



Quali sono i materiali da costruzione più idonei?  
Quali sono le caratteristiche essenziali che essi devono avere per garantire buoni risultati senza danneggiare l'ambiente?



Per avere risposte a questi interrogativi, le classi 3F e 4M del Liceo Ariosto di Ferrara si sono recate il 22 marzo a Gualdo di Voghiera per visitare il “Laboratorio Prove Materiali Mucchi” nell'ambito del progetto “Riciclo ... un respiro per l'ambiente” in collaborazione col Consiglio Nazionale dei Geologi nell'ambito di RemTech (Remediation Technologies, letteralmente “tecnologie di bonifica”).

**OBIETTIVI LABORATORIO PROVE MATERIALI:**

- effettuare analisi geotecniche sui campioni di terreno prelevati nel sottosuolo nel corso di sondaggi;
- caratterizzare le proprietà fisico-meccaniche del terreno considerando anche il suo impatto sull'ambiente;
- progettare edifici adeguati alla tipologia di suolo su cui sono eretti;
- promuovere risparmio economico e benefici ambientali (l'utilizzo di materiali derivanti dalle cave comporta un grande costo a livello ambientale, poiché fonte di danneggiamento e inquinamento)
- caratterizzare le proprietà di materiali inerti, dei riciclati provenienti dai resti della demolizione di edifici e del materiale fresato derivante dalla rimozione di asfalti deteriorati.

Il direttore del laboratorio, il dr. geologo Antonio Mucchi e i suoi collaboratori dr. geol. Davide Malaguti e lo stagista Andrea Fini hanno guidato le classi alla scoperta del piccolo centro di ricerca.



**OBIETTIVI DEL PROGETTO “RICICLO ... UN RESPIRO PER L'AMBIENTE”**

- esaminare i problemi legati al crollo e demolizione degli edifici colpiti dal sisma del 2012;
- recupero delle macerie e riutilizzo in alternativa ai tradizionali materiali inerti provenienti da cava per la realizzazione di opere infrastrutturali (strade, rilevati, ecc);
- risparmio economico e benefici ambientali (meno discariche e riduzione apertura di nuove cave).

**Prova di taglio diretto:** servendosi della scatola di Casagrande, strumento costituito da due semiscatole che contengono al loro interno un campione di terreno (argilla o sabbia). Lo scivolamento della parte superiore della scatola rispetto a quella inferiore che viene sottoposta all'azione di una forza e misura la resistenza (Kg/cm<sup>2</sup>) a taglio del provino contenuto all'interno. La prova si esegue su 3 provini sottoposti a carichi crescenti di consolidazione e dalla elaborazione dei valori di resistenza a rottura rilevati si calcola l'angolo di attrito φ (angolazione massima entro la quale il terreno rimane stabile). Parametro che serve alla determinazione della portanza dei terreni o spinta delle terre.



Il Geologo Mucchi dice:  
“Quando acquisti una casa, non compri solamente l'edificio ma anche il terreno su cui si trova, per questo è sempre bene conoscere ciò che c'è sotto”

**Vane test o prova scissometrica:** procedura speditiva usata per la determinazione della resistenza al taglio dei terreni. La prova consiste nell'infissione nel campione di terreno di una paletta e misurare la forza di torsione applicata. Con questa prova speditiva si misura la coesione del terreno in Kg/cm<sup>2</sup>.



**La prova con pocket penetrometrico** consiste nell'inserire nel campione di terreno una sonda metallica e nel misurare la resistenza (kg/cm<sup>2</sup>) che offre il terreno alla penetrazione



**Prova di compressione a espansione laterale libera (ELL):** serve per calcolare la coesione Cu dei terreni argillosi (parametro utilizzato per calcolare la portanza dei terreni coesivi). La prova consiste nel comprimere con una pressa un provino cilindrico di terreno fino a portarlo a misurare il carico di rottura in Kg/cm<sup>2</sup>. La coesione Cu corrisponde alla metà del carico di rottura stimato.



**Aerometria o densimetria:** è un'analisi granulometrica che può essere svolta per via indiretta secondo la legge di Stocks o per via diretta attraverso l'uso di setacci. La prova per via indiretta viene fatta solitamente per terreni a grana fine nei quali non è possibile l'uso dei setacci e utilizza un metodo che sfrutta la sedimentazione del campione sul fondo per gravità.

**Limiti di Atterberg** permettono di delimitare attraverso un contenuto d'acqua il grado di consistenza e definire la distinzione fra stato liquido, plastico, semisolido e solido. I limiti di consistenza o di Atterberg sono definiti: limite solido, limite plastico e indice plastico. Questi limiti ricavati attraverso il cucchiaino di Casagrande.



**Prova di usura (Micro Deval):** viene posto il materiale in una giara (tamburo) contenente 2 litri e mezzo di acqua, 5000 gr di biglie in acciaio e 500 gr del campione da analizzare (selezionato fra 10 e 14 mm di diametro). La giara posta sopra dei rulli all'interno della macchina, compie 12000 giri e al termine dei quali si pesa il materiale passato nel setaccio 1.6 mm. e lo si esprime in percentuale rispetto al peso iniziale di prova.



**Determinazione del peso di volume**

Per trovare il peso di volume di un corpo:

- Se il materiale ha una forma regolare si procede per dimensionamento (P/V)
- Se il materiale ha una forma irregolare si effettua per pesata idrostatica.

Questa tecnica è stata sviluppata basandosi sul principio di Archimede e

consiste nel pesare il soggetto prima in aria e successivamente in acqua.

Si parte pesando il materiale asciutto in aria libera, dopodiché si procede

immergendolo in un secchio d'acqua (dove i vuoti d'aria dell'oggetto vengono tolti) e una volta tirato fuori lo si ripesa.



**Prova di resistenza alla frammentazione (Los Angeles):** viene eseguita sia per inerti riciclati sia per gli inerti di cava. si impiega un tamburo che viene impostato per compiere 500 giri. All'interno di un tamburo in acciaio vengono messe delle biglie di acciaio (n° 12 dal peso di circa 450 grammi/cad) e 5 Kg di inerte opportunamente selezionato (fra 10 e 14 mm di diametro) Quando il tamburo viene azionato, ad ogni giro il materiale e le biglie vengono sollevati da una paletta interna che successivamente precipitano a causa della forza di gravità e nella caduta impattano sul tamburo subendo un forte stress. Se, alla fine della prova, il materiale sottoposto a prova ha più del 30% di granuli di dimensioni inferiori a 1,6mm risulta non idoneo per l'utilizzo nella costruzione di rilevati stradali.



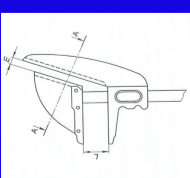
**Indice di forma:** La prova si effettua su materiale inerte proveniente da cava o da riciclo. Con un calibro vengono misurati lunghezza (L) e spessore (E) dei singoli inerti costituente il materiale da testare per stabilire se risultano rotondeggianti o appiattiti.

$$\frac{L}{E} < 3$$

Il granulo si considera di forma cubica o rotondeggiante

$$\frac{L}{E} > 3$$

Il granulo si considera non cubico o appiattito



Calibro a cursore con rapporto L/E = 3

Il materiale a forma rotondeggiante permette un grado di compattazione migliore in quanto i granuli si incastrano fra loro e non scivolano compattandosi maggiormente. Questo è importante nella costruzione di rilevati stradale perché garantisce stabilità volumetrica nel tempo. Alla fine, viene applicata una formula che consiste nel rapporto tra la massa totale dei granuli non-cubici e la massa totale dei granuli esaminati. Se il valore risulta < del 30% il materiale viene considerato idoneo.

