

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N.443/01

TRATTA A.V./A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO

Cava-Riqualficazione Ambientale Isoverde  
Progetto di riqualficazione Ambientale  
Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI	SCALA:
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. G. Guagnozzi 		<input type="text"/>

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R B	D P 0 2 0 0	0 0 2	A

PROGETTAZIONE								
Rev.	Descrizione emissione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	COCIV	23/05/2012	COCIV	29/05/2012	E. Pagani 	31/05/2012	<b>Ettore Pagani</b> ORDINE INGEGNERI DI MILANO n. 15408

n. Elab.	Nome File: IG51-01-E-CV-RB-DP-02-00-002-A00
----------	---

CUP: F81H92000000008

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO A301	LOTTO 00 D CV	CODIFICA RB	DOCUMENTO DP02 00 002	REV. B00	FOGLIO 1 DI 30

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1	<b>FASI DELLO STUDIO.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....</b>	<b>5</b>
2.1	<b>GEOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA.....</b>	<b>5</b>
2.2	<b>INQUADRAMENTO IDROGRAFICO.....</b>	<b>5</b>
2.3	<b>GEOLOGIA DI AREA VASTA.....</b>	<b>6</b>
2.3.1	ZONA SESTRI-VOLTAGGIO.....	7
2.4	<b>GEOLOGIA DI DETTAGLIO.....</b>	<b>8</b>
2.5	<b>IDROGEOLOGIA.....</b>	<b>9</b>
2.6	<b>CARSISMO.....</b>	<b>9</b>
2.7	<b>SISMICA.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>14</b>
3.1	<b>CARATTERI OROGRAFICI, GEOLITOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI E GEOTECNICI DEL SITO DI IMPOSTA.....</b>	<b>14</b>
3.1.1	INQUADRAMENTO GENERALE.....	14
3.1.2	ASPETTI GEOTECNICI.....	15
3.2	<b>CARATTERISTICHE LITO-GRANULOMETRICHE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL MATERIALE DA ABBANCARE.....</b>	<b>18</b>
3.2.1	PROVENIENZA, QUANTITÀ E CARATTERISTICHE.....	18
3.2.2	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	18
3.3	<b>CRITERI DI ALLOCAMENTO DEL VOLUME SOGGETTO A RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE.....</b>	<b>21</b>
3.3.1	GEOMETRIA E STRUTTURAZIONE DELL'AMBITO SOGGETTO A RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE.....	21
3.3.2	CRITERI DI REALIZZAZIONE.....	21
3.4	<b>INTERVENTI PRELIMINARI ED OPERE ACCESSORIE DI DRENAGGIO E STABILIZZAZIONE.....</b>	<b>21</b>
3.4.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	22
3.5	<b>VERIFICHE DI STABILITÀ DEL PENDIO: CRITERI DI CALCOLO ED ELABORAZIONI.....</b>	<b>22</b>
3.5.1	DETERMINAZIONE DELLE CONDIZIONI DI STABILITÀ DEL VERSANTE.....	22
3.6	<b>MONITORAGGIO.....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>26</b>
	<b>Appendice A – Prove geotecniche di caratterizzazione delle argilliti a palombini</b>	

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	2 DI 30

**Appendice B – Prove geotecniche di caratterizzazione dei limi di lavaggio**

**Appendice C – Rilevato sperimentale**

**Appendice D – Verifiche di stabilità**

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	3 DI 30

## 1 PREMESSA

La presente relazione geologica, idrogeologica e geotecnica è rivolta alla progettazione dell'area oggetto di riqualificazione ambientale, contraddistinto dalla sigla *CL2/RAL2 Isoverde* che ricade sul territorio del Comune di Campomorone, in provincia di Genova.

Il sito previsto per l'intervento di progetto è ubicato nel comune di Campomorone (GE) ed interessa l'ambito racchiuso da una cava ad estrazione di dolomia denominata "Cava Castellaro"; i materiali di risulta depositi avranno il duplice scopo di assicurare un idoneo smaltimento ai volumi di scavo di tale intervento nonché quello di allocarsi a favorire il riassetto e la rinaturalizzazione dell'area soggetta ad estrazione una volta ultimato, secondo il programma progettuale, l'intervento di coltivazione.

I materiali andrà a colmare una parte della cava Castellaro oggetto di coltivazione pregressa, localizzata in destra del Torrente Verde, a partire dalla zona posta a quota 345 m s.l.m. circa, fino ad una quota di 450 m s.l.m. circa; tale area si configura come una zona concava posta nella porzione Nord-Ovest della Cava Castellaro. Alla base, a quota 345 m. s.l.m. circa, è presente un'ampia vasca utilizzata per il deposito definitivo dei limi.

Il sito, situato all'interno della Cava Castellaro, sarà in grado di posizionare:

- ***i materiali di risulta*** provenienti dalla realizzazione della linea ferroviaria (finestra di Cravasco) pari a **1.478.509 m<sup>3</sup> in banco**;
- ***i limi di lavaggio*** derivanti sia dalle lavorazioni per la costruzione della linea ferroviaria ad AC/AV Milano-Genova – Terzo Valico dei Giovi (73.225 m<sup>3</sup>) sia dall'attività di produzione ordinaria della Cava Castellaro (134.775 m<sup>3</sup>) che ammontano **complessivamente a 208.000 m<sup>3</sup>**.

Complessivamente l'area sarà in grado di ospitare dei materiali di risulta della finestra di Cravasco ed i limi di lavaggio derivanti dalle lavorazioni, per una cubatura di circa **2.110.000 m<sup>3</sup>** di materiale abbancato.

### 1.1 FASI DELLO STUDIO

Per la definizione del quadro geologico, idrogeologico e geotecnico dell'area interessata dal progetto di deposito è stata eseguito uno studio articolato nelle seguenti fasi:

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO A301	LOTTO 00 D CV	CODIFICA RB	DOCUMENTO DP02 00 002	REV. B00	FOGLIO 4 DI 30

- ricerca e raccolta del materiale bibliografico, cartografico e tecnico già esistente circa le caratteristiche geologiche, idrogeologico e geotecnico della zona in esame; più in particolare questa fase ha compreso le seguenti sottofasi:
- ricerca del materiale bibliografico esistente relativo alle caratteristiche geologiche e geotecniche della zona;
- ricerca presso gli uffici tecnici degli Enti locali competenti sul territorio di studi geologico-tecnici di pianificazione; tra questi è stato preso a riferimento il “Piano di Bacino Stralcio del T. Polcevera”;
- ricerca del materiale prodotto per la redazione dell’attuale progetto di coltivazione in essere;
- ricerca del materiale geologico-geotecnico già allegato al Progetto Preliminare della linea AC/AV Milano-Genova – Terzo Valico dei Giovi.
- sopralluogo e rilevamento di superficie geologico e geomorfologico;
- elaborazione dell’insieme dei dati raccolti e conseguente redazione della presente relazione.

Nei capitoli che seguono, oltre ad un breve inquadramento di geologia generale, si illustrano gli elementi relativi alle caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche del sito impegnato dal deposito; vengono inoltre trattati gli aspetti geotecnici del sito di imposta e dei materiali di risulta.

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO A301	LOTTO 00 D CV	CODIFICA RB	DOCUMENTO DP02 00 002	REV. B00	FOGLIO 5 DI 30

## **2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA**

### **2.1 GEOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA**

Geograficamente il deposito di materiale oggetto di studio ricade internamente all'area di coltivazione della Cava Castellaro a Sud/Ovest dell'abitato di Cravasco nel Comune di Campomorone. L'assetto morfologico del fianco vallivo in cui si inserisce il deposito è caratterizzato da accentuate acclività e da un alternarsi di dorsali e vallecole incise nel substrato roccioso, in un contesto che evidenzia buone condizioni di stabilità.

In particolare l'area si colloca su un versante che degrada, lungo direttrici da SW/NE a NW/SE, dalle pendici orientali di Monte Carmelo (532,8 m s.l.m.) ed in sponda orografica destra del Rio d'Iso (alto bacino del T. Verde).

In particolare, il progetto di riqualificazione ambientale interesserà la porzione nord occidentale della Cava Castellaro, individuata tra la quota di base di 345 m. s.l.m. circa e la quota di sommità di 450 m s.l.m. circa.

### **2.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO**

Dal punto di vista idrografico l'area ricade all'interno del bacino del torrente Verde caratterizzato da una netta diversificazione di versante tra il territorio situato in destra idrografica e quello collocato in sinistra:

- in destra prevalgono infatti versanti ad elevata pendenza con ripidi dislivelli che dalle cime più elevate raggiungono direttamente il fondo valle dei rii di S. Martino e d'Iso;
- in sinistra, invece, i versanti sono mediamente meno acclivi, ed interrotti dalla valle laterale del rio Gioventina.

Il disegno fisico del bacino del torrente Verde è caratterizzato da tre principali dorsali laterali che suddividono il territorio in quattro sottobacini: quello del rio di S. Martino, del rio Gioventina, della valle di Gallaneto e del Rio d'Iso.

In particolare l'area della Cava Castellaro ricade all'interno del bacino del rio d'Iso che presenta uno sviluppo superficiale molto ampio pari a 618 ha. Il punto di massima quota è rappresentato dal M. Taccone (1113 m) per raggiungere la quota minima di circa 200 m alla confluenza con il rio Gallaneto. Costituiscono il rio d'Iso due rami principali, uno di sinistra lungo ma poco ramificato che scende dal M. Calvo ed uno di destra che raccoglie a sua volta numerosi tributari di destra molto ramificati.

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO A301	LOTTO 00 D CV	CODIFICA RB	DOCUMENTO DP02 00 002	REV. B00	FOGLIO 6 DI 30

L'idrografia di superficie che caratterizza la zona è rappresentata:

- dal Rio d'Iso posizionato ad Est dell'area e che costituisce il locale livello di base; si tratta di un corso d'acqua a carattere torrentizio ed a regime semi permanente;
- da alcuni colatori, che incidono il versante occidentale del monte Carmelo a monte del margine Ovest dell'area di cava; sono linee di deflusso superficiale di modesta entità, a regime occasionale, aventi un profilo longitudinale piuttosto acclive ed un alveo incassato nel substrato roccioso (aspetti che denunciano la fase eminentemente erosiva in cui si trovano).

### **2.3 GEOLOGIA DI AREA VASTA**

Il tracciato della nuova linea ferroviaria Genova – Novi Ligure si sviluppa in un'area che, in prima approssimazione, può essere suddivisa in tre grandi ambiti geologici, ognuno dei quali presenta situazioni tipologiche, stratigrafiche e strutturali molto diverse, a causa dei differenti meccanismi evolutivi che hanno determinato la loro attuale conformazione.

Gli assetti geologici dei singoli ambiti trovano inoltre un riscontro diretto nella loro configurazione morfologica.

Da sud a nord, i tre grandi ambiti possono essere schematicamente descritti come segue:

- **Dorsale Alpi-Appennini liguri:** è costituita dalla catena orogenetica con assetto strutturale molto articolato. L'area è particolarmente significativa poiché sono presenti in contatto diretto elementi di pertinenza alpina e appenninica. L'attuale catena montuosa è costituita da masse rocciose dislocate dalla loro posizione originaria e sovrapposte con struttura a falde (unità tettoniche), talora di grande complessità. L'edificio delle Alpi-Appennini liguri è costituito da tre grandi unità: Gruppo di Voltri, Unità Argillitiche della zona di Sestri-Voltaggio in senso lato (s.l.), Unità Liguri.
- **Successione del Bacino Terziario Ligure-Piemontese:** costituisce il fianco settentrionale della catena ligure, e rappresenta la fascia terminale del tratto montano e collinare del sistema. La successione trae origine da un ampio bacino marino, impostatosi in età tardo-orogena e post-orogena a nord della catena ligure, e interessato da una sedimentazione prima conglomeratica, poi arenacea e marnosa. La successione del Bacino Terziario partecipa marginalmente (sia in termini temporali, sia spaziali) ai meccanismi orogenetici che innalzano la catena meridionale: ne consegue che la sua tettonizzazione e deformazione è molto minore di quella che caratterizza la dorsale ligure. La serie, infatti, presenta un assetto monoclinale vergente verso nord, con una tettonica poco sviluppata e con una fratturazione di norma ridotta. La successione ricopre trasgressivamente le

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	7 DI 30

propaggini settentrionali della dorsale ligure, mentre a nord si sottopone alla copertura detritica dei depositi della pianura.

- **Depositi alluvionali quaternari della pianura:** si tratta dei sedimenti tipici della Pianura Padana costituiti da potenti successioni tabulari di orizzonti clastici, a granulometrie variabili sia in senso verticale che orizzontale. Di origine prevalentemente alluvionale, sono strettamente collegati all'azione d'erosione, di trasporto e di sedimentazione dei corsi d'acqua principali (Scivia, Po, Ticino). L'età è sempre quaternaria. Nella parte meridionale di affioramento i depositi della pianura si sovrappongono alla successione del Bacino Terziario Ligure-Piemontese. La recente età fa sì che i depositi della pianura presentino deformazioni molto blande o nulle, e che il loro assetto sia caratterizzato da una giacitura suborizzontale.

### 2.3.1 ZONA SESTRI-VOLTAGGIO

L'elemento fortemente caratterizzante dell'area in cui si posiziona il deposito è costituito dalla presenza della porzione meridionale della cosiddetta **Zona Sestri-Voltaggio**.

Detta Zona rappresenta una struttura di grande complessità, nella cui interpretazione si sono cimentati molti Autori, considerandola ora la zona di contatto tra la falda delle "Pietre Verdi" e la falda Ligure-toscana (Rovereto, 1939), ora una superficie di sovrascorrimento dell'Unità Cravasco-Voltaggio-Montenotte sul Gruppo di Voltri (Cortesogno e Haccard, 1984); per lungo tempo è stata considerata il limite tra Alpi ed Appennino.

All'interno della zona Sestri-Voltaggio si distinguono tre distinte unità tettoniche, allungate in direzione N-S, immergenti verso E al di sotto delle unità appenniniche flyschoidi dell'Antola e sovrascorse verso W sulla serie ofiolitico-calcescistosa del gruppo di Voltri. Il piano di sovrapposizione tettonica è stato successivamente raddrizzato da una tardiva fase plicativa fino quasi alla verticalizzazione; queste direttrici tettoniche sono suturate verso N, fuori dai limiti del bacino considerato, dalle unità eoceniche-oligoceniche costituite da brecce e mollasse, mentre a S una serie di faglie plioceniche pongono l'intera struttura a contatto con le marne, le sabbie ed i conglomerati pliocenici.

Le tre menzionate unità tettoniche possono essere così distinte:

- **Unità Triassico - Liassica di M. Gazzo - Isoverde**, di probabile provenienza piemontese e costituita da una serie carbonatica formata da dolomie triassiche, calcari marnosi retici e calcari e peliti nerastre liassici.



<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b> <b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	8 DI 30	

- **Unità Giurassico - Cretacea di Cravasco-Voltaggio**, rappresentata da due diverse successioni ofiolitiche metamorfosate in facies di alta pressione (serpentiniti, metagabbri e metabasalti) e dalle relative coperture sedimentarie (diaspri, calcari cristallini e filladi).
- **Unità Giurassico Cretacea di M. Figogna**, anch'essa costituita da metaofioliti di facies più bassa (serpentiniti, oficalci e metabasalti) e coperture sedimentarie connesse (diaspri, calcareniti e scisti filladici).

In un quadro paleogeografico semplificato, la storia evolutiva della zona Sestri-Voltaggio può essere riassunta come il progressivo sovrascorrimento di due unità di fondale oceanico del bacino ligure piemontese e di una unità di piattaforma (probabilmente sul lato piemontese del bacino) sulle ofioliti del gruppo di Voltri, e dell'appilamento a sua volta delle unità appenniniche del M. Antola sulle unità della Sestri-Voltaggio; in sostanza, queste unità rappresentano frammenti provenienti da diverse zone di un medesimo bacino oceanico che, in seguito alla chiusura di quest'ultimo, sono sovrascorsi l'uno sull'altro in direzione da E a W.

#### **2.4 GEOLOGIA DI DETTAGLIO**

La zona è interessata dagli affioramenti della Formazione delle Dolomie del Monte Gazzo appartenenti alla serie triassico - liassica dell'Unità del Monte Gazzo (*vd. Carta geologica – Progetto di coltivazione*).

Litologicamente l'area è interessata da un complesso dolomitico disposto in banchi di spessore metrico intercalati da livelletti marnosi. La dolomia presenta una tessitura da criptocristallina a saccaroide.

L'assetto giaciturale della formazione calcareo-dolomitica è praticamente monoclinale: i piani di strato hanno infatti una costante immersione verso Sud/Est, con inclinazioni variabili da 45° (margine Sud dell'area di cava) alla sub-verticalità (settore Nord dell'area di coltivazione, interessata direttamente dal deposito).

Le condizioni giaciturali garantiscono sostanzialmente la stabilità degli strati rocciosi; quindi il rischio di possibili cinematismi - dovuti a distacchi localizzati di materiali lapidei - riguarda volumi di roccia relativamente modesti, senza incidere sulla stabilità globale dei fronti.

L'ammasso roccioso risulta interessato da vari sistemi di fratturazione che, intersecandosi con i piani di strato, determinano una suddivisione della roccia in prismi e conci di pezzatura generalmente medio-piccola. Il grado di fratturazione, variabile all'interno dell'area di cava, risulta piuttosto accentuato nel settore interessato dal deposito.

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b> <b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	9 DI 30	

In quest'ultimo caso, il detensionamento conseguente alle variazioni dei carichi litostatici ha favorito l'allentamento delle fratture nei livelli più superficiali dell'ammasso roccioso, determinando un sensibile peggioramento delle caratteristiche geomeccaniche della roccia stessa.

Sui fronti rocciosi si evidenziano livelli a diverso grado di ossidazione, con rade sacche argillose di alterazione e qualche fenomeno carsico di modesta entità.

## **2.5 IDROGEOLOGIA**

Le dolomie della formazione dolomitica del di M. Gazzo sono di fatto interessate da una modesta permeabilità e da una limitata circolazione carsica.

Per quanto riguarda le condizioni di permeabilità esistenti, si specifica che la formazione calcareo-dolomitica è caratterizzata da una permeabilità per fratturazione, fessurazione e carsismo. Se si escludono piccole zone ricoperte attualmente da coltre detritica e sedi di locali falde sospese, non è stata riscontrata presenza di falda (*vd. Carta idrogeologica – Progetto di coltivazione*).

Nell'area non si riscontrano comunque emergenze idriche significative.

## **2.6 CARSISMO**

La cava ricada all'interno di un'area individuata come di interesse carsico GE35, Isoverde, con D.G.R. n. 6665 del 23/09/1994, ai sensi della Legge Regionale 03/04/1990 n. 14 e successive modificazioni. (*vd. Fig. 2.6.A. e Fig. 2.6.B*).

I fenomeni carsici di interesse naturalistico, fra i quali il più importante è la "Grotta d'Iso", si trovano a valle dell'area interessata dal progetto.

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>						
PROGETTO A301	LOTTO 00 D CV	CODIFICA RB	DOCUMENTO DP02 00 002	REV. B00	FOGLIO 10 DI 30	

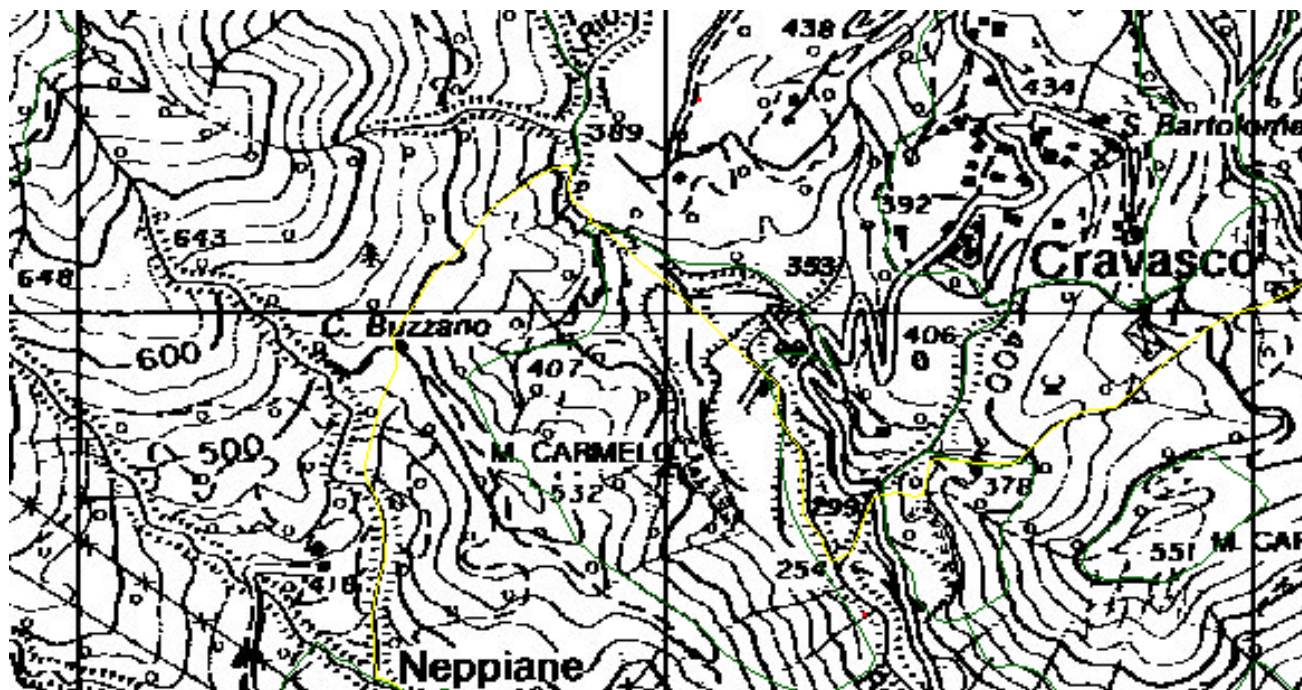


Fig. 2.6.A P.T.C.P. Regione Liguria – Stralcio della carta assetto insediativo ed aree carsiche

## REGIONE LIGURIA

Scheda n. 35

l.r. 3 aprile 1990 n. 14

"Norme per la tutela e la valorizzazione del patrimonio speleologico e delle aree carsiche e per lo sviluppo della speleologia".

Art. 4 - INDIVIDUAZIONE DELLE PRINCIPALI AREE CARSIICHE:

SCHEDE DESCRITTIVE

SIGLA  
GE 3

ISOVERDE

### INDIVIDUAZIONE

Provincia:	GENOVA
Comuni:	CAMPOMORONE
Comunità Montana:	ALTA VAL POLCEVERA
Riferimento cartografico:	
Ambiti Territoriali PTCP:	
Bacino imbrifero:	POLCEVERA
Superficie interessata (ha):	

### DESCRIZIONE DELL' AREA

Caratteristiche geologiche:	Formazioni dei "Calcarei di Gallaneto" e "di Lencisa" (Lias), Dolomie del Trias (Zona "Sestri-Voltaggio"). Piccoli affioramenti di gessi.
Caratteristiche geomorfologiche:	.
Caratteristiche idrogeologiche:	Circolazione idrica prevalentemente sotterranea, complessa e ancora da definire con esattezza nei suoi rapporti con i corsi d'acqua esterni. Numerose sorgenti di cui la principale è "i Buggi", nel Rio di Iso.
Caratteristiche speleologiche:	Una decina di cavità, sia a sviluppo orizzontale sia verticale, fra cui la Grotta di Iso L12, maggiore cavità della Provincia di GE.

Copertura vegetale e uso del suolo:	In basso castagneti e nocioleti; estesi i robinieti nelle zone in abbandono. Più in alto arbusteti e praterie utilizzate a pascolo. Attività agricole e silvicole in abbandono.
Altre caratteristiche:	Fauna ad elementi troglobi e troglifili (numerosi geotritoni; Duvalius ramorino).

### PRINCIPALI MOTIVI DI INTERESSE

Idrogeologico:	
Paesaggistico:	
Paleontologico-paletnologico-storico:	
Speleologico:	xx
Morfologico:	
Biologico:	x

### ACQUIFERI CARSIICI

Notizie:	
Grado di vulnerabilità:	

USO	Domestico:		Specificare:
	Irriguo:	x	
	Altro:		

### CAVE E DISCARICHE

Cave attive:	x	due, in sponda sin. E destra el Rio Iso
Cave inattive:	x	
Discariche attive:		
Discariche inattive:		

### BIBLIOGRAFIA

va meglio specificata

**NORME DI TUTELA**

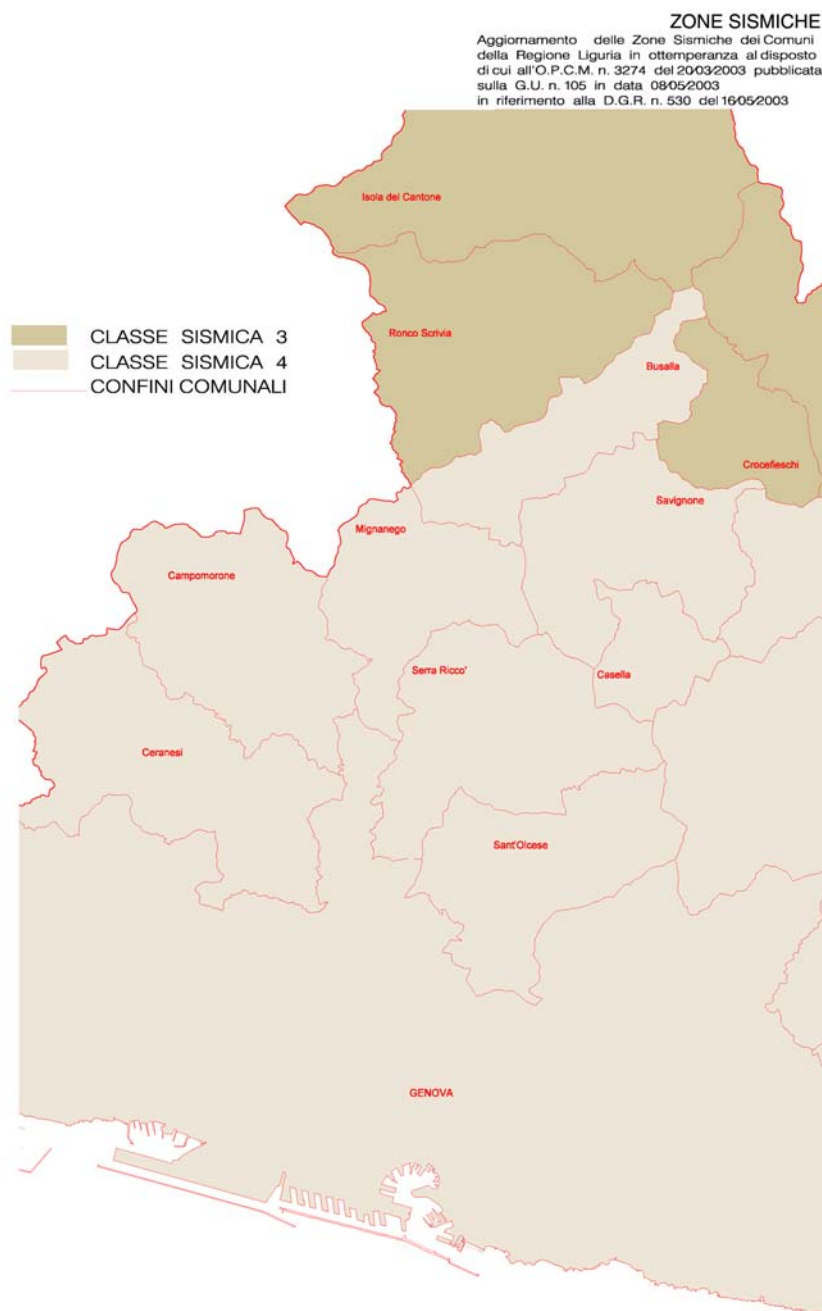
<i>Aree protette e parchi:</i>	
<i>L. 1497/39 e L. 431/85:</i>	
<i>Vincolo idrogeologico:</i>	
<i>Altre normative vigenti:</i>	

**Fig. 2.6.B P.T.C.P. Regione Liguria – Stralcio della scheda n°35**

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO A301	LOTTO 00 D CV	CODIFICA RB	DOCUMENTO DP02 00 002	REV. B00	FOGLIO 13 DI 30

## 2.7 SISMICA

Dal punto di vista sismico l'area ricade in CLASSE SISMICA 4 come definita dalla nuova classificazione sismica del territorio nazionale (vd. Fig. 2.7.A).



**Fig. 2.7.A** Stralcio della Carta delle Zone Sismiche stralciata dal Piano Provinciale di Protezione Civile

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b> <b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	14 DI 30	

### 3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica intende fornire le indicazioni progettuali per un idoneo inserimento dei volumi al fine di garantirne la stabilità a medio e lungo termine nei confronti dell'azione degli agenti esogeni (atmosferici), dei fattori idrogeologici e dell'azione sismica.

Lo studio assume come riferimento essenziale una adeguata raccolta delle prove e delle indagini geotecniche effettuate sui materiali medesimi nel loro stato naturale (metargilliti filladiche ed argille a Palombini della finestra di Borzoli) nonché sui limi di lavaggio.

#### **3.1 CARATTERI OROGRAFICI, GEOLITOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI E GEOTECNICI DEL SITO DI IMPOSTA**

##### 3.1.1 INQUADRAMENTO GENERALE

L'area in oggetto ricade nel medio tratto di una stretta valle impostata su una formazione calcareo-dolomitica profondamente incisa da un corso d'acqua (T. Verde) dal regime torrentizio e da una sviluppata tendenza all'erosione di fondo; uguale tendenza, a causa dell'elevata energia del rilievo, mostrano i sottobacini contermini (T. Iso), a testimonianza del notevole sviluppo di dislocazioni tettoniche, a carattere regionale e locale, che attraversano la zona e che hanno determinato un disegno morfologico contraddistinto da un continuo alternarsi di profonde incisioni cui sono tributarie valli minori, a sviluppo anche subverticale, in attiva fase di morfogenesi idraulica e, quindi, dai caratteri di immaturità geomorfologica.

L'attività di cava ha posto allo scoperto una formazione litologicamente afferibile a materiale dolomitico e calcareo-dolomitico con presenza di livelli marnosi intercalati.

Emergono evidenti le fratture originate dall'intenso stress geodinamico legato all'attività di sollevamento cui la neotettonica quaternaria ha soggetto il blocco strutturale Triassico-Liassico di M. Gazzo-Isoverde; il sollevamento neotettonico ha generato l'avvio di un'attività carsica che, però, non ha trovato facile sviluppo in materiali non propriamente sensibili all'azione dissolutrice (dolomie con intercalazioni marnose).

La conseguenza che ne è scaturita è stata la formazione di una rete non molto diffusa di fratture parzialmente beanti, poco carsificate, concentrate lungo le sezioni maggiormente fratturate, che hanno comunque generato localizzate cavità, oggi ad attività carsica senile.

Il risultato più significativo, invece, è stata la formazione di una modesta rete di drenaggio che esercita però un ruolo importante nella circolazione idrica locale in quanto favorisce lo smaltimento dei volumi di acqua meteorica in maniera alquanto repentina determinando, così, la mancata

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b> <b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO A301	LOTTO 00 D CV	CODIFICA RB	DOCUMENTO DP02 00 002	REV. B00	FOGLIO 15 DI 30

formazione di una vera falda idrica di fondo; al contempo, invece, viene favorita la formazione di scaturigini idriche temporanee all'intersezione tra le fratture e la superficie scoperta determinando, lungo il fronte di cava, cospicue venute d'acqua in occasione di fenomeni atmosferici intensi.

Anche la circolazione idrica superficiale, una volta disegnatosi il grande sviluppo della cava Castellaro, ha subito parziali alterazioni che hanno portato tutta l'area ad assumere funzione di drenaggio superficiale, con conseguenti venute idriche a caduta lungo tutto il ciglio della cava medesima, in occasione di piogge persistenti.

La situazione così determinatasi vede dunque una morfologia che, forte delle buone caratteristiche litotecniche del materiale del fronte, mantiene un affidabile grado di stabilità anche lungo le fratture citate, che non mostrano segni di distacco né di detensionamenti progressivi; non è necessario, quindi, un ulteriore consolidamento dei fronti.

Gli unici aspetti da considerare, ai fini di una valida impostazione dell'abbancamento, sono da attribuire alla situazione idrogeologica che lascia presagire una facile vulnerabilità dell'area alle venute d'acqua sia superficiali, a caduta, che lungo la parete, attraverso la fratturazione esistente.

### 3.1.2 ASPETTI GEOTECNICI

Le caratteristiche geotecniche delle rocce dolomitiche dell'area di cava che ospiterà l'abbancamento sono piuttosto omogenee e mostrano in loco un moderato grado di fatturazione e alterazione.

Le dolomie affioranti in parete appaiono ben ripulite e solo occasionalmente allentate e degradate, localmente con nuclei e bande sfarinate e polverulente per processi di tipo prevalentemente meccanico.

In profondità gli effetti dell'alterazione superficiale si riducono e si passa a litotipi dalle caratteristiche meccaniche gradualmente migliori mentre le fratture, in genere saldate per carico litostatico, tendono a chiudersi e si rivelano in genere intasate dai materiali più sottili della degradazione, anche perché qui trascinati dalle acque dei livelli superiori.

Le caratteristiche di portanza del sito di imposta possono essere considerate adeguate visto il carico del volume di deposito:

peso di volume x altezza del deposito = carico indotto

2,0 t/mc x 80,0 m = 16,0 kg/cmq

dove si considerano 80 m di altezza massima del deposito.

Date le caratteristiche di fratturazione del substrato dolomitico di fondazione, conseguenti alle volate delle fasi di coltivazione, la portanza del materiale viene calcolata con il metodo di Terzaghi,



<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO A301	LOTTO 00 D CV	CODIFICA RB	DOCUMENTO DP02 00 002	REV. B00	FOGLIO 16 DI 30

così come descritto da Bowles (1991), per corpi a pianta quadra o rettangolare, considerando i seguenti parametri (valutati cautelativamente):

$\varnothing = 40^\circ$

$c = 2 \text{ kg/cm}^2$

peso spec. nat.: 2,3 t/mc

R.Q.D. (Rock Quality Designation): 60 %

Coeff. sicurezza: 1

Sono state considerate dimensioni variabili dal lato B del deposito tra 10 e 100 m mentre è stata considerata una profondità di imposta della base del carico pari a 0,0 (piano campagna); come si vede dallo schema allegato, i valori di portanza, valutabili superiori a 58 kg/cm<sup>2</sup>, risultano ben adeguati ai carichi indotti (16 kg/cm<sup>2</sup>) quindi in grado di sostenere anche eventuali carichi aggiuntivi (mezzi di trasporto pesanti come camion carichi a 60 t) nonché eventuali incrementi di tipo sismico o dovuti ad infiltrazione accidentale di acque piovane.

Per il calcolo di portanza sono state considerate le dimensioni del piazzale a quota m 345 s.l.m. su cui insisterà l'abbancamento (180 m X 180 m) mentre è stata considerata una profondità di imposta della base del carico pari a 0,0 (piano campagna); non è inoltre stata considerata la presenza di eventuale falda.

Come si vede dallo schema di seguito allegato, i valori di portanza limite, sono valutabili dell'ordine di 900 kg/cm<sup>2</sup> mentre i valori di portata ammissibile dell'ordine di circa 300 kg/cm<sup>2</sup>.

Pertanto i carichi indotti (16 kg/cm<sup>2</sup>) risultano assolutamente adeguati al substrato di fondazione e quindi in grado di sostenere anche eventuali carichi aggiuntivi (mezzi di trasporto pesanti come camion carichi a 60 t) nonché eventuali incrementi di tipo sismico o dovuti ad infiltrazione accidentale di acque piovane.

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	17 DI 30	

**Capacità Portante delle ROCCE**

per fondazioni superficiali

Relazione di Terzaghi - Modello di rottura generale

COMUNE : Campomorone

LOCALITA': Cava Castellaro

PROGETTO: RAL2 ISOVERDE

**Fondazioni continua**

Condizioni litologiche: calcare dolomitico

**Dati di Progetto :**

Profondità falda ( cm ) 10000

tens.lit. kg/cmq	Peso Spec.ass.
0	1856

Profondità piano di posa ( cm ) 0

Larghezza fondazione ( cm ) 18000

Lunghezza fondazione ( cm ) 18000

Coesione ( Cu ) ( kg/cmq ) 2

Angolo d'attrito ( Ø' ) ( gradi ) 40

Peso Specif. terreno ( kg/mc ) 2300

-----  
Lunghezza/larghezza ( Numero ) 1,00

Profondità/larghezza ( Numero ) 0,00

**Calcolo :** general shear

Nc 95,66

Nq 81,271

Ngamma 100,40

-----  
Contributo ( )c (kg/cm<sup>2</sup>) 229,591

Contributo ( )q (kg/cm<sup>2</sup>) 0,000

Contributo ( )gamma (kg/cm<sup>2</sup>) 670,672

-----  
**q , limite** (kg/cm<sup>2</sup>) **900,263** general shear

**Coeff. sic.** (Numero) 3,00

-----  
**q , eserc.** (kg/cm<sup>2</sup>) **300,088**

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b> <b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	18 DI 30	

### **3.2 CARATTERISTICHE LITO-GRANULOMETRICHE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL MATERIALE DA ABBANCARE**

#### **3.2.1 PROVENIENZA, QUANTITÀ E CARATTERISTICHE**

I materiali che verranno abbancati sono rappresentati da:

- i materiali di risulta delle gallerie in gran parte rappresentati da argilliti a palombini (in particolare da argilliti scure e scistose, laminate con intercalazioni di calcari microcristallini in corpi lenticolari anche metrici) ed in minima parte da metargilliti filladiche;
- i “limi di lavaggio”, ossia i prodotti residuali delle lavorazioni del materiale dolomitico estratto in cava e depositato provvisoriamente in apposite vasche site sui piazzali.

Il materiale preponderante (argillite), di origine sedimentaria (ma soggetto a carico litostatico notevole al punto da trovarsi allo stato litoide) e di natura clastica fine (minerali predominanti: la sericite, l'illite e il quarzo), fornirà, in fase di scavo, un prodotto sciolto costituito per la massima parte da minuscole scaglie di colore grigio e nerastro frammiste a granuli di dimensioni da 2-3 mm fino a 10 mm di natura calcarea; frammisto a tale aggregato vi sarà una certa percentuale di polvere argillosa che, comunque, non rappresenterà la componente essenziale dell'aggregato, almeno se il materiale medesimo non subirà diverse fasi di lavorazione e contemporaneo passaggio in ambiente saturo.

In definitiva il materiale argillitico, considerando le buone caratteristiche litoidi che caratterizzano la formazione geologica di origine, fornirà un prodotto di disfacimento assimilabile ad un “limo argilloso con sabbia e ghiaia”, di bassa plasticità, con buona predisposizione alla compattazione ed elevato indice di riaggregazione dei granuli per riacquisizione dei legami di coesione (favorita dalla presenza di acqua igroscopica).

#### **3.2.2 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI**

Per quanto riguarda i materiali principali che formeranno la parte preponderante del deposito, ossia le **argilliti a palombini**, sono state assunte come valide le prove di laboratorio effettuate su dei campioni della stessa formazione e natura litologica prelevati nell'area della finestra di Val Lemme e Castagnola e più precisamente depositati alla base della Cava Cementir – Voltaggio (eseguite da due differenti strutture - vd. Allegato A).

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	19 DI 30

Le prove di laboratorio sono state eseguite sul materiale compattato mediante prova di costipamento Proctor Standard .

In particolare la prova di taglio diretto ha consentito di caratterizzare il materiale dal punto di vista meccanico con un angolo di attrito pari a 30° e coesione nulla.

I risultati delle indagini effettuate, determinano, della coltre detritica delle Argilliti a Palombini, i seguenti parametri (il peso di volume saturo e secco è quello medio risultante dalle prove di compattazione Proctor Standard al contenuto d'acqua ottimale):

$$\varnothing = 30^\circ;$$

$$c = 0,0 \text{ kg/cmq};$$

$$\text{peso specifico} = 2,76 \text{ t/mc};$$

$$\text{peso di volume in banco} = 2,65 \text{ t/mc};$$

$$\text{peso di volume secco} = 2,15 \text{ t/mc};$$

$$\text{peso di volume saturo} = 2,35 \text{ t/mc}.$$

Sui “**limi di lavaggio**” di Cava Castellaro sono state reperite delle indagini di laboratorio redatte dalla G.E.T. – Geotechnical and Engineering Testing srl di Genova per conto della Società Calcestruzzi – Bergamo (vd. Allegato B); i materiali, sottoposti ad analisi granulometrica per sedimentazione, sono stati classificati come “limi argilloso-sabbiosi”, mentre nella Carta di Plasticità di Casagrande vengono definiti come “Argille di bassa plasticità”.

La prova di taglio diretto effettuata su un prelievo contenente elevate quantità di materiali fini, ha dato un angolo di attrito interno valutabile in circa 27° e coesione di circa 0,03 kg/cmq.

Su detto campione sono stati determinati pertanto i seguenti parametri:

$$\varnothing = 27^\circ;$$

$$c = 0,3 \text{ kg/cmq};$$

$$\text{peso specifico} = 2,830 \text{ t/mc};$$

$$\text{peso di volume secco} = 1,896 \text{ t/mc};$$

$$\text{peso di volume saturo} = 21,72 \text{ t/mc}.$$

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	20 DI 30

*Alla luce delle prove geotecniche effettuate sulle **argilliti a palombini** e sui **limi residuali** delle lavorazioni, si considerano rappresentativi ed al contempo cautelativi, per le ipotesi di calcolo geotecnico, i seguenti parametri:*

- $\phi = 27^\circ$ ;
- $c = 0,0 \text{ kg/cmq}$ ;
- **peso di volume secco = 1,9 t/mc**;
- **peso di volume saturo = 2,1 t/mc**.

Il peso di volume considerato di 1,9 t/mc rappresenta circa il 90% della densità secca ottima misurata con una prova di costipamento "Proctor Standard" effettuata sulle argilliti a palombini.

Dalle considerazioni emerse si ritiene che il materiale, vista anche la notevole volumetria da sistemare e l'altezza non indifferente, quest'ultima resa necessaria da esigenze di carattere ambientale e paesaggistico (rinaturalizzazione dell'area e, quindi, occultamento visivo dell'alto fronte di coltivazione esistente) possa essere allocato su superfici piane con un angolo di scarpa non superiore a  $26^\circ$  previo adottare una serie di accorgimenti di natura preventiva onde eliminare ogni possibile inconveniente che, una volta studiata e verificata la natura e la situazione dei luoghi, può essere ricondotto:

- alla piovosità locale ed alla possibilità di innesco di azioni di ruscellamento superficiale;
- alle acque di caduta o ruscellanti dal culmine dell'area non sminata dall'attività di cava;
- all'infiltrazione di acque sorgive temporanee (da fratture nella roccia delle pareti ospitanti);
- ai carichi di esercizio temporanei indotti da mezzi di trasporto e di lavorazione;
- alle sollecitazioni indotte dal sisma previsto (OPCM 3267 del 20/03/03);
- ad ogni ulteriore intervento legato alla pratica che si avrà sul luogo una volta rinaturalizzato e reso disponibile alle molteplici attività (sentieristica, pascolo, carico boschivo, ecc.).

*Per quanto riguarda il materiale costituente il profilo di cava - **Dolomie di M. Gazzo**, i parametri assegnati, molto cautelativi, risultano i seguenti:*

- $\phi = 40^\circ$
- $c = 2 \text{ kg/cmq}$
- **peso spec. nat. = 2,3 t/mc**

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO A301	LOTTO 00 D CV	CODIFICA RB	DOCUMENTO DP02 00 002	REV. B00	FOGLIO 21 DI 30

### **3.3 CRITERI DI ALLOCAMENTO DEL VOLUME SOGGETTO A RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE**

#### **3.3.1 GEOMETRIA E STRUTTURAZIONE DELL'AMBITO SOGGETTO A RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE.**

Il materiale sciolto da porre a deposito, così come inquadrato da un punto di vista litologico, granulometrico e geotecnico, si ritiene possa rappresentare un valido elemento d'insieme per la riqualificazione ed il riassetto dell'area di Cava Castellaro; lo stesso materiale, infatti, possiede caratteristiche tali da poter essere accumulato, modellato, compattato ed, infine, sistemato secondo un disegno volumetrico che si possa adattare alle esigenze di spazio ed alle necessità morfologico-ambientali preesistenti dell'area prevista per il deposito.

Per rispondere a dei criteri puramente geotecnici è opportuno predisporre il materiale:

- con pendenze, sia per l'inviluppo totale che per tratti localizzati, che non superino il valore dell'angolo di attrito interno del materiale;
- con predisposizione di terrazzi intermedi per ragioni operative e per favorire l'accesso per la manutenzione degli impianti a verde;

#### **3.3.2 CRITERI DI REALIZZAZIONE**

Il materiale verrà abbancato per strati alternati: le argilliti a palombini per una potenza di 0,80 m / 1 m ed di limi di lavaggio per 0,2 m / 0,3 m.

La compattazione delle argillite a palombini dovrà essere tale da raggiungere almeno il **90% del peso di volume secco** misurato con la prova Proctor Standard (vd. Allegato A); il raggiungimento di tale peso di volume secco è stato verificato con una prova su un rilevato sperimentale (vd. Allegato C).

La frequenza delle prove in situ dovrà essere di almeno 1 prova ogni 20.000 mc di materiali abbancati.

Le strade di accesso ai mezzi di lavoro si svilupperanno tenendo nella dovuta considerazione i parametri geotecnici fondamentali e non creeranno dislivelli non protetti superiori al valore dell'angolo di attrito interno, cioè di 27°.

### **3.4 INTERVENTI PRELIMINARI ED OPERE ACCESSORIE DI DRENAGGIO E STABILIZZAZIONE**

Al fine di favorire il totale drenaggio delle acque di infiltrazione diretta nel deposito e per evitare la formazione di una falda seppur temporanea all'interno dei volumi limo-argillosi varrà predisposta una rete di drenaggio superficiale e profonda.

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO A301	LOTTO 00 D CV	CODIFICA RB	DOCUMENTO DP02 00 002	REV. B00	FOGLIO 22 DI 30

L'area destinata all'allocazione del materiale subirà inizialmente uno scavo al fondo del quale sarà assegnata la dovuta pendenza verso l'uscita e le opere di smaltimento; la rete di raccolta sarà posizionata in maniera diffusa, secondo gli elaborati allegati.

### 3.4.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Il drenaggio a tergo del volume di deposito, avrà un'importanza fondamentale nel mantenere tutto il volume ben isolato da possibili effetti di imbibizione e formazione di livelli saturi, tali interventi verranno predisposti per assicurare un rapido drenaggio delle acque di provenienza esterna nonché per abbattere immediatamente le acque di saturazione che dovessero infiltrarsi direttamente nel volume di deposito

L'abbattimento immediato delle sovrappressioni interstiziali necessita, oltre che degli interventi alla base ed a tergo, anche di setti drenanti all'interno del corpo del deposito; tali elementi saranno collocati a partire dalla superficie esterna, lungo il pendio, e si inseriranno all'interno del volume.

Molto importante sarà il ruolo delle canalette superficiali, che smaltiranno i volumi idrici drenati in profondità con funzione di trasporto dell'acqua verso le opere di smaltimento definitivo.

## **3.5 VERIFICHE DI STABILITÀ DEL PENDIO: CRITERI DI CALCOLO ED ELABORAZIONI**

### 3.5.1 DETERMINAZIONE DELLE CONDIZIONI DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Le verifiche di stabilità sono state effettuate lungo 3 sezioni individuate tra le più rappresentative; in particolare, sono state assunte come tali le sezz. Nn. 4 - 7 - 10 (vd Allegato D).

Il metodo utilizzato è quello dell'equilibrio limite dei conci di lunghezza costante (metodo di Fellenius); per l'aggiunta delle forze sismiche orizzontali, è stato considerato il coefficiente d'intensità sismica locale, pari a 0,05 g (OPCM 3267 del 20/03/03 e succ. mod.).

I calcoli, dal punto di vista teorico, considerano che un qualsiasi pendio è soggetto ad un insieme di forze attive, quali la forza peso del terreno, i carichi applicati, la forza sismica orizzontale e le forze passive o resistenti, che si individuano nella resistenza a taglio ed in eventuali opere di contenimento; un ruolo essenziale è giocato dall'acqua, la cui pressione neutrale riduce le resistenze a taglio dei terreni ed esercita, col proprio peso, spinta attiva.

Sono stati considerati i parametri geotecnici adottati per il deposito (che è stato assunto come

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	23 DI 30

“profilo di progetto”), mentre per il substrato (che è stato assunto come “profilo esistente”), di natura dolomitica, sono stati assunti parametri indicativi.

Parametri utilizzati per il profilo di progetto:

Tipo litologico: argilliti e limi

$\phi = 27^\circ$ ;

$c = 0,0 \text{ kg/cmq}$ ;

peso di volume saturo: 2,1 t/mc;

porosità = 0,5.

Parametri utilizzati per il profilo esistente:

Tipo litologico: dolomie

$\phi = 40^\circ$

$c = 2 \text{ kg/cmq}$

peso spec. nat.: 2,3 t/mc

porosità = 0,2

Le verifiche sono state effettuate considerando il deposito in **condizioni sature**, quindi, considerando il valore del peso di volume nelle condizioni di completa saturazione (2,1 t/mc al 90% della Prova Proctor Standard); ovviamente non è stata considerata la presenza di falda (condizioni sommerse) viste le ipotesi già enunciate che riguardano l'assoluta necessità di intervenire con opere di drenaggio all'interno del corpo del deposito medesimo.

Il pendio é stato considerato nelle condizioni previste alla fine degli interventi di ripristino del manto vegetale, con un sistema drenante perfettamente funzionante, quindi in assenza di falda.

Le condizioni poste in essere inquadrano il versante nei limiti di sicurezza senza possibilità di attivazioni di movimenti anche in corrispondenza dei tratti a pendenza più elevata; gli stessi, considerati con coesione reale ( $C = 0,0 \text{ kg/cmq}$ ), anche in prospettiva sismica, presuppongono una compattazione del materiale e un impianto delle essenze vegetali previste effettuato a perfetta regola d'arte; in tali condizioni i fattori di sicurezza tendono ad assumere valori superiori ad 1,3 (D.M. 11/03/88).

Per la **sezione n. 4** sono state verificate 10 superfici di rottura tra le più rischiose ottenendo, in sintesi, i seguenti risultati:



<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	24 DI 30

- ◆ il coefficiente di sicurezza é risultato uguale a 1,384 (cerchio n. 10); gli altri cerchi si discostano da questo valore prossimo al limite; tale situazione pone in evidenza un limite superiore a quello imposto dal D.M. 11/3/88 che è di 1,3.

Per la **sezione n. 7** sono state verificate 13 superfici di rottura tra le più rischiose ottenendo, in sintesi, i seguenti risultati:

- ◆ il coefficiente di sicurezza é risultato uguale a 1,352 (cerchio n. 12); gli altri cerchi si discostano da questo valore prossimo al limite; anche tale situazione pone in evidenza un limite superiore a quello imposto dal D.M. 11/3/88 che è di 1,3.

Per la **sezione n. 10** sono state verificate 9 superfici di rottura tra le più rischiose ottenendo, in sintesi, i seguenti risultati:

- ◆ il coefficiente di sicurezza é risultato uguale a 1,304 (cerchio n. 7); gli altri cerchi si discostano da questo valore prossimo al limite; tale situazione pone in evidenza un limite superiore a quello imposto dal D.M. 11/3/88 che è di 1,3.

Pur non essendo stata eseguita una verifica in presenza di falda subaffiorante (piezometrica prossima al p.c.), si evince, dato il coefficiente di sicurezza prossimo al valore limite, la assoluta necessità di impedire la formazione di falda freatica all'interno del deposito.

### **3.6 MONITORAGGIO**

Il monitoraggio strutturale del terrapieno verrà valutato mediante l'installazione di piezometri ed inclinometri; tali strumenti consentiranno di verificare:

- l'eventuale presenza di acqua (permettendo la misura delle pressioni neutre);
- i movimenti laterali nel tempo.

Complessivamente si prevede l'installazione di 3 piezometri e 3 inclinometri distribuiti sul corpo del deposito; tali punti di monitoraggio verranno posizionati durante la fase di abbancamento nelle porzioni ultimate, in modo tale da poter effettuare delle correlazioni di carattere idrogeologico e strutturale già durante la fase di abbancamento.

Gli inclinometri e i piezometri saranno spinti ad una profondità tale da monitorare l'intera potenza del deposito, raggiungendo, pertanto, i terreni di fondazione calcareo-dolomitici.

Le misurazioni dovranno essere effettuate secondo la seguente cadenza temporale:

- primo anno: misurazioni trimestrali

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b>					
	<b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>PROGETTO</b> <b>A301</b>	<b>LOTTO</b> <b>00 D CV</b>	<b>CODIFICA</b> <b>RB</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>DP02 00 002</b>	<b>REV.</b> <b>B00</b>	<b>FOGLIO</b> <b>25 DI 30</b>

- secondo/terzo anno: misurazioni semestrali
- quarto/quinto/sesto anno: misurazioni annuali

<b>CL2/RAL2 ISOVERDE</b> <b>Progetto di riqualificazione ambientale</b> <b>Relazione geologica, idrogeologica e</b> <b>geotecnica</b>	<b>TRATTA A.V./A.C. MILANO – GENOVA</b> <b>TERZO VALICO DEI GIOVI</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
A301	00 D CV	RB	DP02 00 002	B00	26 DI 30	

#### **4 CONCLUSIONI**

Il progetto di riqualificazione ambientale della cava di Castellaro, così come impostato e programmato, si struttura seguendo pienamente tutte le condizioni verificate per il tipo litologico ospitante (materiale in posto di tipo dolomitico) e si attiene in maniera sufficientemente adeguata alle condizioni e limitazioni dovute alle particolari caratteristiche geotecniche del materiale di deposito (detrito di natura prevalentemente argillosa).

Sono state affrontate tutte le problematiche inerenti l'inserimento e la riqualificazione dell'ambito in esame nella realtà geologico-geotecnica dell'ambiente circostante; sono state prese in considerazione tutte le precauzioni possibili contro ogni tipo di agente o fattore predisponente alla alterazione degli equilibri geotecnici (piogge eccezionali, sisma, lunghi periodi di allocamento del materiale privo di ripristino definitivo); il quadro emerso, nel rispetto di tutti gli accorgimenti tecnici previsti e progettati nei particolari (pendenze contenute, geometria del versante, sistemi drenanti superficiali e profondi, copertura arborea con essenze consolidanti in profondità) risulta esaustivo ed inquadra tutto l'intervento come razionale, efficace e sicuro da un punto di vista geologico-geotecnico.

In prima approssimazione quindi, per questa fase di progetto definitivo, si ritiene compatibile la fattibilità dell'intervento con le caratteristiche dei luoghi; si rimandano comunque, alla fase di progetto esecutivo, eventuali approfondimenti di carattere geologico, idrogeologico e geotecnico.

***APPENDICE A***  
***PROVE GEOTECNICHE DI CARATTERIZZAZIONE DELLE ARGILLITI A PALOMBINI***

Prove geotecniche di laboratorio  
(geodeta s.a.s. – Noventa Padovana –  
PD)



PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO  
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.

Via Panà, 56/A int. 7 - 35027 NOVENTA PADOVANA (PD)  
Tel. 0498 705 575 - Fax 0497 628 815 - E-mail: info@geodatapadova.it  
C.F. / P. IVA e Reg. Imprese Padova 01370550285 - C.C.I.A.A. PD n. 206643



2/3

- $\gamma_s$  = peso specifico dei grani;
- $L < 40$  = determinazione dei limiti di Atterberg (WL, WP, IP) di un provino lasciato ad imbibire in acqua distillata per un tempo prolungato, con vari mescolamenti e dopo il passaggio attraverso il vaglio n. 40 (0.42 mm);
- $D_{naturale}$  = analisi granulometrica per via umida del terreno naturale con l'essiccazione, il lavaggio, una nuova essiccazione e la successiva setacciatura meccanica;
- $D < 2\text{mm}$  = analisi granulometrica per via umida del materiale inferiore a 2,00 mm (vaglio n.10) utilizzato per la prova di taglio diretto n.2;
- PROCTOR STANDARD = prova di costipamento Proctor AASHTO Standard con la costruzione della curva completa e la determinazione del peso di volume secco massimo ( $\gamma_d \text{ max}$ ) e del corrispondente contenuto d'acqua ottimo ( $w \text{ opt}$ ): con questa energia sono stati ricavati i provini per la prova edometrica, le due prove di taglio diretto e la prova di permeabilità;
- $E$  = prova di compressione edometrica su un provino "indisturbato" ricavato da un punto del Proctor Standard;
- $c_v$  e  $K_{ED}$  = calcolo del coefficiente di consolidazione con la costruzione del diagramma di Taylor CED-radt ricavato dai risultati della prova edometrica e calcolo del coefficiente di permeabilità  $K_{ED}$ ;
- $DS_{CD} < 6-8\text{mm}$  = prova di taglio diretto con la scatola di Casagrande eseguita su tre provini ricavati da un punto del Proctor Standard dopo un leggero restauro per sostituire gli elementi con diametro superiore a 6–8 mm individuati visivamente;



PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO  
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.

Via Panà, 56/A int. 7 - 35027 NOVENTA PADOVANA (PD)  
Tel. 0498 705 575 - Fax 0497 628 815 - E-mail: info@geodatapadova.it  
C.F. / P. IVA e Reg. Imprese Padova 01370550285 - C.C.I.A.A. PD n. 206643



3/3

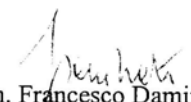
$DS_{CD} < 2mm$  = prova di taglio diretto con la scatola di Casagrande eseguita su tre provini ricavati da un punto del Proctor Standard sul materiale passante al vaglio n. 10 (2,00mm);


K var = determinazione del coefficiente di permeabilità K con il permeametro a carico variabile, utilizzando un provino ricavato da un punto del Proctor Standard sostituendo gli elementi superiori a 6-8mm ; per il calcolo di k è stata utilizzata l'espressione:

$$K_{VAR} = 2.3 * aL/At * \log h_0/h_1 \quad \text{in m/sec.}$$

I risultati delle prove di laboratorio sono riportati nei fogli e diagrammi dei certificati allegati.

Noventa Padovana 28 aprile 2004

  
Geom. Francesco Daminato  
Responsabile dell'Indagine

  
Dott. Geol. Pietro Daminato  
Direttore Laboratorio







GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.

Via Panà, 56/A int. 7 - 35027 NOVENTA PADOVANA (PD)  
Tel. 0498 705 575 - Fax 0497 628 815 - E-mail: info@geodatapadova.it  
C.F. / P. IVA e Reg. Imprese Padova 01370550285 - C.C.I.A.A. PD n. 206643



PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO  
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

Cert. n° 50 100 3818

<b>CERTIFICATO N°</b> <input type="text" value="4808"/>	<b>pag.</b> <input type="text" value="1/16"/>	<b>emesso il</b> <input type="text" value="24/05/04"/>
<b>Verbale di accettazione N°</b> <input type="text" value="12204"/>	<b>data ricevimento campione</b> <input type="text" value="12/05/04"/>	<b>data prova</b> <input type="text" value="12/05/04"/>
<b>COMMITTENTE:</b> HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)		
<b>CANTIERE:</b> VOLTAGGIO (AL)		
<b>Sond./Prel.:</b> 11/05/04	<b>Camp.:</b> 1	<b>Prof.:</b> scavo galleria
<b>CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO</b>		
Classificazione geotecnica: elementi rocciosi friabili (filladi) e compatti (quarzo) grosso-fini frammenti a sabbia argillosa grigio-azzurra		
<b>Pocket Pent.:</b>	---	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Torvane:</b>	---	kg/cm <sup>2</sup>
<b>umidità W =</b> 8,2 %		<b>passante vaglio 10 (2 mm) =</b> 62,6 %
<b>Limite di Liquidità WL =</b> 36 %		<b>passante vaglio 40 (0.42 mm) =</b> 40,6 %
<b>Limite di Plasticità WP &lt;40 =</b> 25 %		<b>passante vaglio 200 (0.075 mm) =</b> 27,2 %
<b>Indice di Plasticità IP =</b> 11 %		<b>Classificazione UNI 10006:</b> <input type="text" value="ND"/>
<b>Peso Specifico =</b> 27,71 kN/m <sup>3</sup>		<b>Indice di Gruppo:</b> <input type="text" value="ND"/>
<b>Contenuto in Solfati Totali Solubili =</b> ND %		<b>FINISSIMO %:</b> <input type="text" value="ND"/>
<b>Contenuto in Nitrati =</b> ND %		
Prove eseguite: w - L<40 - D - Proctor standard - K variabile - Ed - DScd - Rigonfiamento		
note:		
<b>normativa di riferimento:</b>	<b>legenda:</b>	ND = NON DETERMINATO
<b>Raccomandazioni AGI</b> UNI 10006 USCS	<b>Direttore Laboratorio</b> 	
E' VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA GEODATA s.a.s.		



PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO  
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.

Via Panà, 56/A int. 7 - 35027 NOVENTA PADOVANA (PD)  
Tel. 0498 705 575 - Fax 0497 628 815 - E-mail: info@geodatapadova.it  
C.F. / P. IVA e Reg. Imprese Padova 01370550285 - C.C.I.A.A. PD n. 206643



Cert. n° 50 100 3818

CERTIFICATO N° <b>4808</b>	pag. <b>2/16</b>	emesso il <b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n. <b>12204</b>	data ricevimento campione <b>12/05/04</b>	data prova <b>14/05/04</b>

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: **11/05/04**

Camp.: **1**

Prof.: **scavo galleria**

### DETERMINAZIONE DELLE PROPRIETA' INDICI

<b>CONTENUTO D'ACQUA DEL TERRENO</b>					
note:					
	prov. 1	prov. 2	media		
W %	8,1	8,3	8,2		
norma di riferimento: ASTM D 2216					
<b>PESO DI VOLUME NATURALE</b>					
note:					
	prov. 1	prov. 2	media		
$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>			ND		
norma di riferimento: CNR-UNI anno XII - N°63					
<b>PESO SPECIFICO ASSOLUTO</b>					
note:					
	prov. 1	prov. 2	media		
$\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup>	27,67	27,75	27,71		
norma di riferimento: ASTM D 854					
<b>LIMITI DI ATTERBERG</b>					
LIMITE DI LIQUIDITA'					
	prov. 1	prov. 2	media		
WL %	36,4	ND	36		
LIMITE DI PLASTICITA'					
	prov. 1	prov. 2	prov. 3	media	
WP %	25,5	24,6	25,4	25	
INDICE DI PLASTICITA'					
				IP %	11
note: la prova è stata eseguita su materiale passante al vaglio ASTM n. 40					
norma di riferimento: ASTM D 4318		cucchiola Casagrande Controls n° 87121946			
note: ND = NON DETERMINATO NP = NON PLASTICO					
Direttore Laboratorio <i>Sart</i>					
E' VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA GEODATA s.a.s.					

CERTIFICATO N° <b>4808</b>	pag. <b>3/16</b>	emesso il <b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n. <b>12204</b>	data ricevimento campione <b>12/05/04</b>	data prova <b>24/05/04</b>

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: 11/05/04

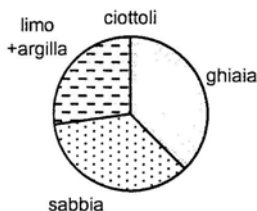
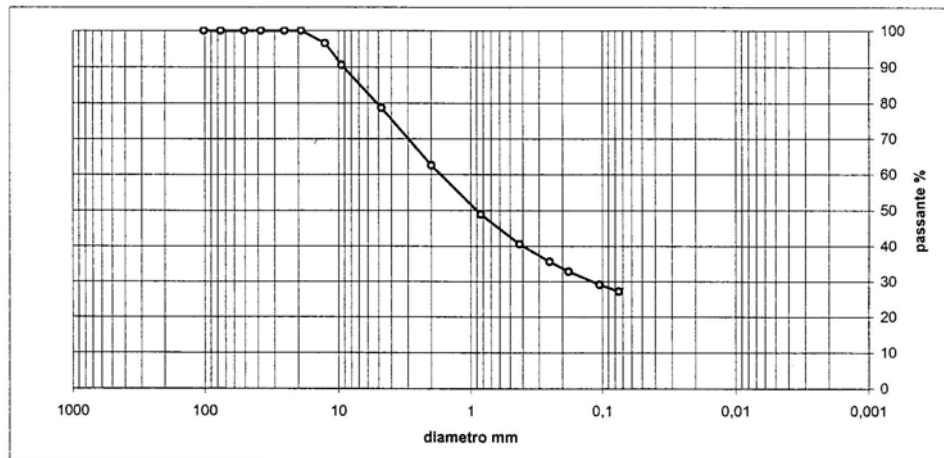
Camp.: 1 - materiale naturale

Prof.: scavo galleria

### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	100,00
3/4"	19,10	0,00	100,00
1/2"	12,700	3,61	96,39
3/8"	9,520	5,79	90,60

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,760	11,94	78,65
No. 10	2,000	16,09	62,56
No. 20	0,840	13,62	48,94
No. 40	0,425	8,38	40,56
No. 60	0,250	4,94	35,62
No. 80	0,180	2,77	32,85
No. 140	0,105	3,77	29,07
No. 200	0,075	1,84	27,23



ciottoli	ghiaia			sabbia			limo+argilla
	grossa	media	fine	grossa	media	fine	
> 60 mm	20 - 60 mm	6 - 20 mm	2 - 6 mm	0,6 - 2 mm	0,2 - 0,6 mm	0,075 - 0,2 mm	< 0,075 mm
0,00	0,00	18,24	19,21	18,47	10,45	6,41	27,23

classificazione geotecnica: elementi rocciosi friabile (filladi) e compatti (quarzo)  
grosso-fini frammisti a sabbia argillosa grigio-azzurra

Ig **ND**

UNI 10006 **ND**

USCS **ND**

norma di riferimento: ASTM D 422

Direttore Laboratorio

CERTIFICATO N°	<b>4808</b>	pag.	<b>5/16</b>	emesso il	<b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n.	<b>12204</b>	data ricevimento campione	<b>12/05/04</b>	data prova	<b>14-24/05/04</b>

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

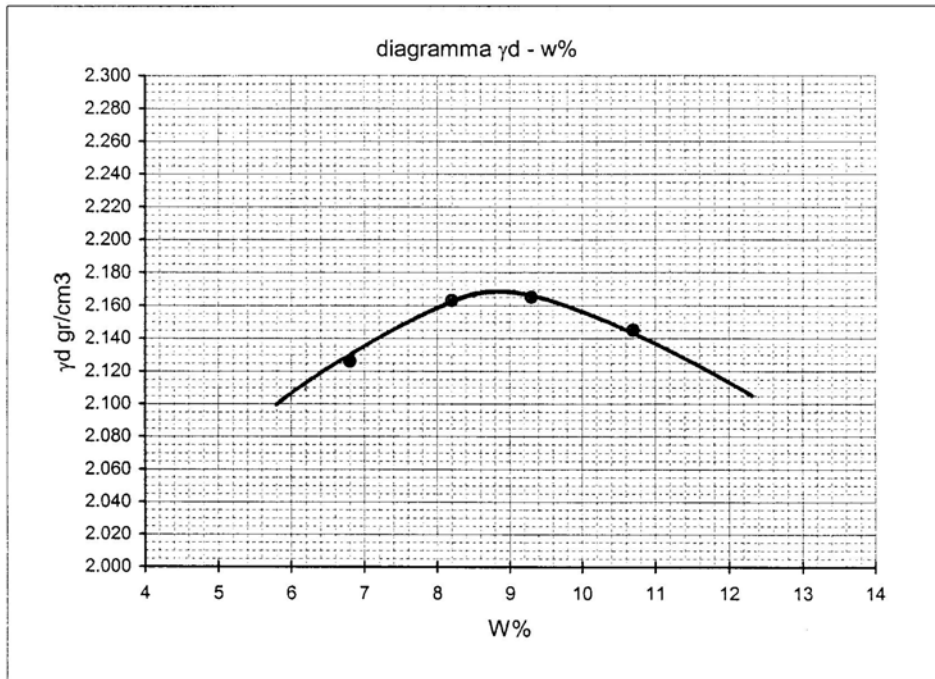
CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: **11/05/04**

Camp.: **1**

prof.: **scavo galleria**

**PROVA DI COSTIPAMENTO A.A.S.H.T.O. STANDARD**



NATURA DEL TERRENO : elementi rocciosi friabili e compatti grosso-fini frammisti a sabbia argillosa grigio-azzurra

PROVINO: la prova è stata eseguita su materiale < 6-8 mm

PROCEDURA TIPO: **A**

PESTELLO TIPO: **automatico**

$\gamma_d$	w%
2.126	6.8
2.163	8.2
2.165	9.3
2.145	10.7

PESO DI VOLUME SECCO MASSIMO : **2.168** t/m<sup>3</sup>

CONTENUTO IN ACQUA OPTIMUM : **8.8** %

norma di riferimento: ASTM D698

Direttore Laboratorio

CERTIFICATO N° <b>4808</b>	pag. <b>4/16</b>	emesso il <b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n. <b>12204</b>	data ricevimento campione <b>12/05/04</b>	data prova <b>24/05/04</b>

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: 11/05/04

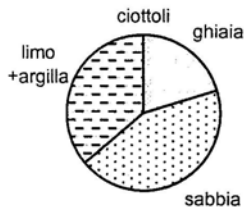
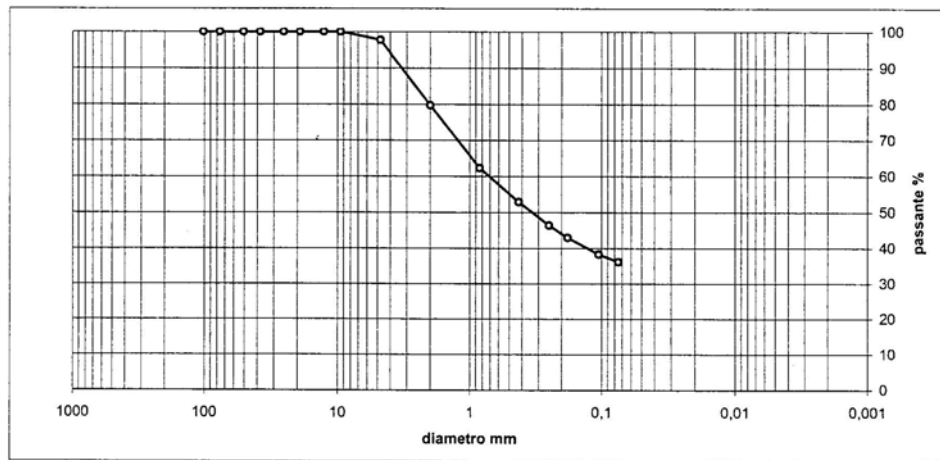
Camp.: 1 - materiale < 4 mm

Prof.: scavo galleria

### ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1" 1/2	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	100,00
3/4"	19,10	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	100,00
3/8"	9,520	0,00	100,00

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,760	2,30	97,70
No.10	2,000	17,99	79,71
No.20	0,840	17,38	62,32
No. 40	0,425	9,39	52,94
No. 60	0,250	6,54	46,40
No. 80	0,180	3,39	43,01
No. 140	0,105	4,69	38,32
No. 200	0,075	2,11	36,21



ciottoli	ghiaia grossa	ghiaia media	ghiaia fine	sabbia grossa	sabbia media	sabbia fine	limo+argilla
> 60 mm	20 - 60 mm	6 - 20 mm	2 - 6 mm	0,6 - 2 mm	0,2 - 0,6 mm	0,075 - 0,2 mm	< 0,075 mm
0,00	0,00	1,70	18,59	22,81	12,92	7,77	36,21

classificazione geotecnica: elementi rocciosi friabile (filladi) e compatti (quarzo)  
grosso-fini frammisti a sabbia argillosa grigio-azzurra

Ig **ND**

UNI 10006 **ND**

USCS **ND**

norma di riferimento: ASTM D 422

Direttore Laboratorio



PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO  
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.

Via Panà, 56/A int. 7 - 35027 NOVENTA PADOVANA (PD)  
Tel. 0498 705 575 - Fax 0497 628 815 - E-mail: info@geodatapadova.it  
C.F. / P. IVA e Reg. Imprese Padova 01370550285 - C.C.I.A.A. PD n. 206643



CERTIFICATO N° <b>4808</b>	pag. <b>6/16</b>	emesso il <b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n. <b>12204</b>	data ricevimento campione <b>12/05/04</b>	data prova <b>14-19/05/04</b>

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: **11/05/04**

Camp.: **1**

Prof.: **scavo galleria**

### PROVA DI PERMEABILITA' DIRETTA A CARICO VARIABILE CON PERMEAMETRO

**TIPO DI PROVINO**

- indisturbato  
 ricavato da prova Proctor Standard

**CARATTERISTICHE DI PROVA**

apparecchio n.	<b>1</b>	h iniziale di lettura:	<b>68,3</b> cm
peso di volume iniziale:	<b>21,33</b> kN/m <sup>3</sup>	temperatura:	<b>---</b>
umidità iniziale:	<b>8,2</b> %	data inizio prova:	<b>14/05/04</b>
peso specifico:	<b>---</b> kN/m <sup>3</sup>	data fine prova:	<b>19/05/04</b>
A provino:	<b>20,43</b> cm <sup>2</sup>	grad. idraulico iniziale:	<b>17,2</b>
L provino:	<b>3,97</b> cm	area del piezometro:	<b>1,04</b> cm <sup>2</sup>

**PARAMETRI DI CALCOLO**

tempo: **83.700** sec      lettura: **4,20** cm<sup>3</sup>

$$k = 2.3(aL/At) \log h_0/h_1$$

**k = 1,29E-09 m/sec**

norma di riferimento: ASTM D 2434-68

Direttore Laboratorio

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA GEODATA s.a.s.



PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO  
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.

Via Panà, 56/A int. 7 - 35027 NOVENTA PADOVANA (PD)  
Tel. 0498 705 575 - Fax 0497 628 815 - E-mail: info@geodatapadova.it  
C.F. / P. IVA e Reg. Imprese Padova 01370550285 - C.C.I.A.A. PD n. 206643



Cert. n° 50 100 3818

CERTIFICATO N° <b>4808</b>	pag. <b>7/16</b>	emesso il <b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n. <b>12204</b>	data ricevimento campione <b>12/05/04</b>	data prova <b>14-24/05/04</b>

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: **11/05/04**

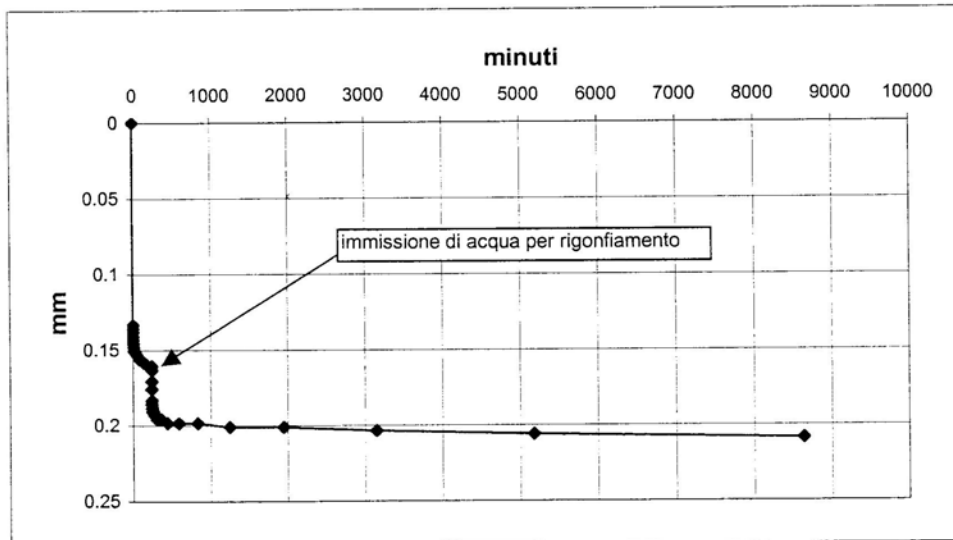
Camp.: **1**

prof.: **scavo galleria**

**PROVA DI RIGONFIAMENTO ISS**

EDOMETRO N° **11** - comparatore n° CD 11

area = 20.0 cm<sup>2</sup> h iniziale = 2.00 cm



Cedimento con consolidazione a 50 kPa:

kPa	min	mm
50	243	0.161

Rigonfiamento con immissione di acqua

kPa	min	mm
50	8633	-0.048

Direttore Laboratorio:

*[Signature]*



PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO  
E CONTROLLI GEOTECNICI IN SITO

GEODATA S.a.s. di Pietro Daminato & C.

Via Panà, 56/A int. 7 - 35027 NOVENTA PADOVANA (PD)  
Tel. 0498 705 575 - Fax 0497 628 815 - E-mail: info@geodatapadova.it  
C.F. / P. IVA e Reg. Imprese Padova 01370550285 - C.C.I.A.A. PD n. 206643



Cert. n° 50 100 3818

CERTIFICATO N°	<b>4808</b>	pag.	<b>8/16</b>	emesso il	<b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n.	<b>12204</b>	data ricevimento campione	<b>12/05/04</b>	data prova	<b>14-24/05/04</b>

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

**I° foglio**

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: **11/05/04**

Camp.: **1**

prof.: **scavo galleria**

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

EDOMETRO N° **11** - comparatore n° CD 11

area =	20.0	cm <sup>2</sup>	γ in. =	21.73	kN/m <sup>3</sup>	tara =	37.036	g
h iniziale =	2.00	cm	γs =	27.72	kN/m <sup>3</sup>	wi =	8.5	%
volume =	40.00	cm <sup>3</sup>	umido l. =	127.56	g	wf =	10.8	%
p.umido =	88.62	g	secco l. =	118.73	g	hs =	1.474	

P	cedimenti	e	ε	mv	E
kPa	mm		%	kPa <sup>-1</sup>	kPa
0.00	0.000	0.357	0.00		
100.0	0.158	0.347	0.79	7.40E-05	13520
200.0	0.450	0.327	2.25	1.50E-04	6685
400.0	0.857	0.299	4.29	1.07E-04	9379
800.0	1.393	0.263	6.97	7.03E-05	14233
1600.0	1.966	0.224	9.83	3.92E-05	25508
800.0	1.919	0.227	9.60		
100.0	1.657	0.245	8.29		
12.5	1.315	0.268	6.58		

norma di riferimento: ASTM D2435

Direttore Laboratorio:

*[Signature]*

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA GEODATA s.a.s.



CERTIFICATO N°	4808	pag.	9/16	emesso il	24/05/04
Verbale di Accettazione n.	12204	data ricevimento campione	12/05/04	data prova	14-24/05/04

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

II° foglio

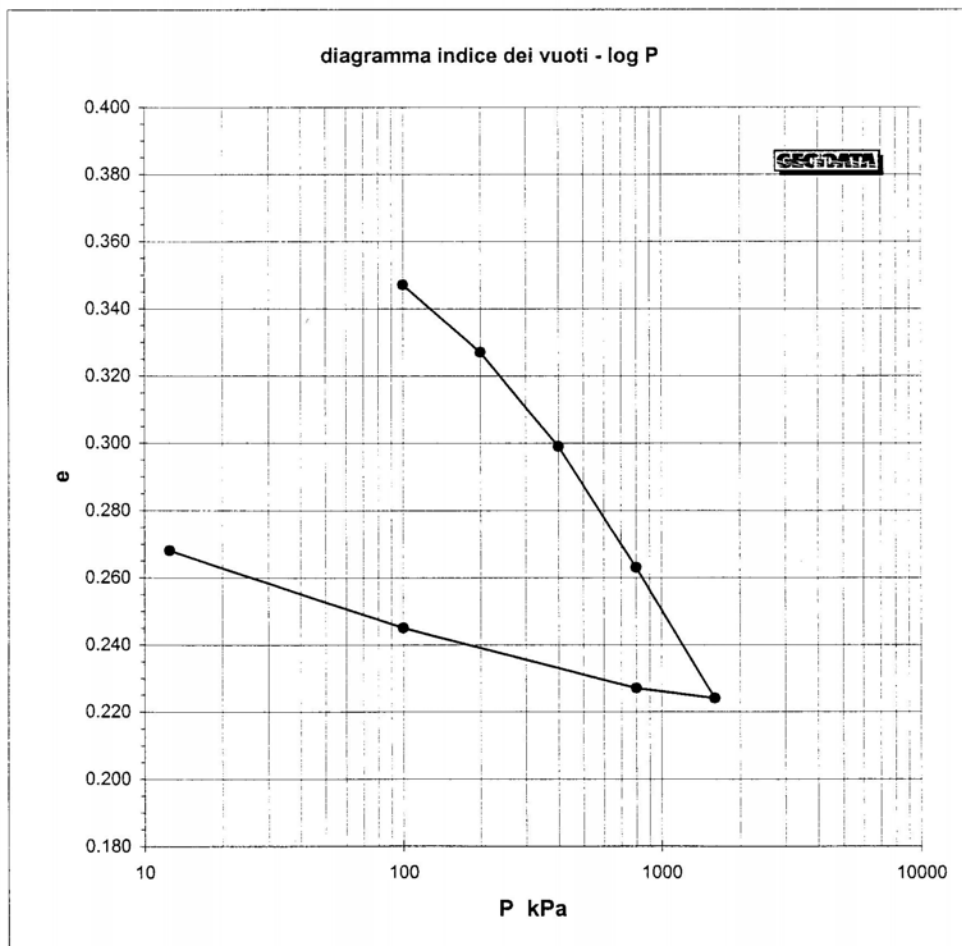
CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: 11/05/04

Camp.: 1

prof.: scavo galleria

EDOMETRO N° 11 - comparatore n° CD 11



norma di riferimento: ASTM D2435

Direttore Laboratorio:



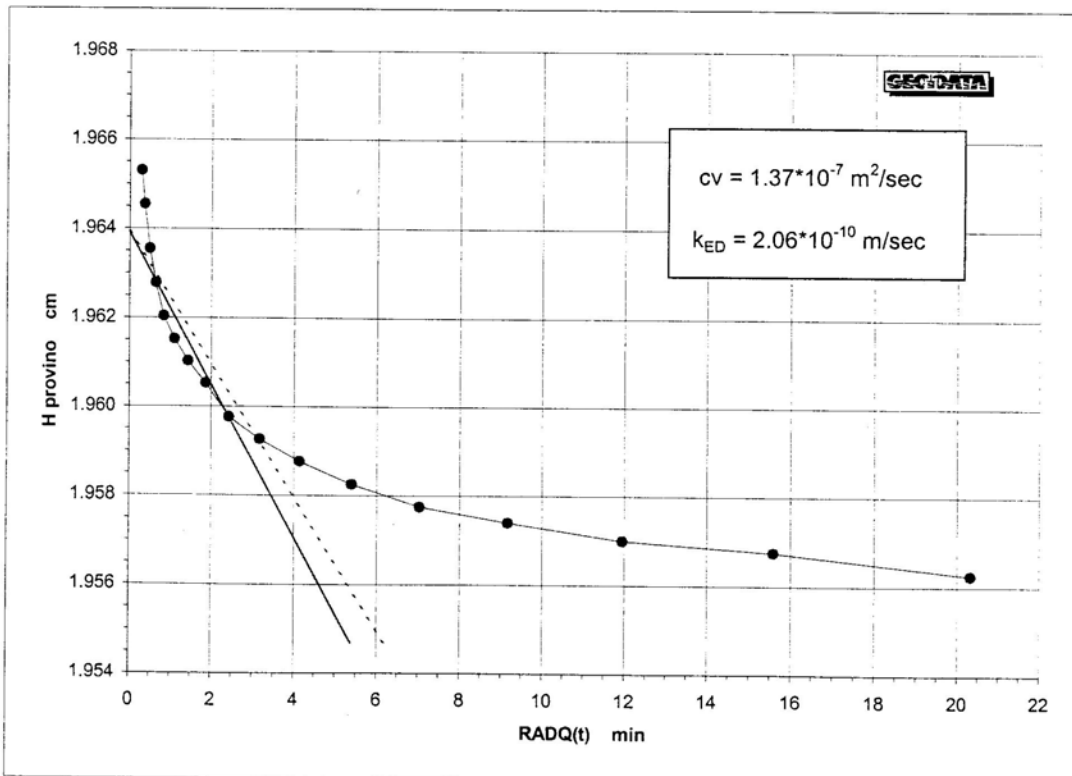
E' VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA GEODATA s.a.s.

CERTIFICATO N° **4808**pag. **10/16**emesso il **24/05/04**Verbale di Accettazione n. **12204**data ricevimento campione **12/05/04**data prova **14-24/05/04**

COMMITTENTE HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

**III foglio**

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: **11/05/04**Camp.: **1**prof.: **scavo galleria****PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**Determinazione del coefficiente di consolidazione  $C_v$  con il metodo di TaylorPressione verticale **200** kPa

norma di riferimento: ASTM D 2435

Direttore Laboratorio:



E' VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA GEODATA s.a.s.

CERTIFICATO N° <b>4808</b>	pag. <b>11/16</b>	emesso il <b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n. <b>12204</b>	data ricevimento campione <b>12/05/04</b>	data prova <b>18-19/05/04</b>

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

I° foglio

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: **11/05/04**

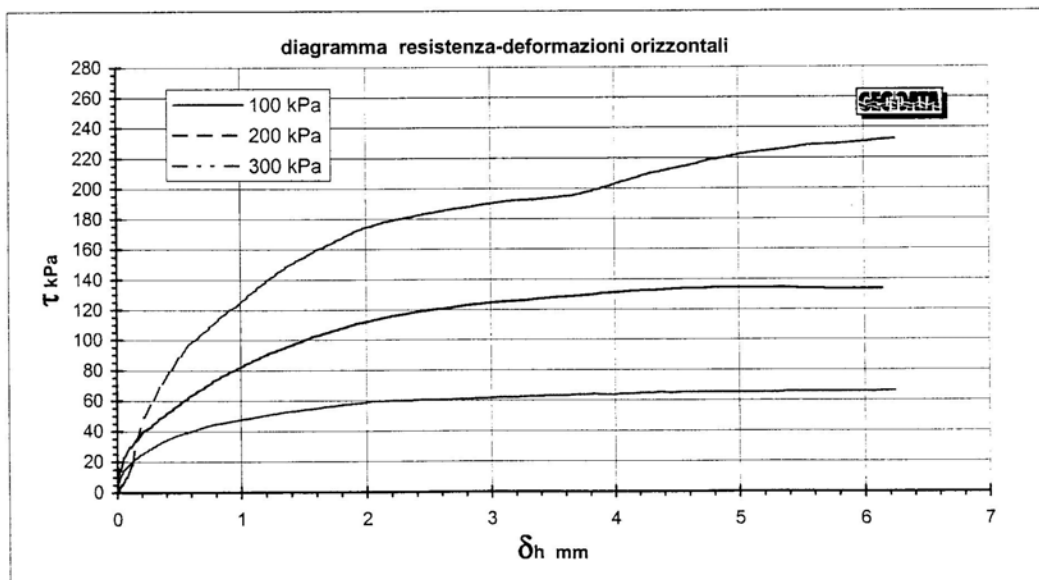
Camp.: **1**

prof.: **scavo galleria**

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Tipo di prova: C.D. Consolidata Drenata con cella circolare di Casagrande  
 natura del terreno: elementi rocciosi friabili e compatti grosso-fini frammisti a sabbia argillosa grigio-azzurra  
 tipo di campione: densità Proctor Standard - materiale < 6-8 mm con vagliatura visiva  
 dimensioni del provino:  $\phi$ : 60.0 mm h: 30.4 mm area: 2827 mm<sup>2</sup>  
 velocità di prova: 0.008 mm/min data di prova: 18-19/05/04

$\sigma_v$ kPa	$\tau$ kPa	def. mm	$\gamma_i$ kN/m <sup>3</sup>	wi %	hc mm	$\gamma_f$ kN/m <sup>3</sup>
100	65.7	6.00	21.72	8.2	29.82	21.92
200	133.6	6.00	21.14	8.1	29.08	21.89
300	230.7	6.00	21.73	8.4	29.00	22.70



norma di riferimento: ASTM D3080  
DS1-cella di carico n°B33932; DS2-din. n° 1000; DS3 - din. n° 4100

Direttore Laboratorio:

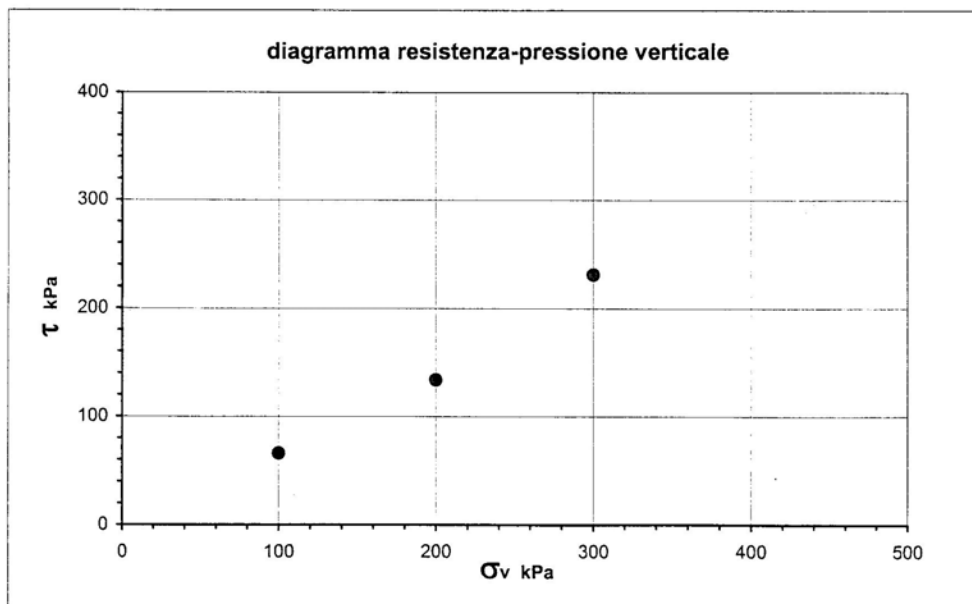
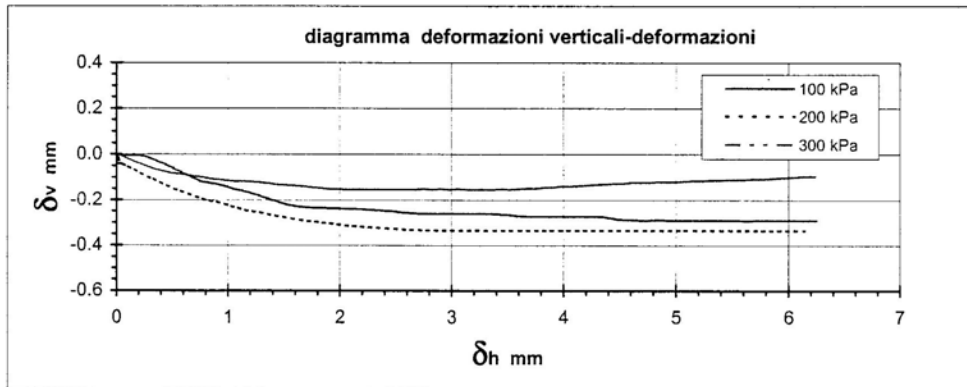
*[Signature]*

CERTIFICATO N° <b>4808</b>	pag. <b>12/16</b>	emesso il <b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n° <b>12204</b>	data ricevimento campione <b>12/05/04</b>	data prova <b>18-19/05/04</b>

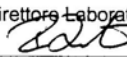
COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

**II° foglio**

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: **11/05/04**Camp. **1**prof. **scavo galleria**

norma di riferimento: ASTM D3080

Direttore Laboratorio:  


E' VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA GEODATA s.a.s.

CERTIFICATO N° <b>4808</b>	pag. <b>13/16</b>	emesso il <b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n. <b>12204</b>	data ricevimento campione <b>12/05/04</b>	data prova <b>18-19/05/04</b>

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

**III° foglio**

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

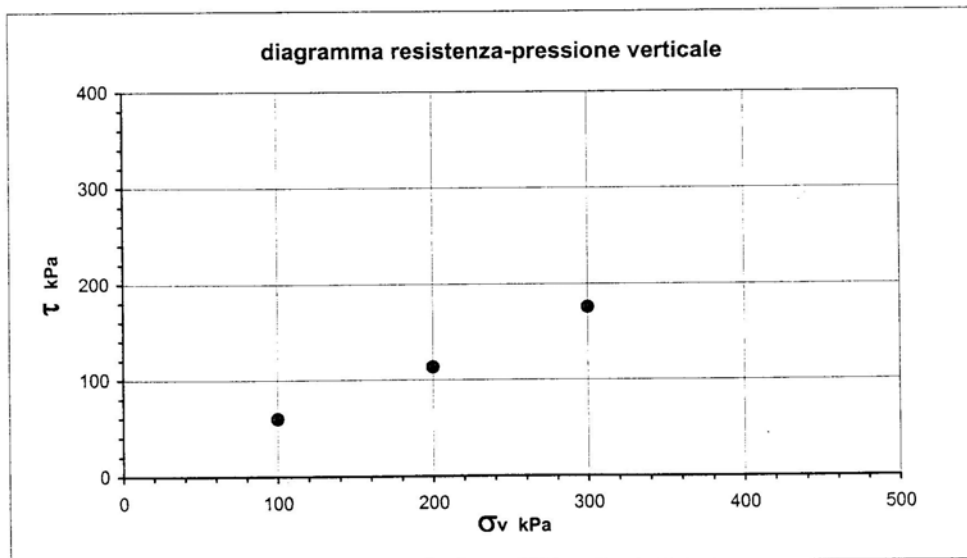
Sond./Prel.: **11/05/04**

Camp. **1**

prof. **scavo galleria**

**Diagramma con  $\tau$  a deformazione 2 mm**

$\sigma_v$ kPa	$\tau$ kPa	def. mm
100	59.4	2.00
200	113.0	2.00
300	175.3	2.00



norma di riferimento: ASTM D3080

Direttore Laboratorio:

*[Signature]*

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA GEODATA s.a.s.

CERTIFICATO N°	<b>4808</b>	pag.	14/16	emesso il	24/05/04
Verbale di Accettazione n.	12204	data ricevimento campione	12/05/04	data prova	21-22/05/04

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

**1° foglio**

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: 11/05/04

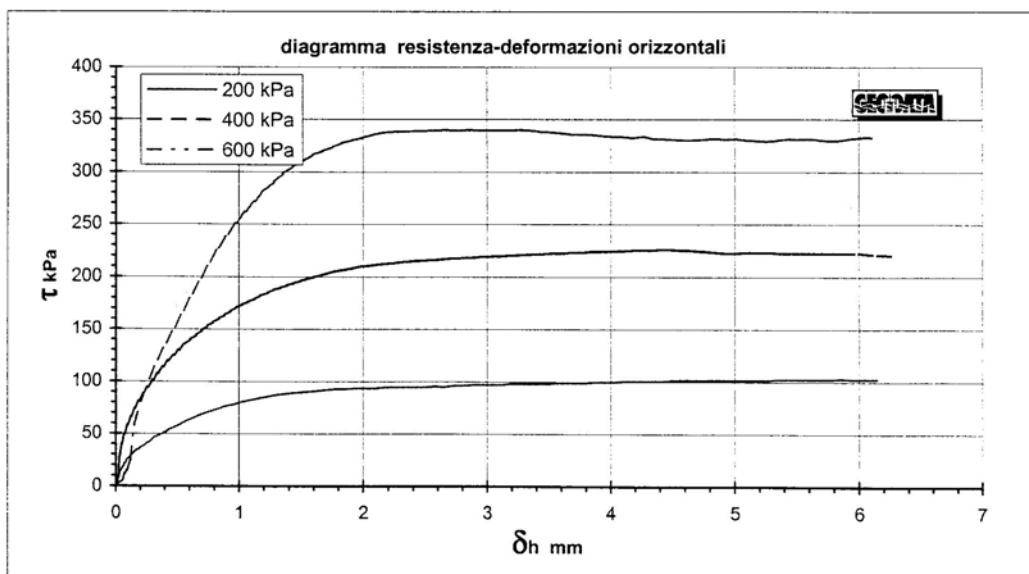
Camp.: 1

prof.: scavo galleria

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Tipo di prova: C.D. Consolidata Drenata con cella circolare di Casagrande  
 natura del terreno: elementi rocciosi friabili e compatti grosso-fini frammisti a sabbia argillosa grigio-azzurra  
 tipo di campione: densità Proctor Standard - materiale < 4 mm con vagliatura con setacci  
 dimensioni del provino:  $\phi$ : 60.0 mm h: 30.4 mm area: 2827 mm<sup>2</sup>  
 velocità di prova: 0.008 mm/min data di prova: 21-22/05/04

$\sigma_v$ kPa	$\tau$ kPa	def. mm	$\gamma_i$ kN/m <sup>3</sup>	wi %	hc mm	$\gamma_f$ kN/m <sup>3</sup>
200	102.3	6.00	21.64	9.5	29.32	22.22
400	226.0	4.40	22.20	9.6	28.87	23.14
600	339.9	2.89	22.30	9.5	28.88	23.40



norma di riferimento: ASTM D3080  
DS1-cella di carico n°B33932; DS2-din. n° 1000; DS3 - din. n° 4100

Direttore Laboratorio:

CERTIFICATO N°	<b>4808</b>	pag.	15/16	emesso il	24/05/04
Verbale di Accettazione n.	12204	data ricevimento campione	12/05/04	data prova	21-22/05/04

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padova (PD)

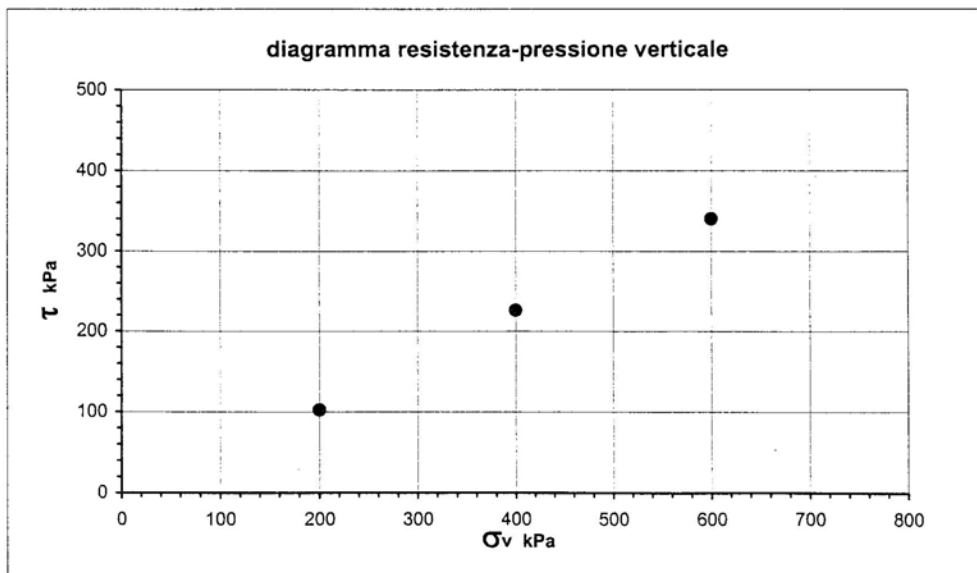
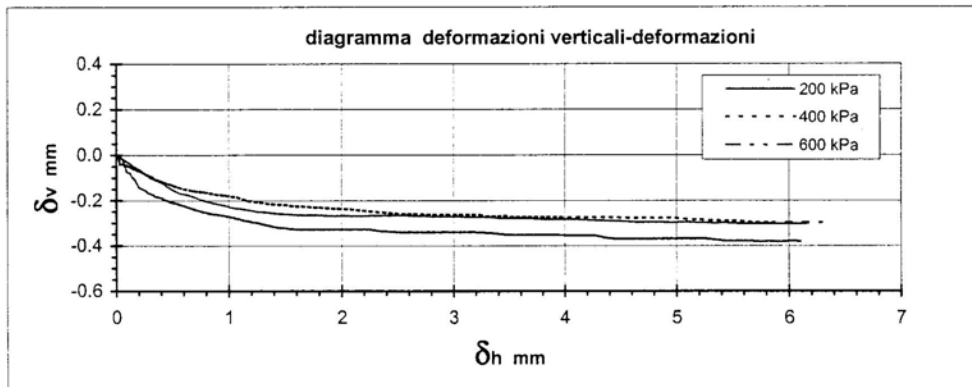
**Il° foglio**

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

Sond./Prel.: 11/05/04

Camp. 1

prof. scavo galleria



norma di riferimento: ASTM D3080

Direttore Laboratorio:

*[Signature]*

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA GEODATA s.a.s.

CERTIFICATO N° <b>4808</b>	pag. <b>16/16</b>	emesso il <b>24/05/04</b>
Verbale di Accettazione n. <b>12204</b>	data ricevimento campione <b>12/05/04</b>	data prova <b>21-22/05/04</b>

COMMITTENTE: HYDROSOIL S.r.l. - Noventa Padovana (PD)

**Il° foglio**

CANTIERE: VOLTAGGIO (AL)

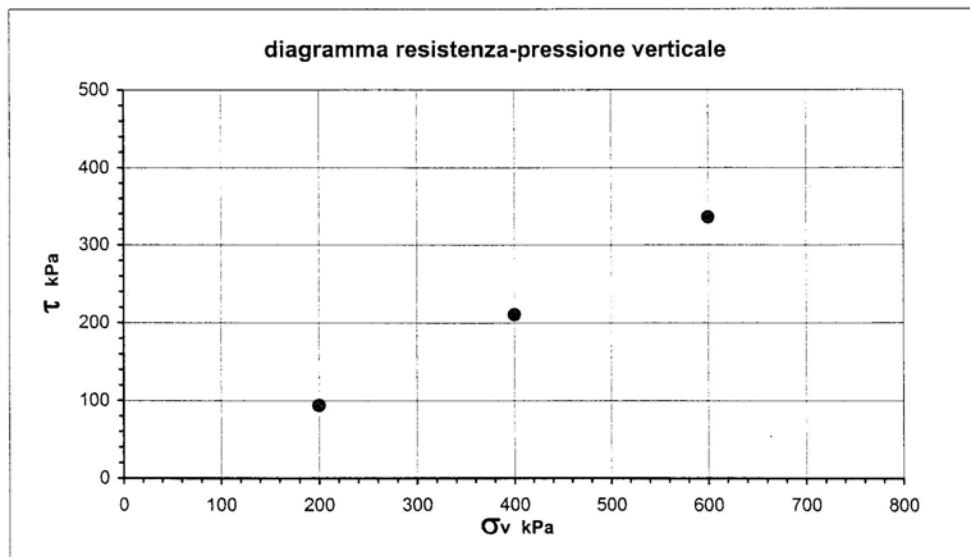
Sond./Prel.: 11/05/04

Camp. **1**

prof. **scavo galleria**

**Diagramma con  $\tau$  a deformazione 2 mm**

$\sigma_v$ kPa	$\tau$ kPa	def. mm
200	93.7	2.00
400	210.3	2.00
600	335.4	2.00



norma di riferimento: ASTM D3080

Direttore Laboratorio:

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA GEODATA s.a.s.





**GEOTECNA s.r.l**

Laboratorio geotecnico, geomeccanico e materiali da costruzione  
Autorizzato ai sensi della Legge 1086/71 per l'esecuzione di prove su materiali da costruzione  
Decreto n.35831 del 1 Giugno 1992

# CAVA "CEMENTIR" VOLTAGGIO (AL)

**CERTIFICATO N° 44380**

- Il presente certificato consta di 8 pagine -

**PROVE GEOTECNICHE DI CARATTERIZZAZIONE  
DELLE ARGILLITI**

30 GIUGNO 2004

*S. Benfoco*  
GEOTECNA S.r.l.  
V.le Monte Grappa, 44 - PAVIA  
P. IVA 00464130189

**Consorzio COCIV  
VOLTAGGIO (AL)**

## CAVA "CEMENTIR" VOLTAGGIO (AL)

### PROVE DI CARATTERIZZAZIONE DELLE ARGILLITI

QUADRO RIASSUNTIVO DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Numero di laboratorio	Grado di qualità del campione AGI 1977	Peso specifico $\gamma_s$ g/cm <sup>3</sup>	Composizione granulometrica					Caratteristiche di plasticità			U.S.C.	Proctor standard 60 tm/mc		Condizioni iniziali della prova di taglio diretto (1)		Tipo di prova	Descrizione
			60-120 mm %	GHiaia %	Sabbia %	Limo %	< 2 $\mu$ %	LL %	LP %	IP %		W <sub>o</sub> %	$\gamma_{60}$ g/cm <sup>3</sup>	W <sub>n</sub> %	$\gamma_d$ g/cm <sup>3</sup>		
44380	Q2	(2.750)	2	49	27	22		29.0	19.9	9.1	CL	9.2	2.093	9.2	1.988	Taglio CD	Argilliti grigie
														9.2	1.988	Taglio CU	

Note: ( ) Valore assunto.

(1) Prove di taglio eseguite su provini ricostituiti al 95 % del Proctor Standard utilizzando la frazione < a 4 mm  
Campioni prelevati in cantiere in data 12/05/2004

Il Direttore  
(Dott. S. Bonfoco)

GEOTECNA S.r.l.  
Via Monte Garatte, 44 - FAYT<sup>2</sup>  
P. IVA 00464130189





**GEOTECNA S.R.L.**

Laboratorio geotecnico, geomeccanico e materiali da costruzione

**ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA**  
(C.N.R. B.U. N. 23 - ASTM D 422)

Committente: CONSORZIO COCIV  
Cantiere: Cava "Cementir" - Voltaggio (AL)

Data prelievo: 12/05/2004  
Data della prova: 13/05/2004

Campione N. : **44380**

Descrizione: Argilliti grigie

**RISULTATO DELLA PROVA**

Analisi granulometrica eseguita: *per via umida*   
*per via secca*

Peso iniziale del campione: 3000.0 (grammi)

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA					
Crivelli (mm)	Setacci (mm)	Peso grani tratt. (g)	Parziale %	Trattenuto %	Totale passante %
	76.2				100.0
	29.9	215.00	7.2	7.2	92.8
	19.05	350.00	11.7	18.8	81.2
	15.87	106.00	3.5	22.4	77.6
	7.93	309.00	10.3	32.7	67.3
	4.76	229.00	7.6	40.3	59.7
	2.0	319.80	10.7	51.0	49.0
	1.0	232.70	7.8	58.7	41.3
	0.5	185.00	6.2	64.9	35.1
	0.125	340.60	11.4	76.2	23.8
	0.075	46.90	1.6	77.8	22.2
	< 0.075	666.00	22.2	100.0	0.0

Lo Sperimentatore  
(Dott. A. Tacconi)

*Antonio Tacconi*

GEOTECNA S.r.l.  
V.le Monte Grappa, 44 - PAVIA  
P. IVA 00464130189

Il Direttore  
(Dott. S. Bonfoco)

*S. Bonfoco*

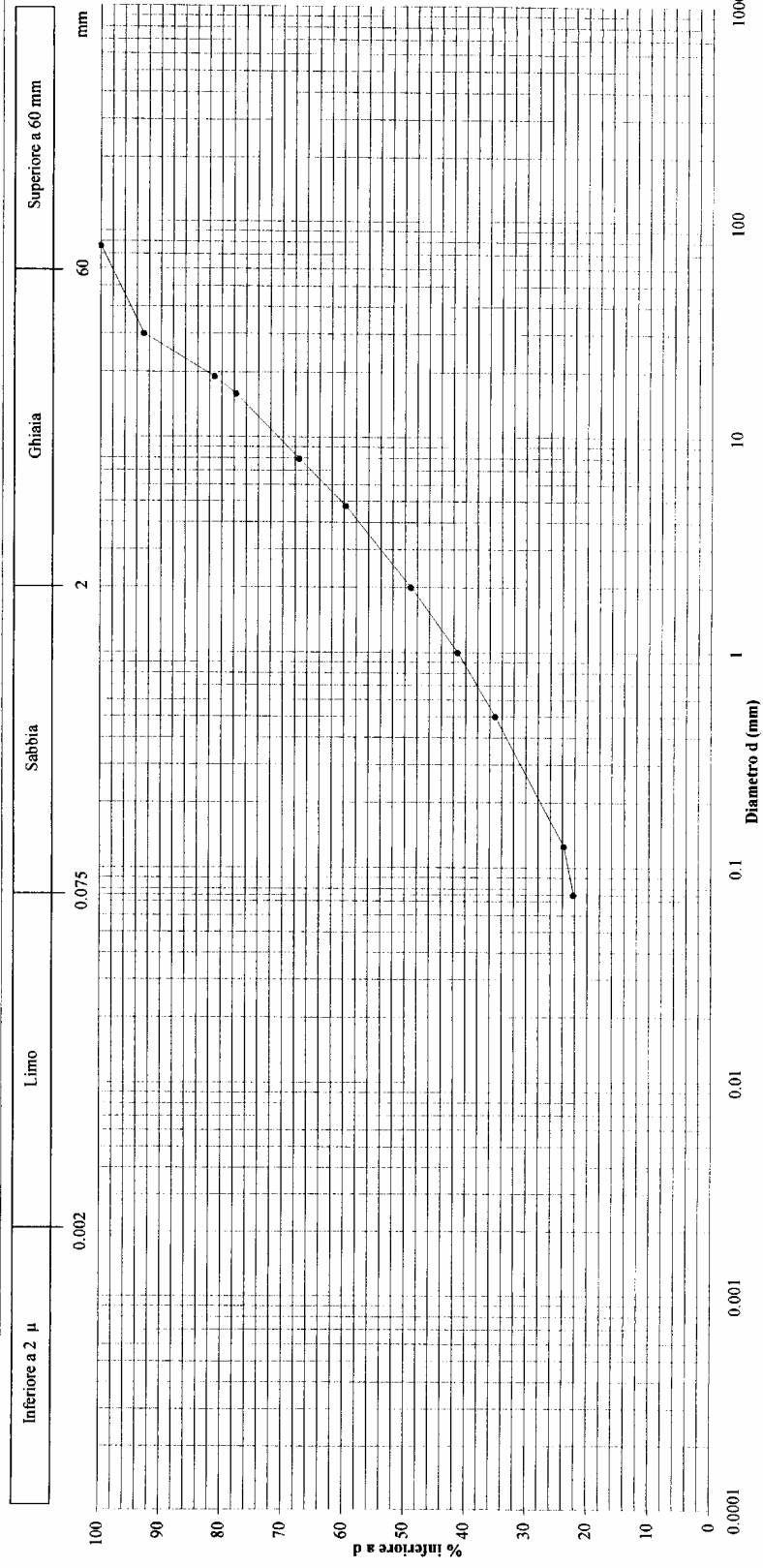
Geotecna Srl  
PAVIA

# GRANULOMETRIA

(C.N.R. B.U. N. 23 - ASTM D 422)

Data della prova: 13/05/04  
 Committente: CONSORZIO COCIV  
 Cantiere: Cava "Cementini" - Voltaggio (AL)

Campione	Descrizione campione	< 2 μ %	Limo %	Sabbia %	Ghiaia %	60-120 %	120-240 %	< 240 mm %	D60 mm	D10 mm	U
44380	Argilliti grigie	22	27	49	2						



Lo Sperimentatore  
 (Dott. A. Tacconi)  
*Antonio Tacconi*

GEOTECNA S.r.l.  
 Via Monte Grappa, 44 - PAVIA  
 P. IVA 00464130199

Il Direttore  
 (Dott. S. Bonfoco)  
*S. Bonfoco*

DATA DELLA PROVA: 14/05/04

CANTIERE : Cava "Cementir" - Voltaggio (AL)

CAMPIONE: 44380

## PLASTICITA'

CNR-UNI 10014

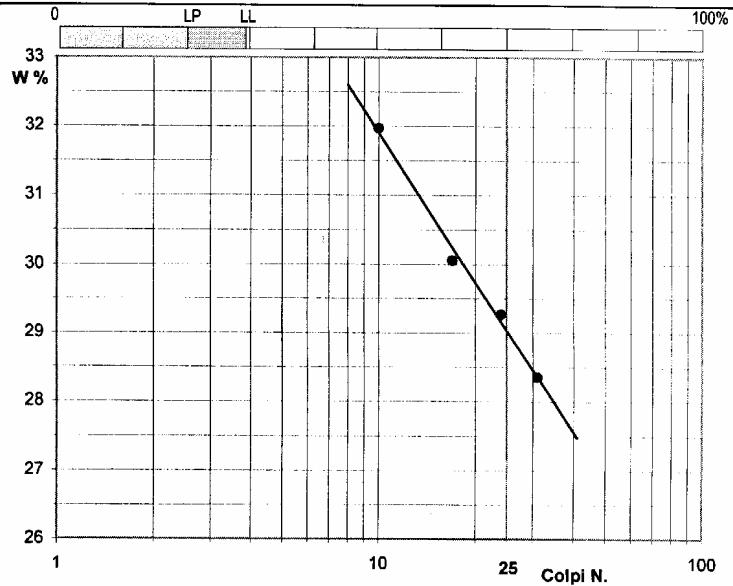
Dimensione dei grani in mm < 0,42

Umidità naturale  $W_n =$  %

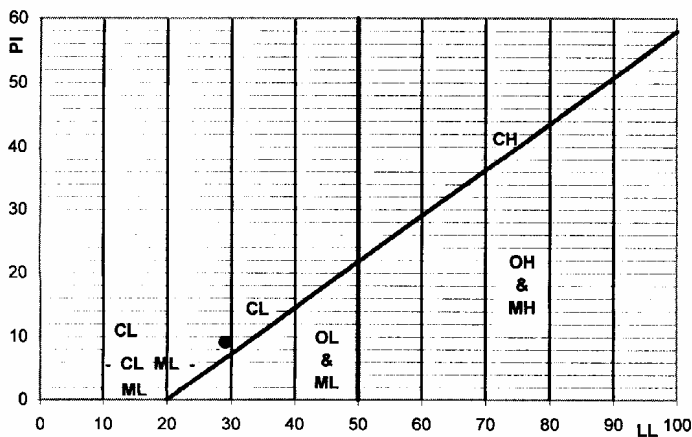
Limite di liquidità  $LL = 29.0$  %

Limite di plasticità  $LP = 19.9$  %

Indice di plasticità  $PI = 9.1$



<b>ML</b>	Limi inorganici e sabbie finissime, sabbie fini limose o argillose, o limi argillosi di scarsa plasticità.
<b>CL*</b>	Argille inorganiche di bassa o media plasticità, argille ghiaiose, argille sabbiose, argille limose, argille grasse.
<b>OL</b>	Limi organici e argille limose organiche di bassa plasticità.
<b>MH</b>	Limi inorganici, sabbie fini e limi micacei o diatomici, limi elastici.
<b>CH</b>	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse.
<b>OH</b>	Argille inorganiche di media o alta plasticità terreni organici.



GEOTECNA S.r.l.  
V.le Monte Grappa, 44 - PAVIA  
P. IVA 00464130189

Lo Sperimentatore  
(Dott. A. Tacconi)

*A. Tacconi*

Il Direttore  
(Dott. S. Bonfoco)

*S. Bonfoco*

Geotecnica s.r.l.  
Pavia

CONSORZIO COCIV  
Votaggio (AL)

## PROVA DI COSTIPAMENTO DI UNA TERRA

Cantiere : Cava "Cementir" - Votaggio (AL)

Campione : 44380

Data della prova: 14/05/04

PROCEDIMENTO: AASHTO Standard

NORMA: ASTM 698 - 91

MATERIALE SOTTOPOSTO A PROVA:  $\emptyset$  max = 19 mm

Trattenuto al setaccio ASTM 3/4" = 19 %

Trattenuto al setaccio ASTM 4 = 40 %

Sostituzione materiale SI  (Frazione > 19 mm integrata in peso con quella 4.76 - 19 mm)

Fustella di prova A  B

Cilindro N. 1 Diametro (cm) = **15.24** Volume (cmq) = **2124**  
Altezza (cm) = **11.65**

Punto n°	Peso lordo g	Tara g	Peso netto umido g	Peso di volume $\gamma$ g/cmc	Umidità W %	Peso secco $\gamma_d$ g/cmc
1	12380	8000	4380	2.062	2.3	2.016
2	12680	8000	4680	2.203	6.5	2.069
3	12890	8000	4890	2.302	10.4	2.085
4	12700	8000	4700	2.213	14.0	1.941

### VALORI CORRISPONDENTI ALL'OTTIMO

Umidità Wo %	Peso di volume $\gamma$ g/cmc	Peso secco $\gamma_d$ g/cmc	Indice dei vuoti e	Porosità n %	Peso specifico $\gamma_s$ g/cmc
9.2	2.286	2.093	0.314	23.9	2.750

Note :

Lo Sperimentatore  
(Dott. A. Tacconi)

*Antonio Tacconi*

GEOTECNA S.r.l.  
V.le Monte Grappa, 44 - PAVIA  
P. IVA 00464130189

Il Direttore

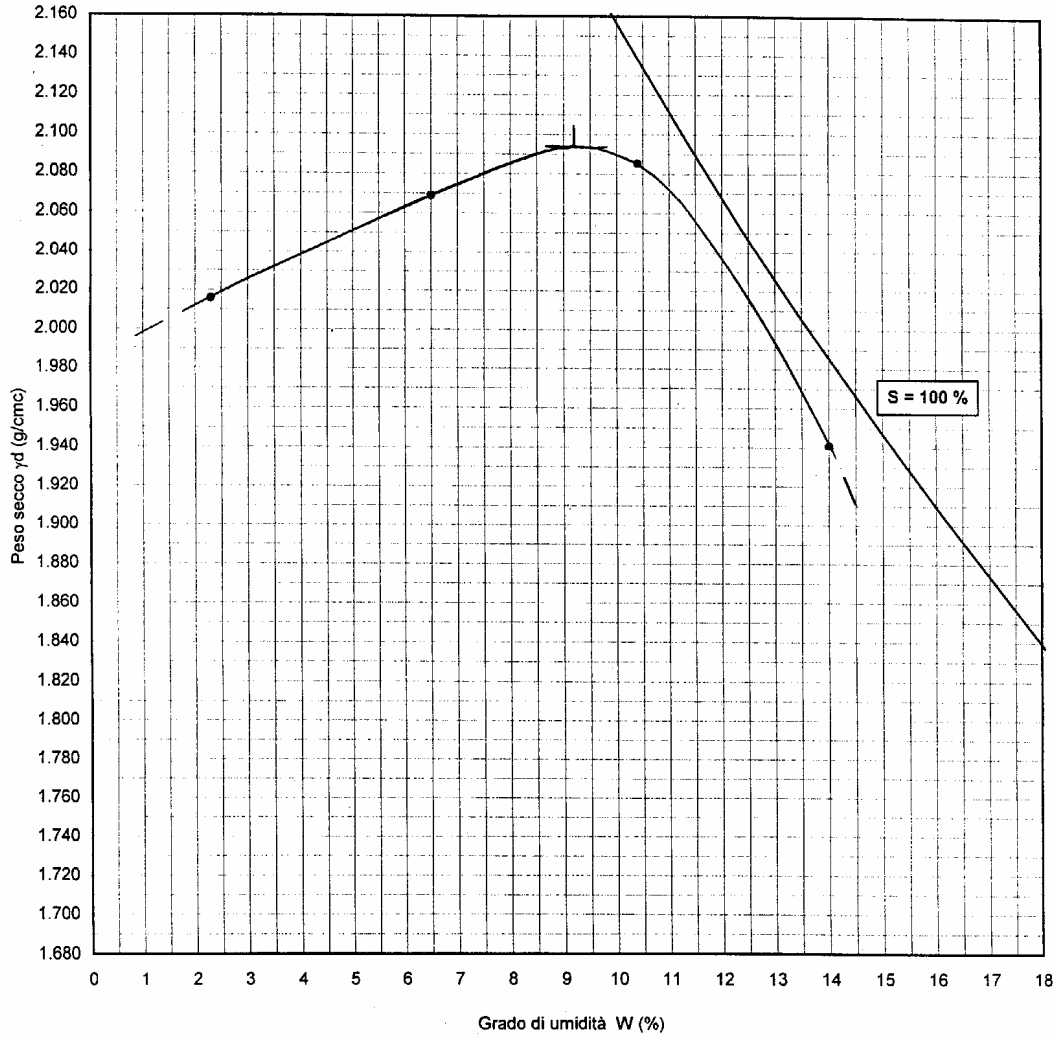
(Dott. S. Bonfoco)

*S. Bonfoco*

Cantiere: Voltaggio

Campione: 44380

### COSTIPAMENTO PROCTOR STANDARD



Campione n°	Dimensioni provino (cm)		Grani (mm)	Lavoro di costipamento 60 (tm/mc)	CARATTERISTICHE ALL'OTTIMO					Peso specifico $\gamma_s$ (g/cm³)
	$\gamma_o$ (g/cm³)	$W_o$ (%)			$\gamma_{do}$ (g/cm³)	porosità n (%)	indice vuoti e			
44380	15.24	11.65	< 19	Standard	2.286	9.2	2.093	23.9	0.314	2.750

Lo Sperimentatore  
(Dott. A. Tacconi)  
*A. Tacconi*

GEOTECNA S.r.l.  
V.le Monte Grappa, 44 - PAVIA  
P. IVA 00464130189

Il Direttore  
(Dott. S. Bonfoco)  
*S. Bonfoco*

Geotecnica s.r.l.  
PAVIA

CONSORZIO COCIV  
Voltaggio (AL)

### Taglio Diretto CD (ASTM D 3080)

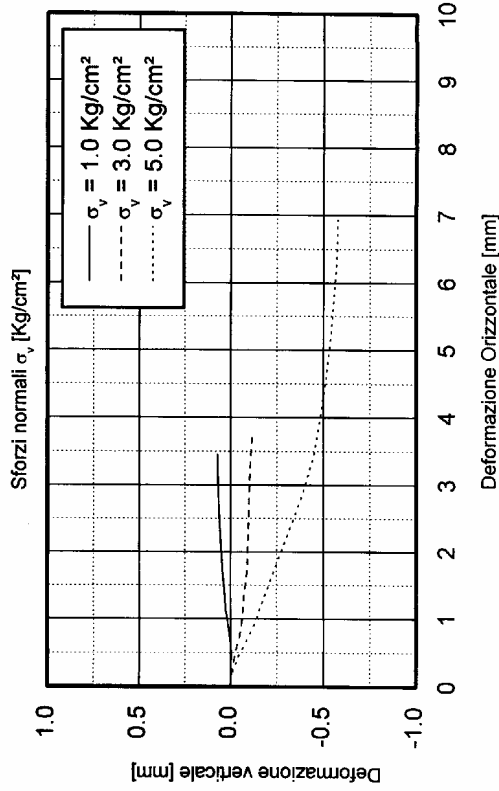
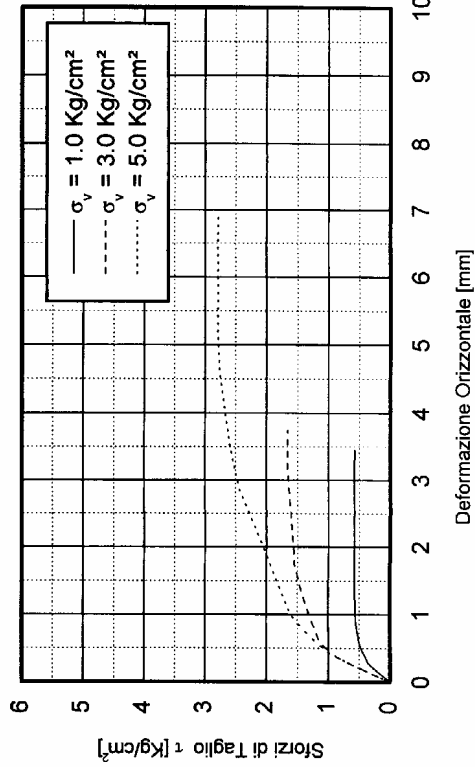
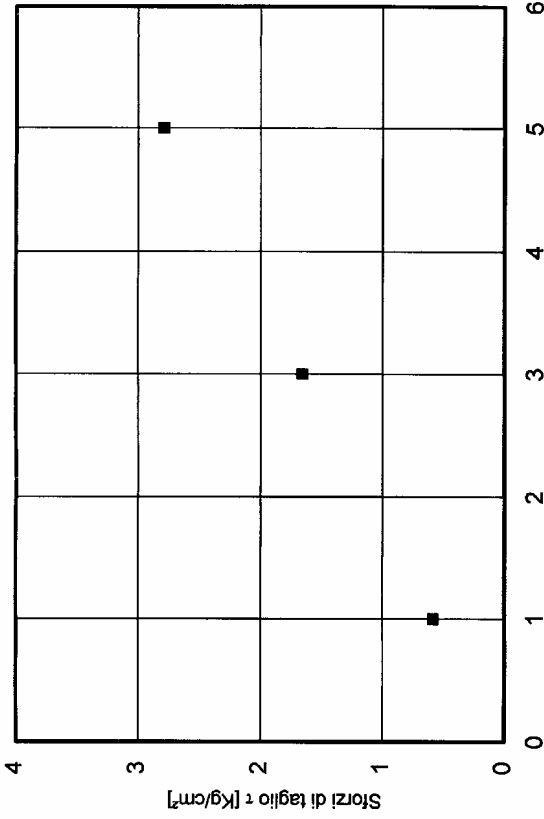
Provini ricostruiti al 95% del Proctor Standard ( $\gamma_d = 1.988$  g/cm<sup>3</sup>  
 $W = 9.2$  %) utilizzando la frazione inferiore a 4 mm  
Prova eseguita in presenza d'acqua

VALORIA ROTTURA	
Pressione verticale (kg/cm <sup>2</sup> )	Storzo di taglio (kg/cm <sup>2</sup> )
1.0	0.58
3.0	1.66
5.0	2.79

Data della prova: 18-23/05/2004

Cantiere: Cava "Cementiri"  
Voltaggio (AL)

Campione n. 44380  
Vel. di def. 0.0024 mm/min



Deformazione Orizzontale [mm]

Lo Sperimentatore (Dott. A. Tacconi)

*Antonio Tacconi*

GEOTECNA S.r.l.  
V.le Monte Grappa, 44 - PAVIA  
P. IVA 00464130189

Il Direttore (Dott. S. Bonfoco)

*S. Bonfoco*



Geotecnica s.r.l.  
PAVIA

CONSORZIO COCIV  
Voltaglio (AL)

### Taglio Diretto CU

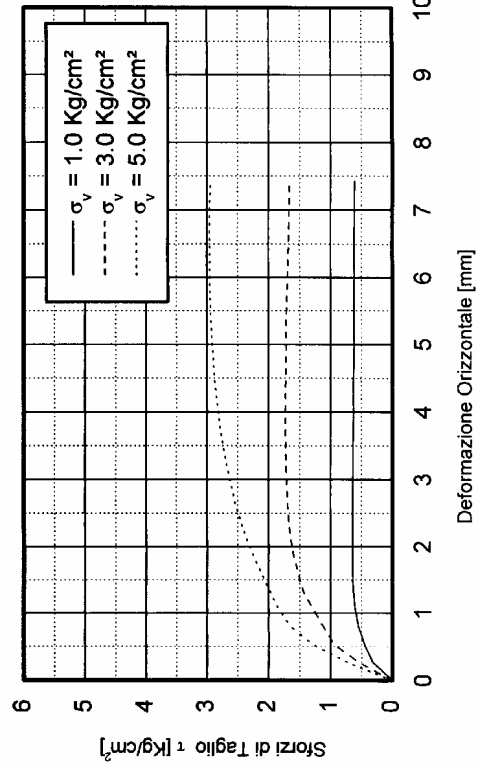
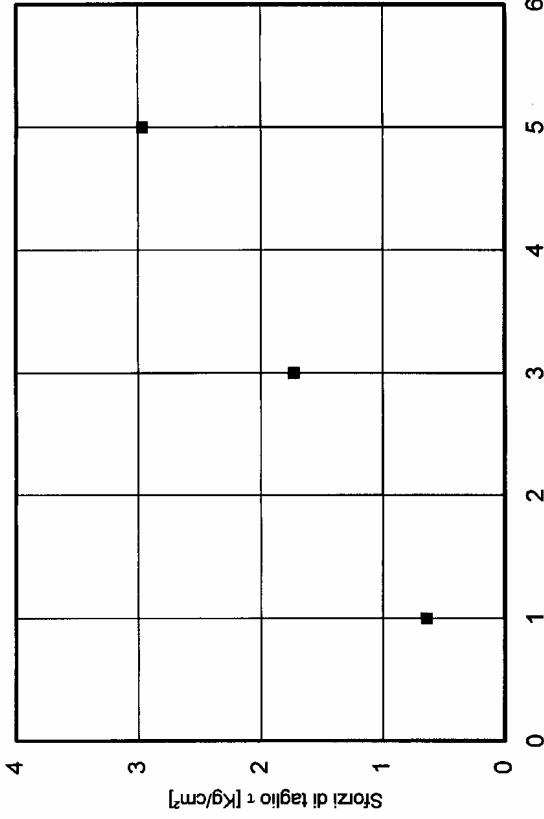
Provini ricostruiti al 95% del Proctor Standard ( $\gamma_d = 1.988 \text{ g/cm}^3$   
 $W = 9.2 \%$ ) utilizzando la frazione inferiore a 4 mm  
Prova eseguita in presenza d'acqua

VALORIA ROTTURA	
Pressione verticale (kg/cm <sup>2</sup> )	Sforzo di taglio (kg/cm <sup>2</sup> )
1.0	0.64
3.0	1.73
5.0	2.95

Data della prova: 17-18/05/2004

Cantiere: Cava "Cementir"  
Voltaglio (AL)

Campione n. 44380  
Vel. di def. 1.06 mm/min

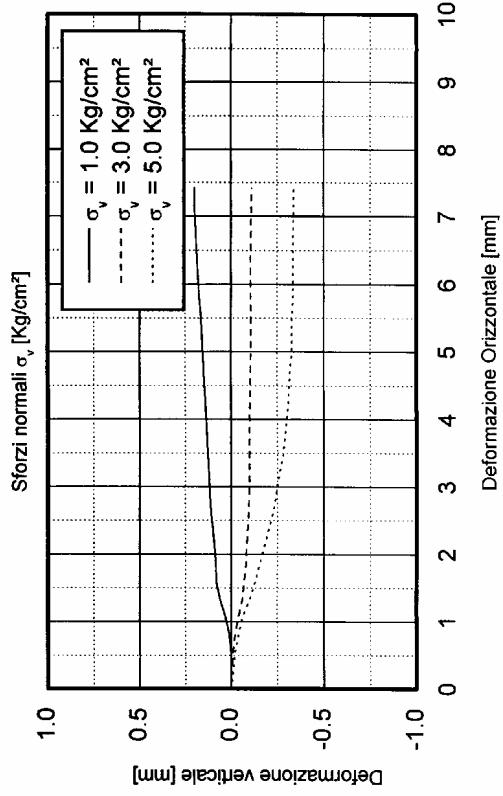


Lo Sperimentatore (Dott. A. Tacconi)  
*A. Tacconi*

GEOTECNA S.r.l.  
V.le Monte Grappa, 44 - PAVIA  
P. IVA 00164130189

Il Direttore (Dott. S. Bonfoco)

*S. Bonfoco*



***APPENDICE B***  
***PROVE GEOTECNICHE DI CARATTERIZZAZIONE DEI LIMI DI LAVAGGIO***

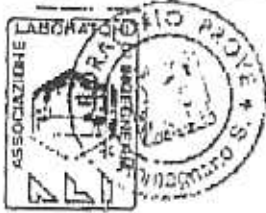


# TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE • RICERCHE • SERVIZI  
PER INGEGNERIA GEOTECNICA - AMBIENTI  
ORGANISMO PRENOTIFICATO D. DCE 85/100  
AUTORIZZ. MIN. LL. PP. ART. 20 LEGGE 108/71

*Sede legale e amministrativa:*  
Via Murini, 184 - 24078 Ronzanigo Sedi (NO)  
Tel. +39-015.813.600 - Fax +39-015.813.082  
E-mail: tecno@tecno.piemonte.it

*Sede secondaria:* Via Cavallotti, 54 - 13036 Cassano (CI)  
Tel. +39-015.980.656 - Fax +39-015.94.021



Committente:

**CALCESTRUZZI S.p.A.**  
Via S. Bernardino, 149 s  
24126 Bergamo

**RAPPORTO DI PROVA N° 08728/17/17 DEL 16/06/2003**

Verbale di accettazione n° 4590/2003 del 13/06/2003 Vs. rif. ...

SETTORE	AGGREGATI	
CANTIERE	Cava ISOVERDE (GB)	
DESCRIZIONE E PROVENIENZA DEL MATERIALE	Ghiata	DATA ARRIVO AL LABORATORIO 13/06/2003
		MODALITA' Consegnati dal Committente
		NORMA DI RIFERIMENTO ESAME PETROGRAFICO
		(UNI 8520 p.te 4)

Il presente rapporto di prova consta di n° 2 (due) pagine.

I risultati si riferiscono esclusivamente ai campioni sottoposti a prova (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)

IL RESPONSABILE DI SETTORE	<i>Geom. Ovidio SCALCON</i> 
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO	<i>Dott. Ing. Sergio BENTRAME</i> 



# TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SCIENZE  
PER INGEGNERIA GEOTECNICA - AMBIENTE  
ORGANISMO IPENOTIFICATO D. DCE 08/100  
AUTORIZZ. MIN. LL. PP. ART. 20 LEGGE 1080/71

Sede legale e amministrativa:  
Via Marini, 191 - 10078 Ramagnano Susa (NO)  
Tel. +39-0113.833.000 - Fax +39-0113.834.082  
E-mail: tecnopi@tecno.it - www.tecno.it

Nata recentemente: Via Cavigliani, 54 - 10056 Cossato (BI)  
Tel. +39-015.940.050 - Fax +39-015.94.022

Rapporto di prova n° 08729/17/17 del 16/06/2003  
Pagina n° 2 di 2

OGGETTO : Descrizione petrografica macroscopica UNI 6520 p.te 4

NORMA DI RIFERIMENTO: UNI 6520 p.te 4

Data prova : 16/06/2003

Aggregato : Ghiala

FRAGMENTI DI ROCCIA					
ROCCIE IGENE	%	ROCCIE SEDIMENTARIE	%	ROCCIE METAMORFICHE	%
GRANITO		CALCESILTITI		ANFIBOLITE	
SIENITE		CONGLOMERATO		GNEISS	
GRANODIORITE		BRECCIA		GRANULITE	
DIORITE		CALCARENITI		HORNFELS	
GABBRO		GROVACCA		MARMO	
DOLERITE		ORTO-QUARZITI		QUARZITE, QUARZOSCISTI	
DIABASE		ARGILLITI, SILTITI		QUARZITE IMPURA	
RIOLITE		CALCARE		SERPENTINITE	
TRACHITE		DOLOMIA	100	MICASCISTO	
ANDESITE		SELCE		CALCESISTO	
DACITE		CALCARI MARNOSI		MILONITE	
BASALTO		GESSO-ANDRITE		PRASINITE	
Altre varietà ignee		Altre varietà sedimentarie		Altre varietà metamorfiche	
<b>TOTALE</b>	<b>0</b>	<b>TOTALE</b>	<b>100</b>	<b>TOTALE</b>	<b>0</b>

PARTICELLE MINERALI (la tabella contiene i minerali di possibile interesse particolare)					
	%		%		%
QUARZO		ORNEBLENDA		GESSO	
FELDSPATI		GRANATI		ANDRITE	
PLAGIOCLASI		EPIDOTO		PIRITE	
ALBITE		CLORITE		PIRROTINA	
FELDSPATOIDI		TALCO		SELCE	
MICHE		SERPENTINO		DIASPRO	
BIOTITE		GRAFITE		CALCEDONIO	
PIROSSENI		CALCITE		OPALE	
ANFIBOLI		DOLOMITE		AMIANTO	
OLIVINA		MINERALI ARGILLOSI			
<b>TOTALE</b>	<b>0</b>	<b>TOTALE</b>	<b>0</b>	<b>TOTALE</b>	<b>0</b>

DESCRIZIONE FISICA DEI FRAGMENTI E/O DELLE PARTICELLE MINERALI				
FORMA	%	DIMENSIONI	ALTERAZIONE	%
SPIGOLI VIVI	67	da 12 mm a 29 mm	SANI	98
SUBANGOLOSI	29		PARZIALM. ALTERATI	2
SUBARROTONDATI	2		ALTERATI	0
ARROTONDATI	0			
APPIATTITI	2			



# TECNO PIEMONTE S.p.A.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SERVIZI  
 PER INGEGNERIA GEOTECNICA - AMBIENTI  
 ORGANISMO PRENOTIFICATO D. DCE 05/100  
 AUTORIZZ. MIN. I.L. PR. ART. 30 LEGGE 1086/71

Sede legale e amministrativa:  
 Via Marchi, 184 - 24078 Ronagnano Sesia (NO)  
 Tel. +39-0153.811.666 - Fax +39-0153.831.087  
 E-mail: tecnopi@tecnopi.it - www.tecnopi.it

Sede secondaria: Via Cavallotti, 54 - 13836 Cossato (BI)  
 Tel. +39-015.980.656 - Fax +39-015.911.021



Committente:

**CALCESTRUZZI S.p.A.**  
 Via S. Bernardino, 149 a  
 24126 Bergamo

**RAPPORTO DI PROVA N° 48729/17/13 DEL 16/06/2003**

Verbale di accettazione n° 4590/2003 del 13/06/2003 Vs. rif. ...

SETTORE	AGGREGATI	
CANTIERE	Cava ISOVERDE (GE)	
DESCRIZIONE E PROVENIENZA DEL MATERIALE	Ghiaia	DATA ARRIVO AL LABORATORIO
		13/06/2003
		MODALITA'
PROVE ESEGUITE		NORMA DI RIFERIMENTO
ESAME PETROGRAFICO		(UNI 8520 p. 4)

Il presente rapporto di prova consta di n° 2 (due) pagine.

I risultati si riferiscono esclusivamente ai campioni sottoposti a prova (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)

IL RESPONSABILE DI SETTORE	<i>Geom. Ovidio SCALCON</i> 
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO	<i>Dot. Ing. Sergio BERTAMINI</i> 



# TECNO PIEMONTE s.r.l.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SERVIZI  
PER INGEGNERIA GEOTECNICA - AMBIENTE  
ORGANISMO ACCREDITATO D. DEE 08/106  
AUTORIZZ. MIN. LL. PP. ART. 29 LEGGE 1080/71

Sede legale e amministrativa:  
Via Martiri, 181 - 28078 Poggioreale Novara (No)  
Tel. +39-0163.833.450 - Fax +39-0163.834.082  
E-mail: tecnopiemonte.com.it - www.tecnopiemonte.it

Sede secondaria: Via Caviglioglio, 54 - 13036 Cassino (CI)  
Tel. +39-015.980.050 - Fax +39-015.914.071

Rapporto di prova n° 08729/17/17 del 16/06/2003  
Pagina n° 2 di 2

OGGETTO : Descrizione petrografica macroscopica UNI 8520 p.te 4

NORMA DI RIFERIMENTO: UNI 8520 p.te 4



Data prova : 16/06/2003

Aggregato : Ghiaccia

FRAGMENTI DI RUCCIA					
ROCCE IGENE	%	ROCCE SEDIMENTARIE	%	ROCCE METAMORFICHE	%
GRANITO		CALCESILTITI		ANFIBOLITE	
SIENITE		CONGLOMERATO		ONEISS	
GRANODIORITE		BRECCIA		GRANULITE	
DIORITE		CALCARENITI		HORNFELS	
GABBRO		GROVACCA		MARMO	
DOLERITE		ORTO-QUARZITI		QUARZITE, QUARZOSCISTI	
DIABASE		ARGILLITI, SILTITI		QUARZITE IMPURA	
RIOLITE		CALCARE		SERPENTINITE	
TRACHITE		DOLOMIA	100	MICASCISTO	
ANDESITE		SELCE		CALCESISTO	
DACITE		CALCARI MARNOSI		MILONITE	
BASALTO		GESSO-ANIDRITE		PRASINITE	
Altre varietà ignee		Altre varietà sedimentarie		Altre varietà metamorfiche	
<b>TOTALE</b>	<b>0</b>	<b>TOTALE</b>	<b>100</b>	<b>TOTALE</b>	<b>0</b>

PARTICELLE MINERALI (in percentuale relativa i minerali di propria interesse particolare)					
	%		%		%
QUARZO		ORNEBLENDA		GESSO	
FELDSPATI		GRANATI		ANIDRITE	
PLAGIOCLASI		EPIDOTO		PIRITE	
ALBITE		CLORITE		PIRROTINA	
FELDSPATOIDI		TALCO		SELCE	
MICHE		SERPENTINO		DIASPRO	
BIOTITE		GRAFITE		CALCEDONIO	
PIROSSENI		CALCITE		OPALE	
ANFIBOLI		DOLOMITE		AMLIANTO	
OLIVINA		MINERALI ARGILLOSI			
<b>TOTALE</b>		<b>TOTALE</b>	<b>0 %</b>		

DESCRIZIONE FISICA DEI FRAGMENTI E/O DELLE PARTICELLE MINERALI					
FORMA	%	DIMENSIONI	ALTERAZIONE	%	
SPIGOLI VIVI	67	da 12 mm a 29 mm	SANI	98	
SUBANGOLOSI	29		PARZIALM. ALTERATI	2	
SUBARROTONDATI	2		ALTERATI	0	
ARROTONDATI	0				
APPIATTITI	2				

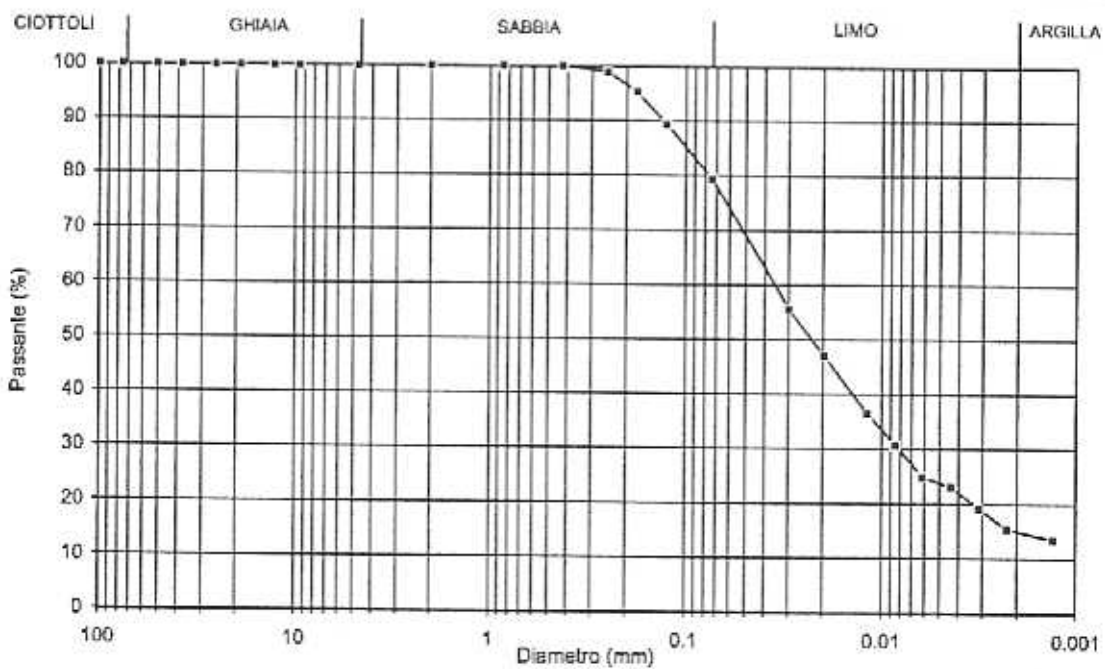
Cliente :	SOCIETA' CALCESTRUZZI	
Località :	CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)	
Identificazione Campione :	C1	
Profondità (m) :	-	
Tipo del Campione :	Da stock	
Descrizione del Materiale :	Argilla di bassa plasticità con sabbia	
Colore :	Giallo ocra	
Classificazione U.S.C.S. :	CL	
Data Ricevimento :	16 aprile 2004	
Data Esecuzione Prova :	19 aprile 2004	
Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	X
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	X
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	X
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	X
Note :		
Direttore Tecnico :		Dott. Geol. Luciano Minetti
Operatore :		Dott. Geol. Cristiano Pastore

**ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO**

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
 Località : CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)  
 Identificazione campione : C1  
 Profondità (m) : -

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE**

Clottoli (%)	0.00	D <sub>60</sub> (mm)	N.D.
Ghiaia (%)	0.00	D <sub>50</sub> (mm)	N.D.
Sabbia (%)	20.52	D <sub>30</sub> (mm)	N.D.
Limo (%)	64.11	D <sub>10</sub> (mm)	N.D.
Argilla (%)	15.37	C <sub>c</sub>	N.D.
P <sub>200</sub> (%)	79.48	C <sub>u</sub>	N.D.



Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :



**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA**

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
Località : CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)  
Identificazione campione : C1  
Profondità (m) : -

Peso lordo umido	(g)	129.36
Peso lordo secco	(g)	104.74
Peso tara	(g)	27.31
Peso netto secco	(g)	77.43
Peso acqua	(g)	24.62
Contenuto in acqua	(%)	31.80

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

## LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
 Località : CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)  
 Identificazione campione : C1  
 Profondità (m) : -

## LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	22	24
Peso lordo umido (g)	60.02	59.24
Peso lordo secco (g)	51.72	51.05
Tara (g)	26.53	26.21
Peso netto secco (g)	25.19	24.84
Peso acqua (g)	8.30	8.19
Contenuto acqua (%)	32.95	32.98
Limite Liquido	32.44	32.82

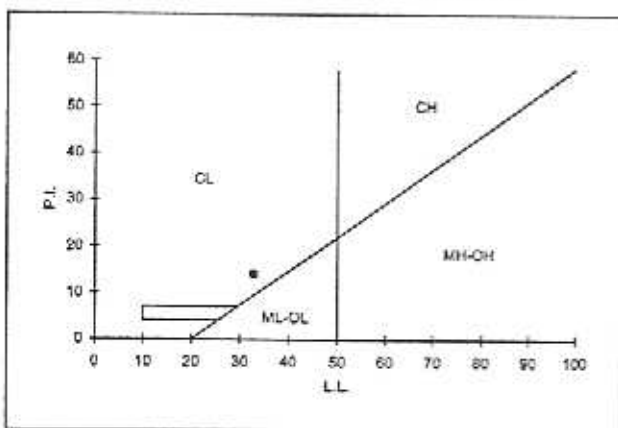
Valore medio (%) 32.63

## LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	36.20	38.19
Peso lordo secco (g)	34.79	36.63
Tara (g)	27.19	28.44
Peso netto secco (g)	7.60	8.19
Peso acqua (g)	1.41	1.56
Contenuto acqua (%)	18.55	19.01

Valore medio (%) 18.78

## CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO 33

LIMITE PLASTICO 19

INDICE PLASTICITA' 14

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
Località : CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)  
Identificazione campione : C1  
Profondità (m) : -

Picnometro n°		3
Peso picnometro	(g)	130.15
Peso materiale secco	(g)	29.61
Peso picnometro dopo ebollizione	(g)	469.35
Temperatura	(°C)	30.0
Peso picnometro + materiale secco	(g)	159.76
Peso picnometro + acqua	(g)	450.20
Peso mat. secco + picnometro + acqua	(g)	479.81
Volume campione	(cm <sup>3</sup> )	10.51
<b>Peso Specifico Assoluto</b>		<b>2.819</b>

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
Località : CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)  
Identificazione Campione : C1  
Profondità (m) : -  
Tipo del Campione : Da stock  
Descrizione del Materiale : Argilla di bassa plasticità con sabbia

Data Ricevimento : 16 aprile 2004  
Data Esecuzione Prova : 19 aprile 2004  
Denominazione Prova : PROVA DI COMPATTAZIONE PROCTOR STANDARD  
Riferimenti Normativi : ASTM D698-00

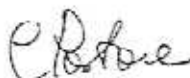
Note :

Direttore Tecnico :



Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore :



Dott. Geol. Cristiano Pastore

**PROVA DI COMPATTAZIONE PROCTOR STANDARD**

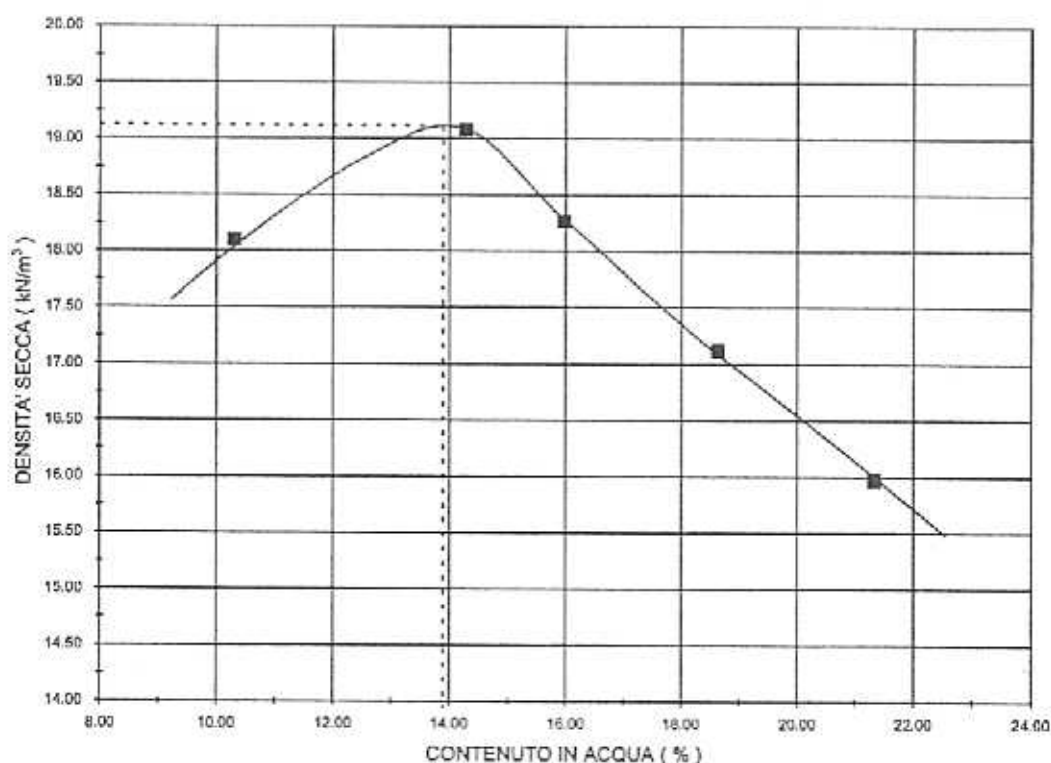
Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
 Località : CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)  
 Id. campione : C1  
 Profondità (m) : -

Procedura (A-B-C) : A  
 Tipo di compattatore : Automatico  
 Peso Specifico (stimato) : 2.8

Metodo (Umido-Secco) : Umido  
 Energia di compattazione : 600 kJ/m<sup>3</sup>  
 Num. Strati : 3 - Colpi per strato : 25

Provino (Num)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	w (%)	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )
1	19.97	10.31	18.10
2	21.82	14.29	19.09
3	21.19	15.98	18.27
4	20.31	18.63	17.12
5	19.38	21.34	15.97

**DENSITÀ SECCA MASSIMA:** 19.12 (kN/m<sup>3</sup>)  
**CONTENUTO IN ACQUA OTTIMO:** 13.90 (%)



Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

**G.E.T.**

**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**  
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N° 03-035-05

Pag. 1 / 2

Data 22/04/2004

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
Località : CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)  
Identificazione Campione : C1  
Profondità (m) : -  
Tipo del Campione : Da stock  
Descrizione del Materiale : Argilla di bassa plasticità con sabbia

Data Ricevimento : 16 aprile 2004  
Data Esecuzione Prova : 19 aprile 2004  
Denominazione Prova : PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
Riferimenti Normativi : A.S.T.M. D 3080-90

Note :

Direttore Tecnico :



Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore :



Dott. Geol. Cristiano Pastore

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Cliente :	SOCIETA' CALCESTRUZZI		
Località :	CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)		
Identificazione campione :	C1	Profondità (m) : -	
Tipo di campione :	Da stock		
Tipo di prova :	CD	Velocità di def. (mm/min) :	0.008
Dimensioni provino (cm)	Altezza :	2.45	Lato : 6.00

CARATTERISTICHE INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
peso di volume $\text{kN/m}^3$	21.86	21.97	21.98
umidità %	14.66	14.92	14.95
densità secca $\text{kN/m}^3$	19.06	19.11	19.12

CONDIZIONI A ROTTURA	Provino 1	Provino 2	Provino 3
tensione di consolidazione (kPa)	50.0	100.0	200.0
def. verticale dopo consolidazione (mm)	2.40	1.95	1.82
def. verticale a rottura (mm)	0.25	0.26	0.26
def. orizzontale a rottura (mm)	2.94	3.25	4.06
tensione di taglio di picco (kPa)	28.6	55.9	105.5
tensione di taglio residuo (kPa)	N.D.	N.D.	N.D.
umidità finale %	17.65	17.67	17.53



PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO		valore di picco	valore residuo
Angolo di attrito efficace :	(deg)	27.0	N.D.
Coesione efficace :	(kPa)	3.81	N.D.

**RETTA INVILUPPO ROTTURA**

Direttore Tecnico : LM	Operatore : CP
------------------------	----------------

Cliente :	SOCIETA' CALCESTRUZZI	
Località :	CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)	
Identificazione Campione :	C2	
Profondità (m) :	-	
Tipo del Campione :	Da stock	
Descrizione del Materiale :	Argilla di bassa plasticità con sabbia	
Colore :	Giallo ocra	
Classificazione U.S.C.S. :	CL	
Data Ricevimento :	16 aprile 2004	
Data Esecuzione Prova :	19 aprile 2004	
Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	X
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	X
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	X
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	X
Note :		
Direttore Tecnico :		Dott. Geol. Luciano Minetti
Operatore :		Dott. Geol. Cristiano Pastore

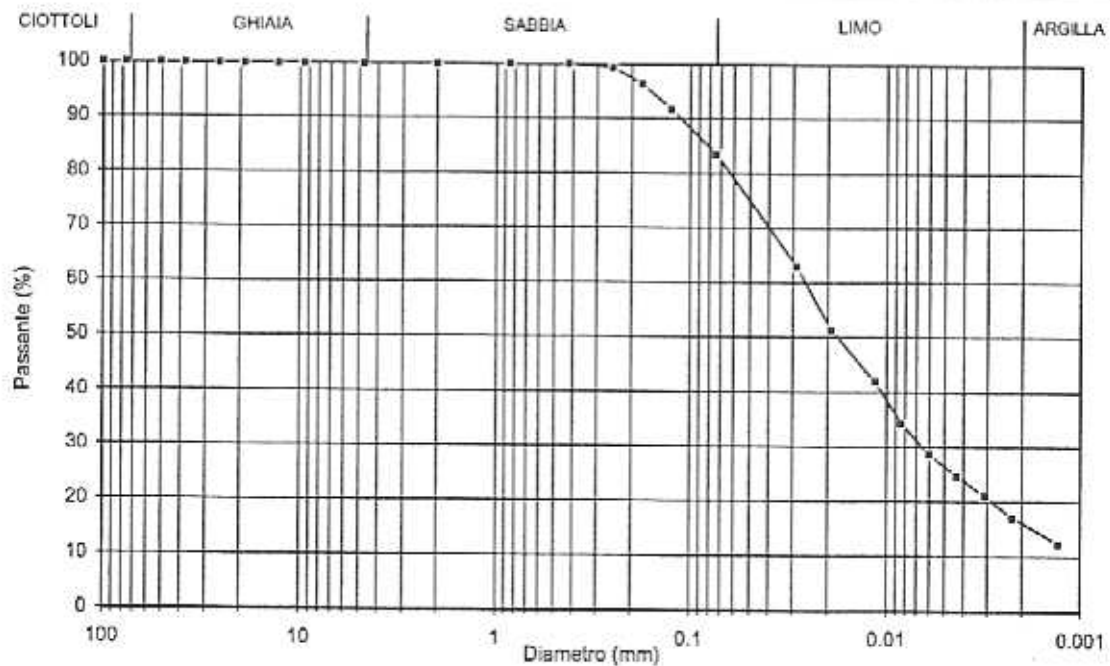


## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
 Località : CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)  
 Identificazione campione : C2  
 Profondità (m) : -

## CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

Clottoli (%)	0.00	$D_{90}$ (mm)	N.D.
Ghiaia (%)	0.00	$D_{50}$ (mm)	N.D.
Sabbia (%)	16.44	$D_{30}$ (mm)	N.D.
Limo (%)	66.38	$D_{10}$ (mm)	N.D.
Argilla (%)	17.18	$C_c$	N.D.
$P_{200}$ (%)	83.56	$C_u$	N.D.



Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA**

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
Località : CAVA CASTELLARO - ISOVERDE (GE)  
Identificazione campione : C2  
Profondità (m) : -

Peso lordo umido	(g)	244.80
Peso lordo secco	(g)	197.35
Peso tara	(g)	59.89
Peso netto secco	(g)	137.46
Peso acqua	(g)	47.45
Contenuto In acqua	(%)	34.52

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

## LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
 Località : CAVA CASTELLARO - ISOVERDE (GE)  
 Identificazione campione : C2  
 Profondità (m) : -

## LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	27	24
Peso lordo umido (g)	81.38	80.32
Peso lordo secco (g)	66.48	65.62
Tara (g)	23.33	23.05
Peso netto secco (g)	43.15	42.57
Peso acqua (g)	14.90	14.71
Contenuto acqua (%)	34.53	34.55
Limite Liquido	34.85	34.38

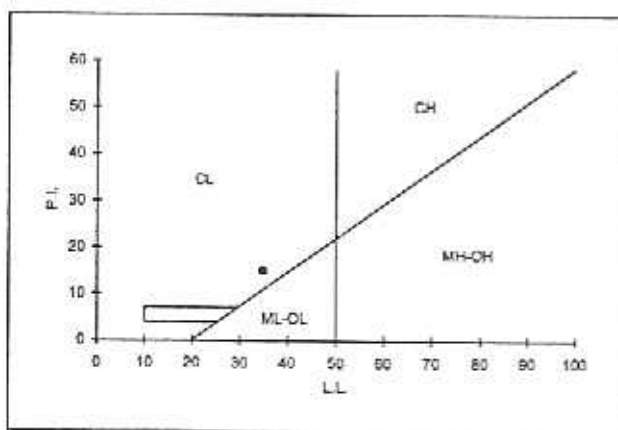
Valore medio (%) 34.62

## LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	26.19	27.63
Peso lordo secco (g)	24.27	25.56
Tara (g)	14.52	15.19
Peso netto secco (g)	9.75	10.37
Peso acqua (g)	1.92	2.07
Contenuto acqua (%)	19.69	20.00

Valore medio (%) 19.85

## CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO 35

LIMITE PLASTICO 20

INDICE PLASTICITA' 15

Direttore Tecnico : LM  
 Note :

Operatore : CP

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO ASSOLUTO**

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
Località : CAVA CASTELLARDO - ISOVERDE (GE)  
Identificazione campione : C2  
Profondità (m) : -

Picnometro n°		5
Peso picnometro	(g)	131.21
Peso materiale secco	(g)	30.03
Peso picnometro dopo ebollizione	(g)	470.90
Temperatura	(°C)	30.0
Peso picnometro + materiale secco	(g)	161.24
Peso picnometro + acqua	(g)	451.40
Peso mat. secco + picnometro + acqua	(g)	481.43
Volume campione	(cm <sup>3</sup> )	10.58
<b>Peso Specifico Assoluto</b>		<b>2.840</b>

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
Località : CAVA CASTELLARO - ISOVERDE (GE)  
Identificazione Campione : C2  
Profondità (m) : -  
Tipo del Campione : Da stock  
Descrizione del Materiale : Argilla di bassa plasticità con sabbia

Data Ricevimento : 16 aprile 2004  
Data Esecuzione Prova : 20 aprile 2004  
Denominazione Prova : **PROVA DI COMPATTAZIONE PROCTOR STANDARD**  
Riferimenti Normativi : **ASTM D698-00**

Note :

Direttore Tecnico :



Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore :



Dott. Geol. Cristiano Pastore

**PROVA DI COMPATTAZIONE PROCTOR STANDARD**

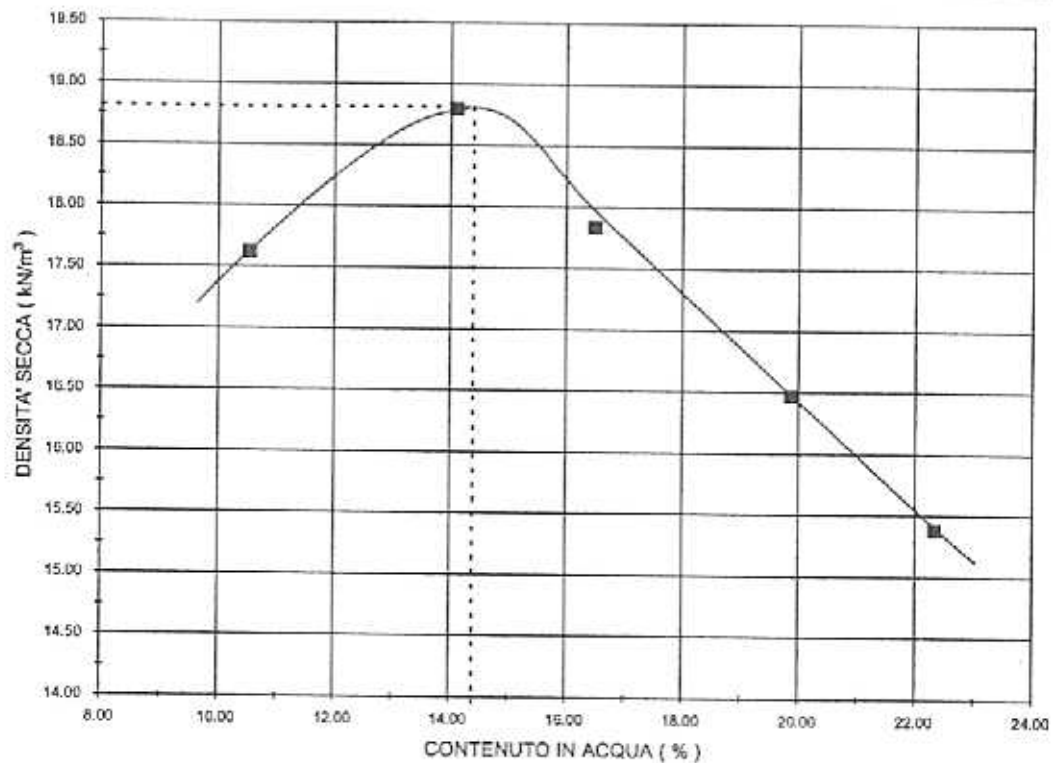
Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
 Località : CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)  
 Id. campione : C2  
 Profondità (m) : -

Procedura (A-B-C) : A  
 Tipo di compattatore : Automatico  
 Peso Specifico (stimato) : 2.8

Metodo (Umido-Secco) : Umido  
 Energia di compattazione : 600 kJ/m<sup>3</sup>  
 Num. Strati : 3 - Colpi per strato : 25

Provino (Num)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	w (%)	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )
1	19.48	10.54	17.62
2	21.45	14.11	18.80
3	20.78	16.49	17.84
4	19.74	19.87	16.47
5	18.82	22.34	15.38

**DENSITÀ SECCA MASSIMA:** 18.81 (kN/m<sup>3</sup>)  
**CONTENUTO IN ACQUA OTTIMO:** 14.40 (%)



Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

**G.E.T.**

**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**  
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N° 03-035-06

Pag. 1 / 2

Data 22/04/2004

Cliente : SOCIETA' CALCESTRUZZI  
Località : CAVA CASTELLANO - ISOVERDE (GE)  
Identificazione Campione : C2  
Profondità (m) : -  
Tipo del Campione : Da stock  
Descrizione del Materiale : Argilla di bassa plasticità con sabbia

Data Ricevimento : 16 aprile 2004  
Data Esecuzione Prova : 19 aprile 2004  
Denominazione Prova : **PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
Riferimenti Normativi : A.S.T.M. D 3080-90

Note :

Direttore Tecnico :



Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore :





Dott. Geol. Cristiano Pastore

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Cliente :	SOCIETA' CALCESTRUZZI		
Località :	CAVA CASTELLARDO - ISOVERDE (GE)		
Identificazione campione :	C2	Profondità (m) : -	
Tipo di campione :	Da stock		
Tipo di prova :	CD	Velocità di def. (mm/min) :	0.008
Dimensioni provino (cm)	Altezza :	2.45	Lato : 6.00
<b>CARATTERISTICHE INIZIALI</b>			
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
peso di volume $\text{kN/m}^3$	21.47	21.47	21.50
umidità %	14.13	14.42	14.45
densità secca $\text{kN/m}^3$	18.81	18.76	18.79
<b>CONDIZIONI A ROTTURA</b>			
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
tensione di consolidazione (kPa)	50.0	100.0	200.0
def. verticale dopo consolidazione (mm)	1.83	1.97	2.32
def. verticale a rottura (mm)	0.28	0.30	0.25
def. orizzontale a rottura (mm)	3.10	3.89	4.68
tensione di taglio di picco (kPa)	27.8	55.9	104.9
tensione di taglio residuo (kPa)	N.D.	N.D.	N.D.
umidità finale %	17.80	17.80	17.68
<b>PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO</b>			
		valore di picco	valore residuo
Angolo di attrito efficace :	(deg)	27.1	N.D.
Coesione efficace :	(kPa)	3.27	N.D.
<b>RETTA INVILUPPO ROTTURA</b>			
Direttore Tecnico : LM		Operatore : CP	



***APPENDICE C***  
***RILEVATO SPERIMENTALE***

 <p>Monitoraggio delle gallerie e prove di laboratorio per la qualifica dei materiali e loro controllo</p>		Concedente: Concessionaria: Alta sorveglianza: General Contractor: Linea:	FERROVIE dello STATO S.p.A. T.A.V. S.p.A. ITALFERR S.p.A. Consorzio COCIV MILANO – GENOVA. TERZO VALICO DEI GIOVI
---	---	---	--

**RILEVATO SPERIMENTALE, NELL'EX CAVA CEMENTIR, AL FINE DI DEFINIRE IL NUMERO DI PASSATE NECESSARIO PER OTTENERE IL 90% DI COMPATTAZIONE IN RIFERIMENTO AL PROCTOR STANDARD.**

Il consorzio COCIV ha incaricato il Consorzio TRE ESSE di eseguire delle prove di densità in sito mediante riempimento del telo con acqua al fine di definire in n° di passate necessario per ottenere il 90% di compattazione con riferimento al proctor standard. Il giorno 28 e il 29 del mese di Aprile 2005 il Consorzio TRE ESSE ha svolto la suddetta campagna d'indagine nell'ex cava Cementir presso il cantiere di Voltaggio (AL) WBS RAP1.



Il litotipo utilizzato per la costruzione del rilevato sperimentale è rappresentato da argilliti a palombini provenienti dallo scavo dei cunicoli Vallemme e Castagnola e depositate nella ex cava Cementir nel 1997. La prova di costipamento, secondo norma ASTM D698 A.A.S.H.T.O standard, ha riportato i seguenti valori:

- 1) Laboratorio GEOTECNA (Pavia)  $\gamma_d = 2093 \text{ Kg/m}^3$  e  $W^{opt} = 9,2\%$ ;
- 2) Laboratorio GEODATA (Noventa Padovana)  $\gamma_d = 2168 \text{ Kg/m}^3$  e  $W^{opt} = 8,8\%$ .

Il materiale utilizzato da ambedue i laboratori era costituito da argilliti a palombini prelevate nella ex cava Cementir ottenendo un  $\gamma_d$  medio di riferimento:  $2130 \text{ Kg/m}^3$ .

Nel dettaglio, il giorno 28 del mese di Aprile 2005, è stato effettuato uno scotico di circa 30 cm ed è stato realizzato un primo strato di spessore medio di circa 40 cm, 20 m di lunghezza e 10 m di larghezza. E' stato rullato con 4 passate di rullo vibrante Wirtgen Hamm 3412 di cui si allegano le caratteristiche.

Su questo primo strato è stato posto un secondo della potenza non rullata di circa 80 cm e lunghezza e larghezza similari al primo.

 <p>Monitoraggio delle gallerie e prove di laboratorio per la qualifica dei materiali e loro controllo</p>		<p>Concedente: FERROVIE dello STATO S.p.A.  Concessionaria: T.A.V. S.p.A.  Alta sorveglianza: ITALFERR S.p.A.  General Contractor: Consorzio COCIV  Linea: MILANO – GENOVA.  TERZO VALICO DEI GIOVI</p>
---	---	---

Su quest'ultimo strato il rullo ha effettuato una passata senza vibrazione e poi è stato compattato, in tutta la sua estensione, con n. 2 passate di rullo vibrante. Terminata la compattazione è stata eseguita una prova di densità in sito.

Il giorno successivo, su una metà del rilevato, sono state effettuate altre n. 2 passate per un totale di n. 4 passate; sull'altra metà, sono state effettuate altre n. 4 passate per un totale di n. 6 passate. Alle rullature sono seguite le prove di densità in sito.

Si precisa:

- 1) L'umidità del materiale compattato è quella naturale che aveva al momento del prelievo per l'esecuzione del rilevato e che viene riportata nei certificati delle prove allegati;
- 2) La velocità del rullo compattatore è stata calcolata in circa 1,5 Km/ora.

Le prove di densità sono state eseguite con una dima di 80 cm di diametro e circa 30 cm di altezza. Il pozzetto di scavo aveva una profondità circa pari al diametro. Il volume è stato calcolato misurando l'acqua del pozzetto con un contalitri. Il telo di PVC, utilizzato per il contenimento dell'acqua, aveva uno spessore di 0,10 mm e una grammatura di 93 g/m<sup>2</sup>.

I risultati delle prove e le iconografie sono riportati in allegato.

Novara lì 02 Maggio 2005

**Consorzio TRE ESSE**  
Dott. Geol. Stefano SCAFFIDI

**UFFICIO SERVIZI****CODICE PROVA: TR08A****DENSITA IN SITO MEDIANTE RIEMPIMENTO DEL TELO CON ACQUA (SL28)**

COMMITTENTE : CO.C.I.V.

CANTIERE : VOLTAGGIO

OPERA : RILEVATO SPERIMENTALE

2 PASSATE DI RULLO

DATA PRELIEVO : 28/4/2005

DATA ACCETTAZIONE : 28/4/2005

DATA PROVA : 28/4/2005

SITO PROVA: EX CAVA CEMENTIR

WBS : RAP1

NOTE :

<b>Volume d'acqua dima</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>0,1510</i>
<b>Volume d'acqua pozzetto + dima</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>0,3982</i>
<b>Quantità d'acqua pozzetto</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>0,2472</i>
<b>Peso umido materiale estratto</b>	<i>Kg</i>	<i>508,80</i>
<b>Densità umida</b>	<i>Kg/m<sup>3</sup></i>	<i>2058</i>
<b>Umidità del materiale estratto</b>	<i>W %</i>	<b>6,65</b>
<b>Densità secca</b>	<i>Kg/m<sup>3</sup></i>	<b>1930</b>

DATA DI EMISSIONE

02/05/2005

IL RESPONSABILE DEL LABORATORIO

Stefano SCAFFIDI

REVISIONE: B

**UFFICIO SERVIZI****CODICE PROVA: TR08A****DENSITA IN SITO MEDIANTE RIEMPIMENTO DEL TELO CON ACQUA (SL28)**

COMMITTENTE : CO.C.I.V.

CANTIERE : VOLTAGGIO

OPERA : RILEVATO SPERIMENTALE

4 PASSATE DI RULLO

DATA PRELIEVO : 29/4/2005

DATA ACCETTAZIONE : 29/4/2005

DATA PROVA : 29/4/2005

SITO PROVA: EX CAVA CEMENTIR

WBS : RAP1

NOTE :

<b>Volume d'acqua dima</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>0,1510</i>
<b>Volume d'acqua pozzetto + dima</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>0,3383</i>
<b>Quantità d'acqua pozzetto</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>0,1873</i>
<b>Peso umido materiale estratto</b>	<i>Kg</i>	<i>388,24</i>
<b>Densità umida</b>	<i>Kg/m<sup>3</sup></i>	<i>2073</i>
<b>Umidità del materiale estratto</b>	<i>W %</i>	<b>7,10</b>
<b>Densità secca</b>	<i>Kg/m<sup>3</sup></i>	<b>1935</b>

DATA DI EMISSIONE

02/05/2005

IL RESPONSABILE DEL LABORATORIO

Stefano SCAFFIDI

REVISIONE: B

**UFFICIO SERVIZI****CODICE PROVA: TR08A****DENSITA IN SITO MEDIANTE RIEMPIMENTO DEL TELO CON ACQUA (SL28)**

COMMITTENTE : CO.C.I.V.

CANTIERE : VOLTAGGIO

OPERA : RILEVATO SPERIMENTALE

6 PASSATE DI RULLO

DATA PRELIEVO : 29/4/2005

DATA ACCETTAZIONE : 29/4/2005

DATA PROVA : 29/4/2005

SITO PROVA: EX CAVA CEMENTIR

WBS : RAP1

NOTE :

<b>Volume d'acqua dima</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>0,1510</i>
<b>Volume d'acqua pozzetto + dima</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>0,3276</i>
<b>Quantità d'acqua pozzetto</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>0,1766</i>
<b>Peso umido materiale estratto</b>	<i>Kg</i>	<i>382,16</i>
<b>Densità umida</b>	<i>Kg/m<sup>3</sup></i>	<i>2164</i>
<b>Umidità del materiale estratto</b>	<i>W %</i>	<b>6,90</b>
<b>Densità secca</b>	<i>Kg/m<sup>3</sup></i>	<b>2024</b>

DATA DI EMISSIONE

02/05/2005

IL RESPONSABILE DEL LABORATORIO

Stefano SCAFFIDI

REVISIONE: B



Concedente : Ferrovie dello Stato S.p.A.  
Concessionaria : TAV S.p.A.  
Alta Sorveglianza : ITALFERR TAV S.p.A.  
General Contractor : Consorzio COCIV.  
Linea : MILANO - GENOVA  
TERZO VALICO DEI GIOVI

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Committente : COCIV	Cantiere : VOLTAGGIO	Data prelievo : 28-29 Aprile 2005
Prove di densità in sito	RILEVATO SPERIMENTALE	
Località: Voltaggio (AL) p/sso ex cava Cementir WBS RAP1		



## SCHEDA TECNICA RULLO VIBRANTE

Committente : COCIV	Cantiere : VOLTAGGIO	Data prelievo : 28-29 Aprile 2005
Prove di densità in sito		<b>RILEVATO SPERIMENTALE</b>
Località: Voltaggio (AL) p/sso ex cava Cementir WBS RAP1		

3412 VIBRATORY COMPACTOR

**TECHNICAL DATA 3412**

<b>Weight</b>	
Basic weight without cab	11.540 kg
Operating weight with cab	12.190 kg
Maximum weight	12.950 kg
Weight on drum	6.690 kg
Weight on tires	5.500 kg
Static linear load front	31,3 kg/cm
<b>Dimensions</b>	
Working width	2.140 mm
Drum diameter	1.504 mm
Turning radius inside	3.690 mm
<b>Engine</b>	
Intercooled Deutz Turbo-Diesel, 4-cylinder, water-cooled	Type BF4M 2012C
Performance DIN/ISO 3046 IFN	98 kW/133,3 HP at 2.300 upm
Performance SAE J1349	98 kW/131,3 HP at 2.300 rpm
Fuel tank	300 ltr.
<b>Drive</b>	
Hydrostatic drive, infinitely variable	all-wheel
Planetary axle with NO SPIN differential lock	
<b>Speed</b>	
Working speed	0-4,5/0-6,4/0-8,7 km/h
Travelling speed	0-11,9 km/h
<b>Gradeability</b>	
With/without vibration	56/61 %
<b>Vibration system</b>	
Hydrostatic drive	
Frequency	30/40 Hz
Nominal amplitude	1,91/0,90 mm
Centrifugal force	256/215 kN
<b>Steering</b>	
Articulated frame steering ±35°, oscillation angle ±10°	
Hydrostatic servosteering	
<b>Brakes</b>	
Service brake: hydrostatic	
Parking brake: spring loaded	
Emergency brake: by hydrostatic drive and spring loaded brake	
<b>Tires</b>	
Profile tires AW 23.1/18-26 12 PR	
<b>Electrical system</b>	
Operating voltage 12 V, battery 155 Ah	
<b>Equipment</b>	
Suspended driving stand, access from both sides. Sliding and swivelling seat console. 2 multifunctional drive levers. Traction control. Swivelling drive and dashboard console. Modern information and control display. Sound insulation. Tiltable GPF-engine hood. CE-conformity.	
<b>Optional</b>	
Comfortable ROPS cab with panoramic view. Working lights, wipers front/rear, exterior and interior mirrors. Radio. Heating with dust free ventilation. Air conditioning. ROPS/FOPS. Sun top. Compaction meter. Documentation system CDS. Tachograph. Lighting according to German Road Regulation. Padfoot shells. Special paint. (extended list upon request)	

Description: Vibratory compactor 3412

CONCESSIONARIO

**RAVENNA** - Tel. 0544/296711 - Fax 0544/461433  
**ANCONA** - Tel. 071/2968028 - Fax 071/2968528  
**CAMPOROMILIO (UD)** - Tel. 0432/652694 - Fax 0432/652696  
**BORGIO VERCELLI (VC)** - Tel. 0161/220111 - Fax 0161/220113  
**MONCALIERI (TO)** - Tel. 011/6407221 - Fax 011/6407641  
**LINENSA (PG)** - Tel. 0438/767649 - Fax 0438/9641440  
**PONTENUVO DI TORGGIARO (PG)** - Loc. Salsani, 04 - Tel. 075/9680046 - Fax 075/9680030  
<http://www.maie.it> - e-mail: maie-ram@maie.it

Your dealer

**HAMM AG**  
 Hammstraße 1 • Postfach 11 60 • D-95633 Tirschenreuth  
 Tel. +49 9631 80-0 • Fax +49 9631 80-120  
[www.hammag.com](http://www.hammag.com)

3412 02.04 EG 00 02 18 25



***APPENDICE D***  
***VERIFICHE DI STABILITA'***

## VERIFICA STABILITÀ DEI PENDII- Sez. 4 – RAL 2 Isoverde

### DATI GENERALI

Massima larghezza concio di calcolo: 5.000

Prodotto dei coefficienti sismici : 0.050

### COORDINATE DEI PROFILI

Profilo	Nodo	X	Y
Pendio	1	0.000	2.000
Pendio	2	122.500	3.000
Pendio	3	137.600	2.500
Pendio	4	165.600	17.000
Pendio	5	173.700	17.000
Pendio	6	199.300	24.000
Pendio	7	212.300	25.500
Pendio	8	276.500	53.000
Pendio	9	284.300	53.500
Pendio	10	314.100	59.000
Pendio	11	320.900	59.000
Pendio	12	383.400	80.800
Pendio	13	391.300	80.800
Pendio	14	421.700	95.000
Pendio	15	431.100	95.000
Pendio	16	453.500	110.000
Pendio	17	458.300	105.500
Pendio	18	458.300	105.500
2	1	0.000	2.500
2	2	10.000	2.000
2	3	67.300	3.000
2	4	105.700	2.300
2	5	120.300	3.000
2	6	135.400	2.500
2	7	141.500	0.000
2	8	162.300	0.000
2	9	165.800	5.000
2	10	324.400	5.000
2	11	332.500	20.000
2	12	340.600	20.000
2	13	348.700	30.000
2	14	355.100	30.000
2	15	367.800	50.000
2	16	374.800	50.000
2	17	393.400	70.000
2	18	401.600	70.000
2	19	422.400	90.000
2	20	430.600	90.000
2	21	453.100	110.000
2	22	454.200	110.000
2	23	459.000	105.500
2	24	459.000	105.500

-----  
CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	detrito argilloso	2100.0	0.00	27.00	0.50
2	dolomie	2300.0	2.00	40.00	0.20

-----  
GEOMETRIA DEI CERCHI DI SCORRIMENTO

num	X centro	Y centro	Raggio
1	312.63	78.07	56.38
2	277.75	83.93	58.07
3	209.98	50.29	32.23
4	275.95	88.46	55.73
5	283.29	85.26	51.99
6	264.27	105.33	75.79
7	297.80	91.43	59.73
8	286.16	99.21	66.28
9	178.44	49.16	42.43
10	198.48	126.40	118.03

-----

VERIFICA STABILITA' DEI PENDII

---

RISULTATI

RIEPILOGO CERCHI

---

num	X centro	Y centro	Raggio	F
1	312.63	78.07	56.38	2.356
2	277.75	83.93	58.07	2.040
3	209.98	50.29	32.23	1.492
4	275.95	88.46	55.73	1.986
5	283.29	85.26	51.99	2.188
6	264.27	105.33	75.79	1.733
7	297.80	91.43	59.73	2.186
8	286.16	99.21	66.28	2.068
9	178.44	49.16	42.43	2.057
10	198.48	126.40	118.03	1.384

---

CERCHIO CRITICO N° 10

Largezza del concio..... =4.876

Coefficiente di sicurezza F =1.384

---

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cmq	CU*L kg/ml	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	-17.36	5.109	0.00	0.0	27.0	22034.1	1101.7
2	-14.90	5.046	0.00	0.0	27.0	50132.6	2506.6
3	-12.46	4.994	0.00	0.0	27.0	62862.8	3143.1
4	-10.05	4.952	0.00	0.0	27.0	85571.9	4278.6
5	-7.65	4.920	0.00	0.0	27.0	108018.7	5400.9
6	-5.27	4.897	0.00	0.0	27.0	128244.5	6412.2
7	-2.90	4.882	0.00	0.0	27.0	146280.7	7314.0
8	-0.53	4.876	0.00	0.0	27.0	162146.5	8107.3
9	1.84	4.879	0.00	0.0	27.0	170806.1	8540.3
10	4.21	4.889	0.00	0.0	27.0	174076.5	8703.8
11	6.59	4.909	0.00	0.0	27.0	175167.2	8758.4
12	8.98	4.937	0.00	0.0	27.0	189508.5	9475.4
13	11.39	4.974	0.00	0.0	27.0	202521.6	10126.1
14	13.81	5.021	0.00	0.0	27.0	213239.8	10662.0
15	16.26	5.080	0.00	0.0	27.0	221596.6	11079.8
16	18.75	5.149	0.00	0.0	27.0	227509.3	11375.5
17	21.27	5.233	0.00	0.0	27.0	230875.2	11543.8
18	23.83	5.331	0.00	0.0	27.0	231568.9	11578.4
19	26.45	5.446	0.00	0.0	27.0	229436.7	11471.8
20	29.12	5.582	0.00	0.0	27.0	224290.7	11214.5
21	31.87	5.742	0.00	0.0	27.0	215899.2	10795.0
22	34.71	5.932	0.00	0.0	27.0	203974.2	10198.7
23	37.64	6.158	0.00	0.0	27.0	188152.9	9407.6
24	40.70	6.431	0.00	0.0	27.0	167970.2	8398.5
25	43.90	6.767	0.00	0.0	27.0	127987.5	6399.4
26	47.29	7.189	0.00	0.0	27.0	79107.4	3955.4
27	50.91	7.733	0.00	0.0	27.0	28445.7	1422.3

-----  
 $\Sigma$  0.0

-----

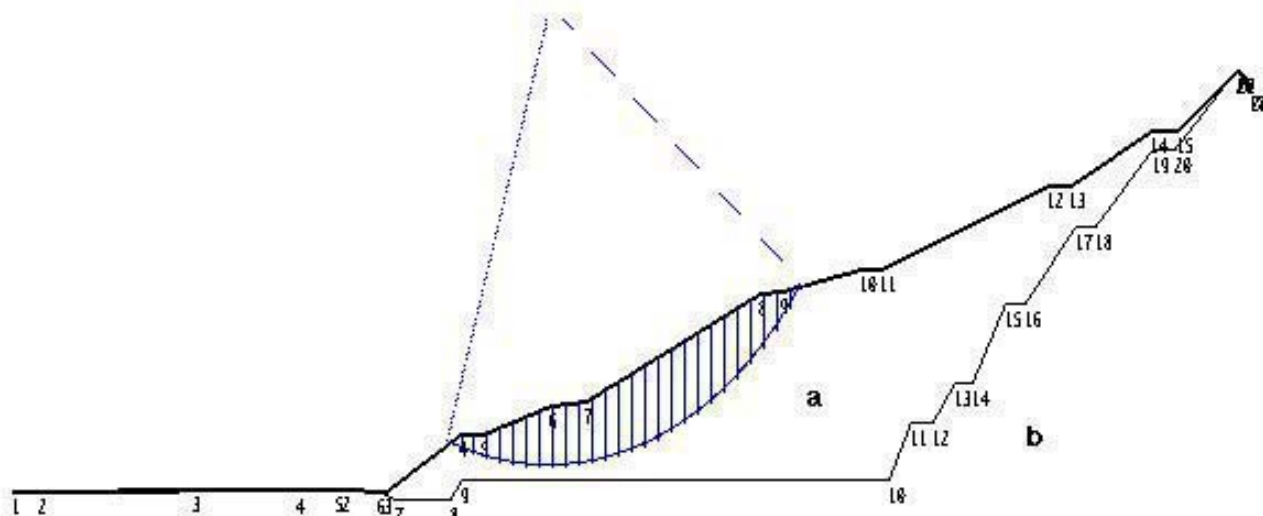
Concio n°	N kg/ml	Nsism kg/ml	N+Ns kg/ml	Nt*tg( $\emptyset$ ) kg/ml	T kg/ml	Tsism kg/ml	T+Ts kg/ml
1	21030.0	328.8	21358.8	10882.9	-6575.8	1051.5	-5524.3
2	48447.2	644.5	49091.7	25013.5	-12889.9	2422.4	-10467.5
3	61381.7	678.3	62060.0	31621.1	-13565.4	3069.1	-10496.3
4	84259.5	746.5	85005.9	43312.7	-14929.9	4213.0	-10716.9
5	107056.9	719.1	107776.0	54914.6	-14382.7	5352.8	-9029.9
6	127702.6	588.8	128291.5	65367.8	-11776.6	6385.1	-5391.5
7	146094.0	369.4	146463.4	74626.8	-7388.4	7304.7	-83.7
8	162139.7	74.5	162214.2	82652.3	-1489.8	8107.0	6617.2
9	170717.9	-274.4	170443.5	86845.3	5488.5	8535.9	14024.4
10	173606.2	-639.3	172966.9	88131.0	12786.6	8680.3	21466.9
11	174009.6	-1005.2	173004.4	88150.1	20104.8	8700.5	28805.3
12	187185.5	-1479.1	185706.4	94622.1	29581.5	9359.3	38940.8
13	198535.9	-1999.1	196536.8	100140.5	39981.4	9926.8	49908.1
14	207073.6	-2545.4	204528.2	104212.3	50908.8	10353.7	61262.5
15	212728.7	-3103.0	209625.7	106809.6	62060.9	10636.4	72697.3
16	215439.5	-3655.9	211783.6	107909.1	73118.3	10772.0	83890.3
17	215153.0	-4187.0	210966.0	107492.5	83740.9	10757.7	94498.5
18	211826.0	-4678.1	207147.9	105547.1	93562.3	10591.3	104153.6
19	205426.1	-5109.1	200317.0	102066.6	102182.8	10271.3	112454.1
20	195934.3	-5458.0	190476.3	97052.5	109160.8	9796.7	118957.5
21	183347.8	-5700.0	177647.8	90516.1	114000.2	9167.4	123167.6
22	167684.7	-5806.7	161878.0	82480.9	116134.9	8384.2	124519.2
23	148991.0	-5745.3	143245.8	72987.4	114905.1	7449.6	122354.7
24	127351.5	-5476.2	121875.2	62098.5	109524.5	6367.6	115892.0
25	92221.6	-4437.3	87784.2	44728.3	88746.8	4611.1	93357.8
26	53659.9	-2906.3	50753.6	25860.3	58125.7	2683.0	60808.7
27	17936.2	-1103.9	16832.2	8576.5	22078.4	896.8	22975.2

-----  
 $\Sigma$  1964618.5 1419041.6

COORDINATE DEI PROFILI

Profilo	Nodo	X	Y
Pendio	1	0.000	2.000
Pendio	2	122.500	3.000
Pendio	3	137.600	2.500
Pendio	4	165.600	17.000
Pendio	5	173.700	17.000
Pendio	6	199.300	24.000
Pendio	7	212.300	25.500
Pendio	8	276.500	53.000
Pendio	9	284.300	53.500
Pendio	10	314.100	59.000
Pendio	11	320.900	59.000
Pendio	12	383.400	80.800
Pendio	13	391.300	80.800
Pendio	14	421.700	95.000
Pendio	15	431.100	95.000
Pendio	16	453.500	110.000
Pendio	17	458.300	105.500
Pendio	18	458.300	105.500
2	1	0.000	2.500
2	2	10.000	2.000
2	3	67.300	3.000
2	4	105.700	2.300
2	5	120.300	3.000
2	6	135.400	2.500
2	7	141.500	0.000
2	8	162.300	0.000
2	9	165.800	5.000
2	10	324.400	5.000
2	11	332.500	20.000
2	12	340.600	20.000
2	13	348.700	30.000
2	14	355.100	30.000
2	15	367.800	50.000
2	16	374.800	50.000
2	17	393.400	70.000
2	18	401.600	70.000
2	19	422.400	90.000
2	20	430.600	90.000
2	21	453.100	110.000
2	22	454.200	110.000
2	23	459.000	105.500
2	24	459.000	105.500

Castellaro - sez. 4 - cerchio critico di scorrimento



CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
a	detrito argilloso	2100.0	0.00	27.00	0.50
b	dolomie	2300.0	2.00	40.00	0.20

# VERIFICA STABILITÀ DEI PENDII- Sez. 7 – RAL 2 Isoverde

## DATI GENERALI

Massima larghezza concio di calcolo: 5.000

Prodotto dei coefficienti sismici : 0.050

## COORDINATE DEI PROFILI

Profilo	Nodo	X	Y
Pendio	1	0.000	13.800
Pendio	2	14.800	13.000
Pendio	3	48.000	13.700
Pendio	4	100.900	12.000
Pendio	5	104.700	15.000
Pendio	6	118.100	17.000
Pendio	7	134.600	26.000
Pendio	8	142.700	26.000
Pendio	9	178.700	37.000
Pendio	10	202.800	43.500
Pendio	11	208.000	43.500
Pendio	12	249.000	59.600
Pendio	13	256.800	59.600
Pendio	14	284.300	73.000
Pendio	15	338.600	80.500
Pendio	16	370.600	89.000
Pendio	17	378.400	89.000
Pendio	18	429.700	115.500
Pendio	19	438.400	116.000
Pendio	20	449.300	122.000
2	1	0.000	13.800
2	2	15.000	13.000
2	3	48.300	13.700
2	4	92.100	12.000
2	5	101.600	12.000
2	6	105.400	15.000
2	7	120.400	17.000
2	8	188.900	17.000
2	9	193.800	12.000
2	10	194.800	12.000
2	11	212.900	2.000
2	12	235.100	2.000
2	13	240.400	0.000
2	14	258.100	2.000
2	15	274.300	17.000
2	16	305.400	17.000
2	17	311.000	32.000
2	18	321.000	32.000
2	19	326.500	42.000
2	20	334.100	42.000
2	21	357.500	62.000
2	22	361.200	62.000

2	23	383.900	82.000
2	24	391.500	82.000
2	25	414.000	102.000
2	26	428.100	102.000
2	27	449.000	122.000

---

#### CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

---

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	detrito argilloso	2100.0	0.00	27.00	0.50
2	dolomie	2300.0	2.00	40.00	0.20

---

#### GEOMETRIA DEI CERCHI DI SCORRIMENTO

---

num	X centro	Y centro	Raggio
1	215.46	49.26	31.77
2	192.59	71.80	45.27
3	176.08	62.17	39.51
4	226.80	83.87	47.66
5	202.76	86.66	59.03
6	316.97	115.59	42.99
7	315.40	108.81	41.96
8	205.25	111.80	76.81
9	254.71	94.10	64.42
10	170.50	70.07	48.14
11	349.99	110.69	37.18
12	217.23	95.47	54.46
13	279.14	96.49	33.90

---



VERIFICA STABILITA' DEI PENDII

RISULTATI

RIEPILOGO CERCHI

num	X centro	Y centro	Raggio	F
1	215.46	49.26	31.77	2.249
2	192.59	71.80	45.27	1.728
3	176.08	62.17	39.51	1.818
4	226.80	83.87	47.66	1.478
5	202.76	86.66	59.03	1.557
6	316.97	115.59	42.99	2.724
7	315.40	108.81	41.96	2.773
8	205.25	111.80	76.81	1.443
9	254.71	94.10	64.42	1.694
10	170.50	70.07	48.14	1.732
11	349.99	110.69	37.18	2.011
12	217.23	95.47	54.46	1.352
13	279.14	96.49	33.90	1.664

CERCHIO CRITICO N° 12

Largezza del concio..... =4.782

Coefficiente di sicurezza F =1.352

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cmq	CU*L kg/ml	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	-13.85	4.926	0.00	0.0	27.0	9578.1	478.9
2	-8.71	4.838	0.00	0.0	27.0	23717.3	1185.9
3	-3.64	4.792	0.00	0.0	27.0	48914.2	2445.7
4	1.40	4.784	0.00	0.0	27.0	69656.9	3482.8
5	6.45	4.813	0.00	0.0	27.0	85968.5	4298.4
6	11.55	4.881	0.00	0.0	27.0	97767.4	4888.4
7	16.75	4.994	0.00	0.0	27.0	104857.2	5242.9
8	22.09	5.161	0.00	0.0	27.0	106901.0	5345.1
9	27.65	5.399	0.00	0.0	27.0	103371.0	5168.6
10	33.51	5.735	0.00	0.0	27.0	93453.2	4672.7
11	39.80	6.225	0.00	0.0	27.0	63307.7	3165.4
12	46.75	6.980	0.00	0.0	27.0	16203.3	810.2

Σ 0.0

Concio n°	N kg/ml	Nsism kg/ml	N+Ns kg/ml	Nt*tg(ø) kg/ml	T kg/ml	Tsism kg/ml	T+Ts kg/ml
-----------	---------	-------------	------------	----------------	---------	-------------	------------

1	9299.8	114.6	9414.4	4796.9	-2292.2	465.0	-1827.2
2	23443.9	179.5	23623.4	12036.7	-3590.9	1172.2	-2418.7
3	48815.5	155.3	48970.8	24951.9	-3106.2	2440.8	-665.4
4	69636.2	-85.0	69551.2	35438.1	1699.4	3481.8	5181.2
5	85424.7	-482.7	84942.0	43280.1	9654.1	4271.2	13925.3

6	95788.0	-978.7	94809.4	48307.8	19573.4	4789.4	24362.8
7	100410.7	-1510.6	98900.2	50392.1	30211.4	5020.5	35231.9
8	99054.3	-2010.0	97044.2	49446.5	40200.5	4952.7	45153.3
9	91568.8	-2398.3	89170.5	45434.6	47965.9	4578.4	52544.3
10	77923.8	-2579.4	75344.4	38389.9	51588.6	3896.2	55484.8
11	48637.7	-2026.2	46611.5	23749.7	40524.6	2431.9	42956.5
12	11102.0	-590.1	10511.9	5356.1	11802.3	555.1	12357.4

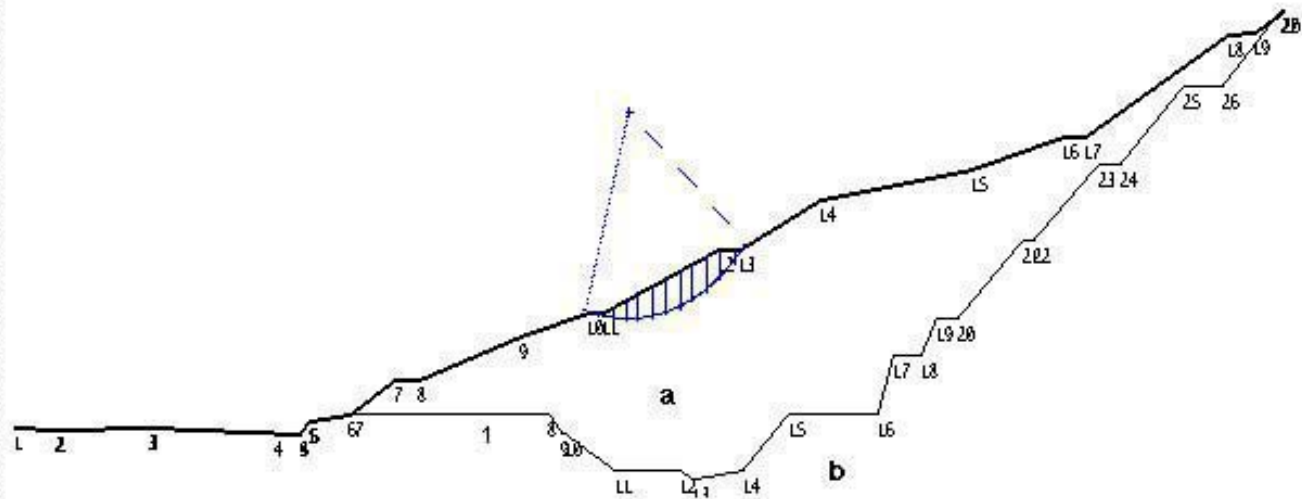
---

$\Sigma$			381580.5				282286.2
----------	--	--	----------	--	--	--	----------

COORDINATE DEI PROFILI

Profilo	Nodo	X	Y
Pendio	1	0.000	13.800
Pendio	2	14.800	13.000
Pendio	3	48.000	13.700
Pendio	4	100.900	12.000
Pendio	5	104.700	15.000
Pendio	6	118.100	17.000
Pendio	7	134.600	26.000
Pendio	8	142.700	26.000
Pendio	9	178.700	37.000
Pendio	10	202.800	43.500
Pendio	11	208.000	43.500
Pendio	12	249.000	59.600
Pendio	13	256.800	59.600
Pendio	14	284.300	73.000
Pendio	15	338.600	80.500
Pendio	16	370.600	89.000
Pendio	17	378.400	89.000
Pendio	18	429.700	115.500
Pendio	19	438.400	116.000
Pendio	20	449.300	122.000
2	1	0.000	13.800
2	2	15.000	13.000
2	3	48.300	13.700
2	4	92.100	12.000
2	5	101.600	12.000
2	6	105.400	15.000
2	7	120.400	17.000
2	8	188.900	17.000
2	9	193.800	12.000
2	10	194.800	12.000
2	11	212.900	2.000
2	12	235.100	2.000
2	13	240.400	0.000
2	14	258.100	2.000
2	15	274.300	17.000
2	16	305.400	17.000
2	17	311.000	32.000
2	18	321.000	32.000
2	19	326.500	42.000
2	20	334.100	42.000
2	21	357.500	62.000
2	22	361.200	62.000
2	23	383.900	82.000
2	24	391.500	82.000
2	25	414.000	102.000
2	26	428.100	102.000
2	27	449.000	122.000

Castellaro - sez. 7 - cerchio critico di scorrimento



CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
a	detrito argilloso	2100,0	0,00	27,00	0,50
b	dolomie	2300,0	2,00	40,00	0,20

# VERIFICA STABILITÀ DEI PENDII- Sez. 10 – RAL 2 Isoverde

## DATI GENERALI

Massima larghezza concio di calcolo: 5.000

Prodotto dei coefficienti sismici : 0.150

## COORDINATE DEI PROFILI

Profilo	Nodo	X	Y
Pendio	1	0.000	14.000
Pendio	2	37.900	13.000
Pendio	3	62.200	18.000
Pendio	4	97.400	18.000
Pendio	5	107.200	23.500
Pendio	6	115.400	23.500
Pendio	7	167.000	43.500
Pendio	8	198.000	50.500
Pendio	9	201.700	50.500
Pendio	10	208.400	51.000
Pendio	11	224.800	55.000
Pendio	12	234.100	55.000
Pendio	13	282.900	82.000
Pendio	14	362.200	88.000
Pendio	15	379.500	94.000
Pendio	16	390.500	93.000
Pendio	17	402.100	103.000
Pendio	18	410.260	103.000
Pendio	19	432.000	123.000
Pendio	20	430.000	123.000
2	1	0.000	14.000
2	2	13.700	13.000
2	3	40.400	14.000
2	4	59.700	18.000
2	5	144.400	18.000
2	6	148.400	13.000
2	7	158.500	13.000
2	8	197.500	3.000
2	9	218.100	3.000
2	10	226.900	0.000
2	11	240.800	3.000
2	12	268.200	3.000
2	13	275.800	18.000
2	14	293.300	18.000
2	15	299.200	33.000
2	16	310.000	33.000
2	17	315.400	43.000
2	18	322.200	43.000
2	19	342.800	63.000
2	20	349.700	63.000
2	21	371.100	83.000
2	22	380.600	83.000

2	23	402.300	103.000
2	24	410.460	103.000
2	25	432.200	123.000
2	26	432.200	123.000

---

#### CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

---

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	detrito argilloso	2100.0	0.00	27.00	0.50
2	dolomie	2300.0	2.00	40.00	0.20

---

#### GEOMETRIA DEI CERCHI DI SCORRIMENTO

---

num	X centro	Y centro	Raggio
1	180.45	76.70	48.17
2	170.72	120.76	101.99
3	203.32	83.86	37.52
4	152.04	107.24	90.21
5	277.73	131.44	78.79
6	212.18	71.48	51.42
7	274.52	111.34	67.06
8	173.18	115.29	90.54
9	195.03	100.24	69.02

---

VERIFICA STABILITA' DEI PENDII

RISULTATI

RIEPILOGO CERCHI

num	X centro	Y centro	Raggio	F
1	180.45	76.70	48.17	1.503
2	170.72	120.76	101.99	1.306
3	203.32	83.86	37.52	1.599
4	152.04	107.24	90.21	1.307
5	277.73	131.44	78.79	1.356
6	212.18	71.48	51.42	1.525
7	274.52	111.34	67.06	1.304
8	173.18	115.29	90.54	1.377
9	195.03	100.24	69.02	1.457

CERCHIO CRITICO N° 7

Largezza del concio..... =4.777

Coefficiente di sicurezza F =1.304

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cmq	CU*L kg/ml	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	-32.31	5.652	0.00	0.0	27.0	30506.8	4576.0
2	-27.59	5.390	0.00	0.0	27.0	87183.4	13077.5
3	-23.07	5.192	0.00	0.0	27.0	138705.7	20805.9
4	-18.70	5.043	0.00	0.0	27.0	185624.1	27843.6
5	-14.44	4.933	0.00	0.0	27.0	228325.9	34248.9
6	-10.25	4.855	0.00	0.0	27.0	267083.3	40062.5
7	-6.13	4.805	0.00	0.0	27.0	302082.0	45312.3
8	-2.03	4.780	0.00	0.0	27.0	333437.3	50015.6
9	2.05	4.780	0.00	0.0	27.0	361204.9	54180.7
10	6.15	4.805	0.00	0.0	27.0	385384.6	57807.7
11	10.28	4.855	0.00	0.0	27.0	387972.8	58195.9
12	14.46	4.933	0.00	0.0	27.0	380770.5	57115.6
13	18.72	5.044	0.00	0.0	27.0	369622.7	55443.4
14	23.10	5.193	0.00	0.0	27.0	354256.5	53138.5
15	27.62	5.391	0.00	0.0	27.0	334283.8	50142.6
16	32.34	5.654	0.00	0.0	27.0	309153.4	46373.0
17	37.32	6.007	0.00	0.0	27.0	278067.6	41710.1
18	42.67	6.497	0.00	0.0	27.0	239826.3	35973.9
19	48.53	7.213	0.00	0.0	27.0	192503.6	28875.5
20	55.19	8.367	0.00	0.0	27.0	132666.7	19900.0
21	63.31	10.636	0.00	0.0	27.0	52945.2	7941.8

Σ 0.0

Concio n°	N kg/ml	Nsism kg/ml	N+Ns kg/ml	Nt*tg(ø) kg/ml	T kg/ml	Tsism kg/ml	T+Ts kg/ml
-----------	---------	-------------	------------	----------------	---------	-------------	------------

1	25782.4	2446.1	28228.5	14383.1	-16307.4	3867.4	-12440.1
---	---------	--------	---------	---------	----------	--------	----------

2 77265.9 6057.7 83323.6 42455.5 -40384.6 11589.9-28794.7  
 3 127610.4 8153.8 135764.2 69175.3 -54358.5 19141.6-35216.9  
 4 175826.2 8926.5 184752.7 94136.2 -59510.2 26373.9-33136.2  
 5 221116.7 8538.3 229655.0 117015.1 -56922.0 33167.5-23754.5  
 6 262817.5 7131.7 269949.2 137546.0 -47544.3 39422.6 -8121.7  
 7 300356.5 4836.2 305192.7 155503.4 -32241.1 45053.5 12812.4  
 8 333227.7 1773.0 335000.7 170691.4 -11819.7 49984.2 38164.5  
 9 360972.9 -1941.5 359031.4 182935.6 12943.3 54145.9 67089.3  
 10 383167.3 -6192.1 376975.3 192078.5 41280.5 57475.1 98755.6  
 11 381749.0-10382.1 371366.9 189220.9 69214.2 57262.4126476.6  
 12 368710.3-14261.0 354449.3 180600.9 95073.3 55306.5150379.8  
 13 350064.4-17796.3 332268.1 169299.1 118641.7 52509.7171151.4  
 14 325860.8-20845.4 305015.5 155413.2 138969.0 48879.1187848.1  
 15 296190.4-23246.1 272944.3 139072.1 154973.9 44428.6199402.5  
 16 261201.3-24806.6 236394.7 120449.1 165377.5 39180.2204557.7  
 17 221128.3-25289.1 195839.2 99785.1 168593.8 33169.2201763.0  
 18 176347.3-24380.5 151966.8 77430.9 162537.0 26452.1188989.1  
 19 127492.2-21635.1 105857.1 53936.9 144233.8 19123.8163357.6  
 20 75742.5-16338.0 59404.6 30268.1 108919.8 11361.4120281.2  
 21 23780.7 -7095.6 16685.1 8501.5 47304.1 3567.1 50871.2

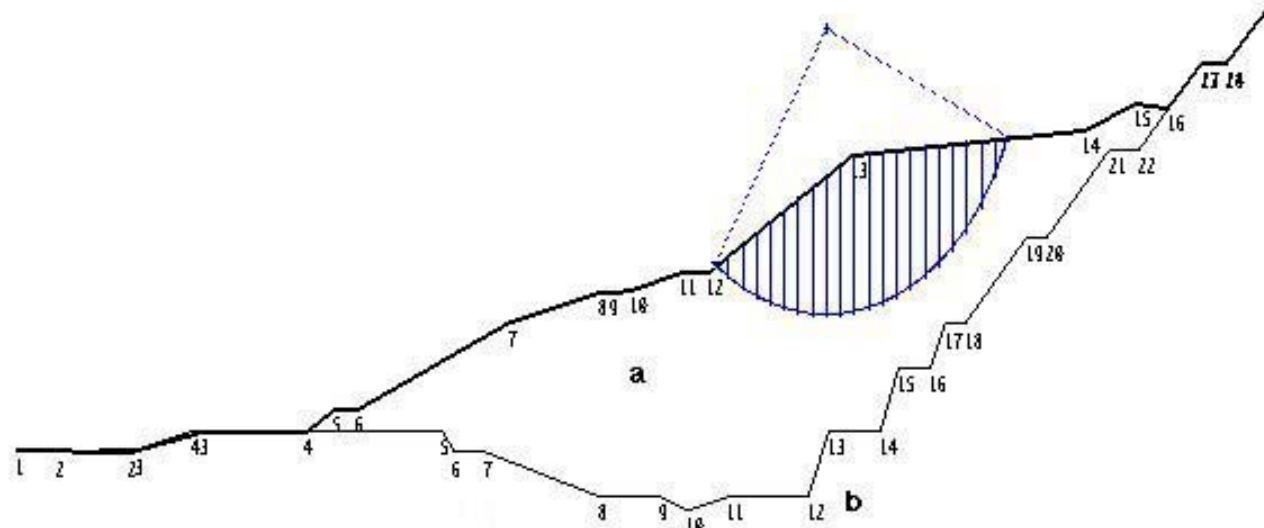
---

$\Sigma$  2399898.0 1840435.8

Castellaro -sez. 10- cerchio critico di scorrimento

COORDINATE DEI PROFILI

Profilo	Nodo	X	Y
Pendio	1	0.000	14.000
Pendio	2	37.900	13.000
Pendio	3	62.200	18.000
Pendio	4	97.400	18.000
Pendio	5	107.200	23.500
Pendio	6	115.400	23.500
Pendio	7	167.000	43.500
Pendio	8	198.000	50.500
Pendio	9	201.700	50.500
Pendio	10	208.400	51.000
Pendio	11	224.800	55.000
Pendio	12	234.100	55.000
Pendio	13	282.900	82.000
Pendio	14	362.200	88.000
Pendio	15	379.500	94.000
Pendio	16	390.500	93.000
Pendio	17	402.100	103.000
Pendio	18	410.260	103.000
Pendio	19	432.000	123.000
Pendio	20	430.000	123.000
2	1	0.000	14.000
2	2	13.700	13.000
2	3	40.400	14.000
2	4	59.700	18.000
2	5	144.400	18.000
2	6	148.400	13.000
2	7	158.500	13.000
2	8	197.500	3.000
2	9	218.100	3.000
2	10	226.900	0.000
2	11	240.800	3.000
2	12	268.200	3.000
2	13	275.800	18.000
2	14	293.300	18.000
2	15	299.200	33.000
2	16	310.000	33.000
2	17	315.400	43.000
2	18	322.200	43.000
2	19	342.800	63.000
2	20	349.700	63.000
2	21	371.100	83.000
2	22	380.600	83.000
2	23	402.300	103.000
2	24	410.460	103.000
2	25	432.200	123.000
2	26	432.200	123.000



CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
a	detrito argilloso	2100.0	0.00	27.00	0.50
b	dolomie	2300.0	2.00	40.00	0.20