

## Raccomandazioni ISRM

### Premessa ai Metodi Suggestiti per la determinazione della durezza e dell'abrasività delle rocce

Questi Metodi Suggestiti dall'ISRM, pur trattando un aspetto particolare del comportamento meccanico dei materiali rocciosi, trovano applicazione in numerosi campi dell'ingegneria che vanno dalle costruzioni marittime e stradali a quella mineraria. Relativamente all'abrasività, il documento ISRM si sofferma soprattutto sulla prova "Los Angeles" che appare ancora la più presente nei capitolati d'appalto per materiali stradali e ferroviari. Tale metodo è a tutt'oggi l'unico inserito nelle norme ASTM per le costruzioni e nelle norme UNI.

Per quanto riguarda le metodologie citate ma non descritte, il documento ISRM rimanda alla specifica letteratura sui metodi per la determinazione della resistenza all'abrasione. Numerose altre prove sono state sviluppate dopo la redazione del documento ISRM per valutare l'influenza dell'abrasività della roccia sia sul rendimento delle macchine da scavo (ad es. metodo CSM) sia nell'impiego di blocchi nelle costruzioni marittime (ad es. *QMW mill abrasion test*). In questo caso, dati particolareggiati debbono essere reperiti nella letteratura relativa alle specifiche applicazioni ingegneristiche, nell'attesa che sia redatta un'edizione aggiornata di questi Metodi Suggestiti.

*Il curatore della traduzione*  
Martino Rossi Doria

# Metodi suggeriti per la determinazione della durezza e dell'abrasività delle rocce

## Parte I

### Introduzione e rassegna

Il documento passa in rassegna e descrive le prove che sono entrate in uso recentemente. Le prove che hanno una diffusa utilizzazione sono adottate come "Metodi Suggestiti". In conseguenza dell'attiva ricerca in atto, specialmente nel campo dell'attitudine delle rocce alla perforazione ed allo scavo meccanizzato, si anticipa che nella prossima revisione di questo documento saranno riportati ulteriori metodi.

### Definizioni

La durezza e l'abrasività della roccia dipendono dal tipo e dalla quantità dei vari costituenti e dai legami che esistono tra questi. Sono state elaborate prove per simulare o correlare ciascuna proprietà con le esperienze in situ. Molte prove ora in uso per le rocce sono state adattate da prove sui materiali stradali, calcestruzzo e metalli.

Importanti ricerche riguardanti queste proprietà sono state sviluppate nel passato, mentre altre sono tuttora in corso. Molte prove sviluppate in studi di ricerca non sono state valutate da altre organizzazioni o non sono state utilizzate in applicazioni pratiche. Molte delle prove sviluppate sino ad oggi sono utilizzate soltanto da una impresa o da una organizzazione governativa, oppure in ristrette aree geografiche.

### Abrasione ed Abrasività

Le prove di abrasione misurano la resistenza delle rocce all'usura. Con queste prove si determina l'usura o ad opera di un materiale abrasivo oppure quella per contatto con un metallo o con un'altra roccia. Le prove di abrasività possono anche misurare l'usura sui componenti metallici (ad es. i cutter delle frese) come effetto del contatto con la roccia. Queste prove possono essere raggruppate in tre categorie:

- 1) prova di usura per abrasione con impatto;
- 2) prova di usura per abrasione con pressione;
- 3) prova di attrito.

(1) Prova di usura per abrasione con impatto

(a) *Prova di usura Los Angeles* [1,2]. In questa prova, sviluppata per gli aggregati stradali, un campione assortito è sottoposto all'usura per effetto dell'attrito tra i frammenti di roccia ed anche dell'impatto con una carica abrasiva di sfere d'acciaio.

(b) *Prova al getto di sabbia*. La superficie del campione è abrasa da un getto d'aria contenente sabbia silicea o ossido di alluminio in condizioni prestabilite. La perdita di peso o la profondità dell'abrasione costituiscono la misura della resistenza della roccia all'abrasione. Questo metodo ha la sua principale applicazione nella valutazione dei materiali da costruzione [3].

(c) *Prova Burbank*. Questa prova è progettata per determinare l'abrasività di un campione di roccia su parti metalliche di attrezzature di scavo e di frantumazione [4]. Una pala, costituita dal metallo da provare, è ruotata a 632 giri/minuto in senso contrario rispetto ad un tamburo contenente le rocce che ruota a 74 giri/minuto. Ciò produce un impatto ad alta velocità ed una rapida usura della pala.

(2) Prova di usura per abrasione con pressione

(a) *Prova Dorry* [5], *Prova ASTM C-241-51*, *prova Dorry modificata (British Standard BS-812)*. In queste prove il campione di roccia è compresso contro un disco d'acciaio ruotante. Agiscono da mezzo abrasivo la sabbia silicea o la polvere di ossido d'alluminio immerse tra la roccia ed il disco.

(b) *Prove di usura di utensili di perforazione*. Molte prove [6-8] sono state ideate per determinare la resistenza all'abrasione della roccia, misurando l'usura ad opera di uno scalpello standard perforante per un dato tratto di foro o per un certo tempo. Queste prove danno anche una misura della perforabilità delle rocce.

(c) La resistenza all'abrasione di una roccia e l'effetto abrasivo della roccia su altri materiali sono stati determinati utilizzando un Taber Abraser Model 143 modificato [9]. Ciascuna faccia di un disco di roccia spesso 6 mm, prelevato da una carota NX (diametro=54 mm) è fatta ruotare 400 volte sotto una ruota abrasiva che è premuta contro il disco da un peso di 250 gr. Il detrito è rimosso continuamente da una pompa a vuoto. La perdita in peso della roccia misura la sua resistenza all'abrasione,

mentre la perdita in peso della ruota abrasiva misura l'abrasività della roccia. Questi valori sono stati utilizzati congiuntamente ai dati sulla durezza per predire l'attitudine alla perforazione delle frese [9].

### (3) Prove di resistenza all'attrito

L'attrito può essere definito come la resistenza di una superficie al moto di una altra superficie sfregata su di essa. L'usura è prodotta senza impatto, pressione o azione di un terzo elemento di durezza maggiore. La prova Deval, nella quale aggregati di roccia sono fatti rotolare a bassa velocità senza la carica abrasiva di sfere d'acciaio usata nella prova Los Angeles, fornisce una misura dell'attrito della roccia. Al momento questa prova è poco utilizzata.

### Durezza

La durezza è un concetto relativo al comportamento del materiale piuttosto che una sua proprietà fondamentale. Come tale, la misura quantitativa della durezza dipende dal tipo di prova impiegata. Per misurare la durezza di rocce e minerali sono stati utilizzati tre tipi di prove:

- 1) prove di resistenza alla penetrazione;
- 2) prove dinamiche o di rimbalzo;
- 3) prove di incisione.

#### (1) Prove di resistenza alla penetrazione

Le Prove Brinell e Rockwell sono prove ben conosciute utilizzate per i metalli, ma per lo più non sono applicabili alle rocce a causa della loro natura fragile. Le prove Knoop [10] e Vickers [11] determinano la microdurezza di singoli minerali costituenti la roccia. Un diamante a forma piramidale è applicato sulla superficie con una specifica forza. Il rapporto tra l'area della deformazione residua permanente e la forza applicata è una misura della durezza. La prova Knoop consente di determinare la durezza dei cristalli in funzione della direzione.

#### (2) Prove dinamiche o di rimbalzo

Queste prove utilizzano una punta mobile per colpire il campione in prova. Lo snervamento o la plasticizzazione del materiale prodotti dall'impatto ridurranno l'energia elastica disponibile per far rimbalzare la punta. L'altezza del rimbalzo è presa come misura della durezza del materiale.

Lo scleroscopio di Shore è un dispositivo di laboratorio che misura la durezza facendo cadere una punta diamantata sul campione e misurando la sua altezza di rimbalzo. A causa delle piccole dimensioni della punta e della natura disomogenea di gran parte delle rocce, è necessario effettuare un elevato numero di prove a rimbalzo per ottenere un valor medio per quel particolare materiale.

Il martello di impatto di Schmidt, originariamente utilizzato per determinare la resistenza a compressione del calcestruzzo, è stato utilizzato per la determinazione della durezza delle rocce. Lo strumento, che può essere utilizzato in situ ed in laboratorio, consiste in un pistone a molla che viene proiettato contro la superficie della roccia, contrastata da un blocco di reazione metallico. L'altezza di rimbalzo del pistone è presa come una misura empirica della durezza.

### (3) Prove di incisione

Sono diffusamente utilizzate per determinare la durezza dei materiali. La scala della durezza proposta da Mohs nel 1822 è una prova di incisione ancora molto diffusa. Nell'intento di ottenere una misura più quantitativa della durezza, sono stati prodotti sclerometri che per incidere il campione utilizzano un'accuminata punta di diamante. I congegni di Talmage e Bierbaum [12] sono tra gli sclerometri ad incisione meglio conosciuti.

### Bibliografia

1. ASTM Standard C131-69
2. ASTM Standard C535-69
3. ASTM Standard C418-68
4. BURBANK B.B. (1955) – *Measuring the relative abrasiveness of rock minerals and ores*. Pit. Quarry, pp. 114-118.
5. OBERT L., WINDES S.L. & DUVAL W.I. (1946) – *Standardized test for determining the physical properties of mine rock*. U.S. Bur. Mines Rep. Invest., RI 3891.
6. SELMER-OLSEN R. & BLINDHEIM O.T. (1970) – *On the drillability of rock by percussive drilling*. Proc. 2nd Congr. Int. Soc. Rock Mech., Beograd.
7. WHITE C.G. (April 1969) – *A rock drillability index*. Colo Sch. Mines, Q.64. n. 2, pp. 1-92.
8. GOODRICH R.H. (1961) – *Drag bits and machines*. Colo. Sch. Mines Q. 56, n. 1, pp. 1-21.
9. TARKOY P.J. (1973) – *A Study of rock properties and tunnel boring machine advance rates in two mica schist formations*. 15th Symp. Roch Mech., Custer State Park, South Dakota.
10. WINCHELL H. (1946) – *Observations on orientation and hardness variations*. Am. Miner., 31, nn. 3-4, pp. 149-152.
11. DAS B. (1974) – *Vicker's hardness concept in the light of Vicker's impression*. Int. J. Rock Mech. Min. Sci& Geomech. Abstr., 11, pp. 85-89.
12. WILLIAMS S.R. (1942) – *Hardness and Hardness Measurements*. American Soc. for Metals., Cleveland, pp. 101-132.

*Note importanti*

1. Le unità utilizzate in questo documento sono le unità metriche moderne, in accordo con il Sistema Internazionale delle Unità (S.I.) che è un'estensione ed un affinamento del tradizionale sistema metrico. Le seguenti unità dovrebbero essere considerate:  
 unità di lunghezza-1 metro (m) = 1000mm;  
 unità di massa-1 kilogrammo (kg) = 1000g;  
 unità di forza-1 Newton (N) = kg m/s<sup>2</sup>  
 unità di sforzo- 1 Pascal (Pa) = N/m<sup>2</sup>
2. Come segno decimale è sempre usata la virgola.

**Parte 2****Metodo suggerito per determinare la resistenza all'abrasione di aggregati con l'apparecchiatura Los Angeles<sup>1</sup>.***Scopo*

Questo metodo abbraccia le procedure relative alla determinazione della resistenza all'abrasione degli aggregati tramite l'apparecchiatura di prova Los Angeles. La quantità di carica abrasiva e di campione da provare dipendono dalle dimensioni e dall'assortimento granulometrico dell'aggregato.

*Attrezzatura**(a) Apparecchio Los Angeles*

Dovrà essere usato l'apparecchio Los Angeles, conforme nelle sue parti essenziali allo schema di Fig. 1. La macchina consisterà di un tamburo d'acciaio di diametro e lunghezza interna rispettivamente di  $711 \pm 5$  mm e  $508 \pm 5$  mm, chiuso ad ambedue le estremità. Il tamburo dovrà essere montato su tronconi di asta attaccati alle estremità, ma non penetranti in esso e dovrà essere montato in modo tale che possa ruotare con l'asse orizzontale con una tolleranza dell'1%. Nel tamburo dovrà essere prevista una finestra per l'introduzione dei campioni da provare. La finestra dovrà essere munita di un co-

perchio a prova di polvere che possa essere fissato al tamburo con dei bulloni. Il coperchio dovrà essere progettato in modo da garantire la continuità della superficie interna del tamburo, a meno che il risalto sia posizionato in modo che la carica non cada sul coperchio, o venga in contatto con esso durante la prova. Un risalto rimovibile d'acciaio, esteso su tutta la lunghezza del cilindro e sporgente nell'interno per  $89 \pm 2$  mm, sarà montato all'interno del tamburo, o sulla superficie interna della coperchio, in modo tale che un piano del risalto coincida con un piano assiale. Lo spessore ed il montaggio con bulloni o altri mezzi appropriati dovranno garantire che il risalto sia saldo e rigido. La posizione del risalto sarà tale che la sua distanza dalla finestra, misurata lungo la circonferenza esterna del cilindro nel senso della rotazione, sarà non meno di 1,27 m. Il risalto dovrà essere di acciaio resistente all'usura e di sezione trasversale rettangolare.

*(b) Bilancia*

Una bilancia o strumento per pesare con una precisione dello 0,1% del carico da provare, nel campo dei pesi previsti dalla prova.

(c) Per aggregati grossolani più piccoli di 38 mm il campione dovrà essere ricombinato e la carica abrasiva scelta come indicato nella tabella 3.

*Procedura*

(a) Porre il campione e la carica abrasiva nell'apparecchio Los Angeles per la prova di resistenza all'abrasione e far ruotare il tamburo alla velocità di 30-33 giri/min. Per aggregati minori di 38 mm e per quelli maggiori di 19 mm il tamburo dovrà compiere 500 e 1000 giri rispettivamente. L'apparecchio dovrà essere guidato e controbilanciato in modo tale da mantenere una velocità periferica sostanzialmente uniforme<sup>4</sup>. Se come risalto viene utilizzato un elemento d'acciaio a forma angolare la direzione di rotazione dovrà essere tale che la carica sia trattenuata sulla superficie esterna del risalto.

Tab. II – Composizioni granulometriche del campione\*.

Dimensione dei setacci in mm (maglie quadrate) <sup>3</sup>		Peso delle classi in grammi Composizione granulometrica		
Passante	Trattenuto	1	2	3
75,0 mm	63,0 mm	2500±50	–	–
63,0 mm	53,0 mm	2500±50	–	–
53,0 mm	38,0 mm	5000±50	5000±50	–
38,0 mm	25,4 mm	–	5000±25	5000±25
25,4 mm	19,0 mm	–	–	5000±25
	Totale	10000±100	10000±75	10000±50

\*Aggregati a grana grossa, maggiore di 19 mm.

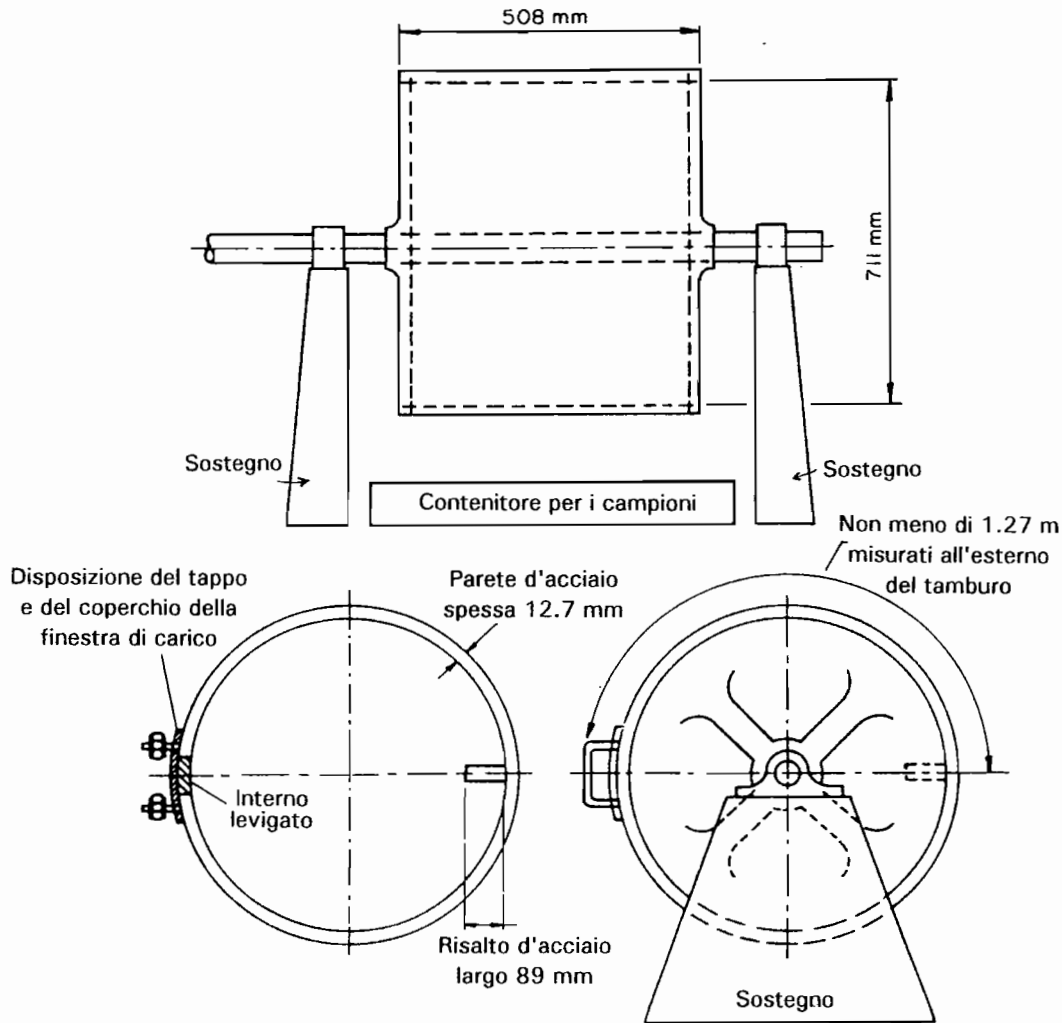


Fig. 1 – Apparecchiatura Los Angeles per la determinazione della resistenza all'abrasione.

Tab. III – Composizioni granulometriche del campione\*.

Dimensione dei setacci in mm(maglie quadrate) <sup>3</sup>		Peso delle classi in grammi Composizione granulometrica			
Passante	Trattenuto	A	B	C	D
38,0 mm	25,4 mm	1250±25	-	-	-
25,4 mm	19,0 mm	1250±25	-	-	-
19,0 mm	13,2 mm	1250±10	2500±10	-	-
13,2 mm	9,5 mm	1250±10	2500±10	-	-
9,5 mm	5,6 mm	-	-	2500±10	-
5,6 mm	4,7 mm	-	-	2500±10	-
4,7 mm	2,3 mm	-	-	-	5000±10
	Totale	5000±10	5000±10	5000±10	5000±10

\*Aggregati a grana grossa minore di 38 mm.

(b) Dopo il numero di giri prescritto, scaricare il materiale dalla macchina ed operare una separazione preliminare del campione con un setaccio a maglie maggiori di 1,7 mm (n. 12 US). Setacciare la porzione più fina in un setaccio a maglie di 1,7 mm. Lavare il materiale maggiore del setaccio 1,7 mm<sup>2</sup>,

seccare in forno a 105°-110° fino a peso sostanzialmente costante, quindi pesare con precisione la più vicina possibile al grammo.

(c) Valide informazioni riguardanti l'uniformità del campione sotto prova possono ottenersi anche determinando la perdita in peso dopo 100 e 200 gi-



ri ove siano richiesti rispettivamente 500 e 1000 giri. La perdita deve essere determinata senza lavare il materiale maggiore del setaccio 1,7 mm. Per materiali di uniforme durezza, il valore del rapporto della perdita in peso dopo 100 o 200 giri e dopo 500 o 1000 giri, non dovrebbe superare di molto il valore 0,20. Quando viene eseguita questa determinazione, bisogna aver cura di evitare di perdere parti del campione; l'intero campione, inclusa la polvere d'abrasione, dovrà esser rimesso nell'apparecchio per gli ultimi 400 o 800 giri richiesti per completare la prova.

#### Calcoli

(a) Esprimere la differenza tra il peso originale e quello finale del campione provato, come percentuale del peso originale del campione<sup>1</sup>. Riportare questo valore come percentuale di usura.

(b) Quando si segue la procedura descritta nella Sezione Procedure c), il rapporto di uniformità di usura è il rapporto tra la perdita dopo 100 o 200 giri e la perdita dopo 500 o 1000 giri, rispettivamente.

#### Relazione sui risultati

Il rapporto deve comprendere i seguenti dati:

- Localizzazione del prelievo e descrizione geologica del campione.
- Assortimento del campione.
- Assortimento della carica abrasiva.
- La percentuale di usura Los Angeles (vedi la sezione Calcolo a) sopra riportata).
- Il rapporto di uniformità di usura Los Angeles (vedi sezione Calcoli b) sopra riportata).

#### Note importanti

- Questa prova combina gli aspetti essenziali degli ASTM standards tests C131-69 e C535-69. Gli aggregati di dimensioni comprese tra 19 mm e 38 mm possono essere sottoposti ad una delle due procedure descritte in questo Metodo Proposto. La specifica procedura utilizzata per gli aggregati di queste dimensioni dovrà essere riportata insieme ai risultati.
- Se l'aggregato non è ricoperto da pellicole e polveri, l'esigenza di lavarlo prima e dopo la prova può venire a cadere. L'eliminazione del lavaggio dopo la prova, raramente ridurrà la percentuale di usura di più di 0,2 punti percentuali.
- I setacci utilizzati saranno conformi al ISO Standard 56501972(E) "Test sieves-woven metal wire cloth and perforated plate-nominal sizes apertures", Series R 40/3.
- Scatti o slittamenti nel meccanismo di rotazione danno facilmente risultati che non sono ribattuti da altri apparecchiature Los Angeles che lavorano a velocità periferica costante.

### Parte 3

#### Metodo proposto per la determinazione della durezza Schmidt a rimbalzo<sup>1</sup>

##### Scopo

(a) Questo metodo è proposto per l'uso del martello d'impatto di Schmidt per la determinazione della durezza delle rocce.

(b) Il metodo è di uso limitato per rocce molto tenere o molto dure.

##### Attrezzatura

L'apparato consisterà di:

(a) Martello di Schmidt che determina la durezza a rimbalzo del materiale provato. Il pistone del martello è posto a contatto del campione ed è fatto rientrare nel martello spingendolo contro il campione stesso. L'energia è immagazzinata in una molla che automaticamente la rilascia ad un livello di energia prestabilito facendo sì che una massa percuota il pistone. L'altezza di rimbalzo della massa è misurata su una scala ed è presa come misura della durezza. Il congegno è portatile e può essere utilizzato in laboratorio ed in sito.

Modelli di martelli di Schmidt sono disponibili con diversi livelli di energia d'impatto. Con questo metodo proposto si utilizzerà il martello tipo L, avente un'energia d'impatto di 0,74 Nm.

(b) Una base d'acciaio di peso minimo di 20 kg alla quale i campioni devono essere fissati. I campioni carotati devono essere provati in una "culla" d'acciaio formata da una scanalatura, tornita a macchina nella base d'acciaio, di forma o semicilindrica con lo stesso raggio del campione prelevato, o a V (Fig. 2).

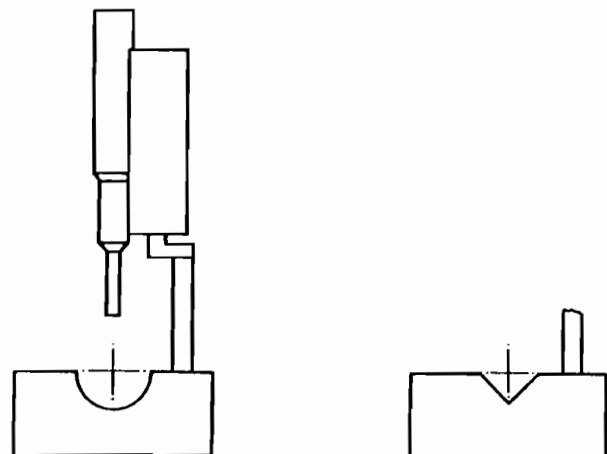


Fig. 2 - Blocco di contrasto per carote.

*Procedura*

(a) Prima di ciascuna sequenza di prova, il martello di Schmidt deve essere calibrato usando una incudine di prova fornita a questo scopo dal costruttore. Si deve ottenere una media di 10 letture con l'incudine di prova.

(b) I campioni ottenuti per le prove di laboratorio devono essere rappresentativi della roccia da studiare. Quando possibile usare grandi pezzi di roccia per la prova di durezza Schmidt. Il martello Tipo L dovrebbe essere utilizzato su carote NX ( $d=54$  mm) o più grandi o su blocchi aventi almeno 6 cm di spigolo.

(c) La superficie da provare di tutti i campioni, sia in laboratorio, sia in situ, dovrà essere liscia e piana nell'area coperta dal pistone del martello. Quest'area ed il materiale roccioso al di sotto fino alla profondità di 6 cm dovrà essere esente da fratture o da qualsiasi discontinuità.

(d) Singoli piccoli pezzi di roccia, provati sia in laboratorio sia in situ, dovranno essere saldamente bloccati ad una base rigida in modo da assicurare adeguatamente il campione contro le vibrazioni ed i movimenti durante la prova. La base dovrà essere posta su una superficie piana che garantisca un saldo supporto.

(e) I valori di durezza ottenuti dipenderanno dall'orientazione del martello. Si raccomanda che questo sia usato in una delle tre posizioni: verticalmente verso l'alto, orizzontalmente, o verticalmente verso il basso, con l'asse inclinato di  $\pm 5^\circ$  rispetto alla posizione desiderata. Ove l'uso in una delle tre posizioni non sia possibile (ad es. in prove in situ in un tunnel circolare), la prova dovrebbe essere effettuata secondo l'angolazione consentita ed i risultati corretti per una posizione orizzontale o verticale, usando le curve di correzione fornite dal costruttore. L'orientazione del martello nella prova e qualsiasi correzione applicata ad orientazioni non orizzontali o non verticali devono essere registrate e riportate nei risultati.

(f) Su ogni campione di roccia devono essere effettuate almeno 20 prove. I punti di prova dovranno essere a distanza almeno pari al diametro del pistone. Qualsiasi prova che provochi fessure o qualsiasi altra rottura visibile costringerà ad annullare la prova e ad eliminare il campione. Gli errori nella preparazione dei campioni e nella tecnica di prova tendono a produrre bassi valori di durezza.

*Calcolo*

(a) Il fattore di correzione è calcolato come:

$$\text{Fattore di correzione} = \frac{\text{Valore di taratura}}{\text{Media di 10 letture sull'incudine di calibrazione}}$$

(b) I valori misurati nelle prove devono essere ordinati in modo decrescente. La metà inferiore dei valori deve essere scartata e si deve calcolare la media dei valori sulla metà superiore. Questa media sarà moltiplicata per il fattore di correzione per ottenere la durezza Schmidt al rimbalzo.

*Relazione sui risultati*

Saranno riportate le seguenti informazioni:

(a) Descrizione litologica della roccia. Provenienza del campione, incluse: localizzazione geografica; profondità e orientazione.

(b) Tipo di campione (ottenuto con carotaggio, esplosivo, rottura, in situ). Dimensioni e forma della carota o del blocco.

(c) Data del campionamento e della prova e condizione di conservazione (ad es. esposizione a temperature estreme, aria secca, umidità, ecc.).

(d) Orientazione dell'asse del martello durante la prova

(e) Metodo di fissaggio del campione (blocco a V o grappe).

(f) Valori della durezza Schmidt ottenuti come nella sezione Calcoli sopra riportata.

**Parte 4****Metodo proposto per la determinazione della durezza con lo scleroscopio di Shore<sup>1</sup>.***Scopo*

Questo metodo è proposto per la determinazione della durezza dei minerali utilizzando lo Scleroscopio di Shore<sup>1</sup> e per il controllo degli altri strumenti misuratori di durezza. La durezza della roccia può essere ottenuta come una media delle letture prese a caso su singoli costituenti.

*Attrezzatura*

Lo strumento utilizzato per determinare la durezza con lo scleroscopio è fornito in due modelli indicati come Modello C e Modello D. Per le rocce si raccomanda l'uso del Modello C - 2.

(a) Lo scleroscopio Modello C-2 consiste di un supporto cilindrico disposto verticalmente, contenente un tubo di vetro di precisione. Una scala graduata da 0 a 140, è posizionata dietro il supporto ed è visibile attraverso il tubo. Il martello, azionato manualmente con un sistema pneumatico costituito da un bulbo di gomma e da un tubo, è attaccato alla

<sup>1</sup> Marchio registrato della Shore Instrument and MTG. Co. Inc., Jamaica, New York, U.S.A.



parte superiore del supporto. Il martello cade da una specifica altezza e rimbalza nel tubo di vetro. Per il Modello C-2 il martello avrà le seguenti dimensioni:

Diametro	5,94 mm
Massa	$2,300 \pm 0,500$ g
Lunghezza totale	da 20,7 a 21,3 mm
Altezza di caduta del martello	$251,2 \pm 0,13-0,38$ mm

(b) La punta di diamante deve essere modellata per produrre una corretta lettura su una base di riferimento di durezza nota. Il diamante ha profilo convesso, avendo un raggio che termina con una superficie battente piatta, come indicato in Fig. 3. Questa superficie è approssimativamente circolare con diametro compreso tra 0,1 e 0,4 mm, a seconda della durezza e di altre proprietà fisiche del diamante

#### Procedura

(a) Prima di ciascuna utilizzazione giornaliera, fare almeno 5 letture di durezza sul blocco standard di prova fornito dal costruttore, ai livelli di durezza ai quali l'attrezzatura dovrà essere utilizzata. Se i valori cadono negli intervalli della durezza standardizzata del blocco di prova il funzionamento dello strumento può essere ritenuto soddisfacente, altrimenti la macchina deve essere controllata utilizzando le procedure raccomandate dal costruttore.

(b) Le prove dovranno essere eseguite su superfici piane, levigate usando polvere abrasiva di ossido d'alluminio categoria n° 1800. Una superficie eccessivamente ruvida darà valori bassi e casuali.

(c) I campioni devono avere una superficie di prova di almeno  $10 \text{ cm}^2$  ed uno spessore minimo di 1 cm. I campioni piccoli devono essere fissati saldamente, con la superficie piana di prova perpendicolare all'asse dello scleroscopio.

(d) Per eseguire la prova, sostenere o posizionare lo strumento in una posizione verticale, con il fondo del supporto bene in contatto con il campione e perpendicolare alla superficie dello stesso. Sollevare il martello premendo il bulbo di gomma e lasciarlo poi cadere perché possa colpire la superficie del campione e rimbalzare. L'altezza del primo rimbalzo del martello indica la durezza del materiale.

(e) Per prevenire errori derivanti da un allineamento sbagliato lo strumento deve essere posizionato o tenuto in posizione verticale con l'ausilio del filo a piombo o della livella ad alcool. Le letture più accurate si ottengono con lo strumento bloccato ad un sostegno. Le vibrazioni laterali devono essere impediti perché tendono ad ostacolare la caduta libera

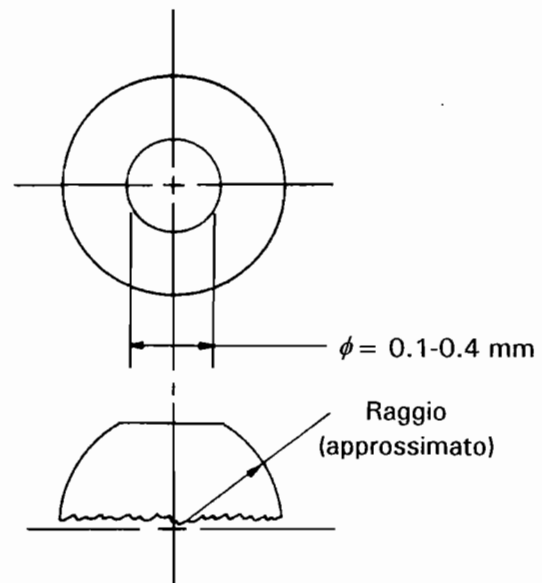


Fig. 3 – Profilo del diamante dello Scleroscopio indicante il campo di valori del diametro della punta piatta.

del martello, facendo sì che lo strumento indichi valori bassi.

(f) Se i punti di misura sono troppo ravvicinati, la lettura può risultare errata. Spaziare i punti di almeno 5 mm ed eseguire una sola prova sullo stesso punto. Devono essere eseguite almeno 20 determinazioni di durezza.

#### Calcoli

La durezza allo Scleroscopio di Shore sarà la media di non meno di 20 misure fatte sullo stesso campione, utilizzando il metodo sopraindicato.

#### Relazione sui risultati

Per ogni campione la relazione deve fornire le seguenti informazioni:

(a) Descrizione della litologia della roccia. Provenienza del campione con riferimento a: localizzazione geografica, profondità ed orientazione.

(b) Composizione mineralogica approssimata e dimensioni dei costituenti del campione di roccia.

(c) Date del campionamento e delle prove, modalità di conservazione e procedure di preparazione del campione.

(d) Orientazione della superficie di prova rispetto a piani di stratificazione o di foliazione, quando questi siano caratteri significativi della roccia.

(e) Numero di prove eseguite e durezza media.