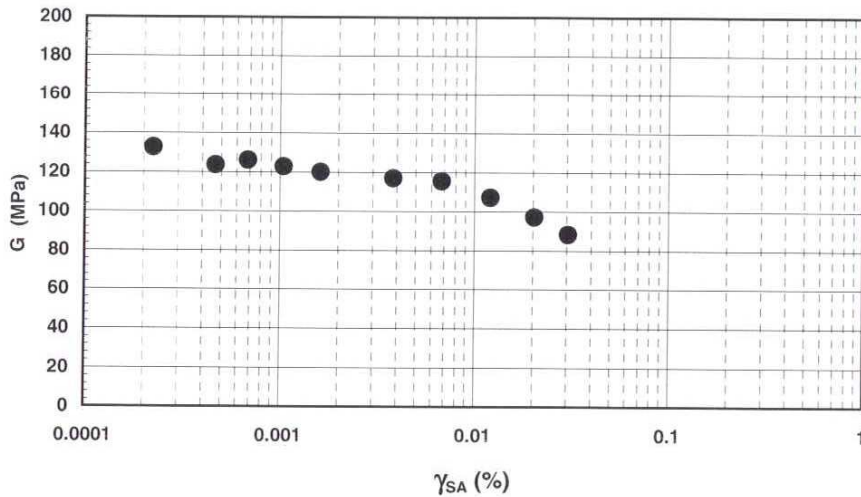
N° certificato di prova: 023/4/1015

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI4
Profondità prova [m]:	48.80 - 48.90
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011

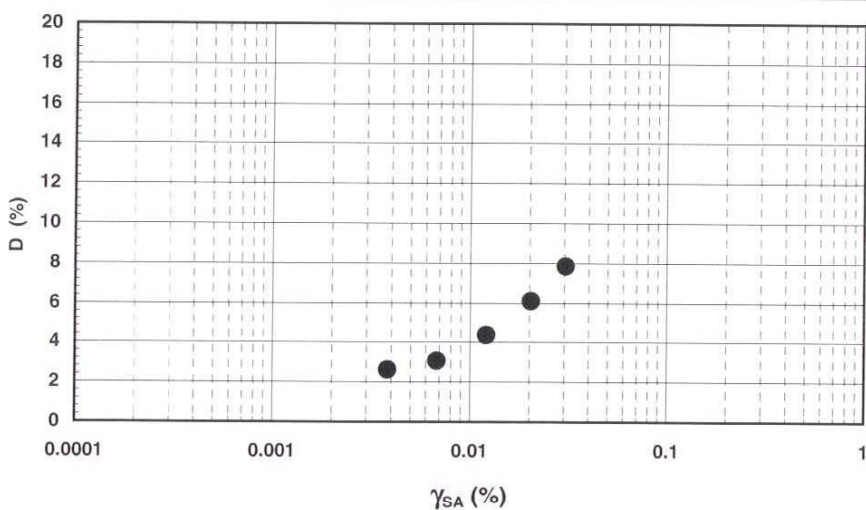
Dati generali del provino

Dati iniziali					Dati inizio prova										Informazioni generali		
D	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino		
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione		
50.0	98.0	18.89	29.0	0.809	460.0	460.0	1.00	300.0	0.95	9.75	97.46	19.06	27.4	0.771	superficie di appoggio	INDISTURBATO	
															S	forma d'onda	SINUSOIDALE
															%	frequenza (Hz)	0.1
															96	ciclo relativo ai calcoli per ogni step	2



Legenda:

- D = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- K = σ_r / σ_a
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def. taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- τ = sforzo di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale



Note:



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

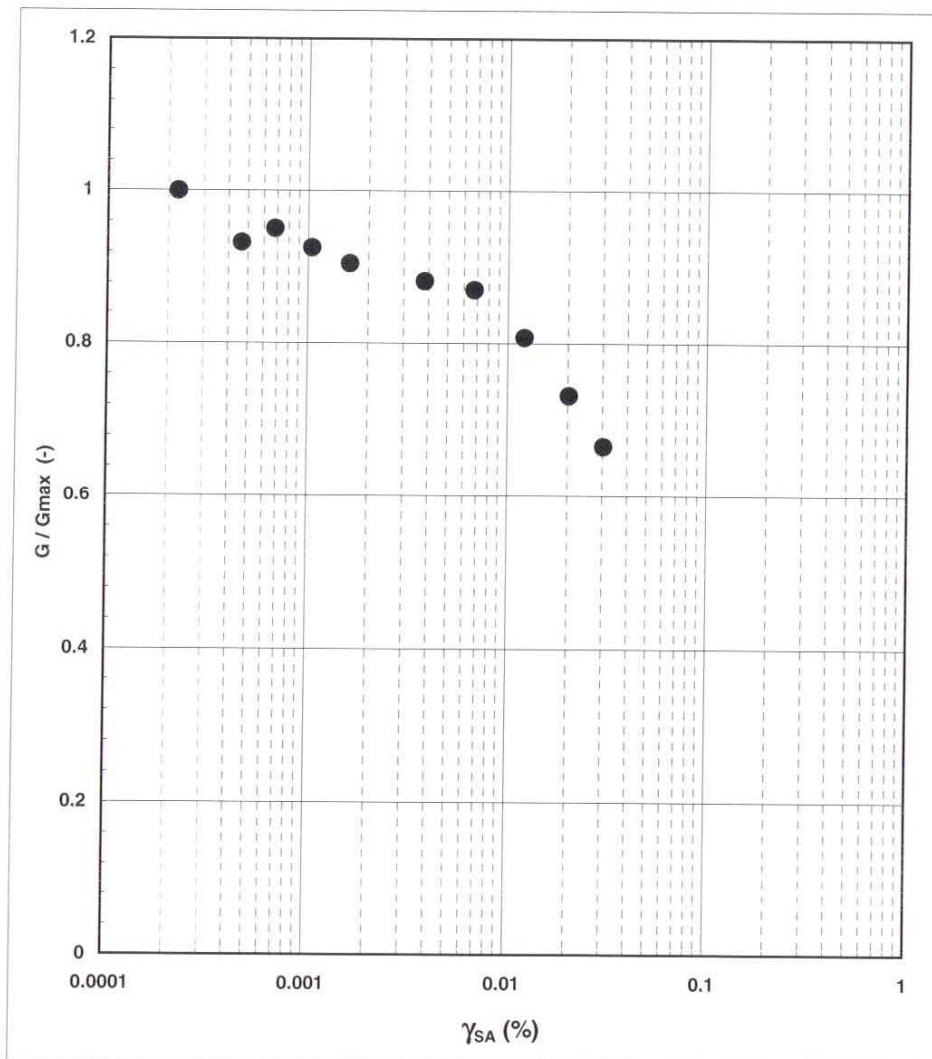
rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI4
Profondità prova [m]:	48.80 - 48.90
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011

Dati generali del provino

Dati iniziali					Dati inizio prova										Informazioni generali		
D	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino		
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione		
50.0	98.0	18.89	29.0	0.809	460.0	460.0	1.00	300.0	0.95	9.75	97.46	19.06	27.4	0.771	superficie di appoggio	INDISTURBATO	
															S	forma d'onda	SINUSOIDALE
															%	frequenza (Hz)	0.1
															96	ciclo relativo ai calcoli per ogni step	2



Legenda:

- D = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- K = σ_r / σ_a
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def.taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- τ = sforzo di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale

Note:	
--------------	--



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saocenti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI4
Profondità prova [m]:	48.80 - 48.90
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011

Dati generali del provino

Dati iniziali					Dati inizio prova										Informazioni generali	
D	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino	
mm	mm	kN/m3	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m3	%	-	metodo di preparazione	
50.0	98.0	18.89	29.0	0.809	460.0	460.0	1.00	300.0	0.95	9.75	97.46	19.06	27.4	0.771	INDISTURBATO	
															FUSTELLAZIONE	
															PIETRA POROSA	
															SINUSOIDALE	
															frequenza (Hz)	0.1
															ciclo relativo ai calcoli per ogni step	2

n.	G	G/G _{MAX}	γ	D	U
-	(MPa)	(-)	(%)	(%)	(kPa)
1	132.70	1.000	2.2E-04		-
2	123.69	0.932	4.7E-04		-
3	126.13	0.950	6.8E-04		-
4	122.84	0.926	1.0E-03		-
5	120.13	0.905	1.6E-03	0.0	-
6	117.05	0.882	3.8E-03	2.6	-
7	115.56	0.871	6.8E-03	3.1	-
8	107.16	0.808	1.2E-02	4.4	-
9	97.16	0.732	2.0E-02	6.1	-
10	88.32	0.666	3.0E-02	7.8	-

Legenda:

D = diametro del provino
H = altezza del provino
 γ_w = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
e = indice dei vuoti
 σ' = tensioni efficaci
K = σ_r / σ_a
B.P. = back pressure
B = coefficiente di Skempton
G = Modulo di taglio
 γ_{SA} = def.taglio in singola ampiezza
D = Rapporto di smorzamento di taglio
 τ = sforzo di taglio
Subscritto 'a' = assiale
Subscritto 'r' = radiale

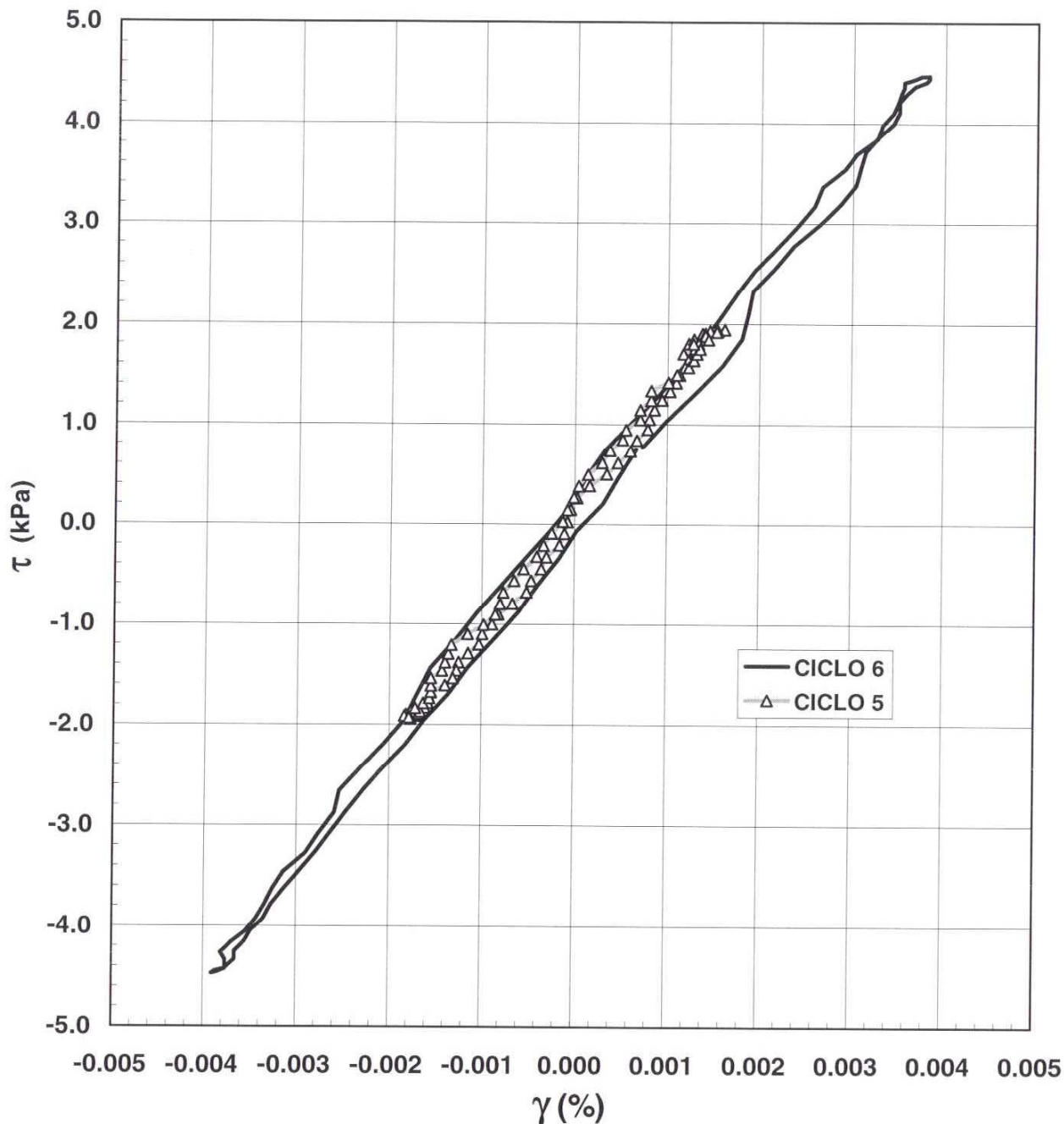
Note:	
-------	--

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccetti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI4
Profondità prova [m]:	48.80 - 48.90
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011



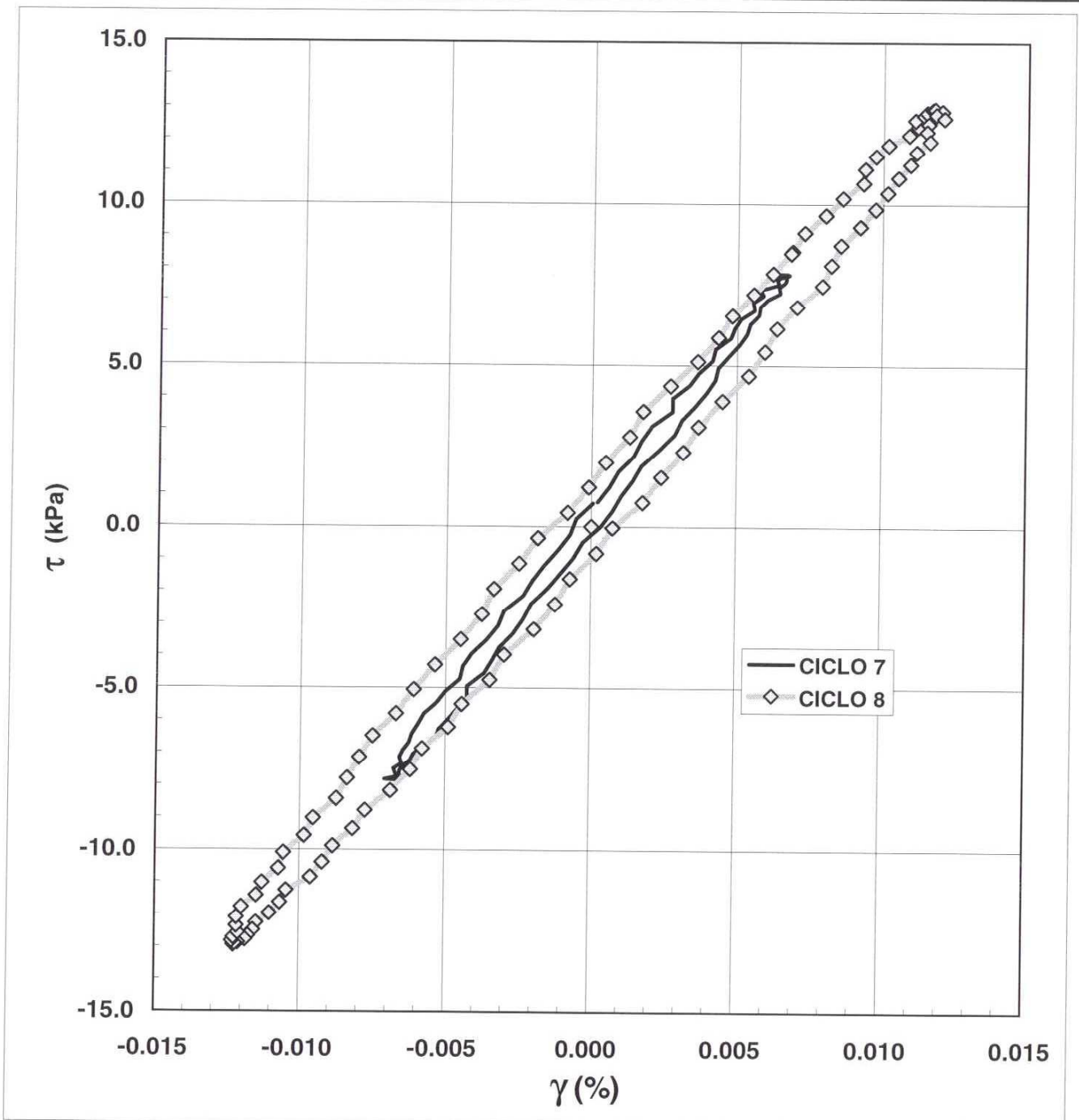
Note:

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI4
Profondità prova [m]:	48.80 - 48.90
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011



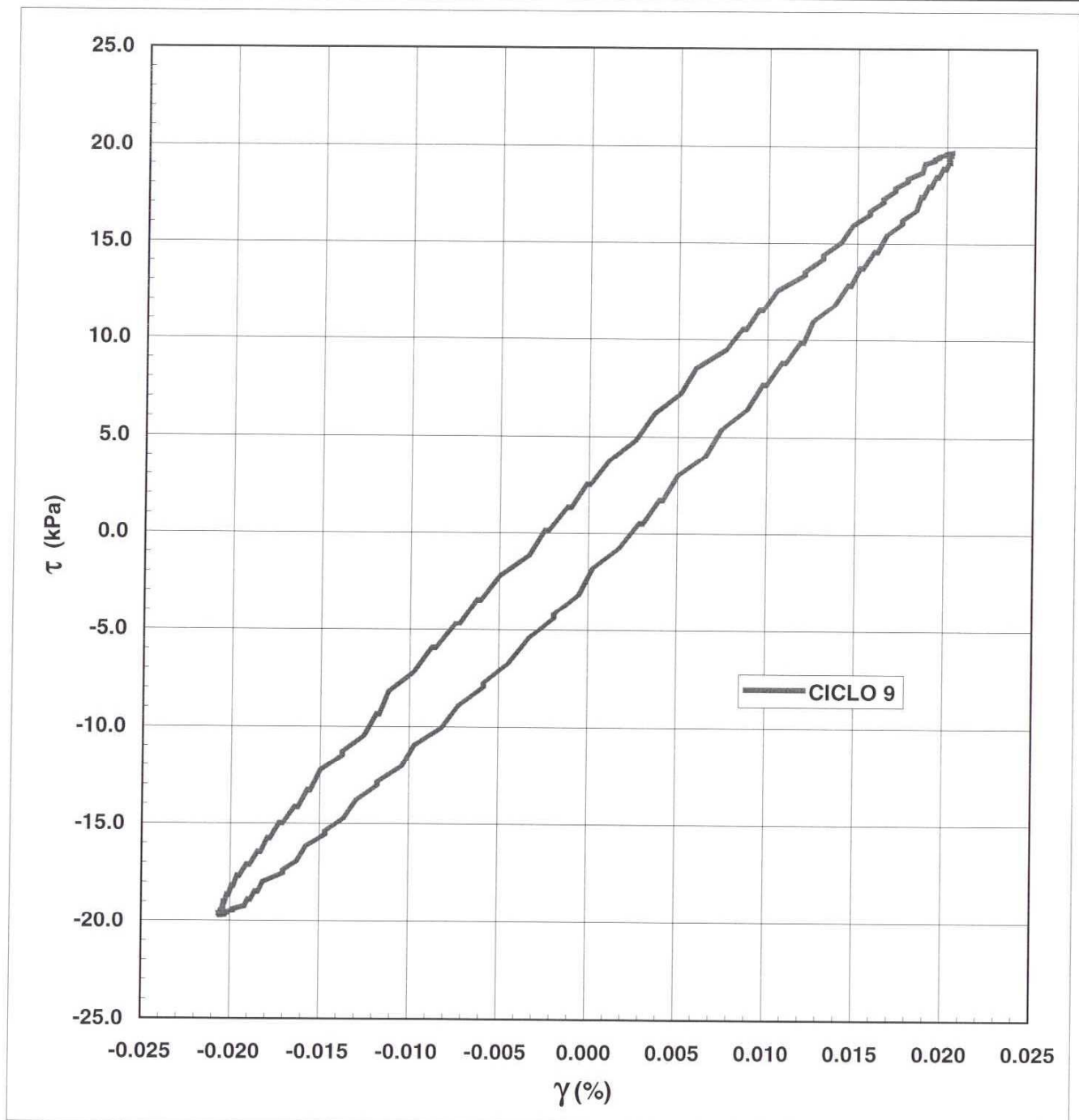
Note:

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Sapienti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI4
Profondità prova [m]:	48.80 - 48.90
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011



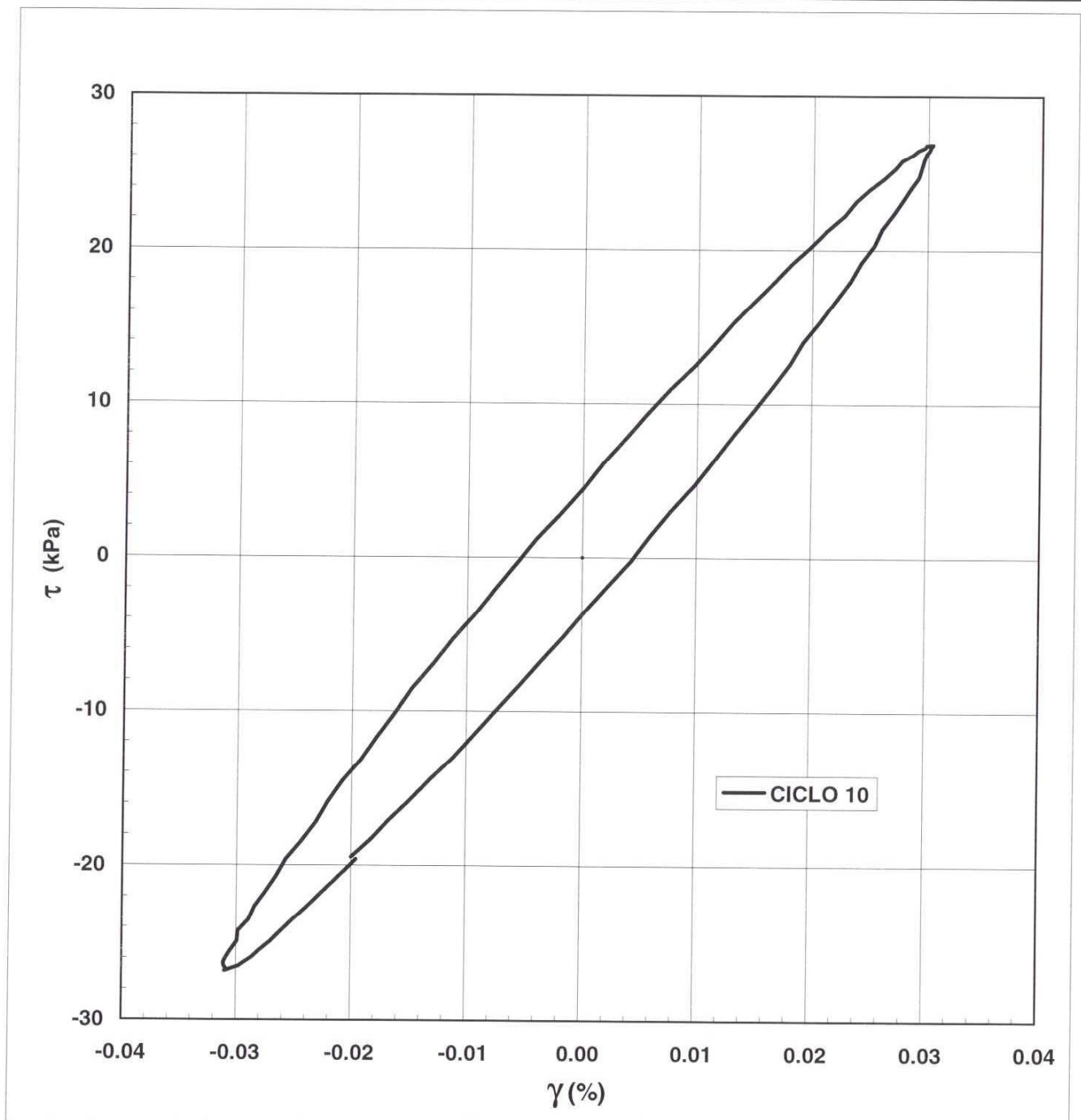
Note:

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Sapcenti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	C14
Profondità prova [m]:	48.80 - 48.90
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	28/07/2011



Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

N° verbale di accettazione: 023/2011

Dati Generali di Campionamento

Data prelievo:
Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE
Attrezzatura prelievo: SHELBY
Modalità prelievo: PRESSIONE

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI5
Profondità prelievo [m]:	74.2-74.7
Prova:	Dc
Data fine descrizione:	05/08/2011

N° certificato di prova: 023/4/106

Dati Generali del Campione

Data arrivo in laboratorio:	18/03/2011	Tipo contenitore:	FUSTELLA ACCIAIO
Data estrusione campione:	01/08/2011	Forma campione:	CILINDRICO
Condizioni contenitore:	BUONE	Dimensioni Campione:	Φ= 8.50 cm L= 50 cm
		Classe del terreno:	CLASSE 4

Descrizione

Limo con argilla debolmente sabbioso

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+	//	+	//	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
74.20					RC1 LLP1 Gr1
74.23					
74.27					
74.30					
74.33	0.20				
74.37					
74.40					
74.43	0.15				
74.46					
74.50					
74.53					
74.56					
74.60					
74.63	0.17				
74.66					
74.70					
74.73					
74.76					
74.79					
74.83					
74.86					
74.89					
74.93					
74.96					

Richiami

RC = Colonna risonante
LLP = Limiti di liquidità e plasticità
Gr = Analisi Granulometrica



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI5
Profondità prelievo [m]:	74.2-74.7
Prova:	Cg
Data fine descrizione:	05/08/2011

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
LLP1	74.20m - 74.30m	Limite Liquido = 61 [%] Limite Plastico = 22 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	

Rev	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	05/08/2011	Angeloni	Angeloni

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	C15
Profondità prelievo [m]:	74.00-74.70
Data prova:	01/08/2011





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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccanti

Normativa di riferimento: ASTM D422/90

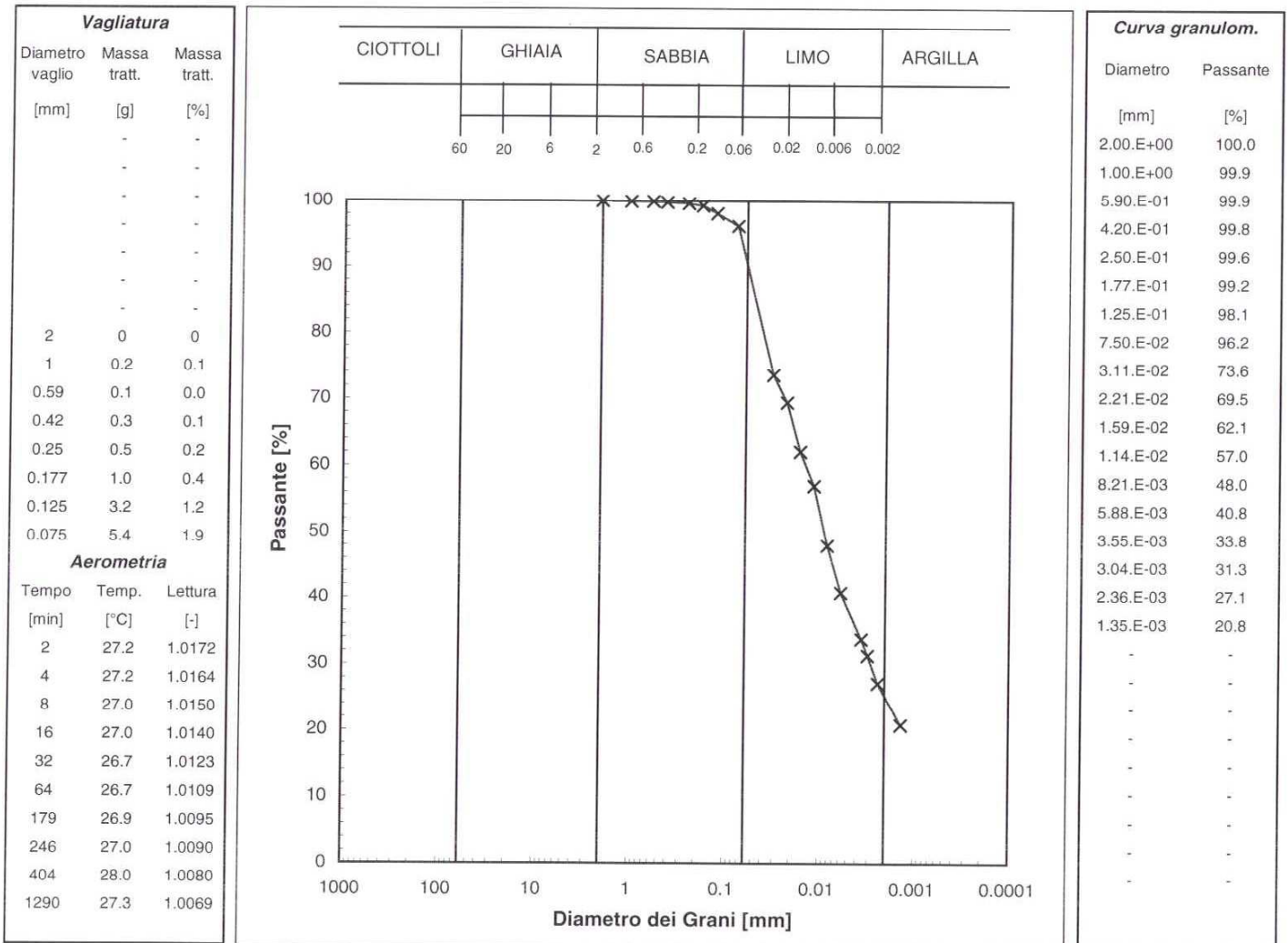
Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione:

023/UA/027
023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI5
Profondità prelievo [m]:	74.15 - 74.2
Prova:	GR1
Data prova:	02/08/2011



Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D ₆₀ [mm]	D ₅₀ [mm]
		da m	a m												
GR1	x	74.15	74.20	279.1	VIA UMIDA	96	-	-	10	65	25	30	-	1.4.E-02	8.8.E-03

NOTE:

* Ricavato da estrapolazione dei dati sperimentali



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

Sperimentatore: Angeloni
Responsabile: Saccenti
Data emissione: 05/08/2011
Rev. 0

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere: RIMINI-VISERBA
Sondaggio: S1
Campione: CI5
Profondità prova [m]: 74.15-74.20
Prova: LLP1
Data prova: 03/08/2011

Normativa di riferimento: ASTM D4318

N° certificato di prova:

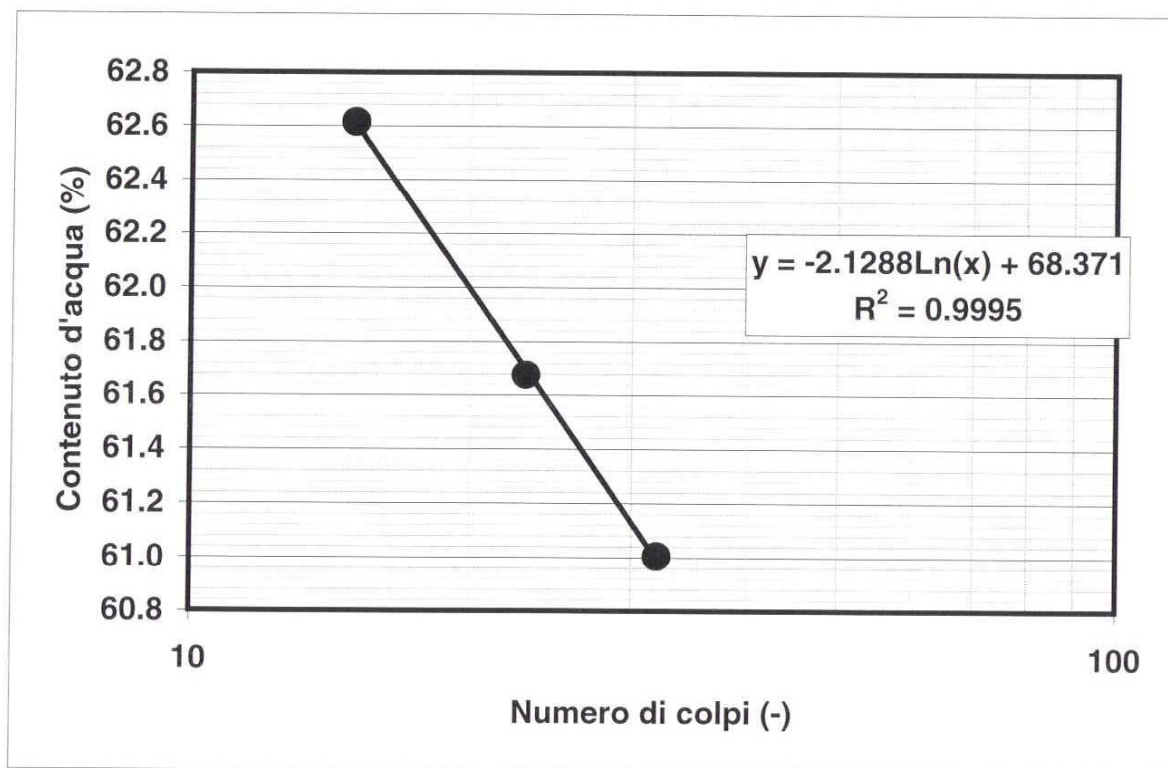
N° verbale di accettazione:

023/04/018
023/2011

Limite Liquido			
	prova 1	prova 2	prova 3
numero colpi	15	23	32
massa tara (g)	22.12	22.22	22.09
massa umido + tara (g)	52.09	53.10	54.13
massa secco + tara (g)	40.55	41.32	41.99
umidità (%)	62.62	61.68	61.01

Limite Plastico		
massa tara (g)	22.24	22.29
massa umido + tara (g)	32.93	33.41
massa secco + tara (g)	31.00	31.40
umidità (%)	22.03	22.06

LL (%)	61.5
LP (%)	22.0
IP (%)	39.5



Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: ASTM D4015/95

N° certificato di prova:

023/u/A/019

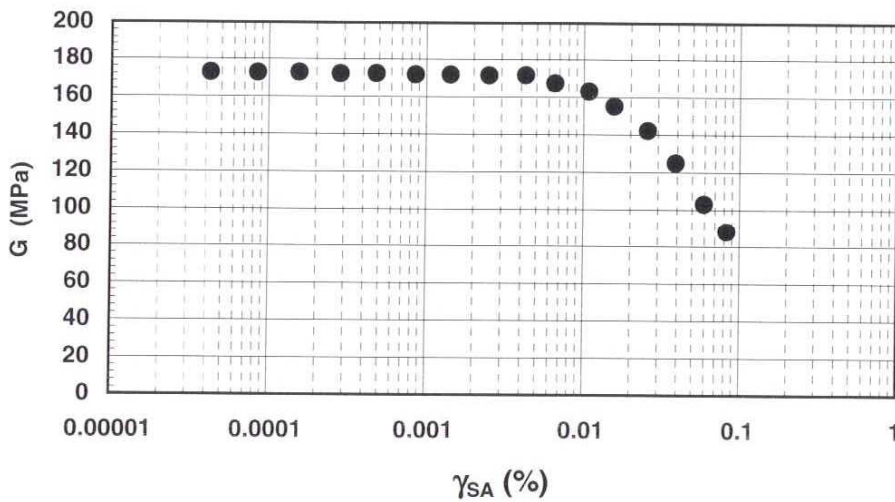
N° verbale di accettazione:

023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI5
Profondità prova [m]:	74.20 - 74.30
Prova:	RC
Provino:	1
Data prova:	02/08/2011

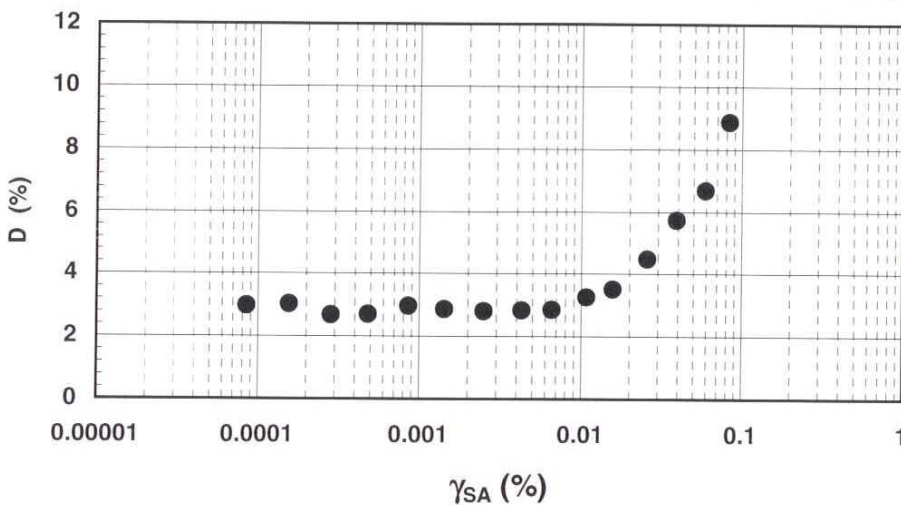
Dati generali dei provini

Dati iniziali					Dati di prova								Informazioni generali			
Φ	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino	
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione	
50.00	97.20	19.67	24.5	0.676	750.0	750.0	1.0	300.0	0.95	49.2	95.4	20.20	21.7	0.596	INDISTURBATO	
															FUSTELLAZIONE	
															PIETRA POROSA	
															TORSIONALE	



Legenda:

- Φ = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- K = σ_r / σ_a
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def.di taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale



Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Sagcenti

Normativa di riferimento: ASTM D4015/95

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI5
Profondità prova [m]:	74.20 - 74.30
Prova:	RC
Provino:	1
Data prova:	02/08/2011

Dati generali dei provini

Dati iniziali					Dati di prova										Informazioni generali	
Φ	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino	
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-	metodo di preparazione	
50.00	97.20	19.67	24.5	0.676	750.0	750.0	1.0	300.0	0.95	49.2	95.4	20.20	21.7	0.596	INDISTURBATO	
															superficie di appoggio	PIETRA POROSA
															eccitazione	TORSIONALE

Valori numerici

G	G/G _{MAX}	γ	D
(MPa)	(-)	(%)	(%)
172.78	1.000	0.00004	
172.70	1.000	0.00008	2.97
172.78	1.000	0.00016	3.02
172.07	0.996	0.00028	2.68
172.37	0.998	0.00048	2.69
171.77	0.994	0.00085	2.96
171.77	0.994	0.00142	2.86
171.47	0.992	0.00249	2.80
171.58	0.993	0.00427	2.82
167.30	0.968	0.00658	2.85
163.10	0.944	0.01079	3.25
155.29	0.899	0.01574	3.50
142.27	0.823	0.02577	4.47
124.98	0.723	0.03912	5.74
103.11	0.597	0.05927	6.69
88.05	0.510	0.08329	8.88

Legenda:

- Φ = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- K = σ_r / σ_a
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def.di taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale

Note:



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

N° verbale di accettazione: 023/2011

Dati Generali di Campionamento

Data prelievo:
Attrezzatura sondaggio: ROTAZIONE
Attrezzatura prelievo: SHELBY
Modalità prelievo: PRESSIONE

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere: RIMINI-VISERBA
Sondaggio: S1
Campione: CI6
Profondità prelievo [m]: 74.7-75.4
Prova: Dc
Data fine descrizione: 05/08/2011

N° certificato di prova: 023/4/A/020

Dati Generali del Campione

Data arrivo in laboratorio: 18/03/2011
Data estrusione campione: 01/08/2011
Condizioni contenitore: BUONE
Tipo contenitore: FUSTELLA ACCIAIO
Forma campione: CILINDRICO
Dimensioni Campione: $\Phi = 8.50$ cm L = 70 cm
Classe del terreno: CLASSE 4

Descrizione

Limo con argilla debolmente sabbioso

Schizzo	Penetrometro		Scissometro		Prove eseguite
	+	//	+	//	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
74.70					LLP1 Gr1 TCS1
74.75					
74.79					
74.84	0.25				
74.89					
74.94					
74.98					
75.03	0.20				
75.08					
75.12	0.19				
75.17					
75.22	0.21				
75.26					
75.31					
75.36					
75.41					
75.45					
75.50					
75.55					
75.59					
75.64					
75.69					
75.73					
75.78					

Richiami

LLP = Limiti di liquidità e plasticità
Gr = Analisi Granulometrica
TCS = Taglio torsionale ciclico



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Sacchetti

N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI6
Profondità prelievo [m]:	74.7-75.4
Prova:	Cg
Data fine descrizione:	05/08/2011

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
LLP1	74.80m - 74.90m	Limite Liquido = 60 [%] Limite Plastico = 22 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	

Rev	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	05/08/2011	Angeloni	Angeloni

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI6
Profondità prelievo [m]:	74.70-75.40
Data prova:	01/08/2011





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

rev.	data emiss.	sperimentatore	Responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccetti

Normativa di riferimento: ASTM D422/90

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

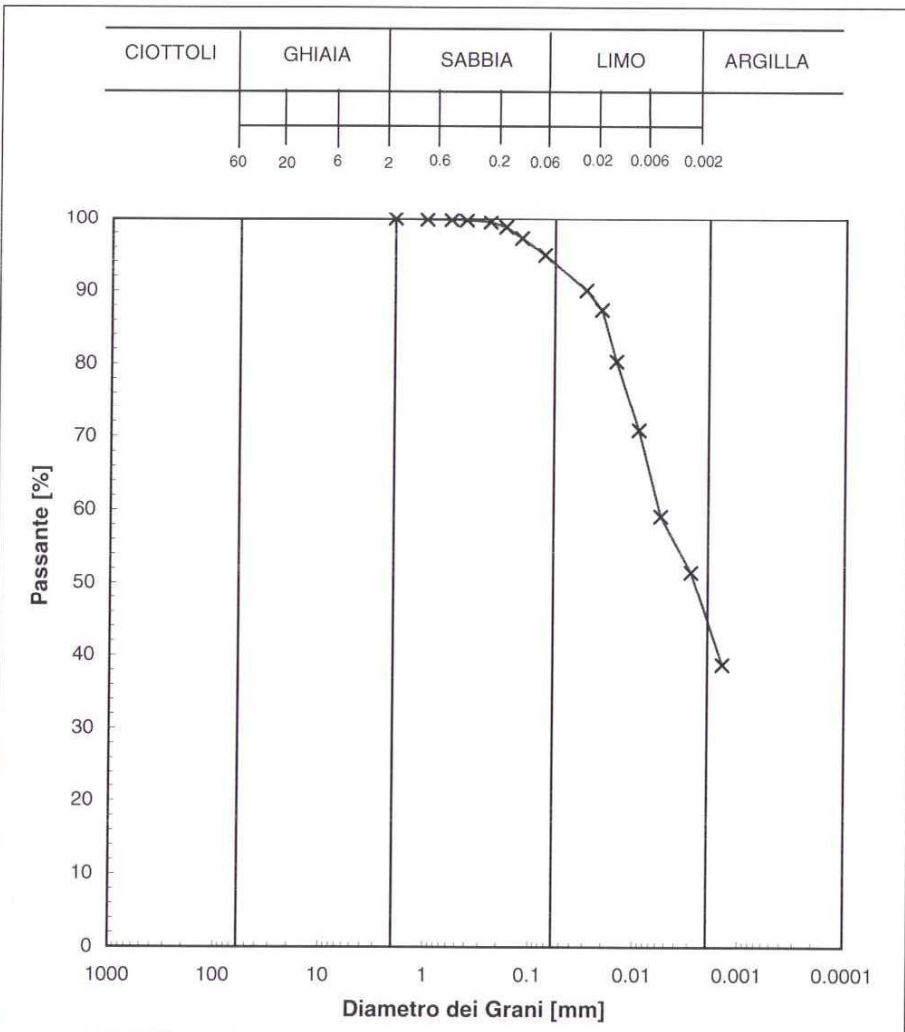
N° verbale di accettazione:

023/6/1/021
023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI6
Profondità prelievo [m]:	74.8 - 74.85
Prova:	GR1
Data prova:	02/08/2011

Vagliatura		
Diametro vaglio [mm]	Massa tratt. [g]	Massa tratt. [%]
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
2	0	0
1	0.3	0.1
0.59	0.1	0.0
0.42	0.2	0.1
0.25	0.7	0.3
0.177	2.0	0.7
0.125	4.4	1.5
0.075	6.7	2.3

Aerometria		
Tempo [min]	Temp. [°C]	Letture [-]
2	27.9	1.0184
4	27.9	1.0179
8	27.8	1.0166
23	27.5	1.0149
64	27.5	1.0127
245	28.7	1.0110
1073	27.0	1.0090



Curva granulom.	
Diametro [mm]	Passante [%]
2.00.E+00	100.0
1.00.E+00	99.9
5.90.E-01	99.8
4.20.E-01	99.8
2.50.E-01	99.5
1.77.E-01	98.8
1.25.E-01	97.3
7.50.E-02	95.0
3.00.E-02	90.1
2.13.E-02	87.5
1.53.E-02	80.4
9.22.E-03	70.9
5.65.E-03	59.2
2.89.E-03	51.5
1.44.E-03	38.8
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

Prova	Simbolo	Profondità		Massa secca materiale [g]	Metodo preparazione materiale	% < 0.075mm	% CIOTTOLI	% GHIAIA	% SABBIA	% LIMO	% ARGILLA	Massa materiale aerometria [g]	L max [mm]	D ₆₀ [mm]	D ₅₀ [mm]
		da m	a m												
GR1	x	74.80	74.85	287.8	VIA UMIDA	95	-	-	6	49	45	28	-	5.9.E-03	2.7.E-03

NOTE:
* Ricavato da estrapolazione dei dati sperimentali



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) - tel. 035
303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG

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

Sperimentatore: Angeloni
Responsabile: Saccenti
Data emissione: 05/08/2011
Rev. 0

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere: RIMINI-VISERBA
Sondaggio: S1
Campione: C16
Profondità prova [m]: 74.80-74.85
Prova: LLP1
Data prova: 03/08/2011

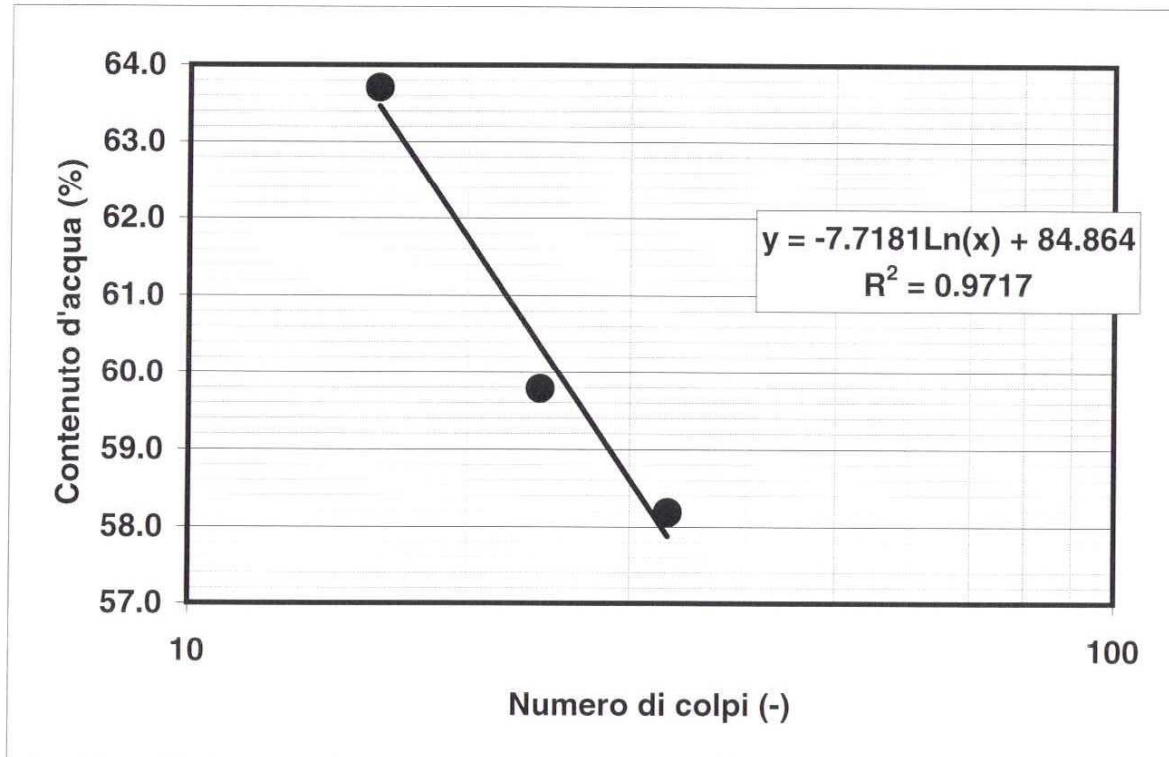
Normativa di riferimento: ASTM D4318
N° certificato di prova:
N° verbale di accettazione:

023/16/10/2
023/2011

Limite Liquido			
	prova 1	prova 2	prova 3
numero colpi	16	24	33
massa tara (g)	22.19	22.18	22.67
massa umido + tara (g)	58.14	59.17	60.16
massa secco + tara (g)	44.15	45.33	46.37
umidità (%)	63.71	59.78	58.19

Limite Plastico		
massa tara (g)	21.98	22.28
massa umido + tara (g)	33.05	33.73
massa secco + tara (g)	31.08	31.69
umidità (%)	21.65	21.68

LL (%) 60.0
LP (%) 21.7
IP (%) 38.4



Note:



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

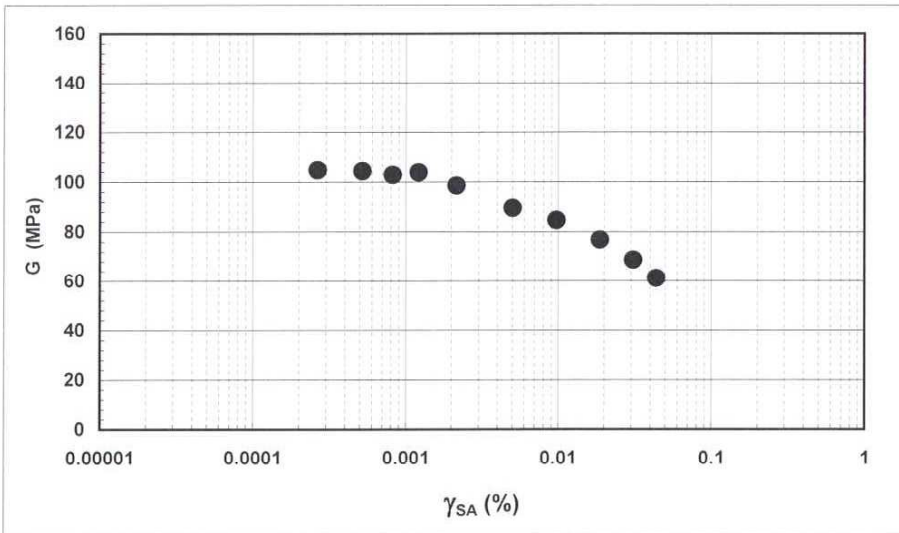
rev.	data emiss.	spertimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccetti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001
N° certificato di prova: 023/4/A/023
N° verbale di accettazione: 023/2011

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI6
Profondità prova [m]:	75.00
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	05/08/2011

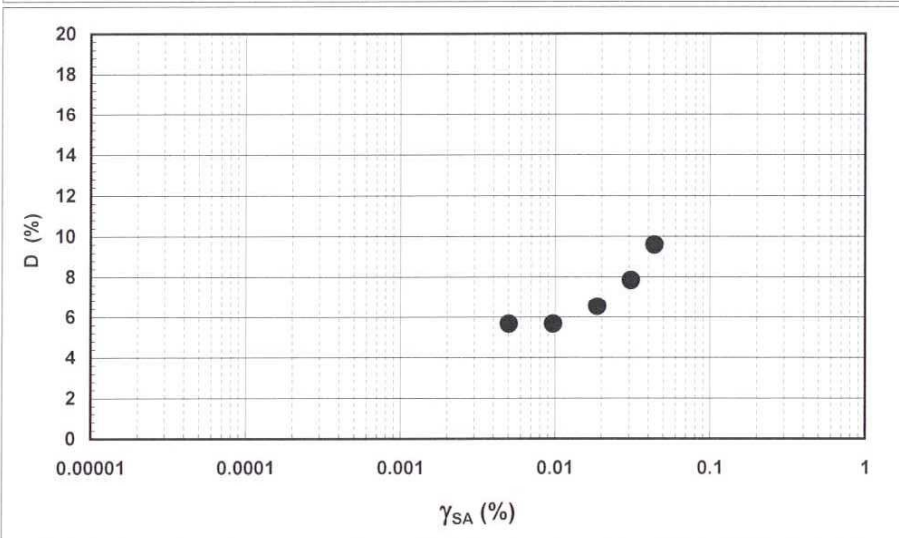
Dati generali del provino

Dati iniziali					Dati inizio prova										Informazioni generali		
D	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino		
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-			
49.9	97.8	19.02	30.0	0.810	700.0	700.0	1.00	300.0	0.95	9.72	97.19	19.02	26.9	0.767	INDISTURBATO		
															metodo di preparazione	FUSTELLAZIONE	
															superficie di appoggio	PIETRA POROSA	
															S	forma d'onda	SINUSOIDALE
															%	frequenza (Hz)	0.1
															95	ciclo relativo ai calcoli per ogni step	2



Legenda:

- D = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- $K = \sigma'_r / \sigma'_a$
- B.P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def. taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- τ = sforzo di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale



Note:



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

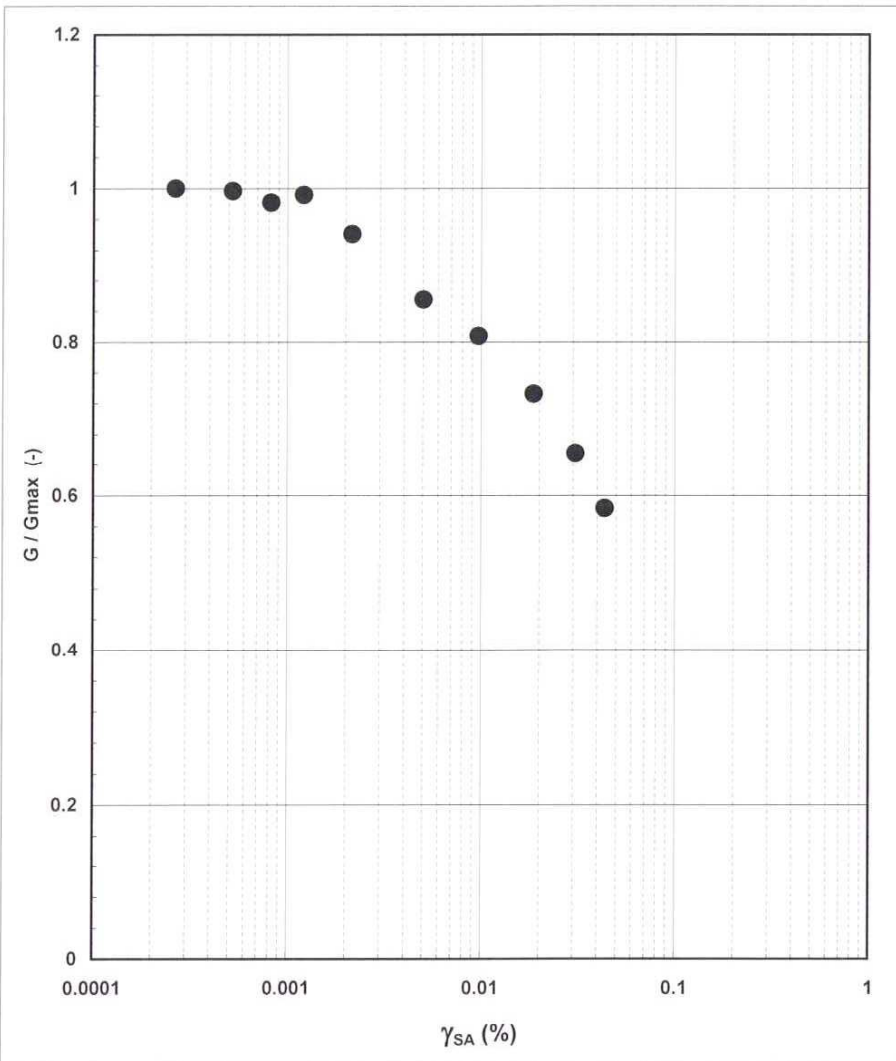
rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Secchi

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI6
Profondità prova [m]:	75.00
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	05/08/2011

Dati generali del provino

Dati iniziali					Dati inizio prova										Informazioni generali		
D	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e	tipo di provino		
mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m ³	%	-			
49.9	97.8	19.02	30.0	0.810	700.0	700.0	1.00	300.0	0.95	9.72	97.19	19.02	26.9	0.767	INDISTURBATO		
															metodo di preparazione	FUSTELLAZIONE	
															superficie di appoggio	PIETRA POROSA	
															S	forma d'onda	SINUSOIDALE
															%	frequenza (Hz)	0.1
															95	ciclo relativo ai calcoli per ogni step	2



Legenda:

- D = diametro del provino
- H = altezza del provino
- γ_w = peso di volume umido
- w = contenuto d'acqua
- e = indice dei vuoti
- σ' = tensioni efficaci
- K = σ_r / σ_a
- B,P. = back pressure
- B = coefficiente di Skempton
- G = Modulo di taglio
- γ_{SA} = def. taglio in singola ampiezza
- D = Rapporto di smorzamento di taglio
- τ = sforzo di taglio
- Subscritto 'a' = assiale
- Subscritto 'r' = radiale

Note:	
--------------	--



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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	CI6
Profondità prova [m]:	75.00
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	05/08/2011

Dati generali del provino

Dati iniziali					Dati inizio prova										Informazioni generali	
D	H	γ_w	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	D	H	γ_w	w	e		
mm	mm	kN/m3	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	mm	mm	kN/m3	%	-		
49.9	97.8	19.02	30.0	0.810	700.0	700.0	1.00	300.0	0.95	9.72	97.19	19.02	26.9	0.767	tipo di provino	INDISTURBATO
															metodo di preparazione	FUSTELLAZIONE
															superficie di appoggio	PIETRA POROSA
															forma d'onda	SINUSOIDALE
															frequenza (Hz)	0.1
															ciclo relativo ai calcoli per ogni step	2

n.	G	G/G _{MAX}	γ	D	U
-	(MPa)	(-)	(%)	(%)	(kPa)
1	104.81	1.000	2.7E-04		-
2	104.43	0.996	5.2E-04		-
3	102.88	0.982	8.2E-04		-
4	103.91	0.991	1.2E-03		-
5	98.64	0.941	2.2E-03		-
6	89.60	0.855	5.0E-03	5.7	-
7	84.66	0.808	9.7E-03	5.7	-
8	76.79	0.733	1.9E-02	6.5	-
9	68.70	0.656	3.1E-02	7.8	-
10	61.11	0.583	4.4E-02	9.6	-

Legenda:

D = diametro del provino
H = altezza del provino
 γ_w = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
e = indice dei vuoti
 σ' = tensioni efficaci
K = σ_r / σ_a
B.P. = back pressure
B = coefficiente di Skempton
G = Modulo di taglio
 γ_{SA} = def.taglio in singola ampiezza
D = Rapporto di smorzamento di taglio
 τ = sforzo di taglio
Subscritto 'a' = assiale
Subscritto 'r' = radiale

Note:	
--------------	--

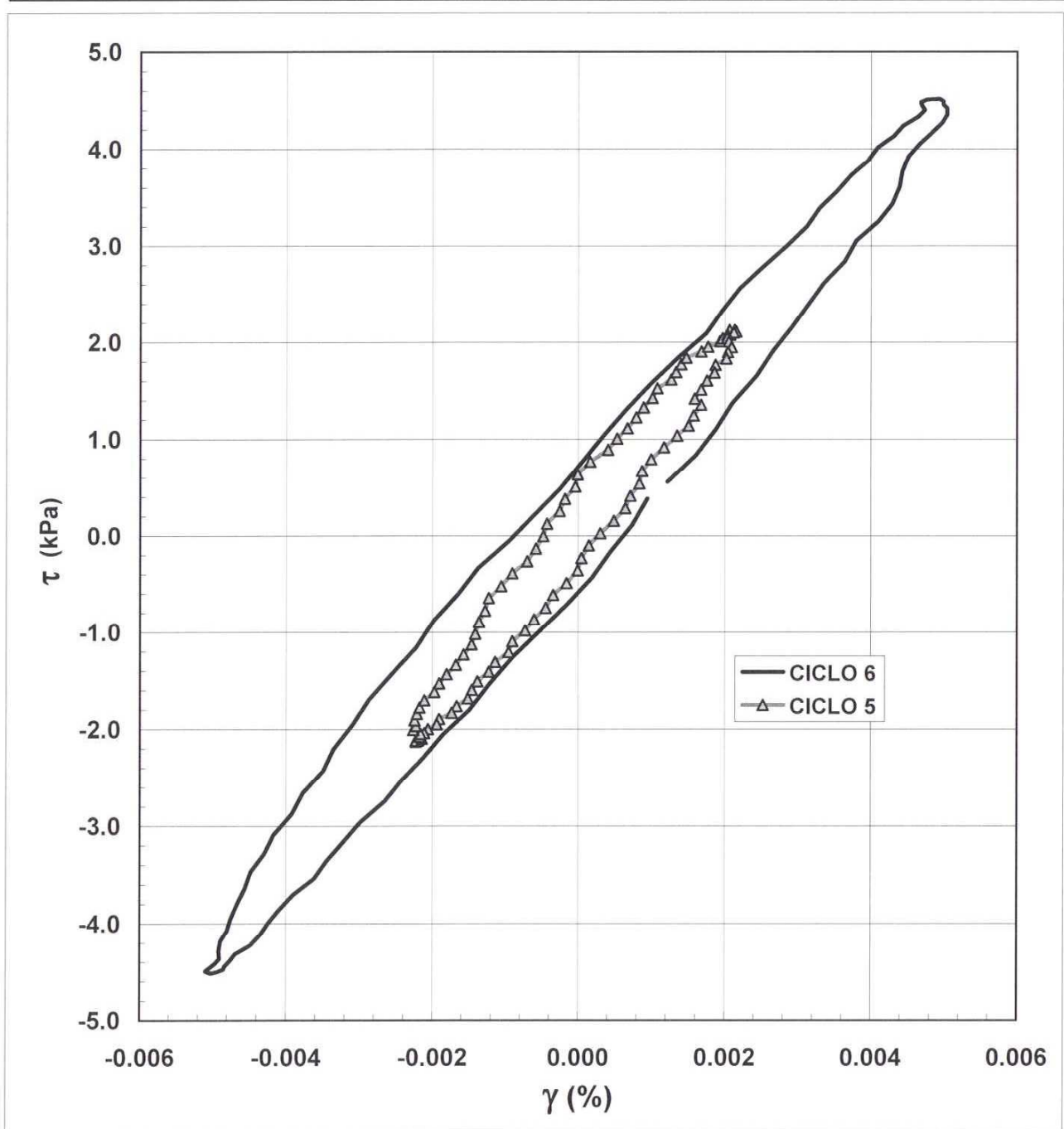


Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: Procedura Interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	Cl6
Profondità prova [m]:	75.00
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	05/08/2011



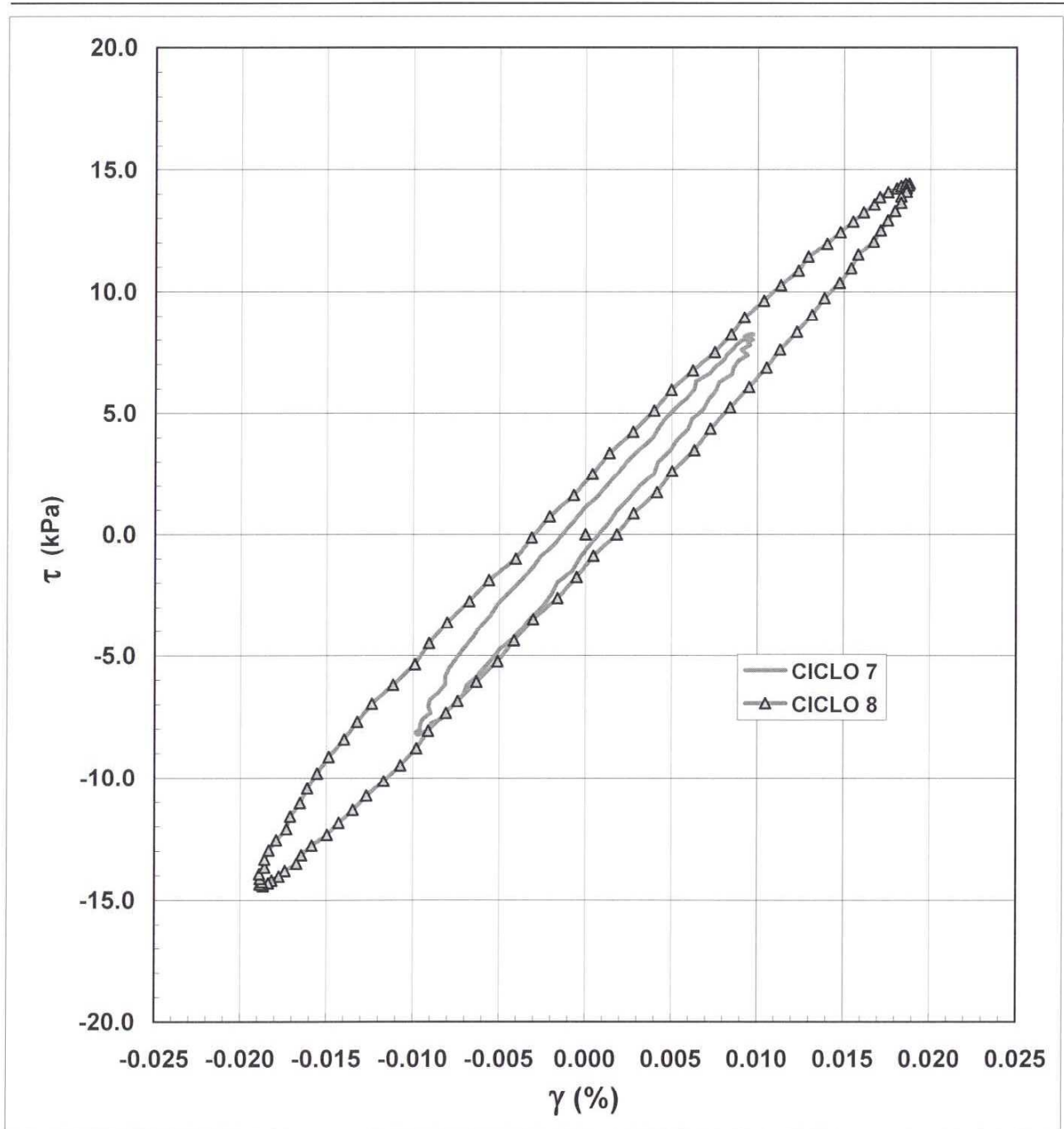
Note:

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

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Saccenti

Normativa di riferimento: Procedura Interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	Cl6
Profondità prova [m]:	75.00
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	05/08/2011



Note:

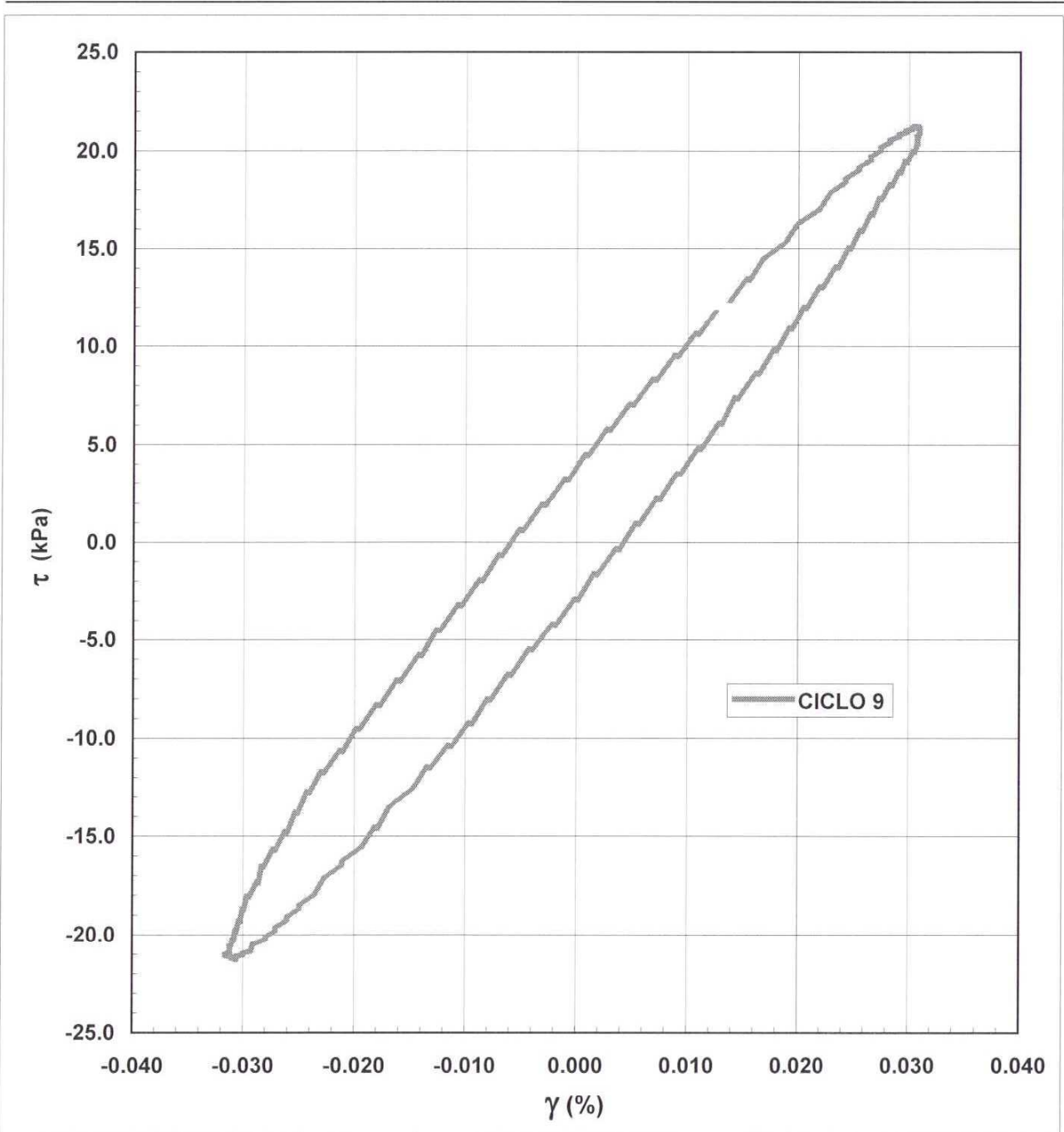


Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angelini	Saccani

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	Cl6
Profondità prova [m]:	75.00
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	05/08/2011



Note:

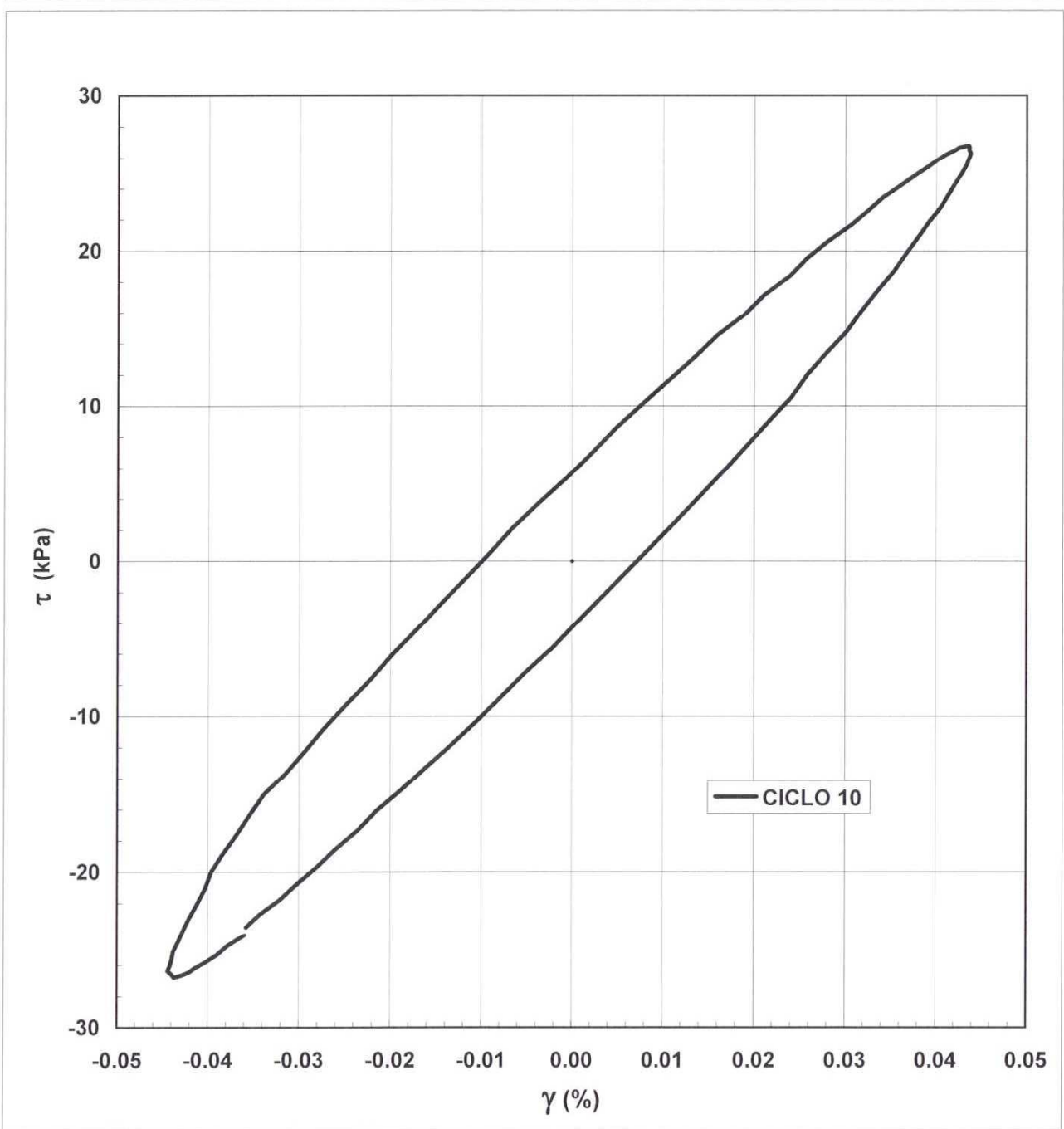


Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	responsabile
0	05/08/2011	Angeloni	Sapcenti

Normativa di riferimento: Procedura interna PT 269/2001

Committente:	REGIONE EMILIA ROMAGNA
Cantiere:	RIMINI-VISERBA
Sondaggio:	S1
Campione:	Cl6
Profondità prova [m]:	75.00
Prova:	TCS
Provino:	1
Data prova:	05/08/2011



Note: