

## **Modello di classificazione geologico-geotecnica di terreni piroclastici dell'Italia centrale.**

**MANUELA CECCONI\***, **MAURIZIO SCARAPAZZI\*\*** & **GIULIA M.B. VIGGIANI\*\*\***

\* Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università di Perugia - Via G. Duranti, 93 - 06125 Perugia. Email: ceccon@unipg.it.

\*\* Geoplanning s.r.l. - Via Gianò della Bella, 43/45 - 00162 Roma.

\*\*\* Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Roma Tor Vergata - Via Politecnico, 1 - 00133 Roma.

I depositi piroclastici ricoprono grandi aree dell'Italia centrale e meridionale, raggiungendo complessivamente una superficie totale di 8-9.000 km<sup>2</sup>. I terreni piroclastici - da colata e da ricaduta - dell'Italia meridionale sono stati diffusamente studiati nella letteratura scientifica geologica e geotecnica (CROCE *et alii*, 1961; EVANGELISTA & AVERSA, 1994; DEL PRETE *et alii*, 1998). D'altra parte, lo studio dei depositi piroclastici dell'Italia centrale, limitatamente agli aspetti geotecnici, è certamente più recente (CECCONI & VIGGIANI, 2001, CATTONI *et alii*, 2007), ad eccezione di alcuni significativi lavori degli anni '60 (es. LEMBO FAZIO & RIBACCHI, 1961). Nell'Italia centrale i principali edifici vulcanici nell'area della città di Roma sono i Monti Sabatini (30 km NW) ed i Colli Albani (noto anche come Vulcano Laziale), circa 25 km a SE dalla capitale. L'attività del vulcanismo albano risale al Pleistocene medio-superiore ed interessa il sottosuolo romano principalmente con depositi da colata piroclastica; le principali formazioni comprendono pozzolane e tufi.

Recentemente, è stata avviata un'indagine geologica e geotecnica di tre depositi piroclastici da colata, localmente noti come *Pozzolanelle*, *Pozzolana Nera* e *Conglomerato Giallo*, afferenti a cicli susseguenti della fase eruttiva del Tuscolano-Artemisio. Il deposito di pozzolane, dal quale negli ultimi anni (a più riprese a partire dal 1996) sono stati prelevati i campioni da sottoporre alle prove di laboratorio, è situato in via di Fioranello a Roma (zona Appia - Ardeatina, Fig. 1), ove si trovano due ampie cave attive di pozzolane e tufi. Complessivamente il deposito di pozzolane è relativamente omogeneo alla scala dell'ammasso; non esistono, infatti, manifestazioni visibili di organizzazione secondo livelli di stratificazione. I fronti di scavo, molto ripidi, sono stabili per altezze elevate, anche superiori ai 10 m. I depositi sono generalmente sopra falda e quindi non saturi. La complessità intrinseca dei terreni/rocce piroclastiche ne rende però difficile la caratterizzazione geotecnica attraverso gli usuali metodi noti in letteratura. Per questa ragione, è sembrato utile poter sviluppare un modello descrittivo di classificazione geologica e geotecnica (CECCONI *et alii*, in stampa). Il modello è fondato su una scheda tecnica da compilare direttamente in sito,

dall'osservazione di una singola unità eruttiva riscontrata in affioramento, o in tagli artificiali, o anche sulla base dell'osservazione di campioni prelevati in sito.

La scheda tecnica di lavoro, riportata in figura 2, ha pertanto il duplice obiettivo di *i*) individuare le grandezze indici utili alla classificazione di terreni piroclastici; *ii*) fornire uno strumento di lavoro per la definizione qualitativa e semi-quantitativa di alcune delle proprietà geotecniche dei terreni in esame, sulla base di eventuali risultati di prove di laboratorio e in sito.

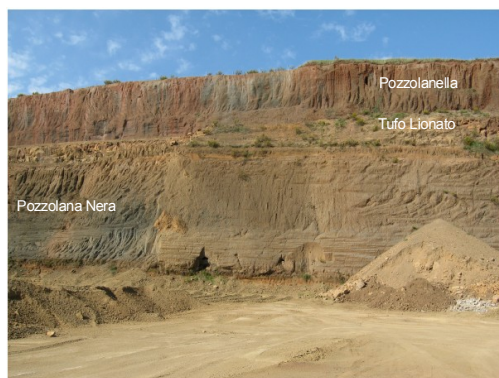


Fig. 1 - La cava di Via di Fioranello, Roma.

Si descrivono, qui di seguito, i “campi” da compilare, evidenziati nella scheda tecnica (redatta in inglese, per generalità). I campi contrassegnati da **1 a 4** forniscono le informazioni di base, come la stazione di misura e l’ubicazione piano-altimetrica dell’affioramento/sondaggio.

**5. Piroclastiti, tipo.** Il termine *piroclastite* si riferisce a terreni/rocce costituite da una percentuale > 75% di frammenti derivanti da attività vulcanica. Il materiale può presentarsi (si commentano alcune tra le classi principali) *litoide* o *saldato*: i clasti sono fortemente o debolmente saldati fra loro e il comportamento meccanico del materiale può variare tra quello di una roccia tenera (Tufo Giallo napoletano, Tufo Lionato romano) e quello tipico di un terreno granulare cementato (Pozzolana Nera romana e, più in generale, piroclastiti da colata); *granulare*: in tal caso i clasti non sono legati fra loro e il comportamento del materiale è quello tipico di un terreno granulare sciolto (piroclastiti da ricaduta).

**6. Colore.** Il colore, che può fornire utili informazioni sulla composizione mineralogica dei singoli frammenti piroclastici e/o dell’intero deposito, può riguardare sia la matrice che i singoli clasti e può essere definito sia per il materiale asciutto, sia per lo stesso in condizioni di completa saturazione. Per la scala cromatica si fa riferimento alla carta di Munsell, in base alla quale il colore è definito da tre indici formanti un codice di riferimento (tinta, contenuto cromatico, chiarezza).

**7. Struttura di deposizione.** La struttura si riferisce all’unità litotecnica in esame e indica le caratteristiche di un deposito nel suo insieme, quali la geometria, la

SITE: ..... OPERATOR: ..... DATE: ..... 1. STATION: ..... 2. LAYER: ..... 3. THICKNESS: ..... 4. ORIENTATION: ..... 5. PYROCLASTIC TYPE <input type="checkbox"/> Lithoid <input type="checkbox"/> Welded <input type="checkbox"/> Granular <input type="checkbox"/> Altered <input type="checkbox"/> Deeply altered 6. COLOUR Matrix: dry / wet / Munsell cod Clasts: dry / wet / Munsell cod 7. SEDIMENTARY STRUCTURE <input type="checkbox"/> Stratified <input type="checkbox"/> Graded <input type="checkbox"/> Laminated <input type="checkbox"/> Massive <input type="checkbox"/> Homogeneous <input type="checkbox"/> Not homogeneous 8. CLAST NATURE <input type="checkbox"/> Juvenile <input type="checkbox"/> Secondary <input type="checkbox"/> Other (accidental sedimentary / xenolites / sedimentary) 9. TEXTURE <input type="checkbox"/> Granular sustained <input type="checkbox"/> Intermediate <input type="checkbox"/> Matrix sustained 10. CLAST ORIENTATION <input type="checkbox"/> Isotropic <input type="checkbox"/> Anisotropic <input type="checkbox"/> Imbricated (Altitude) ..... 11. GRADING Blocks / Bombs (d > 64 mm) <input type="checkbox"/> Lapilli (2-64 mm) <input type="checkbox"/> Coarse ash (0.25-2 mm) <input type="checkbox"/> Medium to Fine ash (< 0.063 mm) <input type="checkbox"/> 12. ANGULARITY <input type="checkbox"/> Very angular <input type="checkbox"/> Angular <input type="checkbox"/> Subangular <input type="checkbox"/> Subrounded <input type="checkbox"/> Rounded <input type="checkbox"/> Very rounded 13. VESICULATION <input type="checkbox"/> High <input type="checkbox"/> Medium <input type="checkbox"/> Low <input type="checkbox"/> Absent 14. POROSITY <input type="checkbox"/> High <input type="checkbox"/> Medium <input type="checkbox"/> Low 15. BONDING <input type="checkbox"/> True <input type="checkbox"/> Apparent <input type="checkbox"/> Absent <input type="checkbox"/> Electrostatic <input type="checkbox"/> Welding <input type="checkbox"/> Low <input type="checkbox"/> Medium <input type="checkbox"/> High NOTES:	SITE: CAVA IMETER - ROMA OPERATOR: GEOL. M. SCARAPAZZI DATE: 22/02/08 1. STATION: Nord side 2. LAYER: D1 (Pozzolanelle) 3. THICKNESS: 6-7 m 4. ORIENTATION: N 30° E 10° SE 5. PYROCLASTIC TYPE <input type="checkbox"/> Lithoid <input checked="" type="checkbox"/> Welded <input type="checkbox"/> Granular <input type="checkbox"/> Altered <input type="checkbox"/> Deeply altered 6. COLOUR Matrix: dry pinkish-white / wet pinkish-grey / Munsell cod 7.5 YR 8/2 / 7.5 YR 6/2 Clasts: dry light reddish-brown / wet reddish-brown / Munsell cod 2.5 YR 6/3 e 6/4 / 2.5 YR 4/3 e 4/4 7. SEDIMENTARY STRUCTURE <input type="checkbox"/> Stratified <input type="checkbox"/> Graded <input type="checkbox"/> Laminated <input checked="" type="checkbox"/> Massive <input checked="" type="checkbox"/> Homogeneous <input type="checkbox"/> Not homogeneous 8. CLAST NATURE <input checked="" type="checkbox"/> Juvenile <input type="checkbox"/> Secondary <input type="checkbox"/> Other (accidental sedimentary / xenolites / sedimentary) 9. TEXTURE <input type="checkbox"/> Granular sustained <input checked="" type="checkbox"/> Intermediate <input type="checkbox"/> Matrix sustained 10. CLAST ORIENTATION <input checked="" type="checkbox"/> Isotropic <input type="checkbox"/> Anisotropic <input type="checkbox"/> Imbricated (Altitude) ..... 11. GRADING Blocks / Bombs (d > 64 mm) <input type="checkbox"/> Lapilli (2-64 mm) <input checked="" type="checkbox"/> Coarse ash (0.25-2 mm) <input checked="" type="checkbox"/> Medium to Fine ash (< 0.063 mm) <input checked="" type="checkbox"/> 12. ANGULARITY <input type="checkbox"/> Very angular <input type="checkbox"/> Angular <input checked="" type="checkbox"/> Subangular <input type="checkbox"/> Subrounded <input type="checkbox"/> Rounded <input type="checkbox"/> Very rounded 13. VESICULATION <input type="checkbox"/> High <input type="checkbox"/> Medium <input checked="" type="checkbox"/> Low <input type="checkbox"/> Absent 14. POROSITY <input checked="" type="checkbox"/> High <input checked="" type="checkbox"/> Medium <input type="checkbox"/> Low 15. BONDING <input checked="" type="checkbox"/> True <input type="checkbox"/> Apparent <input type="checkbox"/> Absent <input type="checkbox"/> Electrostatic <input checked="" type="checkbox"/> Welding <input type="checkbox"/> Low <input checked="" type="checkbox"/> Medium <input type="checkbox"/> High NOTES: 8 = Determination made by visual analysis, one recognizable mineral of leucite. 11 = Granulometry determined by sieving and sedimentation analysis. 14 = Laboratory determination $\epsilon = 37\%$ $\rho = 0.64$ 15 = Laboratory determination welding 80 kPa
---	--

Fig. 2 - Scheda tecnica ed esempio di applicazione del modello descrittivo al deposito delle Pozzolanelle (cava di Via di Fioranello, Roma).

stratificazione e la relazione tra i vari strati. La struttura può essere definita come *stratificata* (spessori > 10 mm), *laminata* (spessore < 10 mm), *gradata* e *massiva*. Indicazioni relative al grado di omogeneità possono essere trascritte nel modello.

**8. Natura dei clasti.** Occorre indicare la percentuale dei clasti sulla base della loro natura: *juvenili* (frammenti derivanti dal processo eruttivo), *accessori* (lave di precedenti colate o strappate dal condotto), *accidentali/xenoliti* (frammenti della camera magmatica e/o del mantello). È possibile suddividere ulteriormente la componente clastica dei frammenti juvenili in *scorie*, *pomici* e *cristalli*.

**9. Tessitura.** Le proprietà tessiturali possono essere espresse in relazione alla matrice e all'assetto dei clasti. La tessitura può risultare: *grano-sostenuta* (tessitura chiusa e clasti incastrati); *intermedia* (contatti intergranulari in assenza di cementazione aggiunta); *matrice-sostenuta* (frazione grossolana dispersa nella matrice).

**10. Orientazione dei clasti.** Si riconoscono tre possibili situazioni: orientazione *isotropa*: nessuna orientazione preferenziale della disposizione dei clasti; *anisotropa*: i granuli allungati o appiattiti presentano la medesima orientazione, analoga al piano di strato; *embricata*: i granuli allungati o appiattiti presentano la stessa orientazione, diversa dal piano di strato.

**11. Assortimento granulometrico.** Il modello fa riferimento alla classificazione granulometrica proposta da FISHER & SCHMINKE (1984): *blocchi/bombe* (d > 64

mm), lapilli ( $2 < d < 64$  mm), cenere grossolana ( $0.063 < d < 2$  mm) e cenere medio-fine ( $d < 0.063$  mm).

**12. Arrotondamento dei clasti.** Il grado di arrotondamento può essere calcolato analiticamente (MIURA *et alii*, 1997), ovvero in modo speditivo, dal confronto visivo con sagome corrispondenti a valori predefiniti (SHEPARD, 1963). È possibile suddividere i clasti nelle seguenti classi: *molto angolari*, *angolari*, *subangolari*, *subarrotondati*, *arrotondati* e *molto arrotondati*.

**13. Vescicolazione.** Indica la presenza di bolle, più o meno sviluppate, formate dai gas in uscita dai componenti juvenili durante la fase di raffreddamento; può essere riferita ai singoli elementi (pomici, scorie, ecc.), oppure può rappresentare un valore “medio” riferito ad un volume rappresentativo del livello esaminato. Qualitativamente, può risultare: *alta*, *media*, *bassa*, *assente*.

**14. Porosità.** È indicata in modo qualitativo con *alta*, *media*, *bassa*, ovvero in misura quantitativa dall'indice dei vuoti ( $e$ ) che può essere riportato nelle note e che, evidentemente, non tiene conto della porosità interna dei clasti.

**15. Legami intergranulari (*bonding*).** La natura dei legami intergranulari può essere di *cementazione reale* o di *cementazione apparente*, derivante ad esempio dalla suzione di matrice nei terreni non saturi. In entrambi casi, i legami intergranulari, indipendentemente dalla loro natura, conferiscono un contributo di tipo coesivo (coesione) alla resistenza del terreno.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- CATTONI E., CECCONI M. & PANE V. (2007) - *Geotechnical properties of an unsaturated pyroclastic soil from Roma*. Bull. Eng. Geol. Environ., 66, 403-414.
- CECCONI M. & VIGGIANI G.M.B. (2001) - *Structural features and mechanical behaviour of a pyroclastic weak rock*. Int. J. Numer. Anal. Meth. Geomech., 25, 1525-1557.
- CECCONI M., SCARAPAZZI M. & VIGGIANI G.M.B. (2010) - *On the geology and the geotechnical properties of pyroclastic flow deposits of the Colli Albani*. Bull. Eng. Geol. Environ., in stampa.
- CROCE A., PENTA F. & ESU F. (1961) - *Engineering properties of volcanic soils*. Proc. of Fifth International Conference on Soil Mechanics & Foundation Engineering (Paris, 17-22 July, 1961), 285-291.
- DEL PRETE M., GUADAGNO F.M. & HAWKINS A.B. (1998) - *Preliminary report on the landslides of 5May 1998, Campania, southern Italy*. Bull. Eng. Geol. Env., 57, 113 -129.
- EVANGELISTA A. & AVERSA S. (1994) - *Experimental evidence of non-linear and creep behaviour of pyroclastic rocks*. Proc. Course on “Visco-plastic behaviour of geomaterials” - Cristescu N.D. & Gioda G. (eds) CISM Courses and Lectures n. 350, Springer-Verlag, 55-101.
- FISHER R.V. & SCHMINCKE H.U. (1984). *Pyroclastic Rocks*. Springer-Verlag: Berlin.
- LEMBO FAZIO A. & RIBACCHI R. (1990) - *Problemi di stabilità di scarpate e cavità sotterranee in rocce piroclastiche*. Terzo ciclo di Conferenze di Meccanica e Ingegneria delle Rocce: “Le rocce tenere”. MIR '90, Torino, II, 1-13.
- MIURA K., MAEDA K., FURUKAWA M. & TOKI S. (1997) - *Physical Characteristics of Sands with Different Primary Properties*. Soil and Foundations, 38 (4), 159-172.
- SHEPARD F.P. (1963) - *Submarine geology*. Harper & Row, Evanston.