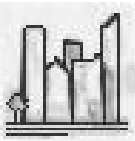


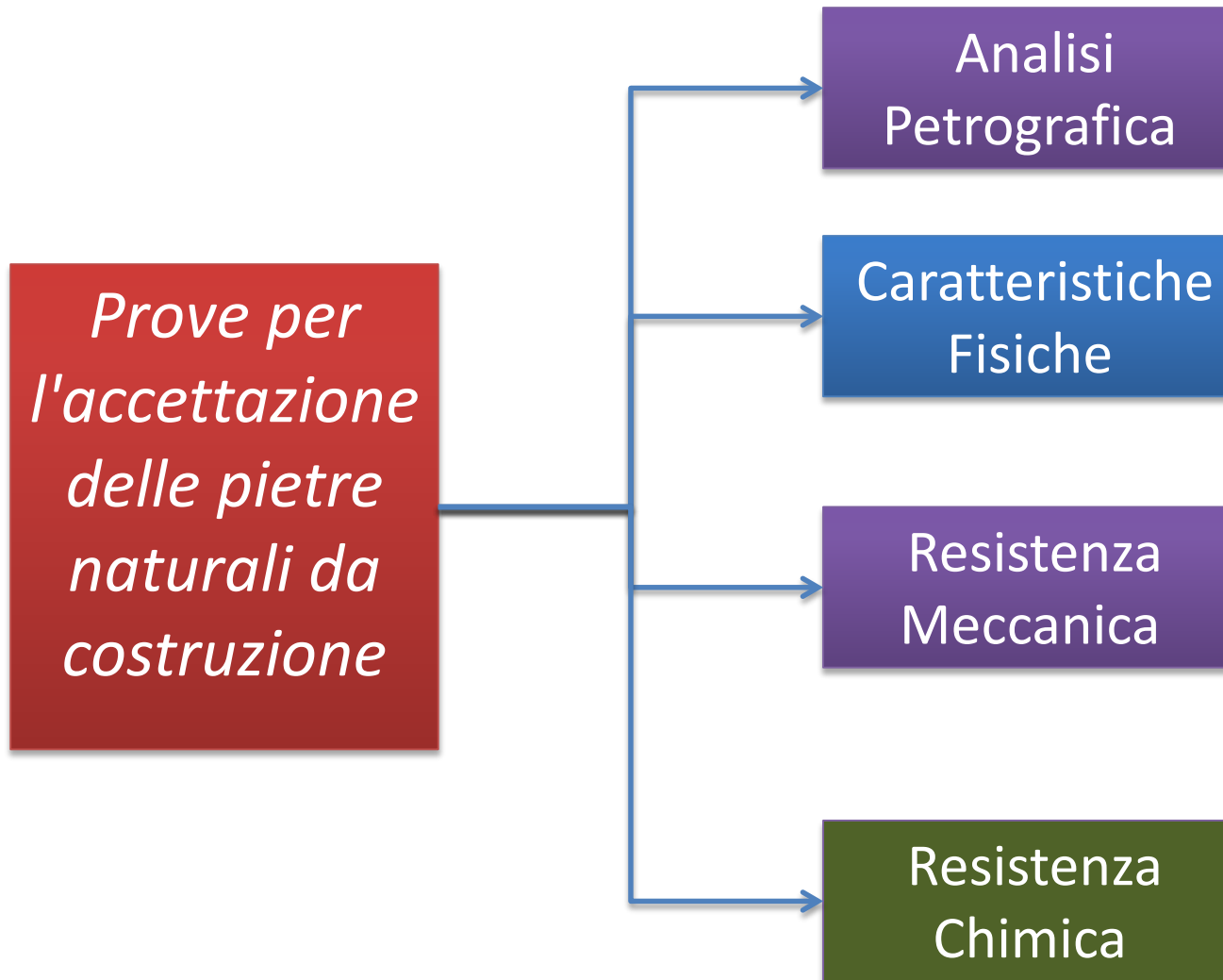
# Le Rocce: Prove di laboratorio

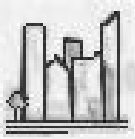
Le prove di laboratori hanno lo scopo di accertare le proprietà fisiche, chimiche, meccaniche e petrografiche delle rocce impiegate come materiali da costruzione





# Le Rocce: Prove di laboratorio





# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Analisi Petrografica

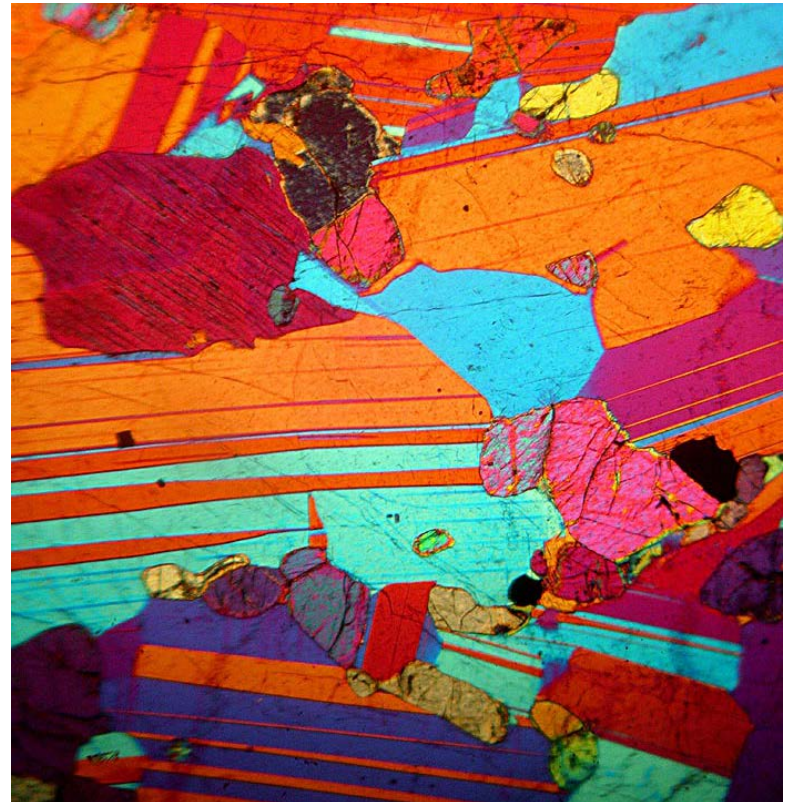
UNI EN 12407:2007 Metodi di prova per pietre naturali - Esame petrografico

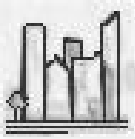
### L'esame Petrografico

di una roccia si utilizza per determinare sia i componenti minerali, la loro tessuto e struttura, sia altre caratteristiche come: colore, presenza di vene, di fossili, di discontinuità, ecc.

Risulta indispensabile quando si debba intervenire sul caso del restauro dei monumenti storici

➔ [\(esempio di analisi petrografica in un intervento di recupero\)](#)





# Le Rocce: Prove di laboratorio

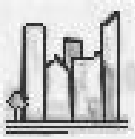
## Analisi Petrografica

### Esame Macroscopico

un campione di roccia non trattato è sottoposto solo ad un esame visivo integrato da una lente o un microscopio stereoscopico.

### Dall'esame devono essere individuati:

- ↗ Il colore generale o la gamma di colori del campione o con una valutazione visiva o utilizzando una tabella di colore di riferimento;
- ↗ Tessuto;
- ↗ Dimensione dei Grani (ad esempio grossolano, medio o alto);
- ↗ Crepe aperte e riempite, pori e cavità;
- ↗ L'azione degli agenti atmosferici in relazione alle modifiche di colorazione, di alterazioni;
- ↗ Presenza di macro fossili;
- ↗ Presenza di intrusioni;



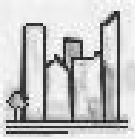
# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Analisi Petrografica

### Esame Microscopico

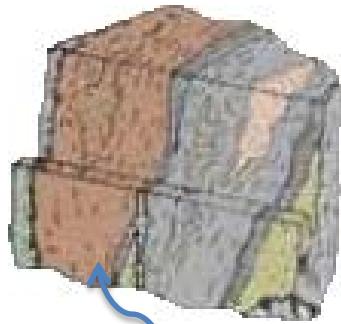
si preparano dei provini dalla roccia campione e si esaminano con un microscopio petrografico (che si basa sulla [luce polarizzata](#) )





# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Analisi Petrografica



Campione di Roccia

Lastra di roccia segata



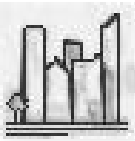
Sezione sottile di roccia



vetrino

### Provini:

- I provini sono costituiti da piccole lastre delle dimensioni di 33mm x 20 mm (nel caso di grandi pietre possono essere utilizzati dimensioni maggiori 75 mm x 50 mm) segate da un campione abbastanza grande e ridotte in sezioni sottili mediante levigatura fino a ridurle a spessori compresi fra  $0,030 \pm 0,005$  mm.
- In questa condizione le sezioni sottili diventano trasparenti e vengono incollate su dei vetrini.



# Le Rocce: Prove di laboratorio

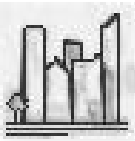
## Analisi Petrografica

### **Dall'esame devono essere individuati:**

- ↗ La tessitura;
- ↗ I Minerali costituenti , per ogni minerale o grano identificati si devono stabilire le % in volume, le dimensioni, il grado di ordinamento etc...
- ↗ Le Discontinuità come i pori, le micro cavità, le crepe e fratture aperte, l'orientamento, la distribuzione etc...

[Vedi "Certificato di analisi petrografica"](#)

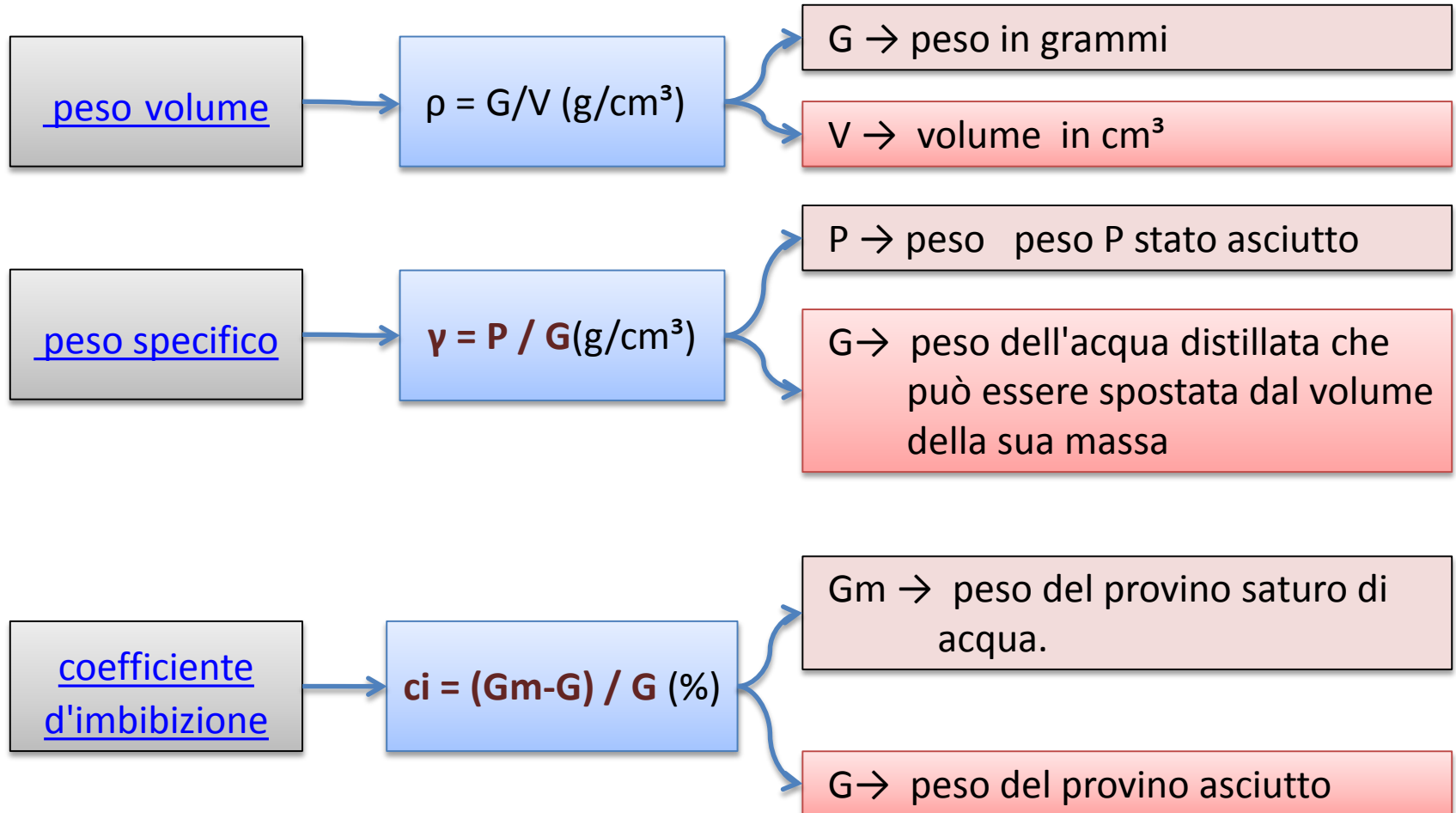




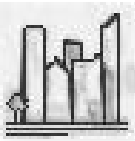
# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Caratteristiche Fisiche

Regio Decreto n. 2232/1939







# Le Rocce: Prove di laboratorio

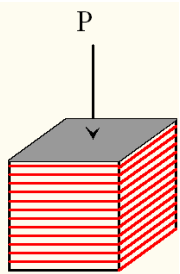
## Caratteristiche Fisiche

Regio Decreto n. 2232/1939

Coefficiente di gelività.

si effettua su 24 provini costituiti da:

- cubetti di lato 7.1 cm per rocce a grana fine
- cubetti di lato 10 cm per rocce a grana fine



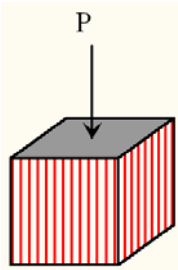
prove di resistenza a compressione, nella direzione del piano di posa della pietra in cava

4 provini asciutto

4 provini saturi di acqua

4 provini congelati

20 cicli



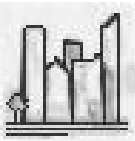
prove di resistenza a compressione, nella direzione perpendicolare al piano di posa della pietra in cava

4 provini asciutto

4 provini saturi di acqua

4 provini congelati

20 cicli



# Le Rocce: Prove di laboratorio

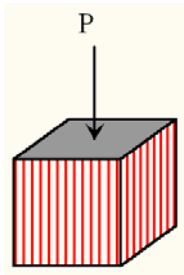
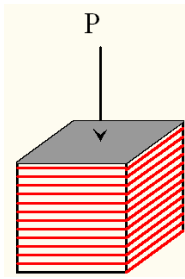
## Caratteristiche Fisiche

Regio Decreto n. 2232/1939

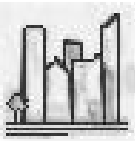
Coefficiente  
di gelività.

si effettua su 24 provini costituiti da:

- cubetti di lato 7.1 cm per rocce a grana fine
- cubetti di lato 10 cm per rocce a grana fine



Il materiale sarà dichiarato non gelivo, se nessuno dei provini, durante e dopo i 20 cicli, presenterà screpolature o tracce di lesioni, e la resistenza media a compressione dopo 20 cicli non risulterà inferiore per oltre il 20 per cento a quella degli analoghi provini saturi di acqua e se il peso non risulterà diminuito.

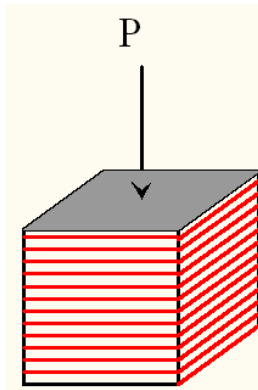


# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Resistenza Meccanica

Regio Decreto n. 2232/1939

resistenza a compressione



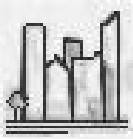
si effettua su 4 provini costituiti da:

- cubetti di lato 7.1 cm per rocce a grana fine
- cubetti di lato 10 cm per rocce a grana grossa

prove di resistenza a compressione, nella direzione del piano di posa della pietra in cava

La resistenza a compressione si ottiene dalla media delle resistenze dei quattro provini

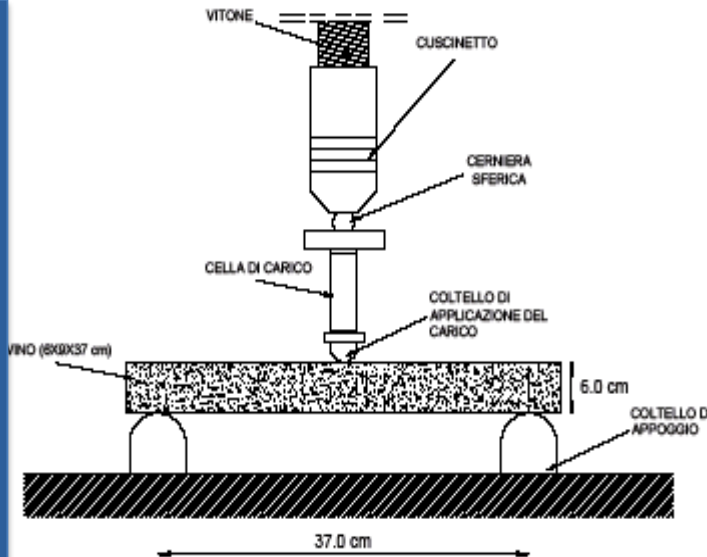
$$\sigma_R = \frac{\sigma_{1R} + \sigma_{2R} + \sigma_{3R} + \sigma_{4R}}{4}$$



# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Resistenza Meccanica

Regio Decreto n. 2232/1939



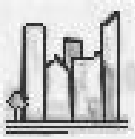
### Resistenza A Flessione

La prova di flessione viene fatta per le lastre e viene eseguita su una lastra arrotondata caricata in mezzeria servendosi di un altro coltello a spigolo arrotondato.

Viene dato, come risultato, il carico unitario dovuto al momento rottura per flessione.

$$\sigma_f = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot l}{b \cdot h^2}$$

P -> Carico di rottura  
l -> distanza fra i coltelli  
b -> base provino  
h -> altezza provino



# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Resistenza Meccanica

Regio Decreto n. 2232/1939

Usura attrito  
radente

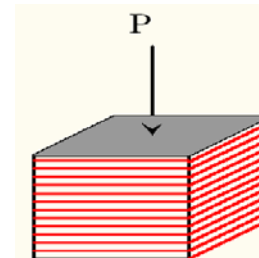
si effettua su 2 provini prismatici da:

- base quadrata di lato 7.1 cm
- altezza  $\leq 5.00$  cm

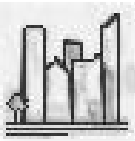
il provino è posto su una piastra rotante e al provino è applicato un carico di  $3 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$   
Si misura, con un calibro, la diminuzione dello spessore dopo un n° di giri pari a un km.



Abrasimetro -Tribometro



Questa prova è importante per giudicare se una roccia può essere utilizzata in lastre o cubetti per pavimentazioni



# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Resistenza Meccanica

Regio Decreto n. 2232/1939

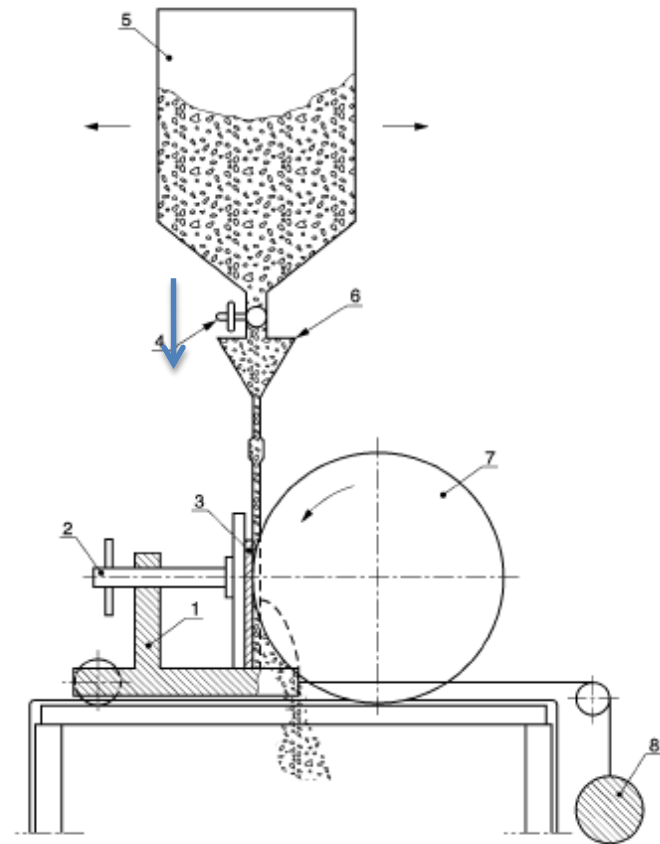
### Legenda

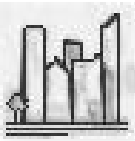
- |   |                                   |   |  |
|---|-----------------------------------|---|--|
| 1 | Supporto per il campione di prova | 5 | Tramoggia di carico per materiale abrasivo |
| 2 | Vite di fissaggio                 | 6 | Imbuto a flusso costante                   |
| 3 | Campione di prova                 | 7 | Disco di acciaio                           |
| 4 | Valvola di regolazione            | 8 | Contrappeso                                |

Fig. 1 - Apparecchio per l'abrasione



Abrasiometro - Tribometro





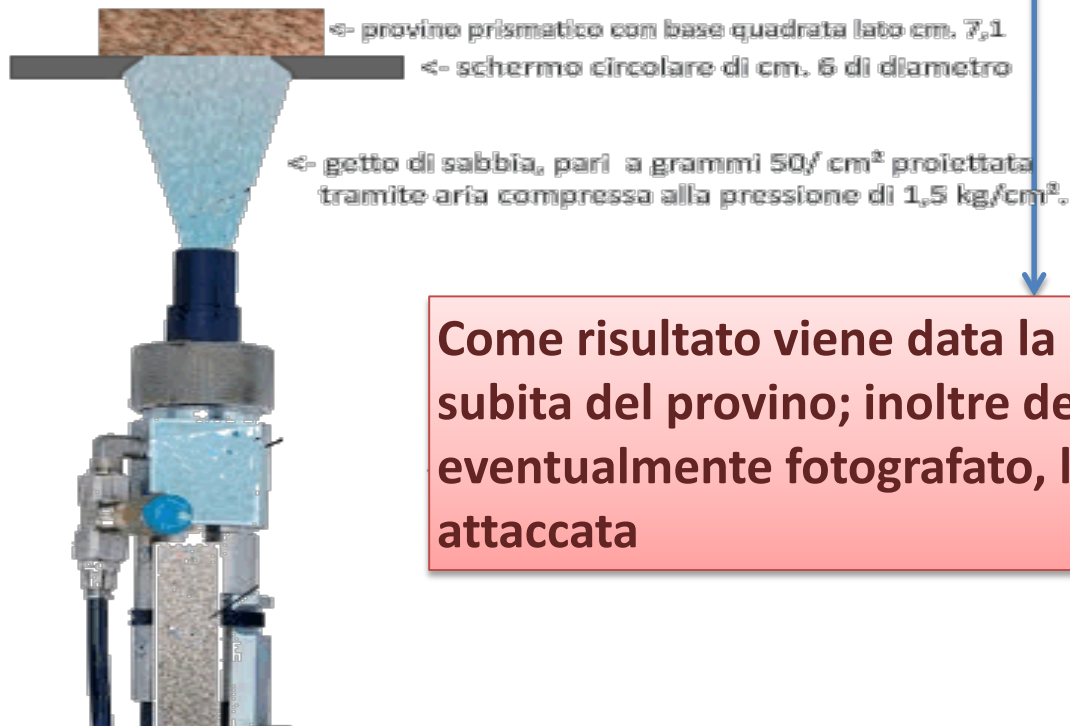
# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Resistenza Meccanica

Regio Decreto n. 2232/1939

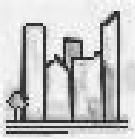
Usura getto di  
sabbia

si effettua su 2 provini prismatici da:  
• **base quadrata di lato 7.1 cm**



Come risultato viene data la diminuzione di peso subita del provino; inoltre deve essere descritto, ed eventualmente fotografato, l'aspetto della superficie attaccata





# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Resistenza Meccanica

Regio Decreto n. 2232/1939

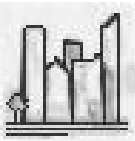
[prova d'urto](#)



si effettua lasciando cadere una palla di ghisa di kg. 1 su una lastra, appoggiata orizzontalmente su di un letto di sabbia, da altezza non inferiore ai due metri :



Lo strato di sabbia, deve avere uno spessore 5 volte 5 volte quello della lastra.



# Le Rocce: Prove di laboratorio

## Resistenza Chimica

Regio Decreto n. 2232/1939

Resistenza  
chimica

- Le prove di resistenza chimica sono quelle per determinare la resistenza alla salsedine marina.
- Per provare la resistenza delle pietre alla salsedine marina si tiene il provino alternativamente immerso in acqua di mare ed esposto ad una corrente di aria satura di salsedine. Le alternative devono avere la durata di ventiquattro ore e sono ripetute per un periodo di almeno sei mesi.

- Trascorso il periodo di esperimento si esamina se il provino presenta tracce di disgregamento e di alterazione, specialmente negli spigoli

# Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2232

## **Art. 5. peso volume**

Per stabilire il peso volume si fa il rapporto fra il peso  $G$  in grammi ed il volume  $V$  in  $\text{cm}^3$ , e cioè  $G/V$ , determinato su materiale seccato a  $110^\circ$ . Il peso  $G$  si valuta con una bilancia che abbia una approssimazione di 0,1 per cento, ed il volume  $V$  su cubi o prismi mediante calcolo.

Se il materiale non può aversi in forma regolare,  $V$  si determina anche su frammenti irregolari con un volumometro a mercurio. Con materiali che presentano grossi vuoti e sono eccessivamente porosi, di regola, si fa la determinazione del peso col calcolo su pezzi di forma regolare.

## **Art. 6. peso specifico**

Per stabilire il peso specifico si fa il rapporto tra il peso  $P$  di una pietra allo stato asciutto e quello  $G$  dell'acqua distillata che può essere spostata dal volume della sua massa:  $\gamma = P / G$ .

Si determina su 30 ÷ 50 grammi di materiale ridotto in polvere che non lasci residui su vaglio di 900 maglie di  $\text{cm}^2$  e seccata a  $110^\circ$ , con uno qualsiasi dei comuni metodi noti, purché esso sia tale da dare risultati con approssimazione di unità nella seconda cifra decimale.

# Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2232

## **Art. 7. *coefficiente d'imbibizione***

Per stabilire il coefficiente d'imbibizione si fa il rapporto fra l'aumento di peso che subisce un provino di pietra, quando è saturo di acqua, ed il suo peso allo stato asciutto, e cioè  $(G_m - G) / G$  in cui  $G$  è il peso del provino asciutto e  $G_m$  il peso del provino saturo di acqua.

Si determina pesando un provino di pietra asciutta dopo averlo seccato a  $110^\circ$  e quindi immergendolo a poco a poco nell'acqua distillata a temperatura di  $15-20^\circ$  e lasciandovelo finché in successive pesate risulti raggiunto un aumento di peso che si mantenga costante, nell'ordine del centigrammo.

Prima di ripesare il provino occorre asciugarlo alla superficie con un panno. Questa prova in acqua richiede alcuni giorni.

Una determinazione più rapida del coefficiente di imbibizione può ottenersi collocando il provino in un recipiente chiuso a tenuta d'aria, facendo in esso il vuoto e quindi introducendo dell'acqua

# Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2232

## **Art. 8. *coefficiente gelività***

La resistenza della pietra all'azione disgregatrice causata dal gelarsi dell'acqua contenuta nei pori si prova su cubetti di 7,1 cm. di lato (sezione  $\text{cm}^2$  50) per pietre di grana fina e di cm. 10 di lato (sezione  $\text{cm}^2$  100) per pietre di grana grossa. Nei provini sono indicate possibilmente le facce che sono parallele al piano di posa della pietra in cava.

Per ogni determinazione occorrono ventiquattro provini, dovendosi fare tre serie di prove di resistenza alla compressione, e cioè coi provini asciutti, coi provini saturi di acqua e coi provini congelati; in ciascuna delle tre serie di prove quattro cubetti debbono essere assoggettati a pressione nella stessa direzione del piano di posa della pietra in cava ed altri quattro nella direzione perpendicolare al detto piano.

I provini per la prima serie di prove devono essere asciugati completamente, e cioè sino a che alla temperatura di  $30^\circ$  non diano più alcuna diminuzione di peso.

Per la seconda serie devono essere saturati di acqua, immergendoli più volte in acqua distillata a  $+ 15^\circ$ .

Per produrre il congelamento dei provini saturi della stessa acqua, essi devono essere posti in acqua distillata a  $+ 35^\circ$  e lasciati immersi per tre ore, successivamente debbono essere collocati in un frigorifero alla temperatura di  $-- 10^\circ$  e lasciati congelati per la durata di altre tre ore.

Il ciclo suindicato completo deve essere ripetuto 20 volte.

Il materiale sarà dichiarato non gelivo, se nessuno dei provini, durante e dopo i 20 cicli, presenterà screpolature o tracce di lesioni, e la resistenza media a compressione dopo 20 cicli non risulterà inferiore per oltre il 20 per cento a quella degli analoghi provini saturi di acqua e se il peso non risulterà diminuito.

# Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2232

## **Art. 10. resistenza alla compressione**

- La resistenza alla compressione viene eseguita su quattro provini cubici aventi il lato di cm. 7,1 (sezione cm<sup>2</sup> 50) per pietre di grana fina e di cm. 10 (sezione cm<sup>2</sup> 100) per pietre di grana grossa, aventi facce esattamente piane e parallele normalmente alle quali si esercita lo sforzo di pressione.
- La macchina di prova è munita di nodo sferico, ed il carico di prova sale con velocità di 20 kg./cm<sup>2</sup> al secondo.
- Lo sforzo di pressione è esercitato perpendicolarmente alle facce parallele al piano di posa della pietra in cava, per quanto ne sia possibile la determinazione, ed anche nella direzione del detto piano.
- La resistenza è espressa in kg. per cm<sup>2</sup>, prendendo la media di quattro provini.
- La prova si fa tanto con provini allo stato asciutto, quanto con provini allo stato di saturazione di acqua, inteso nei limiti fissati all'art. 7 (*coefficiente d'imbibizione*).
- Nel certificato della prova viene indicato anche l'aspetto della rottura del provino.

## **Art. 14. prova di flessione**

- La prova di flessione viene fatta per le lastre e viene eseguita su una lastra appoggiata a due coltelli a spigolo arrotondato caricata in mezzeria servendosi di un altro coltello a spigolo arrotondato. Viene dato, come risultato,
- il carico unitario dovuto al momento rottura per flessione.
- .

# Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2232

## ***Art. 11. usura per attrito radente***

- La prova di usura per attrito radente, viene fatta su due provini prismatici a base quadrata di cm. 7,1 di lato ed aventi un'altezza non superiore a 5 cm. Collocati i provini nella macchina di prova devono essere compressi contro il disco rotante con un carico di 3 kg./cm<sup>2</sup>.
- L'abrasivo ad usura deve essere costituito di sabbia silicea del litorale pesarese formata da granelli che passino per un setaccio con fori di 0,5 mm. di diametro.
- Al disco deve farsi eseguire, con velocità periferica di un metro al secondo, un numero di giri tale da corrispondere ad un percorso di un chilometro del provini sul disco, mentre l'equipaggio portante provini deve a sua volta ruotare sul suo asse per rendere il consumo uniforme.
- Viene dato come risultato la diminuzione di spessore misurata con un calibro.
- Invece di due provini dello stesso campione di pietra se ne può collocare sulla macchina uno solo, sostituendo l'altro con un provino di materiale tipo (esempio, granito di S. Fedelino) per le prove di confronto



# Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2232

## ***Art. 12. usura al getto di sabbia***

La prova di usura al getto di sabbia si eseguisce su un provino prismatico avente una base quadrata ben spianata di circa cm. 7,1 di lato. Esso viene posto nella macchina di prova, munita di schermo circolare di cm. 6 di diametro, e sottoposto al getto di sabbia funzionante con aria compressa alla pressione di kg. 1,5 per cm<sup>2</sup>. Il getto è continuato fino a che è proiettata sul provino una quantità di sabbia pari a grammi 50 per cm<sup>2</sup> di superficie colpita. Invece di fissare la quantità della sabbia può essere fissata la durata del getto.

La sabbia ha la stessa provenienza e granulometria di quella usata nella prova per attrito radente.

Come risultato viene data la diminuzione di peso subita del provino; inoltre dev'essere descritto, ed eventualmente fotografato, l'aspetto della superficie attaccata

# Regio Decreto 16 novembre 1939, n. 2232

## **Art. 15.** prova di resistenza all'urto

- La prova d'urto viene fatta pure per le lastre e viene eseguita lasciando cadere una palla di ghisa di kg. 1 su una lastra, appoggiata orizzontalmente su di un letto di sabbia, da altezza non inferiore ai due metri, aumentabile in relazione al materiale ed al suo impiego.
- Lo strato di sabbia, senza preventivo costipamento, deve avere a 5 volte quello della lastra

## **Art. 16.** prove di resistenza chimica

- Le prove di resistenza chimica sono quelle per determinare la resistenza alla salsedine marina.
- Per provare la resistenza delle pietre alla salsedine marina si tiene il provino alternativamente immerso in acqua di mare ed esposto ad una corrente di aria satura di salsedine. Le alternative devono avere la durata di ventiquattro ore e sono ripetute per un periodo di almeno sei mesi.
- Trascorso il periodo di esperimento si esamina se il provino presenta tracce di disgregamento e di alterazione, specialmente negli spigoli