

## Istruzione Operativa

# Modalità operative per la caratterizzazione geologico-tecnica di terre e rocce

Questo documento è riservato e non può essere diffuso all'esterno dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure, se non dietro autorizzazione della Direzione competente.

Al di fuori della cartella "SG\_Arpal" sul server aziendale, questo documento è da considerarsi una  
**COPIA NON CONTROLLATA**

Eventuali copie cartacee controllate sono numerate e contraddistinte  
da apposito timbro sulla prima pagina

Descrizione ultima modifica:

Prima emissione

Documento approvato da: **Responsabile U.O. 2**

Documento emesso da: **SAQ**

## SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. CAMPO DI APPLICAZIONE .....	3
3. RESPONSABILITÀ DI APPLICAZIONE.....	4
4. COMPILAZIONE MODELLI .....	4
4.1 MODULO MOD-IO00STRA-01.....	4
4.1.1 Granulometria.....	4
4.1.2 Determinazione della forma dei grani .....	5
4.1.3 Plasticità' .....	5
4.1.4 Odore.....	5
4.1.5 Colore.....	5
4.1.6 Litologia dei clasti.....	6
4.1.7 Contenuto in carbonati.....	6
4.1.8 Contenuto d'acqua.....	6
4.1.9 Determinazione della consistenza.....	6
4.2 MODULO MOD-IO00STRA-02.....	6
4.2.1 Identificazione della roccia.....	6
4.2.2 Descrizione del litotipo.....	7
4.2.3. Descrizione dell'ammasso roccioso.....	8

## 1. PREMESSA

La necessità di standard riconosciuti per la nomenclatura e la classificazione delle terre e delle rocce con finalità applicative è stata da tempo riconosciuta in campo internazionale. Nell'ambito di una disciplina di derivazione naturalistica, quale la geologia applicata, ma con profonde e crescenti interconnessioni con le discipline tipicamente ingegneristiche e tecnologiche, si rende indispensabile l'applicazione di criteri di riconoscimento e descrizione univoci e soggetti al minor grado possibile di interpretazione e soggettività.

Tali aspetti rivestono particolare rilevanza proprio nell'ambito funzionale del settore *Geologia e Idrogeologia*, che svolge la propria attività di supporto in un ambito spiccatamente multidisciplinare, in cui l'interpretazione del dato geologico costituisce normalmente la base conoscitiva fondamentale, sulla quale si fondano le successive opzioni di intervento. Una particolare esigenza di univocità, semplicità e correttezza descrittiva deriva anche dall'esistenza del Sistema Informativo delle Bonifiche; strumento che richiede, quale prerequisito indispensabile, che i dati inseriti siano stati sottoposti al minimo grado di manipolazione e interpretazione possibile.

Si è ritenuto che, tra i possibili riferimenti, quello dell' ISO (International Organization for Standardization), quale principale organismo sovranazionale di normazione, fosse il più autorevole e istituzionalmente riconosciuto. La presente istruzione e i relativi modelli di registrazione (MOD-IO00STRA-01 e MOD- IO00STRA-02) derivano strettamente dalle norme UNI EN ISO 14688-1, 2 e UNI EN ISO 14689-1.

## 2. CAMPO DI APPLICAZIONE

L'obiettivo del presente documento è di fornire le indicazioni per il riconoscimento dei terreni sciolti (terre) e di quelli litoidi (rocce), e la loro descrizione, secondo criteri speditivi e nomenclature riconosciuti a livello internazionale, nell'ambito di campagne di rilevamento geologico, indagini geognostiche, campionamenti, e in ogni caso in cui si debba procedere ad una compiuta descrizione di tali matrici ambientali. La presente istruzione fa riferimento ai due modelli di registrazione sopraccitati (MOD-IO00STRA-01 e MOD- IO00STRA-02), che devono essere compilati secondo le indicazioni fornite in appresso.

Deve essere evidenziato che i criteri di riconoscimento e descrizione adottati sono di utilizzo immediato e di campo, e prevedono l'impiego di tecniche esclusivamente visive e manuali; sono pertanto diversi, e diverse sono le finalità e il campo di applicazione, rispetto a quelli in uso nel campo della geotecnica, per le terre, e della geomeccanica per le rocce, anche se gli approcci sono integrabili ed esistono ambiti di sovrapposizione.

### **3. RESPONSABILITÀ DI APPLICAZIONE**

La responsabilità dell'applicazione della presente Istruzione Operativa è attribuita al personale del Settore Geologia e Idrogeologia - Direzione Scientifica - U.O. II, ai geologi distaccati presso i dipartimenti e alle ditte appaltatrici di lavori e servizi di indagine geognostica.

### **4. COMPILAZIONE MODELLI**

La compilazione delle schede è di immediata comprensione, e prevede l'immissione di dati di semplice derivazione, ottenuti attraverso osservazioni dirette e prove manuali di campo. I parametri presi in considerazione sono quelli di uso più comune e consolidato in ambito geologico applicato. La modalità di compilazione è speditiva: i dati vengono immessi semplicemente barrando i campi predisposti. Di norma, deve essere barrato un solo campo per ogni parametro, ad eccezione dei parametri n. 4 "Composizione mineralogica", n. 5 "Colore", n. 14 "Orientazione delle discontinuità" del MOD-IO00STRA -02, e n. 2 "Determinazione della forma dei grani" e n. 5 "Colore" del MOD-IO00STRA -01, che ammettono, e in alcuni casi richiedono, una risposta multipla, e del parametro n. 1 "Classe granulometrica", per il quale si veda la nota richiamata.

#### **4.1 Modulo MOD-IO00STRA-01**

##### **4.1.1 Granulometria**

La dimensione dei grani è il parametro fondamentale per la valutazione delle caratteristiche meccaniche di una terra, e della sua capacità di contenere e veicolare fluidi negli spazi intergranulari.

La valutazione della granulometria è eseguita con mezzi esclusivamente visivi, attraverso il riconoscimento delle dimensioni delle particelle costituenti la frazione prevalente e quella secondaria, con l'ausilio di una scala centimetrica o di un calibro. Si specifica che la frazione principale è quella predominante in termini di massa, e che determina le proprietà della terra. La frazione secondaria non determina le proprietà della terra, ma le può influenzare in varia misura.

La descrizione di questo parametro, a differenza di tutti gli altri per i quali avviene semplicemente barrando i relativi campi, deve essere effettuata con l'uso dei termini presenti nella colonna "simbolo" della tabella 1 fornita nella nota esplicativa in fondo al testo del

modello.

#### **4.1.2 Determinazione della forma dei grani**

La forma dei grani, anche se di importanza relativamente minore rispetto al parametro granulometria per la valutazione del comportamento meccanico, ha grande rilevanza per quanto attiene all'origine, ai meccanismi di trasporto e alla tipologia del materiale in esame.

La descrizione del parametro deve essere effettuata con la terminologia indicata nelle relative sezioni, ove per "Angolarità/rotondità" si intende il grado di arrotondamento degli spigoli, per "Forma del contorno" la geometria generale dei clasti o grani, e per "Tessitura della superficie" il grado di rugosità delle superfici, se le dimensioni sono tali da consentire la valutazione tattile/visiva di tale caratteristica.

#### **4.1.3 Plasticità**

L'attribuzione a una delle tre classi di plasticità avviene attraverso la rullatura di una piccola quantità di materiale umido su una superficie liscia, e l'osservazione del comportamento assunto dal materiale.

#### **4.1.4 Odore**

L'odore di una terra dà un'immediata indicazione sulla natura organica o inorganica del materiale. Le terre con elevato contenuto organico, se umide e fresche, hanno un tipico odore di muffa; se la materia organica è soggetta a fenomeni di putrefazione, si avverte un sentore di solfuro di zolfo.

Altri odori possono essere indizio di contaminazioni di varia natura (es. idrocarburi).

#### **4.1.5 Colore**

Il colore, anche se spesso dipendente dalle condizioni locali, è un buon indicatore della composizione del materiale, della sua origine, e del contenuto d'acqua.

È importante che la determinazione del colore venga eseguita su un taglio fresco, poiché molte terre hanno colori che cambiano rapidamente con l'esposizione all'aria.

Un valido strumento per la minimizzazione del grado di soggettività insito in tale determinazione può essere costituito dalla tavola di colori standardizzati della *Munsell*® *soil colour chart*, di cui si raccomanda l'utilizzo. In ogni caso, andrà compilata la tabella di colori semplificati presente nel modulo, per l'immissione dei valori nel Sistema Informativo delle Bonifiche. Si fa presente che può essere barrata una sola casella per colonna.

#### **4.1.6 Litologia dei clasti**

Se possibile per la presenza di frammenti visibili ad occhio nudo, il riconoscimento geologico della natura prevalente dei clasti (sedimentaria, magmatica o metamorfica) è un elemento di grande importanza per la valutazione della provenienza, dell'entità e tipologia dei fenomeni di trasporto, ed essenziale per la problematica dei fondi naturali.

#### **4.1.7 Contenuto in carbonati**

Ad integrazione, può essere effettuata la determinazione del contenuto di carbonati, applicando alcune gocce di acido cloridrico (HCl) (3:1 o 10%), ed osservando la reazione sia sui frammenti (clasti) singolarmente distinguibili, sia sulla matrice inglobante, che sarà definita: "nulla", se non si osserva alcuna effervescenza; "debole", se la reazione è chiara, ma non sostenuta; "forte", se l'effervescenza è forte e persistente.

#### **4.1.8 Contenuto d'acqua**

Il contenuto d'acqua viene valutato attraverso semplice manipolazione e osservazione, e successiva attribuzione ad una delle classi qualitative proposte.

#### **4.1.9 Determinazione della consistenza**

La determinazione della consistenza viene valutata attraverso la manipolazione di una piccola quantità di terra, e successiva attribuzione ad una delle classi qualitative proposte, sulla base delle note fornite nello stesso modello.

### **4.2 Modulo MOD-IO00STRA-02**

La scheda si compone di tre sezioni: la prima è relativa all'identificazione della roccia in termini genetici, di struttura geologica e di composizione mineralogica generale; la seconda è relativa al litotipo, o materiale roccioso (rock material), individuato all'interno delle discontinuità, anche del singolo blocco; la terza è relativa alla massa rocciosa nel suo insieme (rock mass) e nelle condizioni naturali di affioramento.

Può essere utilizzata, pertanto, sia per la descrizione di un singolo campione di roccia, sia di una carota prelevata da sondaggio, o di una roccia nelle condizioni naturali in affioramento. Si precisa che, nel caso l'identificazione riguardi il singolo blocco di materiale comunque prelevato, di cui non siano note le condizioni naturali in affioramento, si dovranno compilare le sole sezioni 1 e 2 ("Identificazione della roccia" e "Descrizione del litotipo").

#### **4.2.1 Identificazione della roccia**

L'identificazione litologica della roccia è indispensabile per la conoscenza della geologia di un'area, per correlare stratigrafie di diversi sondaggi, in modo particolare per la determinazione dei fondi naturali. La corretta attribuzione al gruppo genetico di

appartenenza e la determinazione degli altri parametri descrittivi deve avvenire tramite l'applicazione delle classiche tecniche di rilevamento e osservazione geologica.

#### **4.2.2 Descrizione del litotipo**

Questa sezione fa riferimento al materiale roccioso (rock material) all'interno delle discontinuità che possono interessare l'ammasso roccioso nel suo insieme.

- **Colore**  
Un valido strumento per la minimizzazione del grado di soggettività insito in tale determinazione può essere costituito dalla tavola di colori standardizzati della *Munsell*® *soil colour chart*, di cui si raccomanda l'utilizzo. In ogni caso, andrà compilata la tabella di colori semplificati presente nel modulo, per l'immissione dei valori nel Sistema Informativo delle Bonifiche. Si fa presente che può essere barrata una sola casella per colonna.
- **Alterazione della roccia (weathering)**  
Le condizioni di alterazione della roccia costituiscono uno dei parametri di maggiore importanza, talora anche superiori alla stessa litologia originaria. Spesso le condizioni di tettonizzazione degli ammassi rocciosi producono alterazioni così intense e pervasive, da rendere il litotipo originario quasi irriconoscibile, ma soprattutto da farne mutare radicalmente le caratteristiche geomeccaniche e di permeabilità. Una buona descrizione dello stato di alterazione della roccia, con l'ausilio di uno strumento di standardizzazione come quello fornito nel modello, è pertanto da ritenersi fondamentale.
- **Contenuto in carbonati**  
Analogamente a quanto già descritto per le terre, tale determinazione si effettua applicando alcune gocce di acido cloridrico (HCl) (3:1 o 10%) sulla superficie della roccia ed osservando la reazione. Si potrà distinguere una reazione "nulla", se non si osserva alcuna effervescenza; "debole", se la reazione è chiara, ma non sostenuta; "forte", se l'effervescenza è forte e persistente.
- **Stabilità del materiale litoide all'acqua meteorica**  
Se la roccia risulta esposta all'acqua, può esserne osservato lo specifico comportamento, identificando il grado di stabilità a questo fondamentale agente atmosferico.
- **Stabilità del materiale litoide in acqua (dopo 24 h in acqua)**  
In aggiunta alla precedente osservazione da condursi sull'affioramento, può essere effettuato uno specifico test di laboratorio, consistente nelle analoghe osservazioni effettuate dopo aver lasciato il campione immerso in acqua per 24 ore.  
Trattandosi di un test di laboratorio, ai fini delle presenti istruzioni, che fanno riferimento ad attività speditive da svolgersi esclusivamente sul posto, è da considerarsi una prova aggiuntiva e non obbligatoria; eventualmente, da effettuare per

specifiche finalità, ove si renda necessario approfondire la conoscenza degli effetti nel tempo dell'acqua sull'ammasso roccioso.

- Resistenza alla compressione monoassiale non confinata  
Il termine è di derivazione geotecnica, ma non si fa riferimento alla nota prova di laboratorio, ma anche in questo caso ad una determinazione speditiva di campo, da eseguirsi manualmente o tutt'al più con l'ausilio del martello da geologo.

#### **4.2.3. Descrizione dell'ammasso roccioso**

Questa sezione fa riferimento alla massa rocciosa in affioramento, comprese le discontinuità e i livelli di alterazione. Alcuni parametri possono essere presenti anche nella sezione precedente.

- **Struttura**  
La descrizione della struttura dell'ammasso roccioso, differenziata a seconda del gruppo genetico di appartenenza (roccia magmatica, sedimentaria, o metamorfica) si integra con l'identificazione della roccia, e ne descrive i caratteri alla scala dell'affioramento.
- **Spaziatura discontinuità strutturali**  
Molte caratteristiche della roccia e il comportamento dell'ammasso in relazione a numerosi fattori naturali e antropici dipendono dalla presenza di discontinuità. A questo riguardo, grande rilevanza assume la spaziatura delle famiglie o *set* di discontinuità, intesa come la moda delle distanze misurate perpendicolarmente tra discontinuità adiacenti. Si specifica che qui si fa riferimento alla spaziatura delle discontinuità "primarie", intendendo quelle di origine sedimentaria, legate ai cicli deposizionali, o acquisite a seguito di metamorfismo, quali foliazioni, scistosità, etc.
- **Spaziatura delle fratture**  
In questo caso, si fa invece riferimento alle discontinuità acquisite attraverso azioni tettoniche rigide, spesso legate a fasi tardive e recenti, ossia alle fratture vere e proprie.
- **Orientazione delle discontinuità**  
Con l'uso della bussola magnetica e del clinometro, e con i classici metodi del rilevamento geologico-strutturale, si dovrà rilevare la direzione, l'inclinazione e l'immersione delle famiglie, o *set*, di discontinuità. Poiché, in linea generale, la scistosità e le fratture possono dare luogo a più famiglie a diversa orientazione, nel modello sono presenti più campi (scistosità I, scistosità II, etc.).
- **Dimensione dei blocchi**  
Le dimensioni medie dei blocchi sono direttamente legate al precedente parametro della spaziatura tra le discontinuità, e influenzano significativamente le proprietà dell'ammasso.
- **Forma dei blocchi**

Analogamente, l'intersezione nello spazio delle famiglie di discontinuità, ma anche eventuali alterazioni successive, danno luogo a specifiche forme dei blocchi, utili alla valutazione del comportamento dell'ammasso roccioso, e in modo particolare alla valutazione di possibili anisotropie geomeccaniche e/o idrogeologiche.

- **Scabrezza delle discontinuità**

Le proprietà geomeccaniche dell'ammasso roccioso sono strettamente dipendenti dalle condizioni delle superfici di discontinuità. In modo particolare, la stabilità di fronti rocciosi, naturali o artificiali, è intuitivamente dipendente dagli attriti che possono generarsi lungo le superfici di discontinuità, strettamente legati ai fenomeni di indentazione a diverse scala lungo le stesse superfici.

I termini presenti nella tabella del modello combinano elementi a scala di osservazione media e piccola, ma per una maggiore chiarezza di identificazione, è opportuno indicare la lunghezza d'onda e l'ampiezza delle forme, così come l'eventuale presenza di "slickenside", ossia le striature che si determinano sulle superfici per effetto di trascinamento.

- **Apertura discontinuità**

L'apertura è la distanza perpendicolare tra le due superfici di una discontinuità. L'entità e la geometria dell'apertura, e l'eventuale presenza di materiali di riempimento sono importanti indicatori dell'origine delle discontinuità, e dell'influenza delle stesse sulle caratteristiche dell'ammasso.

- **Afflusso di acqua**

La presenza di acqua e la sua entità è un fondamentale parametro, che influisce direttamente sulle principali proprietà geomeccaniche, ed è di per sé un diretto indicatore di specifici aspetti idrogeologici. Nel modello andrà indicato se la roccia presenta superfici asciutte o umide; nel caso il flusso sia consistente, è richiesto di stimarne la portata, attraverso mezzi semplici quali un contenitore di volume noto e un cronometro.

- **Alterazione della massa rocciosa**

Analogamente a quanto già detto a proposito della descrizione dello stato di alterazione del litotipo alla scala del singolo blocco, lo stato di alterazione dell'ammasso roccioso nel suo insieme è a maggior ragione di fondamentale importanza, perché condiziona profondamente il comportamento geomeccanico e idrogeologico della roccia. Il modello fornisce una scala con sei gradi di alterazione crescente, applicabile a tutti i tipi di roccia.

- **Nome formazionale**

Attraverso le classiche tecniche di rilevamento geologico, ed eventualmente con l'ausilio di una carta geologica della zona, si richiede l'attribuzione della roccia alla formazione geologica di appartenenza.