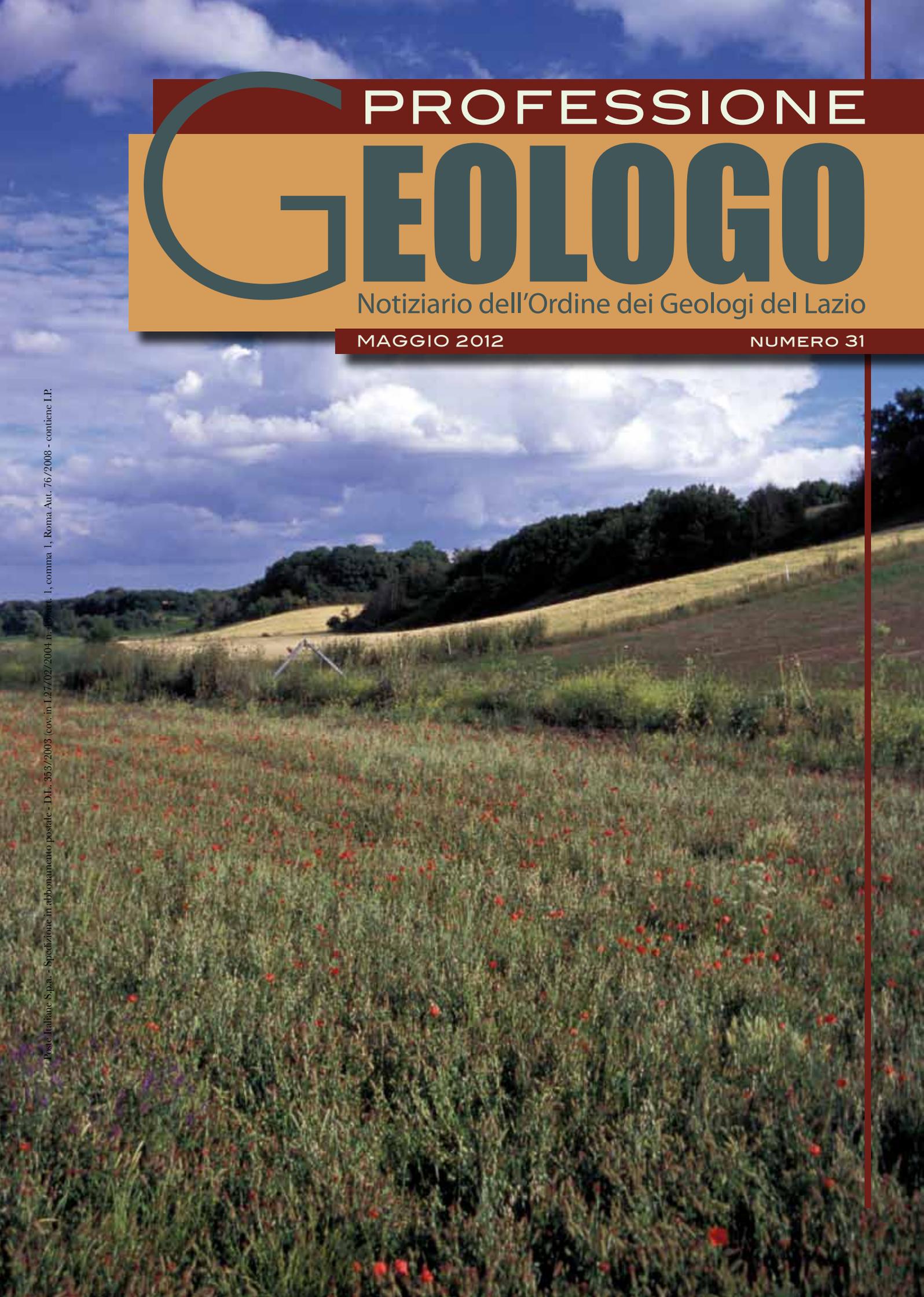


PROFESSIONE GEOLOGO

Notiziario dell'Ordine dei Geologi del Lazio

MAGGIO 2012

NUMERO 31



IL CERTIFICATO DI LABORATORIO GEOTECNICO. LA DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

STEFANO CIANCI

Geoplanning Servizi per il Territorio Srl
stefano.cianci@geoplanning.it

MASSIMO PARENTE

Setec Ingegneria Srl
info@setecingegneria.it

Le nuove norme tecniche hanno evidenziato come sia necessaria, all'interno dei diversi approcci di calcolo previsti, una parametrizzazione geotecnica che tenga conto di analisi statistiche dei dati. Nella maggior parte dei casi però il modello geotecnico del terreno è ricavato con pochissimi parametri, a volte ottenuti solamente tramite indagini indirette ed ultimamente anche sulla base della sola caratterizzazione sismica. Pertanto abbiamo ritenuto opportuno proporre una serie di articoli sui dati alla base della progettazione geotecnica. La qualità di questi dati è di fondamentale importanza, come anche la loro interpretazione, che in base alle NTC 2008 è affidata ora al solo professionista.

Senza entrare nel merito della programmazione delle indagini geotecniche, in sito e in laboratorio, l'obiettivo di questa serie di articoli è il riconoscimento di un "buon" certificato di laboratorio geotecnico, una sorta di guida alla lettura ed alla comprensione di tutti i dati del certificato, nonché alla verifica della congruità delle informazioni in esso contenute. In assenza di un vero standard

di presentazione, si assiste a notevoli differenze tra certificati emessi da differenti laboratori. Questo, molto spesso determina la mancanza di interazione o di "reazione" nel momento in cui il certificato non è soddisfacente o presenta un'informazione carente. La lettura attenta del certificato geotecnico, ma anche una richiesta dettagliata al laboratorio, permetterà infatti di operare una selezione, alla ricerca di un "buon" certificato che sta alla base dei calcoli geotecnici.

La disamina accorta dei certificati ci fornisce numerose informazioni supplementari che possono portare a definire la parametrizzazione geotecnica in modo più attento e preciso, così da collocare l'analisi statistica di tali parametri in un ambito meno restrittivo o, al contrario, diminuendo i valori ricavati dalle prove, ma sempre in modo critico e giustificato.

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Il primo "impatto" con i certificati è rappresentato dalla semplice descrizione del campione, posta spesso in prima pagina e proprio per questo spesso sottovalutata o nel peggiore dei casi ignorata. Vedremo di seguito quali informazioni dovrebbero essere presenti, quali ricercare, quali richiedere esplicitamente ai laboratori di prova e quali considerazioni fare utilizzandole in modo critico.

Per una buona comprensione di un certificato geotecnico è necessario che questo sia dotato di intelligibilità, caratteristica purtroppo non sempre presente; grafici piccoli, caratteri minuti, mancanza di ordine, di simmetria e di note, rendono spesso molto difficoltosa la lettura di un certificato, in cui anche informazioni apparentemente scontate possono invece fornire chiavi di lettura tali da permettere la risoluzione di problemi geotecnici complessi.

Ciò che rende utilizzabile un dato geotecnico di laboratorio è innanzitutto

la valutazione del **grado di disturbo del campione**. Non è questa la sede per descrivere, analizzare e discutere le tecniche legate al campionamento del terreno, eseguite o in fase di sondaggio o in altre condizioni di prelievo. Basterà ricordare che le indicazioni dell'A.G.I. del 1977 relative alle prove in sito, indicano come strumento di base per ottenere un campione indisturbato l'utilizzo di fustelle a pareti sottili di ampio diametro: infatti relazionando le caratteristiche dei tubi campionatori normalmente utilizzati con i vari coefficienti (di parete, di ingresso, di attrito esterno e l'angolo di scarpa) prescritti per l'ottenimento di campioni indisturbati, si ottiene che le normali fustelle di lunghezza di 700 mm e diametro interno di 89 mm infissi a pressione con la sola spinta del macchinario di perforazione, sono in grado di ottenere campioni di classe Q5 solo in casi limitati, mentre normalmente sono ottenibili campioni al massimo di classe Q4.

Queste informazioni non sono però sufficienti: l'andamento della perforazione, le pressioni di spinta e le condizioni al contorno della perforazione sono indicazioni non rilevabili da certificati di laboratorio geotecnico. Inoltre, ciò che determina le condizioni di prelievo è il terreno e non solamente l'attrezzatura disponibile o la preparazione tecnica e la sensibilità dell'operatore che esegue la manovra di prelievo.

E' altrettanto importante conoscere le **dimensioni del campione** prelevato: anche la migliore manovra di prelievo eseguita con la strumentazione tecnica più adatta può portare ad ottenere campioni corti. I presidi utilizzati per la **conservazione dei campioni** (la paraffina, che ha un punto di fusione molto basso), i tempi e le modalità di conservazione e di trasporto verso il laboratorio, sono elementi che possono influire grandemente sul grado di disturbo del materiale campionato. La buona parte



Campione con torba

di tali informazioni sono difficilmente rilevabili nei certificati geotecnici, spesso perché vengono considerati come criteri di giudizio negativi nei confronti delle ditte specializzate. Nella maggior parte dei casi invece tali informazioni definiscono non solo la grande professionalità delle società di perforazione, ma anche attenzione e passione per il proprio lavoro.

Se le modalità di prelievo, sigillatura e trasporto del campione sono informazioni che solamente chi ha prelevato il campione può dare, e che anche quando esistenti difficilmente sono leggibili su un certificato geotecnico in quanto non dipendenti dal laboratorio, le modalità di conservazione del terreno prima e durante i test geotecnici, le dimensioni del contenitore e della carota, sono informazioni che dovrebbero sempre comparire sui certificati. In particolare, il mantenimento in condizioni di umidità e temperatura controllate del terreno in laboratorio sono condizioni quasi mai segnalate, così come le tempistiche di arrivo riferite a quelle di inizio delle lavorazioni; il tempo intercorso tra l'arrivo in laboratorio, l'estrusione del campione e le modalità di conservazione dello stesso, sono informazioni non secondarie per valutare sia il disturbo ulteriore eventuale dato al terreno campionato, sia la professionalità del laboratorio.

Tali informazioni quasi mai sono presentate sui certificati, ma dovrebbero essere richieste dal professionista al laboratorio nel momento in cui i campioni sono consegnati presso la struttura di prova, specificando di indicare: data di arrivo, dimensione del contenitore e della carota, data di estrusione e modalità di conservazione.

Alcune delle indicazioni di cui abbiamo finora discusso non sono, come detto, riportabili su certificati geotecnici. Altra cosa sono invece **le misure speditive di resistenza**, eseguite con penetrometro (pocket penetrometer) e con scissometro (vane) tascabili. Segnaliamo subito come tali strumenti non abbiano mai un certificato di taratura, per cui il loro utilizzo restituisce solamente misure indicative. E' buona norma eseguire misurazioni con tali strumenti solo su materiali a comportamento coesivo; in tal caso è possibile correlarle tra loro ed inserirle in

un sistema di classificazione. Tale sistema descrive la consistenza dei materiali coesivi in funzione della resistenza all'infissione del pocket penetrometer (strumento costruito in modo tale da fornire valori di resistenza confrontabili con quelli ottenibili dalla prova di compressione semplice), oppure in base alla torsione dello scissometro (legata invece alla resistenza non drenata C_u del campione). Esistono diversi sistemi di classificazione di questo tipo e sarebbe sempre opportuno riferirsi ad un unico schema classificativo (questa opzione può essere richiesta al laboratorio).

Il sistema più semplice è quello basato sulle indicazioni di Terzaghi (Tabella 1), modificato rispetto agli aggettivi corrispondenti alle classi di terreno.

I pocket penetrometer test ed i vane test eseguiti sulla carota, andranno poi posizionati nello schema della stessa, riferendosi ad una scala graduata del campione.

La similitudine dei valori ottenuti col pocket penetrometer e, subordinatamente, col vane, danno informazioni sull'eventuale omogeneità del campione. Quando eseguiti su una sezione della carota estratta, possono dare indicazioni sul disturbo subito dal materiale.

Non essendoci relazione alcuna tra resistenza al pocket penetrometer e valori di N_{SPR} , non è possibile definire per i terreni a comportamento granulare un valore neanche vagamente indicativo dell'addensamento: infatti, quest'ultimo parametro si basa sul valore della densità relativa (D_r), determinabile o tramite prova S.P.T. in sito, o tramite esecuzione di una prova specifica in laboratorio con tavola vibrante.

Altra informazione che deve essere presente nel certificato geotecnico, è la tipologia di analisi eseguite e la loro **localizzazione lungo la verticale** della carota: ciò, rapportato ad esempio con i valori delle prove di resistenza speditive (pocket penetrometer test e vane test), può portare a considerazioni importantissime circa l'esito di alcune delle prove eseguite. Ma quali sono le informazioni che dovrebbero subito spiccare nella descrizione propria del terreno?

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA

Innanzitutto la composizione granulometrica, specificando quali sono le principali frazioni granulometriche costituenti il terreno e quali le secondarie, anche graficamente. Per questo sono normalmente utilizzate ancora le indicazioni A.G.I., nelle quali si fa esplicito riferimento a suffissi, preposizioni ed avverbi da usare a seconda delle percentuali complessive delle varie frazioni granulometriche costituenti il terreno: tale metodo è estremamente pratico anche dal punto di vista quantitativo. Su un certificato di laboratorio quindi, il terreno deve essere descritto granulometricamente secondo tale modalità, soprattutto se l'analisi granulometrica è tra le prove che sono state richieste ed eseguite: le due descrizioni ("visiva" del campione e del materiale analizzato tramite granulometria) dovrebbero quantomeno essere molto simili, se non coincidere.

Colore

Alla composizione granulometrica vanno associate indicazioni sul colore del materiale, cominciando dal colore principale, evidenziando la sua variabilità (colore secondario) e le sue varie tonalità (marrone-rossastro scuro), descrivendo poi la colorazione eventuale di intercalazioni, bande, screziature, ecc.

Poiché la percezione del colore è spesso soggettiva, uno stesso terreno esaminato nelle medesime condizioni di luce potrà risultare di colore differente a due diversi osservatori. Per tale motivo sarebbe sempre necessario riportare nella descrizione la valutazione del colore secondo i codici della "Munsell book of color": questo è un sistema di valutazione del colore costituito da tabelle multiple di confronto per sovrapposizione con il colore originale, inventato nel primo decennio del secolo scorso da Albert Munsell e studiato in particolare per la classificazione del colore di intonaci, del suolo, di oggetti archeologici e quant'altro.

Dal colore si possono ottenere informazioni ulteriori circa l'ambiente di sedimentazione.

CONSISTENZA E ADDENSAMENTO

Come accennato, nel caso di terreni

Pocket (Kg/cm ²)	Consistenza
< 0.25	Molto molle
0.25 – 0.50	Molle
0.50 – 1.00	Plastico
1.00 – 2.00	Consistente
2.00 – 4.00	Molto consistente
> 4.00	Duro

Tabella 1: classificazione del terreno sulla base delle resistenze misurate con pocket penetrometer.

Indice Plastico	Caratteristiche di plasticità del terreno
0 < IP ≤ 5	Non plastico
5 < IP ≤ 15	Poco plastico
15 < IP ≤ 40	Plastico
IP > 40	Molto plastico

Tabella 2: classificazione del terreno sulla base dei valori assunti dall'indice plastico.

Attività	Caratteristiche di attività del terreno
A < 0,75	Inattivo
0,75 ≤ A ≤ 1,25	Normalmente Attivo
A > 1,25	Attivo

Tabella 3: classificazione del terreno sulla base dell'attività.

coesivi è importantissimo che sia indicata la classificazione della consistenza sulla base dei valori del pocket penetrometer indicati in Tabella 1: nel caso venga indicato l'addensamento, questa informazione dovrà essere giustificata sulla base di una prova specifica. La presenza sui certificati quindi, di misure speditive di resistenza tramite pocket penetrometer e scissometro, è legata innanzitutto al tipo di comportamento del terreno: a seconda di come e dove sono state eseguite tali misure, è possibile ricavare ulteriori informazioni sull'omogeneità e sul disturbo del

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE		
	Disturbo del campione	Da indicazione della società di perforazione: valutazione del professionista sulla base dei dati indicati
	Dimensioni del campione prelevato	Utile per valutazioni sul numero di prove eseguite e quindi la qualità del certificato
	Conservazione del campione	Date di arrivo e di estrusione, modalità di conservazione, dimensioni del contenitore e della carota
	Misure speditive di resistenza	Misure indicative, pocket penetrometer e vane test
	Schema geometrico e tipologia delle prove eseguite sulla carota	Tipologia di analisi eseguite e la loro localizzazione lungo la verticale della carota
	Composizione granulometrica	Frazioni granulometriche principali e secondarie costituenti il terreno
	Colore	Colore principale e sua variabilità (colore secondario), con eventuali varie tonalità
	Consistenza e addensamento	Classificazione della consistenza in base a pocket penetrometer, per l'addensamento solo su prova specifica
	Struttura	Descrizione macroscopica: influenza i parametri ottenuti dalle prove
	Plasticità	Indicazione sulla composizione mineralogica e diretta influenza sulla resistenza meccanica del materiale
	Sostanze organiche	Descrizione macroscopica: ulteriori dettagli relativi a particolarità del materiale

Tabella 4

materiale. Un altro suggerimento del tutto qualitativo fornito dal pocket, riguarda lo stato di normalconsolidazione o sovraconsolidazione del materiale: valori molto elevati in un materiale argilloso prelevato a bassissima profondità, potrebbero indicare sovraconsolidazione (di tipo meccanico o per essiccamento).

STRUTTURA

Importantissima informazione viene data dalla descrizione della struttura del materiale: il termine "struttura" è abbastanza inadeguato per una terra, utilizzato sostanzialmente per le rocce (igneo e metamorfiche in particolare)

insieme al termine "tessitura".

Tale descrizione è solamente macroscopica: un materiale che appare omogeneo, sottoposto a prove potrà dare differenti risultanze rispetto ad un terreno che appare caotico, o che presenti lenti o livelli a differente granulometria.

La struttura deve dare una idea il più possibile chiara di "come è fatto" il terreno in esame.

PLASTICITÀ

Indicazioni quantitative sulla composizione chimica del materiale si possono ottenere solamente con analisi specifiche che esulano dalle prove della geotecnica classica

(diffattometrie, ecc.), ma indicazioni qualitative possono essere evidenziate dalle risultanze delle caratteristiche di consistenza, ottenibili tramite l'esecuzione dei "Limiti di Atterberg", segnatamente al limite liquido ed al limite plastico.

In particolare, la differenza tra questi due contenuti d'acqua, o **indice plastico**, rapportata alla percentuale di argilla (ovvero del materiale avente diametro minore di 2 micron) definisce l'**attività colloidale** di un materiale, cioè la capacità di quest'ultimo di adsorbire l'acqua. In considerazione del fatto che le determinazioni dei limiti vengono eseguite su materiale rimaneggiato, la facoltà che possiede un materiale di adsorbire l'acqua è legata solamente alle proprietà dei suoi

costituenti chimici, ovvero dei minerali che lo compongono. Elevatissimi valori di indice plastico correlati a percentuali di argilla relativamente basse, confrontati con colori grigi, ci portano a considerare un contributo mineralogico tipico delle montmorilloniti sodiche e quindi ambienti di deposizione riducenti, ovvero bacini di sedimentazione profondi.

Relazioni differenti legano inoltre l'indice plastico a diversi parametri del terreno: lo troviamo ad esempio legato alla resistenza a compressione, ma anche al coefficiente di permeabilità, eccetera.

Ritrovare quindi nella descrizione una valutazione sia dell'indice plastico (Tabella 2) sia dell'attività (Tabella 3) è estremamente utile.



Valutazione del colore con tavole Munsell durante la descrizione del materiale.

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	non dichiarata	Forma del campione:	cilindrica
Tipo di campionatore (dichiarato):	non dichiarato	Diametro della carota ϕ :	85 mm
Contenitore:	fustella metallica	Lunghezza della carota:	500 mm
Diametro esterno ϕ del contenitore:	90 mm	Classe di Qualità (dichiarata):	non dichiarata
Lunghezza del contenitore:	610 mm	Società di perforazione che ha prelevato il campione:	non dichiarata
Data di prelievo del campione:	-	Data di apertura Commessa:	09/03/12
Data di consegna del campione:	09/03/12	Data di apertura del campione:	16/03/12
Verbale di ricezione campioni n°:	-	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	
Data di inizio prova:	16/03/12	Data di fine prova:	18/03/12

SCHEMA DEL CAMPIONE	LUNGH. (cm)	POCKET PENETR. (kPa (M))	VAHE TEST (kPa (M))	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
	10	400	N.L.	W _L	limo sabbioso e argilloso, marrone-olivastro, da molto consistente a duro, a struttura caotica, poco plastico ed inattivo relativamente alle caratteristiche mineralogiche, reattivo ad HCl. Si rinvenivano frammenti di gusci di molluschi (bioclasti).
	20	400	N.L.	W _L	
	30	400	N.L.	W _L , TD1	
	40	400	N.L.	W _L , TD2	
	50	400	N.L.	W _L , TD3	

Note: la fustella era chiusa con nastro adesivo alle estremità, presentava forma normale con le superfici laterali esterna ed interna sufficientemente lisce e prive di protuberanze visivamente apprezzabili. Il filo della scarpia, di forma normale, era poco arrugginito e non affilato. Il campione era isolato con paraffina (5 mm in alto e 1 mm in basso). Sono stati eseguiti pocket penetrometer test trasversalmente alla carota a 25 cm circa dall'alto, che hanno evidenziato valori di resistenza (nell'ordine dall'esterno verso l'interno) di 400, 450 e 450 kPa. Durante l'esecuzione di tutti i pocket penetrometer test, il campione si è fessurato.

Fig. 1 - Descrizione del campione

Se a tali informazioni è sommata anche l'indicazione della presenza o meno di carbonati, si ottiene una ulteriore informazione inerente alla chimica del terreno: in tal senso la **reattività all'acido cloridrico** (HCl) risulta per il laboratorio una prova assai speditiva e semplice da eseguire (con le dovute accortezze nella manipolazione dell'acido).

SOSTANZE ORGANICHE

Una notazione sulla possibile presenza di sostanza organica è opportuna per concludere degnamente questa serie di indicazioni circa la composizione del terreno: la sostanza organica è in effetti una specie di "chimera" geotecnica, in quanto con questo termine si indica una serie di tipologie di sostanze (torba, particelle organiche, fluidi organici, ecc.) che non solo si percepiscono diversamente (per via visiva od olfattiva), ma che interferiscono ad esempio sulla resistenza s.l. in modo assai diverso. E' da sottolineare come colori grigio scuro siano normalmente indicatori della presenza di sostanza organica, ma non è raro che anche terreni con tonalità chiare (beige, avana) possiedano sostanziali percentuali organiche.

Possiamo concludere la descrizione del campione con la segnalazione di eventuali "particolarità" da evidenziare chiaramente nel certificato e cioè: la presenza di fossili, di elementi vegetali, di singoli grossi clasti, di manufatti recenti o meno, di elementi vulcanici (scorie, pomici, ecc.), di minerali

visibili e quant'altro rappresenti una indicazione non ignorabile.

A corredo di tutto, potranno essere inserite delle ulteriori note. Raro (ma auspicabile) è l'utilizzo di una fotografia a colori della carota appena estrusa, che dovrà essere sufficientemente grande e riportare scale graduate di lunghezza e colorimetriche (Kodak).

La Tabella 4 vuole essere sunto e promemoria delle caratteristiche da

ricercare nella descrizione del campione: i colori in essa riportati corrispondono all'esempio di un certificato della descrizione (Figura 1).

In conclusione, le informazioni elencate dovranno essere riportate sul certificato in modo razionale, conciso e completo, con l'aiuto di schemi il più possibile chiari, in modo da poter dare spunti oggettivi per eventuali considerazioni e, non ultime, per le successive interpretazioni delle prove che

sono state eseguite sullo stesso materiale. Tutto questo in buona evidenza.

Lo scopo principale di una buona descrizione del campione è quello di far capire velocemente al lettore il comportamento del materiale. La mancanza di questa "comunicazione" immediata rende carente, nella maggior parte dei casi, la presentazione e la bontà dei contenuti tecnici del certificato geotecnico.

IL TAR ACCOGLIE LE ISTANZE DEI GEOLOGI A TUTELA DELLA LORO PROFESSIONALITÀ.

In chiusura del Notiziario è arrivata la notizia che il TAR Lazio ha accolto il ricorso avverso le circolari ministeriali n.7618 e n.7619 del 2010 per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche e prove in sito, che era partito da un'iniziativa di quest'Ordine, successivamente sposata dalla maggioranza degli Ordini regionali e dal CNG.

Sono state pubblicate due sentenze, la prima delle quali dichiara illegittima l'equiparazione degli architetti e degli ingegneri ai geologi, come soggetti abilitati ad assumere la carica di direttore di laboratorio: "appare quindi, del tutto irragionevole che la circolare abbia totalmente equiparato i differenti percorsi professionali, anche considerando che il direttore tecnico del laboratorio non ha solo compiti gestionali, ma specifiche funzioni di certificazione delle prove effettuate e non sono previsti ulteriori requisiti per gli altri soggetti operanti nel laboratorio". Di conseguenza, il TAR Lazio ha annullato la circolare nella parte in cui prevede, per il direttore del laboratorio, indifferentemente il possesso della laurea in Geologia, Ingegneria o Architettura.

Le contestazioni mosse all'altra circolare, invece, riguardavano principalmente l'indebita estensione del regime autorizzatorio di cui al DPR 380/2011 art.59, a tutte le indagini geognostiche. Il TAR ha osservato che l'art. 59 "attribuisce ampia discrezionalità all'Amministrazione, ma l'ambito nel quale deve esercitarsi tale discrezionalità è quello delle prove geotecniche". Con particolare riferimento all'art. 1 della circolare, il Tar ha dichiarato che: "Il potere normativo secondario attribuito all'amministrazione, dall'art 59 appare, già dalle premesse della circolare, esercitato al di fuori di quanto previsto dalla disciplina legislativa... La estensione, quindi, anche alle indagini geognostiche, dei prelievi di campioni e di prove *in situ* della necessità che siano effettuate da laboratori autorizzati è al di fuori della previsione dell'art 59 del DPR del 2001, dell'art 8 comma 6 del DPR 246 del 1993 e in contrasto con la disciplina delle norme tecniche sulle costruzioni, che limitano il prelievo di campioni e le prove in situ a specifiche analisi. Infatti, nelle norme tecniche sulle costruzioni, alle indagini geotecniche di laboratorio sono stati affiancati, gli esami in sito e i prelievi di campioni solo se effettuati con strumenti tecnici o modalità espressamente indicate... È assolutamente irragionevole, quindi, oltre che in violazione delle disposizioni legislative, che le indagini geognostiche siano di per sé inibite ai geologi liberi professionisti, così come il prelievo di campioni e le prove in situ che possono anche essere operate senza particolari mezzi tecnici". Facendo salvo quanto previsto dalla normativa vigente (DPR 207/10) il giudice ha concluso affermando che: "È evidente, dunque, che **non qualsiasi attività di studio del terreno e roccia da parte del geologo può richiedere l'intervento di un laboratorio autorizzato**", annullando quindi la circolare n.7619 "nella parte in cui si riferisce a tutte le attività connesse con le indagini geognostiche, il prelievo dei campioni e le prove sui terreni in sito". Non sarà più necessario, pertanto, far eseguire le prove in situ da ditte autorizzate.

Roberto Troncarelli e Veronica Navarra.