

Geologia Urbana: itinerari in centro città per scoprire la geodiversità litologica

Valeria Caironi (1), Michele Zucali (1), Irene Maria Bollati (1), Tecla Gomba (2),
Alessandra San Martino (3) & Patrizia Fumagalli (1)

(1) Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio", Università degli Studi di Milano.
(2) Liceo Scientifico Sacro Cuore, via Rombon 78, 20134 Milano.
(3) Liceo Scientifico Maria Immacolata IMIBERG, via Santa Lucia 14, 24128 Bergamo.
Corresponding author e-mail: valeria.caironi@unimi.it

Document type: Short note.

Manuscript received 15 January 2019; accepted 11 June 2019; editorial responsibility and handling by R. Cirrincione.

ABSTRACT

During the last years the interest towards urban areas as possible sites for educational activities concerning the Earth Sciences has been growing. The "Urban Geology" project developed by the Earth Sciences Department of the Università degli Studi di Milano offers to high school teachers a model of a low-cost outdoor geological activity, with a particular focus on the importance of rocks as georesources and heritage stones in architecture.

In a first phase, a pilot itinerary in the centre of Milan for discovering rocks in architecture was structured involving the undergraduate students of Natural Sciences and then proposed to teachers attending the TFA (Tirocinio Formativo Attivo) and in the frame of the "Piano Lauree Scientifiche". The Milan city centre is characterized by a lithological geodiversity that allows the observation of a great number of rocks of different origin and provenance, most of which are also widespread in the neighbouring cities. For each of the identified rocks, a short guide is made available to the teachers, with lithological description, petrographic classification and additional information on the origin, provenance and use in historical buildings. The guide may be used as preparatory material before the guided excursion, or as a support for more detailed studies after the visit, also offering ideas for interdisciplinary connections (art and architecture, history, economy). The supplied material may also help the teachers in organizing their own itinerary.

The itinerary was proposed as didactic activity guided by Department tutors to high school classes (around 190 students up to now), as well as to the general public during the "Settimana del Pianeta Terra 2018" (80 participants).

After the first positive experiences with the guided excursion, the project was further developed in the framework of the "Progetti Alternanza Scuola – Lavoro" (School – Work Alternance Projects) and was carried out by a total of 75 students from high schools located in Milan, San Donato Milanese, Bergamo and Lecco. The data collection on the field was performed using a specific multimedial tool, the *GeoODK Collect* App (<http://ona.io/mzucali>; <http://ona.io/ibollati>) for Smartphone. Through such projects, groups of students were able to create itineraries of Urban Geology in their own cities, illustrate their work to the public and share the data online. A workflow to reproduce the activity also in other areas is finally proposed.

KEYWORDS: rocks, urban geology, georesources, "School – Work Alternance" projects, GeoODK Collect.

INTRODUZIONE

È noto come l'insegnamento delle Scienze della Terra nella scuola italiana risenta negativamente di alcuni problemi strutturali. In primo luogo, l'assenza o scarsa

presenza di materie prettamente geologiche nel curriculum formativo degli insegnanti (in maggior parte in possesso di Lauree di ambito biologico o chimico – biologico, Realdon et al., 2016) ha spesso come conseguenza un insegnamento basato essenzialmente sui libri di testo. Ne risulta un apprendimento prevalentemente mnemonico di argomenti che appaiono agli studenti noiosi e lontani dalla realtà quotidiana. In secondo luogo, mancano spesso sia le risorse economiche sia il tempo da dedicare alla realizzazione di laboratori sperimentali o di attività pratiche basate su un coinvolgimento attivo degli studenti (Scapellato, 2014; Occhipinti, 2016), soprattutto in contesti outdoor, specialmente se in ambiente naturale (Orion, 1993; Bollati et al., 2016, 2018a; Sturani et al., 2018). Queste mancate opportunità penalizzano la didattica nel suo complesso, in quanto proprio le attività outdoor rappresentano un punto di forza per rafforzare i concetti appresi attraverso la teoria spiegata nei libri (Davis, 2002; Marques et al., 2003; Boyle et al., 2007; Garavaglia & Pelfini, 2011).

Oltre ai contesti naturali, dove le proposte didattiche in esterno stanno ultimamente aumentando di frequenza e numero (Garavaglia & Pelfini, 2011; Bollati et al., 2018a), negli ultimi anni si assiste a una riscoperta dell'ambiente urbanizzato. In particolare, ricerche recenti hanno messo in evidenza come gli aspetti legati alle varie discipline delle Scienze della Terra possano essere valorizzati anche in ambienti fortemente antropizzati (e.g. Kean et al., 2004). De Wever et al. (2018) hanno proposto una review sull'importanza dei geositi e delle pietre ornamentali nelle città. Altra opportunità, sempre in contesto urbano e periurbano, è rappresentata dalla geodiversità litologica particolarmente elevata delle aree cimiteriali e nelle chiese, come sottolineato da Del Lama et al. (2018). La commistione tra modellamento del paesaggio da parte dell'Uomo e forme naturali del rilievo è poi particolarmente evidente in contesti urbanizzati (Reynard et al., 2017). Benché le forme naturali siano talvolta di difficile lettura, in questi contesti il focus è puntato sull'Uomo come agente morfogenetico che viene così compreso e inserito tra gli agenti del modellamento del paesaggio.

In Italia, un paese caratterizzato da una profonda

geodiversità litologica e paesaggistica (Bollati et al., 2018b), come evidenziato anche nella *Italian geological map of the natural stones* (Fiora et al., 2004), molti sono gli esempi di applicazione di questi concetti. La geodiversità litologica è stata studiata in molte città italiane (Rodolico, 1953). Tra le altre sono interessanti le ricerche in città come Bologna (Del Monte, 2005), Torino (Borghi et al., 2014), Genova (Sacchini et al., 2018) e in Liguria in generale (Cimmino et al., 2004). Nel caso di Torino, il prodotto finale è stato lo sviluppo della App “TOURinSTONE” (Gambino et al., 2018), che permette un viaggio alla scoperta delle rocce della città, guidati lungo gli itinerari caricati sulla app gratuita.

Negli ultimi anni numerosi sono gli esempi di caratterizzazione e valorizzazione anche degli aspetti geomorfologici in ambito urbano (Reynard et al., 2017). In Italia, per Roma è stata redatta una carta geomorfologica completa e arricchita di itinerari geoturistiche (Pica et al., 2016), e altri sono gli esempi su territorio italiano, a differente livello di approfondimento (e.g., Pelfini et al., 2018a), alcuni con forti collegamenti alla componente geoarcheologica (Amato et al., 2018).

Per quanto riguarda Milano, il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano da diversi anni offre ai docenti delle scuole secondarie diverse attività laboratoriali, concepite per integrare la didattica tradizionale in aula con esperienze dirette di osservazione di caratteri e proprietà di minerali e rocce e delle loro applicazioni pratiche (Caironi, 2018).

Nell'ultimo triennio, in concomitanza con l'inclusione delle Scienze della Terra nel *Piano Lauree Scientifiche*, il Dipartimento ha potenziato le attività volte alla formazione ed aggiornamento degli insegnanti, anche con lo scopo di incrementare le immatricolazioni al Corso di laurea in Scienze Geologiche. Oltre a conferenze e seminari di aggiornamento professionale, sono stati proposti ai docenti anche diversi esempi di “laboratori poveri”, facilmente replicabili presso le proprie scuole, o semplici attività di raccolta di dati geologici sul terreno (geomorfologia, idrologia, litologia, concetti base di cartografia e rilevamento) anche con l'utilizzo di strumenti digitali (Kerski, 2008; Bollati et al., 2016; 2018a). A queste proposte si è aggiunto il progetto “*Geologia Urbana*”.

IL PROGETTO “GEOLOGIA URBANA”

Come precedentemente accennato, recentemente diversi autori (e.g., De Wever, 2016; Pelfini et al., 2018b; Del Lama et al., 2018) hanno sottolineato l'importanza delle rocce usate in contesti urbani come vere e proprie georisorse e come parte del patrimonio culturale. In effetti, la maggior parte delle rocce esistenti viene usata in maniera diretta in ambito edilizio ed architettonico. A seconda delle loro caratteristiche fisiche e chimiche, alcuni litotipi vengono impiegati come materiale da costruzione con funzioni strutturali, altri come pavimentazioni stradali ed elementi di arredo urbano, oppure come rivestimenti esterni e interni di edifici, per elementi architettonici decorativi, o per la realizzazione di statue.

Considerando l'ubicazione cittadina della maggior parte delle scuole, il progetto “*Geologia Urbana*” è nato per richiamare l'attenzione dei docenti sulle possibilità didattiche offerte dall'attenta osservazione dei manufatti

nelle immediate vicinanze delle scuole stesse, proponendo un modello di escursione didattica a basso costo facilmente replicabile in qualsiasi realtà urbana. In un paese dalla civiltà millenaria come l'Italia, infatti, qualunque città o paese mostra nelle sue costruzioni l'impronta dell'ambiente geologico circostante, offrendo anche la possibilità di collocare lo studio delle rocce e delle loro aree di provenienza nel contesto dell'evoluzione storica, economica ed artistica locale.

Il progetto è stato sviluppato in diverse fasi. In un primo tempo è stato messo a punto un itinerario pilota nel centro di Milano, che è stato testato sia internamente con gli studenti del Corso di laurea in Scienze della Natura, sia con numerosi docenti nell'ambito dei seminari di formazione insegnanti, durante il Tirocinio Formativo Attivo (Pelfini et al., 2018b) e, a partire dal 2017, anche come attività didattica offerta alle scuole all'interno del Piano Lauree Scientifiche.

A supporto dell'escursione sono state elaborate schede descrittive dei principali litotipi, rese disponibili agli insegnanti sia per approfondimenti in classe, sia per l'eventuale elaborazione di propri percorsi didattici a Milano o in altre città.

Il progetto “*Geologia Urbana*” è stato in seguito proposto alle scuole secondarie di secondo grado come progetto di Alternanza Scuola – Lavoro da svolgersi con l'utilizzo di strumentazione multimediale per la raccolta dati: l'applicazione *GeoODK Collect* per Smartphone (su Android) (<http://ona.io/ibollati>; <http://ona.io/mzucali>). Le attività di Alternanza Scuola - Lavoro fino ad oggi realizzate hanno riguardato i territori di Milano, Bergamo, Lecco e San Donato Milanese.

L'iniziativa è stata ulteriormente pubblicizzata nell'ambito della manifestazione *MMT-Meet Me Tonight* – faccia a faccia con la ricerca (Milano, 28-29 settembre 2018) e con una proposta di “Passeggiata di Geologia Urbana a Milano” durante la *Settimana del Pianeta Terra* (14 - 21 ottobre 2018). Entrambe le occasioni si sono rivelate proficue vetrine nei confronti di studenti, insegnanti e pubblico generico (famiglie, appassionati, curiosi).

IL PERCORSO PILOTA: “GEOLOGIA URBANA A MILANO”

L'itinerario che viene proposto vuole essere un esempio di come una semplice passeggiata in città possa costituire un momento didattico non solo per gli argomenti di Scienze della Terra, ma anche per collegamenti interdisciplinari.

La scelta del percorso nel centro di Milano, tra Piazza S. Babila, Piazza del Duomo e Piazza della Scala, si è basata su una serie di motivi:

- i. in questa zona è possibile trovare una grande varietà di rocce di tipologia ed origine diversa: rocce sedimentarie (calcarei con o senza fossili, dolomie, conglomerati, arenarie), magmatiche, sia intrusive che vulcaniche (graniti, sieniti, porfidi, trachiti), metamorfiche (marmi, gneiss, eclogiti). Molti di questi materiali sono largamente usati nell'architettura civile moderna sia di Milano che delle principali città lombarde, e quindi possono essere poi riconosciuti dagli studenti anche in altre sedi.
- ii. il percorso si snoda in gran parte sotto portici e gallerie che presentano pavimentazioni e rivestimenti in

materiali pregiati, non utilizzati per lastricare normali vie cittadine. Ciò consente di effettuare osservazioni a distanza ravvicinata e, inoltre, offre il vantaggio collaterale di essere indipendenti dalle condizioni meteorologiche.

- iii. la zona è facilmente raggiungibile con i mezzi pubblici, anche nel caso di provenienza da fuori città.

Le schede che vengono fornite agli insegnanti (Fig. 1) riportano per ogni litotipo la denominazione comune della roccia, la corretta classificazione petrografica ed una descrizione dei caratteri macroscopici con relativa foto. Sono inoltre indicati l'area di provenienza della roccia e la formazione geologica a cui appartiene, la localizzazione delle cave, il tipo di utilizzo e di lavorazione, notizie storiche sull'impiego e indicazioni sui principali edifici milanesi in cui si può osservare, in alcuni casi con le relative fotografie.

I dati per la preparazione delle schede sono stati tratti in parte dai testi di Bugini & Folli (2008, 2011), parzialmente disponibili in rete (www.icvbc.cnr.it/didattica/petrografia/lezioni_petrografia.htm), e in parte da materiale elaborato direttamente da personale del

Dipartimento. La strutturazione delle schede è stata pensata per consentire ai docenti di effettuare anche collegamenti con altre tematiche, come ad esempio i problemi ambientali legati allo sfruttamento delle georisorse, le rotte commerciali che hanno caratterizzato i diversi periodi storici e le relazioni tra le caratteristiche delle rocce e il loro uso in determinati stili architettonici e artistici.

Il geotitinerario guidato di Geologia Urbana lungo il percorso standard si è aggiunto alle altre attività che il Dipartimento di Scienze della Terra offre gratuitamente alle scuole secondarie di secondo grado come supporto alla didattica in aula. Nel corso dell'anno solare 2018 hanno partecipato all'attività didattica in esterno dieci classi distribuite tra Liceo Classico, Scientifico (tradizionale e delle Scienze Applicate), Artistico e ITIS, di Milano, San Donato Milanese, Lecco e Bergamo, per un totale di 190 studenti. Altre prenotazioni per l'anno 2019 sono state effettuate da alcuni dei docenti che hanno preso parte all'attività didattica in esterno organizzata durante la Settimana del Pianeta Terra 2018. In alcuni casi gli insegnanti hanno invece richiesto il materiale di supporto per organizzarsi in proprio.

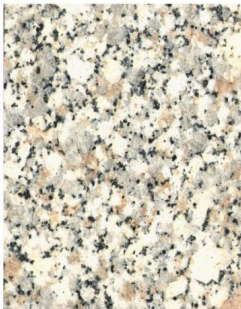
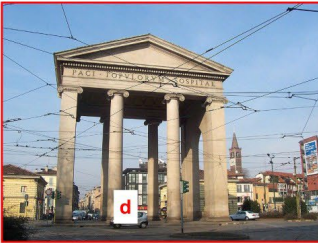
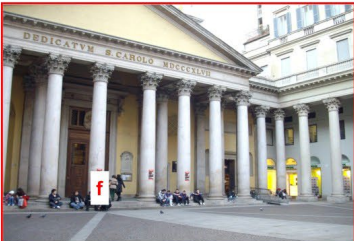
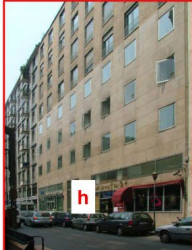
nome	descrizione	origine	provenienza	usato per
Granito rosa	Grana media-grossa. Quarzo grigio, feldspato potassico da rosa chiaro a rosso (per microinclusioni di ematite), plagioclasio bianco, biotite nera.	magmatica intrusiva Graniti dei Laghi. Età 275-270 Ma	Massiccio Mottarone - Baveno sul Lago Maggiore. Cave attive dal XVI sec.	XVI-XVII sec.: colonne dei cortili di Brera, Lazzaretto, Seminario, Osp. Maggiore (ora Univ. Statale, a); colonne del portale interno del Duomo (1637). Poco usato nel barocco. XVIII sec.: zoccolature, colonne e pilastri (Pal. Serbelloni c.Venezia 16, b ; Teatro alla Scala, c). XIX sec.: Porta Ticinese, d ; struttura Arco della Pace; Pal. Saporiti c.Venezia 40, e ; colonne di S.Carlo, f ; pilastri dei portici di P.Duomo e ingresso Galleria, g . XX sec.: usato da noti architetti come P.Portaluppi, L.Beltrami, P.Bottoni, G.Muzio, E.Frisia, M.Zanuso, L.Figini & G.Pollini, M.Asnago & C.Vender (P.Velasca 14, h) per rivestimenti di edifici privati.
				
				
				
				
				
				

Fig. 1 - Esempio di scheda descrittiva del litotipo.

Tra gli studenti che hanno partecipato alle uscite nel 2018, una classe dell'indirizzo audiovisivo e multimediale del Liceo Artistico Caravaggio di Milano ha documentato l'esperienza tramite la produzione di un e-book costituito da schede petrografiche ed informazioni storiche ed artistiche sugli edifici e monumenti fotografati dagli studenti stessi durante l'escursione guidata e durante successive uscite autonome. L'e-book è visibile al seguente link: <http://www.dipterra.unimi.it/ecm/home/aggiornamenti-e-archivi/tutte-le-notizie/content/rocce-a-Milano.0000.UNIMIDIRE-65097>).

PROGETTI DI ALTERNANZA SCUOLA - LAVORO

A seguito dell'interesse suscitato dalle passeggiate di Geologia urbana e dei riscontri positivi da parte dei docenti sull'esperienza svolta nel contesto urbano di Milano, è stato proposto il progetto di Alternanza Scuola – Lavoro, in convenzione con l'Università degli Studi di Milano tramite il proprio Centro per l'Orientamento allo Studio e alle Professioni (COSP). Nel progetto viene richiesto agli studenti partecipanti di ideare un percorso di osservazione e riconoscimento dei materiali lapidei ornamentali e da costruzione nel proprio territorio urbano. La scelta di questo tipo di progetto è dovuta alle seguenti motivazioni:

- Possibilità di censire un gran numero di punti, che per gli studenti si traduce in un incarico di lavoro vero e proprio;
- Opportunità per gli studenti di sperimentare e consolidare i concetti relativi alla classificazione delle rocce che affrontano proprio in quegli anni dei corsi di studio e che risultano particolarmente ostici (Bollati et al., 2018a; Caironi, 2018).

Lo svolgimento comporta una fase preliminare, guidata da tutors del Dipartimento, dedicata ad apprendere i fondamenti della descrizione e della classificazione delle rocce. Tale finalità può essere raggiunta tramite un'attività didattica in esterno sia in città, sia in altri luoghi in cui sia presente una buona varietà di rocce diverse (nello specifico, le uscite si sono svolte nel greto dei fiumi Ticino e Brembo), oppure tramite l'osservazione di campioni rocciosi presenti nelle collezioni scolastiche o messi a disposizione dal Dipartimento di Scienze della Terra.

Successivamente gli studenti partecipanti iniziano a censire e identificare i litotipi utilizzati nell'ambito dei propri centri urbani e a raccogliere documentazione iconografica (Fig. 2), per giungere infine a realizzare i percorsi tematici che permettano di esplorare la geodiversità litologica in ambito urbano. Più nel dettaglio, per ciascuno dei litotipi considerati vengono raccolti dati sui caratteri mineralogico-petrografici in relazione alle proprietà fisiche, meccaniche ed estetiche che li rendono adatti ai diversi impieghi, insieme a notizie storiche ed artistiche relative alle opere in cui sono stati utilizzati.

Infine si richiede agli studenti di raccogliere il lavoro svolto in un prodotto a carattere divulgativo per un pubblico non specialista. Tale prodotto può essere una presentazione orale durante eventi sociali (come il Festival Bergamo Scienza: <https://www.bergamoscienza.it>), una mostra con fotografie e pannelli esplicativi, un "libro fotografico" eventualmente anche in forma di e-book, oppure una passeggiata lungo l'itinerario descritto in cui gli studenti fanno da guide e ciceroni a genitori ed insegnanti.

Ai progetti di Alternanza hanno partecipato in totale 75 studenti dei seguenti Istituti: Liceo Scientifico Istituto Maria Immacolata IMIBERG di Bergamo, Liceo Scientifico Sacro Cuore di Milano, Liceo Scientifico G.B. Grassi di Lecco, Liceo Scientifico P. Levi di San Donato Milanese.



Fig. 2 – Studenti durante la raccolta dati.

STRUMENTI MULTIMEDIALI: L'APPLICAZIONE GEOODK COLLECT

Kerski (2008) ha messo in evidenza come tutte le discipline, e quindi anche le Scienze della Terra, che abbiano come oggetto di indagine elementi spazialmente riferiti, possano trarre beneficio dalle geotecnologie come possibile strumento di lavoro. Gli studenti che hanno partecipato ai progetti di Geologia Urbana nell'ambito dell'Alternanza Scuola – Lavoro hanno avuto a disposizione l'applicazione *GeoODK Collect* per Smartphone (solo su Android). Tale applicazione consente di caricare tutti i dati raccolti sul sito dedicato <https://ona.io/>, in progetti pre-strutturati dal responsabile, attraverso un Form appositamente predisposto. Il Form (Fig. 3) raccoglie in automatico la posizione tramite coordinate GPS e consente di caricare una o più foto della roccia in opera, il gruppo litologico di appartenenza, la classificazione petrografica, il tipo di uso urbano ed altre informazioni che gli studenti hanno raccolto durante gli approfondimenti. Tutte le

descrizioni raccolte dal Form sono immediatamente trasferite al database online (alcuni esempi sono visionabili ai seguenti links: <https://ona.io/ibollati>; <https://ona.io/mzucali>), che può essere liberamente consultato ed interrogato secondo vari criteri. È possibile visualizzare in mappa o su foto satellitari la posizione dei siti descritti, vedere le foto e le informazioni caricate (Fig. 3). Il database può essere interrogato applicando diversi filtri, evidenziando aspetti specifici di particolare interesse per le diverse finalità. Ad esempio, si possono selezionare i punti di osservazione caratterizzati da un determinato litotipo o da uno specifico uso urbano, o entrambi, permettendo la realizzazione di percorsi tematici personalizzati. Le informazioni raccolte possono essere successivamente cambiate, corrette o eliminate dagli autori degli inserimenti.

La flessibilità con cui il progetto è stato strutturato consente di declinarlo secondo le peculiarità dei diversi tipi di Istituti Superiori (licei classici, scientifici, artistici, istituti tecnici), valorizzando le attitudini proprie degli studenti che li frequentano.

The figure displays the GeoODK Collect application interface across several screens. The top screen shows the main menu with icons for 'Collect Data', 'Send Data', 'Edit Data', 'Map Data', 'Delete Data', and 'Settings'. The middle screen shows a map of Milan with red location points. The bottom screen shows a data entry form with sections for 'Fotografia' (photo), 'Tipo di roccia' (rock type), 'Sottotipo magmatiche intrusive' (intrusive magmatic subtype), and 'Utilizzo architettonico' (architectural use). Yellow arrows indicate the flow from the menu to the map and then to the data entry form.

GeoODK Collect

Data Collection & Mapping

Collect Data Send Data Edit Data Map Data Delete Data Settings

Overview Map Table Photos Charts Dashboard Settings

View By

Ti trovi alla fine di "UrbanGEO_form_MILANO".

Nome di questo modulo: UrbanGEO_form_MILANO

☒ Segna Modulo come Completato

Salva modulo ed esci

Benvenuto in UrbanGEO_form_MILANO. Scorri il dito sullo schermo come indicato per andare avanti o indietro.

indietro avanti

Fotografia

Scatta Foto

Seleziona Foto

Tipo di roccia

- ☐ Sedimentaria chimica
- ☐ Sedimentaria silicoclastica
- ☐ Magmatica effusiva
- ☒ Magmatica intrusiva
- ☐ Metamorfica
- ☐ Non riconosciuta

Sottotipo magmatiche intrusive

- ☒ Granito
- ☐ Granodiorite
- ☐ Tonalite
- ☐ Sienite
- ☐ Monzonite
- ☐ Diorite
- ☐ Gabbro
- ☐ Altro

Utilizzo architettonico

- ☐ Pavimentazione
- ☐ Mura
- ☐ Colonna
- ☒ Rivestimento/Ornamentazione
- ☐ Fontana
- ☐ Statua
- ☒ Muretto
- ☐ Gradini/Scale
- ☐ Altro

Fig. 3 – Procedura di raccolta dati e visualizzazione attraverso l'applicazione *GeoODK Collect*. Sono visibili alcuni dei diversi Form per inserire le informazioni.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le attività didattiche in esterno concernenti la Geologia Urbana proposte nei diversi contesti illustrati hanno suscitato un notevole interesse negli insegnanti per le seguenti motivazioni:

- ottima fruibilità e facilità di gestione delle uscite;
- flessibilità di approccio, facilmente adattabile a diversi itinerari e centri urbani;
- possibilità di collegamenti e approfondimenti interdisciplinari, sempre più valutati nei moderni metodi didattici, e di consolidamento di argomenti ostici come la classificazione delle rocce.

Durante le attività in esterno guidate dai tutors del Dipartimento gli studenti hanno in genere partecipato in modo attivo, collegando in maniera proficua le osservazioni svolte con gli argomenti trattati in classe relativi alla classificazione e alle caratteristiche mineralogiche e petrografiche delle rocce.

Gli approfondimenti multidisciplinari guidati dai docenti di classe hanno permesso agli studenti di ragionare sull'interconnessione tra i diversi aspetti legati all'impiego delle rocce, sia nel passato che nell'epoca attuale, inserendo le proprie osservazioni nel contesto geologico, economico, storico ed artistico del territorio in esame. L'esperienza ha aiutato i partecipanti a prendere coscienza anche della valenza socio-culturale dell'utilizzo dei materiali lapidei nelle proprie città.

Per quanto riguarda i progetti di Alternanza Scuola – Lavoro concernenti la Geologia Urbana, l'uso di tecnologie multimediali open source ha permesso ai partecipanti di sviluppare e migliorare le proprie competenze nell'ambito della raccolta dati e della condivisione delle informazioni. Inoltre l'utilizzo di un'applicazione per Smartphone, essendo una modalità già familiare alla maggior parte degli studenti, si è dimostrato particolarmente idoneo a promuovere il coinvolgimento attivo di ciascuno. Tutti i partecipanti hanno giudicato l'esperienza positiva e soddisfacente.

La produzione di un elaborato finale a carattere divulgativo, oltre che migliorare la capacità di lavorare in gruppo, ha consentito agli studenti di misurarsi con le problematiche legate alla divulgazione scientifica rivolta ad un pubblico di non specialisti, sviluppando competenze relative all'organizzazione dei contenuti e alla comunicazione degli stessi in diverse forme.

La maggior parte dei partecipanti ha evidenziato un buon livello di coinvolgimento personale, con positivi risvolti anche sulla crescita del senso di consapevolezza e responsabilità nei confronti della conservazione del patrimonio culturale e dell'uso e gestione delle georisorse.

Si propone infine nello schema in figura 4 un potenziale modello riproducibile in altri contesti urbani, seguendo semplici steps: input dei dati, inventario dei migliori luoghi per osservare la geodiversità litologica in ambito urbano, creazione di possibili itinerari che li colleghino, gestiti nell'ambito di differenti iniziative. Infine, a valle dei feedback ricevuti sarà possibile di volta in volta rimodulare l'approccio alla tematica.

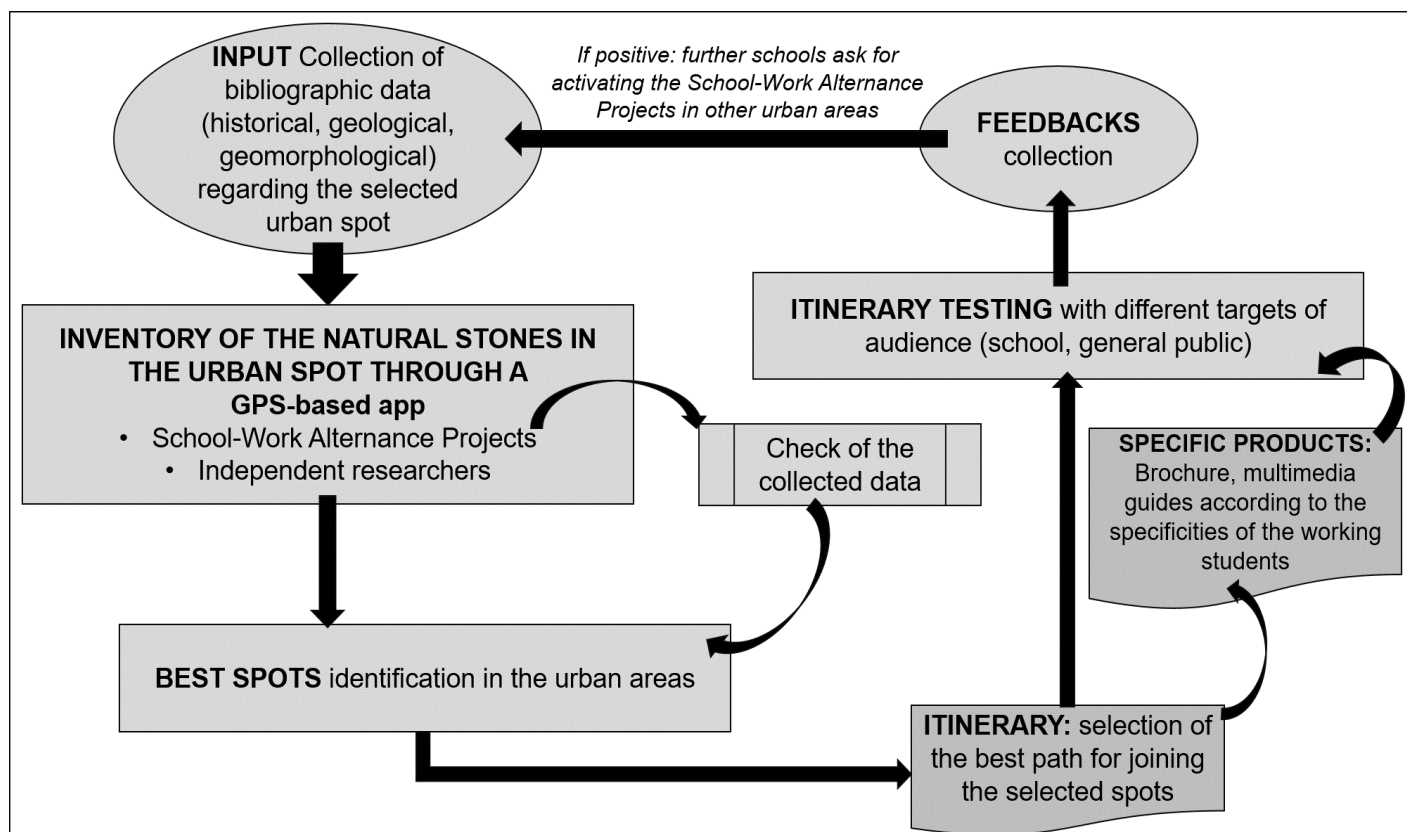


Fig. 4 – Modello di lavoro potenzialmente replicabile anche in altre realtà urbane.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano i colleghi R. Bocchio, per aver messo a disposizione molti dei materiali utilizzati per la preparazione delle schede, e G. Borghini e S. Tumiatì, per la partecipazione ad alcune delle uscite didattiche. Un ringraziamento anche agli studenti della Laurea Magistrale in Scienze della Terra C. Artoni e S. Grasso che hanno collaborato al tutoraggio dei partecipanti ai progetti di Alternanza Scuola – Lavoro.

BIBLIOGRAFIA

- Amato V., Ciarcia S., Rossi A. & Santoriello A. (2018) - The urban geoarchaeology of Benevento, southern Italy: Evaluating archaeological potential. *Geoarchaeology*, 33(1), 100-111.
- Bollati I., Fossati M., Zanoletti E., Zucali M., Magagna A. & Pelfini M. (2016) - A methodological proposal for the assessment of cliffs equipped for climbing as a component of geoheritage and tools for Earth Science education: the case of the Verbano-Cusio-Ossola (Western Italian Alps). In: Skourtsos E., Lister G. (Eds.), *General Contributions, Journal of the Virtual Explorer, Electronic Edition*, Volume 49, paper 1, 1-23.
- Bollati I. M., Gatti C., Pelfini M. P., Speciale L., Maffeo L. & Pelfini M. (2018a) - Climbing walls in Earth Sciences education: an interdisciplinary approach for the secondary school (1st level). *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 44, 134-142.
- Bollati I., Coratza P., Panizza V. & Pelfini M. (2018b) - Lithological and structural control on Italian mountain geoheritage: opportunities for tourism, outdoor and educational activities. *Quaestiones Geographicae*, 37(3), 53-73.
- Borghi A., d'Atri A., Martire L., Castelli D., Costa E., Dino G., Favero Longo S. E., Ferrando S., Gallo L. M., Giardino M., Groppo C., Piervittori R., Rolfo F., Rossetti P. & Vaggelli G. (2014) - Fragments of the Western Alpine chain as historic ornamental stones in Turin (Italy): enhancement of urban geological heritage through geotourism. *Geoheritage*, 6(1), 41-55.
- Boyle A., Maguire S., Martin A., Milsom C., Nash R., Rawlinson S., Turner A., Wurthmann S. & Conchie S. (2007) - Fieldwork is good: The student perception and the affective domain. *J. Geogr. Higher Educ.*, 31(2), 299-317.
- Bugini R. & Folli L. (2008) - *Lezioni di Petrografia applicata*. CNR - Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali.
- Bugini R. & Folli L. (2011) - L'architettura su misura - Elementi litici nell'architettura milanese 1920-1940. *Arkos Nuova serie*, 24, 29-31.
- Caironi V. (2018) - Attività di laboratorio per le scuole ad integrazione della didattica tradizionale. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 45, 11-16.
- Cimmino F., Faccini F. & Robbiano A. (2004) - Stones and coloured marbles of Liguria in historical monuments. *Period. Mineral.*, 73, 71-84.
- Davis R.L. (2002) - The value of teaching about geomorphology in non-traditional settings. *Geomorphology*, 47(2), 251-260.
- De Wever P., Baudin F., Pereira D., Cornée A., Egoroff G. & Page K. (2017) - The importance of geosites and heritage stones in cities—A review. *Geoheritage*, 9(4), 561-575.
- Del Monte M. (2005) - *Le Pietre di Bologna - litologia di una città. Carta alla scala 1:3500*. Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, 1 carta.
- Fiora L., Alciati L., Borghi A. & Zusi V. (2004) - Italian geological map of natural stones. CNR Ed.
- Gambino F., Borghi A., d'Atri A., Gallo L.M., Ghiraldi L., Giardino M., Martire L., Palomba M., Perotti L. & Macadam J. (2019) - TOURinSTONES: a free mobile application for promoting geological heritage in the city of Torino (NW Italy). *Geoheritage*, 11(1), 3-17.
- Garavaglia V. & Pelfini M. (2011) - Glacial Geomorphosites and Related Landforms: A Proposal for a Dendrogeomorphological Approach and Educational Trails. *Geoheritage*, 3, 15-25.
- Kean W.F., Posnanski T.J., Wisniewski J.J. & Lundberg T.C. (2004) - Urban Earth Science in Milwaukee Wisconsin. *J. Geosci. Ed.*, 52(5), 433-437.
- Kerski J.J. (2008) - The role of GIS in Digital Earth education, *Int. J. Dig. Earth*, 1(4), 326-346.
- Marques L., Praia, J.O. & Kempa R. (2003) - A study of students' perceptions of the organization and effectiveness of fieldwork in Earth Sciences education. *Res. Sci. Technol. Educ.*, 21(2), 265-278.
- Occhipinti S. (2016) - The importance of active education in the teaching - learning of Earth Sciences: models, tools, experiences. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 40, 47-55.
- Orion N. (1993) - A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *Sch. Sci. Math.*, 93(6), 325-331.
- Pelfini M., Bollati I., Pellegrini L. & Zucali M. (2016) - Earth Sciences on the field: educational applications for the comprehension of landscape evolution. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 40, 56-66.
- Pelfini M., Fredi P., Bollati I., Coratza P., Fubelli G., Giardino M., Liucci L., Magagna A., Melelli L., Padovani V., Pellegrini L., Perotti L., Piacente S., Vescogni A., Zerboni A. & Pambianchi G. (2018a) - Developing new approaches and strategies for teaching Physical Geography and Geomorphology: the role of the Italian Association of Physical Geography and Geomorphology (AIGeo). *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 45, 119-127.
- Pelfini M., Bollati I., Pedrazzini T., Sturani M. & Zucali M. (2018b) - Urban geoheritage as a resource for Earth Science education: examples from Milan metropolitan area. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 45, 83-88.
- Pica A., Vergari F., Fredi P. & Del Monte M. (2016) - The aeterna urbs geomorphological heritage (Rome, Italy). *Geoheritage*, 8(1), 31-42.
- Realdon G., Paris E. & Invernizzi M.C. (2016) - Teaching Earth Sciences in Italian liceo high schools following the 2010 reform: a survey. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 40, 71-79.
- Reynard E., Pica A. & Coratza P. (2017) - Urban geomorphological heritage. An overview. *Quaestiones geographicae*, 36(3), 7-20.
- Rodolico F. (1953) - *Le pietre delle città d'Italia*. Le Monnier, Firenze, 475 pp.
- Sacchini A., Imbrogio Ponaro M., Paliaga G., Piana P., Faccini F. & Coratza P. (2018) - Geological landscape and stone heritage of the Genoa Walls Urban Park and surrounding area (Italy). *J. Maps*, 14(2), 528-541.
- Scapellato B. (2014) - A pilot training course to take IBSE approach in Earth Science teaching in Italian secondary schools: analysis of teacher's perceptions. PhD Thesis, University of Camerino.
- Sturani M., Parravicini P. & Pelfini M. (2018) - Pre-service teachers' attitudes in planning and scheduling geofield trips at secondary school level. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 45, 77-82.