Geologia, geognostica e geotecnica

Sd fdgg dsgkfhkdklhdèlgèdl ò dl fdkpdlfdlfdlfedlf òdl ,ad,fkdèp

Nella pratica professionale di progettazione acquistano importanza fondamentale tutte le problematiche relative al contesto geologico nel quale un'opera viene inserita.
Queste problematiche hanno un duplice aspetto: da una parte l'ambiente geologico deve essere idoneo a "sopportare" le sollecitazioni indotte dalle opere e ad assicurare la vita progettuale delle opere stesse in relazione ai rischi geologici (sismi, dinamiche geomorfiche, esondazioni ecc.) e dall'altra l'opera non deve indurre nel contesto geologico modifiche significative delle dinamiche geomorfiche e degli equilibri geostatici preesistenti.
Va detto inoltre che è illusorio, nonché scorretto e pericoloso, limitare la conoscenza litostratigrafica e geomorfologica alla sola area di ingombro del manufatto in progetto, ma è necessario ampliare l'indagine a zone limitrofe significative, in relazione sia alle volumetrie coinvolte nel progetto, che alla realtà idro-geo-morfologica in esame.
Inoltre nell'ambito degli studi geologici è necessario riconoscere non solo le forme "naturali", ma anche interpretare come le morfologie sono state eventualmente modificate da azioni umane e come tali azioni hanno influito e/o influiscano sulle dinamiche geomorfiche "naturali": occorre cioè considerare l'uomo come agente geologico (es. scavi, riporti, terrazzamenti, tecniche colturali, induzioni di carichi, disboscamenti ecc.).
L'analisi e la verifica di tali problematiche richiedono l'apporto di competenze geologiche, geotecniche e ingegneristiche che debbono necessariamente integrarsi in uno scambio continuo in tutte le fasi progettuali: dalla programmazione delle indagini geognostiche e delle analisi di laboratorio alla verifica dei parametri fisico-meccanici, dalla scelta dei parametri di progetto sino ai calcoli e alle verifiche di progettazione geotecnica.
Si può però asserire che grande importanza acquistano le fasi iniziali di studio ove vengono poste le basi dell'indagine geognostica e geotecnica finalizzata all'individuazione dei parametri fisico-meccanici necessari, in funzione del tipo di progetto previsto.
Va sottolineato il fatto che le metodologie di indagine sono condizionate dalla realtà geologica dell'area che il geologo è in grado di definire in prima approssimazione sulla base della cartografia geologia disponibile: su tale base è già possibile fare previsioni circa le possibili problematiche geotecniche dei terreni e quindi mirare le metodologie di indagine più idonee.
Dal punto di vista della definizione dei parametri geotecnici da ricercare, sia con prove in sito che di laboratorio, grande importanza inoltre va posta al tipo di progetto, soprattutto con riferimento alle sollecitazioni previste (problematiche fondali, opere di sostegno, scavi, opere in sotterraneo) nonché al contesto geoambientale esistente (area urbana o zone non urbanizzate).
È pertanto evidente come una corretta impostazione di uno studio geologico-geotecnico vada impostata congiuntamente da geologi e ingegneri, con l'apporto delle rispettive competenze la cui ideale integrazione richiede l'utilizzo di un linguaggio comune e, soprattutto, la consapevolezza dell'importanza dei diversi apporti in mod,o da raggiungere un'impostazione condivisa dell'indagine geognostica e dei parametri geomeccanici necessari.
Le stesse problematiche sono presenti nella programmazione delle indagini geotecniche di laboratorio: infatti i parametri ricavati da tali prove sottintendono la conoscenza delle metodiche di prova in quanto i parametri geomeccanici non sono caratteristiche intrinseche dei terreni, ma la risposta in termini di resistenza al taglio e di deformazione alle sollecitazioni indotte,

Sd fdgg dsgkfhkdklhdèlgèdl ò dl fdkpdlfdlfdlfedlf òdl ,ad,fkdèp

le quali ultime possono variare in funzione delle condizioni di drenaggio. Inoltre appare semplicistica l'adozione dei valori finali di prova (es. ' e c') senza un'attenta valutazione critica delle velocità di prova, dell'andamento della curva di rottura, delle variazioni volumetriche ecc.
Si sottolinea pertanto che i parametri geotecnici saranno tanto più affidabili quanto più in laboratorio si realizzerà una prova con modalità e condizioni idrauliche al contorno il più possibile simili a quelli esistenti in sito.
Una volta raccolti tutti gli elementi litostratigrafici e i parametri fisico-meccanici dei litotipi, o quanto meno di quelli coinvolti nelle previste deformazioni e carichi di progetto, si porranno in genere i seguenti problemi:

- i parametri fisico-meccanici per ogni singolo litotipo saranno affetti da un certo grado di variabilità;
- si creeranno possibili difformità fra i parametri di laboratorio e quelli dedotti da prove in sito;
- si troveranno eventuali parametri anomali o quanto meno strani;
- si avranno eventuali dubbi sull'attendibilità dei risultati di laboratorio e in sito;
- si porranno problemi di relazione fra il comportamento geomeccanico espresso dai parametri di laboratorio e il reale comportamento massivo ipotizzato in sito.

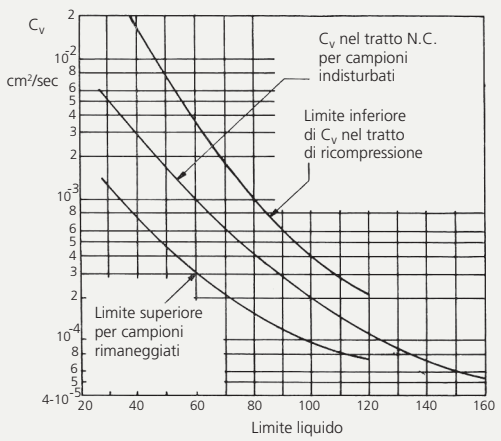
Per risolvere i problemi di cui sopra, la cui analisi è legata alla sensibilità critica del geologo e del geotecnico, ricordiamo quanto segue:

- i risultati di laboratorio sono condizionati dalle dimensioni del provino e pertanto l'estrapolazione al comportamento massivo va attentamente valutata; in genere, comunque, i risultati di laboratorio sono conservativi. In relazione a ciò si deve riflettere sulla qualità del campionamento in sito e sui possibili disturbi di estrazione e lavorazione del campione in laboratorio;
- i parametri dedotti da prove in sito sono quasi sempre parametri indiretti, vale a dire che sono stimati su una casistica più o meno affidabile (analisi critica dei vari metodi di stima proposti dai vari autori); da questo punto di vista tali para-

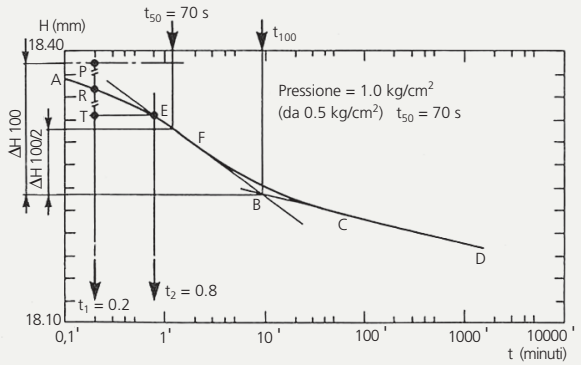
Sd fdgg dsgkfhkdklhdèlgèdl ò dl fdkpdlfdlfdlfedlf òdl ,ad,fkdèp

Sd fdgg dsgkfhkdklhdèlgèdl ò dl fdkpdlfdlfdlfedlf òdl ,ad,fkdèp

Stima del coefficiente di consolidazione edometrica Cv dal LL



Analisi della curva cedimento/tempo in una prova di compressibilità edometrica



metri sono in genere meno attendibili di quelli di laboratorio, ma hanno il vantaggio di "testare" massivamente i terreni in sito (disturbi limitati e risposte geotecniche reali);
– da ciò deriva l'utilità di considerare le prove di laboratorio e in sito non come alternative, ma in stretta simbiosi tra loro, in modo da avvantaggiarsi con l'analisi di confronto e con l'estrapolazione dei dati;
– eventuali dati anomali vanno scartati senza problemi; se i dati sono sufficientemente numerosi la variabilità dei risultati di un singolo litotipo va risolta statisticamente, scegliendo comunque non la media dei valori, ma il valore "mediano", più frequente, oppure la scelta va fatta secondo l'esperienza del geologo.

Un aspetto non secondario è relativo alla verifica dell'attendibilità dei parametri fisico-meccanici ottenuti in laboratorio: ciò può essere verificato attraverso una serie di "incroci" dei parametri stessi al fine di evidenziarne la congruità. In letteratura sono presenti numerosi grafici e correlazioni che permettono di eseguire rapide verifiche, ma anche di stimare ulteriori parametri che non sono stati ottenuti sperimentalmente.
Il problema della parametrizzazione dei vari litotipi (scelta dei parametri geotecnici rappresentativi) va impostato considerando i valori secondo il seguente schema:
– *parametri sperimentali* di laboratorio e dedotti da prove in sito (valori minimi, medi, massimi, loro variabilità);
– *parametro rappresentativo* (unico parametro scelto come rappresentativo del generale comportamento geotecnico, valore medio, mediano o criticamente scelto);
– *parametro di progetto* (parametro cautelativamente scelto per l'esecuzione dei calcoli, sulla base dei livelli tensionali previsti).

A questo punto, in possesso di tutte le informazioni di carattere litostratigrafico, idrogeologico e geotecnico, è utile analizzare la situazione globale con la costruzione di un "modello geotecnico in sito", riportando su una stratigrafia tipo tutti i parametri fisico-meccanici ricavati in laboratorio e in sito, con loro variabilità in funzione della diversa profondità.

Maurizio Lanzini e Fabio Garbin

SIGEA Sezione Lazio ha in programma un innovativo corso di aggiornamento che si terrà a Roma dal 3 al 24 novembre 2006, presso il laboratorio concessionato Geoplanning. In tale corso verranno ripresi e trattati tutti gli argomenti soprariportati, con particolare riferimento alla programmazione delle prove geotecniche di laboratorio e alla loro interpretazione: in tal senso sono contemplate sia una parte teorica, sia una parte pratica nel laboratorio stesso.