

REGIONE PIEMONTE

COMUNE DI DIANO D'ALBA

PROVINCIA DI CUNEO

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA ED
ALLARGAMENTO VIABILITA' IN STRADA ROMINO**

PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO

Art. 23 D.Lgs 50/2016

Importo Progetto € 50.000,00

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Allegato n. 10

Diano d'Alba, li 12/04/2019

IL SINDACO

IL TECNICO

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO



COMUNE DI DIANO D'ALBA

REPORT SU INDAGINE GEOGNOSTICA

per lavori di costruzione di nuovo marciapiede in Via Romino nel Capoluogo

PREMESSA

Il presente elaborato relaziona sull'indagine geognostica compiuta nel Comune di **DIANO D'ALBA (CN)**, per i lavori di costruzione di nuovo marciapiede in Via Romino nel Capoluogo.

Di seguito si elencano i capitoli in cui si articola il report:

- 1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO**
- 2. INDAGINE GEOGNOSTICA**
- 3. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEI TERRENI INDAGATI**
- 4. RISPOSTA SISMICA LOCALE**

1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per quanto riguarda la geologia dell'area, il territorio di Diano d'Alba si sviluppa nel settore occidentale del Bacino Terziario Piemontese (BTP) ossia l'insieme dei depositi cenozoici (di età compresa tra l'Eocene superiore ed il Miocene inferiore) affioranti nel settore collinare del Piemonte meridionale. Si tratta di un bacino sedimentario caratterizzato da subsidenza e colmato da depositi che mostrano un'evoluzione dinamica evidenziata da discontinuità stratigrafiche, episodi di trasgressione e regressione marina e differenti facies che testimoniano ambienti diversi di sedimentazione. Detta anticlinale, marcatamente dissimmetrica con più forti inclinazioni sul fianco volto verso Sud, con asse in direzione SW-NE, immergente a NE, scompare presso Asti sotto le alluvioni quaternarie della pianura. Recentemente il BTP è stato suddiviso in due macro-settori: il BTP s.s. a sud (comprendente le Langhe, l'Alto Monferrato, il Roero e la zona Borbera-Grue) e la Collina di Torino e il Monferrato a nord (Laubscher et al., 1992). In particolare, il settore indagato è compreso nel Bacino delle Langhe che si è sviluppato nell'ambito di un'area a forte subsidenza. Questo settore ha iniziato la sua conformazione, a partire dall'Oligocene inferiore, tra due zone di alto strutturale poste rispettivamente a Nord (Alto dell'Alto Monferrato) e a Sud (Alto del Monregalese-Finalese).

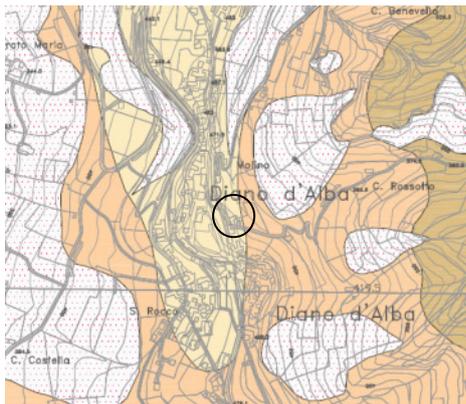
La serie stratigrafica affiorante nella zona in esame è così riassumibile.

Alla base si rinviene la **Formazione di Lequio** (età Langhiano-Serravalliano) in cui dominano le alternanze ritmiche di arenarie e peliti in strati da centimetrici a decimetrici, con rapporto arenaria/pelite intorno all'unità. Le arenarie presentano laminazione parallela ed ondulata, con strati di potenza variabile tra 10 e 50 cm; le marne siltose di colore grigio hanno spessori compresi tra 5 e 40 cm. Verso il tetto della Formazione, gli strati di marna tendono a diventare sempre più frequenti con un notevole aumento dello spessore. Questa Formazione interessa i settori inferiori dei rilievi collinari presenti nel territorio di Diano d'Alba, nelle aree di raccordo tra i fondovalle del T. Cherasca (ad E) e del T. Talloria di Sinio (ad W). La successione prosegue con la **Formazione delle Marne di S. Agata Fossili** (età Tortoniano) costituita nella parte inferiore da marne compatte grigio – azzurre (grigio-biancastro in superficie), passanti a marne sabbioso – arenacee nella parte superiore, in transizione con le soprastanti arenarie di Diano d'Alba: lo spessore complessivo raggiunge circa 200 m. Questa Formazione interessa le quote intermedie dei versanti collinari che dai fondovalle si elevano fino al concentrico del comune di Diano d'Alba ed è la più estesa arealmente.

Al tetto si rinviene la **Formazione delle Arenarie di Diano d'Alba** (età Tortoniano) costituita da alternanze di depositi sabbioso-arenacei e pelitici, con locale presenza di sottili livelli marnosi e lenti di marne. L'arenaria grigio-giallastra si presenta in strati dello spessore

centimetrico (5 – 10 cm) o in noduli tondeggianti / masse sferoidali all'interno dei banchi sabbiosi. Si tratta di sedimenti riferibili ad ambiente di delta conoide, con potenza massima di circa 60 m. Questa Formazione affiora nelle zone maggiormente sopraelevate di Diano d'Alba e dalla località ne prende il nome in quanto sono presenti gli affioramenti "tipo".

Si allega l'estratto della Carta Geolitologica allegata al vigente PRGC, con relativa legenda, da cui risulta evidente come nell'area indagata affiori il substrato compatto corrispondente alla **Formazione delle Marne di S. Agata Fossili in facies di transizione con la soprastante Formazione delle Arenarie di Diano d'Alba.**



-  **ARENARIE DI DIANO D'ALBA.** Sabbia grigio bruna o giallastra, in banchi di 3 m di spessore massimo, talora a base conglomeratica; arenaria grigio giallastra in strati di 5- 10 cm o in noduli tondeggianti all'interno dei banchi sabbiosi; marna, marna argilloso- sabbiosa in giunti o in strati medio sottili (Tortoniano).
-  **MARNE DI S. AGATA FOSSILI.** Marna e marna argilloso- siltosa grigia, talora azzurrognola, grigio biancastra in superficie, plastica e omogenea (Tortoniano).

Nel seguente estratto fotografico, realizzato in un cantiere a poca distanza nel Comune di Diano d'Alba, si distinguono i terreni di substrato compatto costituiti da marne argilloso-siltose con alternanze di subordinati livelli sabbioso-arenacei, riconducibili alle facies di transizione tra la Formazione delle Marne di S. Agata Fossili e la Formazione delle Arenarie di Diano d'Alba.



2. INDAGINE GEOGNOSTICA

Nell'area d'intervento si è proceduto alla realizzazione di un'indagine geognostica atta a conoscere il sottosuolo e caratterizzarlo non solo da un punto di vista puramente geologico, ma anche geotecnico e geomeccanico.

Nel dettaglio è stata realizzata una prova in situ consistente nell'esecuzione di:

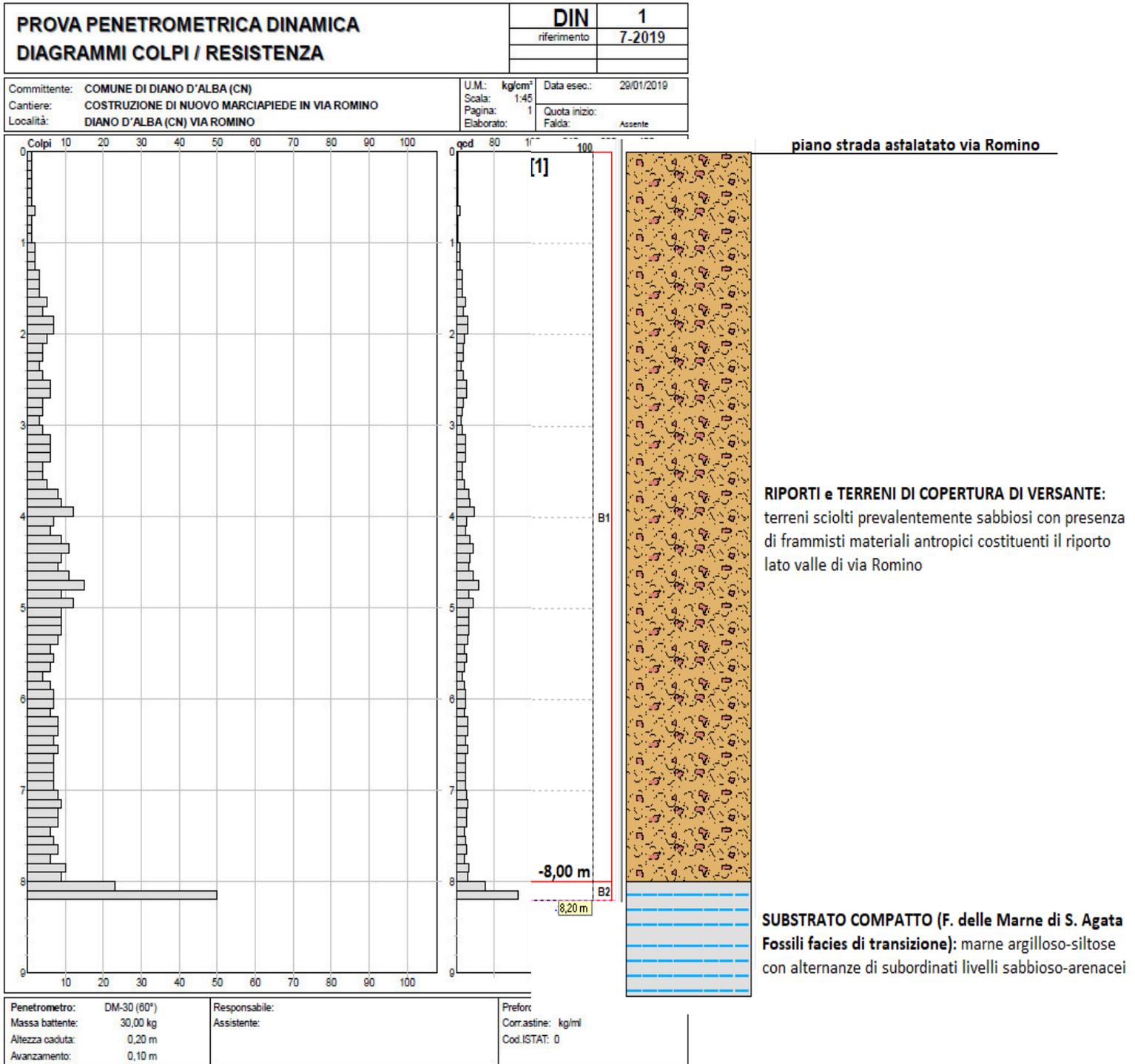
-n°1 prova penetrometrica dinamica a mezzo di penetrometro medio DM30 a cingoli gommati, con motore 4 tempi benzina 6 HP realizzato dalla Ditta Geo Deep Drill S.r.l. di Bondeno (FE).

In tale prova si procede con l'infissione progressiva di aste graduate in acciaio ($\varnothing 22$ mm – L=1,00 m), attraverso la caduta da un'altezza di 20 cm di una massa battente di peso 30 kg. Sul terminale inferiore della prima asta si inserisce una punta ($\varnothing 36$ mm – angolo 60°) o a recupero o a perdere, in base ai terreni attraversati; mentre sul terminale di battuta (parte superiore della prima asta) si avvita un nottolino di protezione su cui colpirà la massa battente. Continuando con l'infissione progressiva di aste si contano i colpi N10 necessari per produrre un avanzamento pari a 10 cm. Tanto più numerosi sono i colpi richiesti per l'affondamento, tanto maggiore è la resistenza del terreno attraversato. L'estrazione delle aste avviene con estrattore idraulico.

Di seguito si allega la planimetria dell'area, con indicata l'ubicazione della prova DM realizzata in data 29/01/2019, a partire dalla quota di piano strada asfaltata su via Romino.



Nel seguente diagramma si evidenzia sia la variazione del numero colpi N_{10} con l'aumento della profondità d'indagine (in metri), sia l'andamento della resistenza dinamica alla punta q_{cd} (in kg/cm^2) con la profondità d'indagine (in metri). Affianco si riporta la colonna litostratigrafica.



3. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEI TERRENI INDAGATI

La realizzazione della campagna geognostica ha permesso di determinare un assetto geologico ben definito e riassumibile in n°2 differenti unità con caratteristiche geomeccaniche distinte.

Attraverso uno specifico programma "Fondazio 6.X" fornito dalla medesima ditta Geo Deep Drill S.r.l., sono stati elaborati i parametri geotecnici, riassunti nella seguente tabella, per ciascuna unità litostratigrafica identificata.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA											DIN	1		
SUDDIVISIONE GEOTECNICA											riferimento	7-2019		
Committente: COMUNE DI DIANO D'ALBA (CN)											U.M.: kg/cm ²	Data eseg.: 29/01/2019		
Cantiere: COSTRUZIONE DI NUOVO MARCIAPIEDE IN VIA ROMINO											Pagina: 1			
Località: DIANO D'ALBA (CN) VIA ROMINO											Elaborato:	Falda: Assente		
PARAMETRI GENERALI														
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β	Nspt colpi	rp _d kg/cm ²	qc kg/cm ²	V _s m/sec	G kg/cm ²	Q kg/cm ²	natura	descrizione		
1	0,00 : 8,00	Media	6	0,77	5	18,1	18,4	165	43	0,90	Granulare	RIPORTI		
2	8,00 : 8,20	Media	37	0,77	28	94,3	66,0	196	182	4,71	Coesiva	SUBSTRATO COMPATTO		
NATURA COESIVA						NATURA GRANULARE								
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm ²	Y _{sat} t/m ³	W %	e	Mo kg/cm ²	Dr %	ϕ	E' kg/cm ²	Y _{sat} t/m ³	Y _d t/m ³	Mo kg/cm ²	Liq.
1	0,00 : 8,00	5	---	---	---	---	---	18	23	40	1,88	1,41	55	---
2	8,00 : 8,20	28	1,75	2,10	20,20	0,55	168	---	28	---	---	---	---	---

Pertanto le n°2 Unità litotecniche possono essere così descritte:

- Unità 1: Riporti e terreni di copertura di versante (da quota asfalto a -8,00 m): terreni sciolti, con prevalenza di matrice sabbiosa, in cui sono presenti materiali antropici frammisti, riportati in passato per rinforzare il lato di valle della banchina stradale di via Romino.

Le caratteristiche geotecniche possono essere così riassunte.

<i>N_{SPT}</i>	5 colpi
<i>N₁₀</i>	6 colpi
<i>rp_d</i> <i>resistenza dinamica alla punta</i>	18,1 kg/cm ²
<i>Y'</i> <i>peso di volume secco</i>	1,83 t/m ³
<i>Y_{SAT}</i> <i>peso di volume saturo</i>	1,88 t/m ³
<i>ϕ'</i> <i>angolo d'attrito efficace</i>	23°
<i>V_{s,eq}</i> <i>velocità onde di taglio</i>	165 m/s
<i>Dr</i> <i>densità relativa</i>	18 %
<i>E'</i> <i>modulo di deformazione drenato (Schmertmann)</i>	40 kg/cm ²
<i>Mo</i> <i>modulo edometrico granulare (Malcev & Menzebach)</i>	55 kg/cm ²

-Unità 2: Substrato compatto – Formazione delle Marne di S. Agata Fossili facies di transizione con la Formazione delle Arenarie di Diano d'Alba (a partire da -8,00 m da piano asfalto): marne argilloso-siltose con alternanze di subordinati livelli sabbioso-

arenacei. Tali litotipi presentano valori di IP compresi tra 8%-20%, valori LP tra 22% e 30% e valori di LL pari a 30%-47% che ci permette di classificarle come argille inorganiche di media plasticità con sigla CL secondo USCS (a volte anche ML); secondo CNR-UNI 10006 tali litotipi rientrano nei gruppi A6 e A7-6. Il valore dell'indice di consistenza è mediamente pari a 1.5; tali valori sono caratteristici di materiali limoso-argillosi, poco plastici, molto sovraconsolidati, con consistenza da semi-solida a solida ($IC < 0.75$). Secondo Wagner tali terreni presentano: permeabilità nulla, compressibilità media e caratteristiche meccaniche buone se utilizzati come terreni di fondazione essendo dotati di una discreta capacità portante.

N_{SPT}	28 colpi
N_{10}	37 colpi
rpd resistenza dinamica alla punta	94,3 kg/cm ²
γ peso di volume secco	205 t/m ³
γ_{SAT} peso di volume saturo	2,10 t/m ³
c_u coesione non drenata	1,7 kg/cm ²
c' coesione efficace	0,3 kg/cm ²
ϕ' angolo d'attrito efficace	28°
$V_{s,eq}$ Velocità onde di taglio	196 m/s
G modulo di taglio	182 kg/cm ²
M_o modulo edometrico coesivo (Stroud & Butler)	168 kg/cm ²

4. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Zona sismica

Diano d'Alba (CN): **ZONA 4**

Categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, come riportato nel D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", punto 3.2.2 "Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche", si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (Tabella 3.2.II):

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

I terreni indagati, in base alle caratteristiche geotecniche e litostratigrafiche derivanti dall'indagine eseguita (prova penetrometrica realizzata in sito), rientrano all'interno della categoria C. Infatti le nuove strutture di fondazione del marciapiede in progetto saranno immorsate con pali di fondazione nei terreni di substrato compatto marnoso argilloso, riconducibili all' "Unità 2", caratterizzati da valori medi di $V_{s,eq}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (in media 196 m/s da relazioni empiriche di letteratura).

Categoria Topografica

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

L'area d'intervento, secondo quanto verificato dai rilevamenti eseguiti in sito, ricade in una zona collinare con pendenze medie superiori a 15° : pertanto, tale area risulta essere compresa nella categoria topografica T2.

Mediante software si ottengono i seguenti valori di calcolo da inserire nel calcolo geotecnico:

Sito in esame:	Diano d'Alba (CN), via Romino	
latitudine:	44,652093	
longitudine:	8,029586	
Classe:	2	
Vita nominale:	50	
Categoria sottosuolo:	C	
Categoria topografica:	T2	
Periodo di riferimento:	50anni	
Coefficiente cu:	1	

Operatività (SLO):		
Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,020	g
Fo:	2,602	
Tc*:	0,160	[s]

Danno (SLD):		
Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,025	g
Fo:	2,579	
Tc*:	0,188	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):		
Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]

ag: 0,049 g
Fo: 2,669
Tc*: 0,296 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,058 g
Fo: 2,785
Tc*: 0,310 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:		SLD:		SLV:		SLC:	
Ss:	1,500	Ss:	1,500	Ss:	1,500	Ss:	1,500
Cc:	1,920	Cc:	1,820	Cc:	1,570	Cc:	1,550
St:	1,200	St:	1,200	St:	1,200	St:	1,200
Kh:	0,007	Kh:	0,009	Kh:	0,018	Kh:	0,021
Kv:	0,004	Kv:	0,004	Kv:	0,009	Kv:	0,010
Amax:	0,345	Amax:	0,434	Amax:	0,870	Amax:	1,027
Beta:	0,200	Beta:	0,200	Beta:	0,200	Beta:	0,200

Il Geologo incaricato