



PROVINCIA DI CREMONA
Assessorato all'Ambiente ed Ecologia

I CIOTTOLI DEI GRETI FLUVIALI CREMONESI

CREMONA 1996

Coordinamento scientifico:

dott. geol. Gemio Bissolati
Azienda Servizi Municipalizzati - Brescia

dott. geol. Massimo Cremonini Bianchi
Assessorato ambiente ed ecologia della Provincia di Cremona

Si ringraziano il dott. geol. G. Borgogna per le informazioni gentilmente fornite e l'ing. F. Lazzari per l'assistenza prestata nella realizzazione delle fotografie.

Fotocomposizione e stampa:

Linograf s.n.c. - via de' Berenzani, 15 - Cremona

Non è consentita la riproduzione, anche parziale, del testo senza citare la fonte.

Pubblicazione fuori commercio.

2ª ristampa: gennaio 2007

Stampata su carta Symbol Freelif
delle Cartiere Fedrigoni

In copertina: greto del Fiume Oglio nei pressi di Soncino.



PROVINCIA DI CREMONA
Assessorato all'Ambiente ed Ecologia

I CIOTTOLI DEI GRETI FLUVIALI CREMONESI



CENTRO DOCUMENTAZIONE AMBIENTALE
QUADERNI 9

Cremona 1996

INDICE

<i>Presentazione</i>	7
I ciottoli ci parlano...	9
Premessa	11
Introduzione	12
Che cosa sono le rocce	16
Come si formano le rocce	20
Come distinguere i diversi tipi di rocce	25
I principali litotipi dei greti fluviali cremonesi	30
Schede descrittive	35
Glossario	66
Bibliografia	68

PRESENTAZIONE

Questa pubblicazione, che si pone in continuità con le ormai numerose iniziative editoriali della Provincia di Cremona in campo naturalistico, si rivolge a tutti coloro che sono interessati ad approfondire le loro conoscenze a proposito delle zone fluviali, con lo scopo di attirare la loro attenzione su un aspetto spesso trascurato dell'ambiente cremonese: quello delle rocce.

Come tutti sappiamo, il territorio della nostra provincia è privo di monti, per cui non è possibile osservare i diversi tipi di rocce nella loro disposizione originaria, ovvero in strati oppure in grandi masse omogenee; tuttavia i depositi alluvionali che costituiscono la pianura cremonese, formati da detriti della catena alpina, ci permettono di disporre di molti "campioni" rocciosi che si prestano ad essere analizzati e riconosciuti.

A molti sarà capitato di passeggiare lungo le sponde di uno dei nostri fiumi e di chiedersi, incuriositi dall'aspetto di un ciottolo: "Chissà che sasso è questo? Da dove viene? Quanti anni fa si è formato? ...".

Questa guida, una delle poche del suo genere, contiene un semplice metodo di indagine ed una serie di informazioni che possono mettere in grado, anche chi non è specialista in Geologia, di dare alcune risposte a queste domande e, quindi, di conoscere le caratteristiche salienti dei principali tipi di rocce presenti nel nostro territorio. La struttura, lo stile e le stesse dimensioni del volumetto sono stati pensati con lo scopo di consentire un suo agevole utilizzo diretto nell'ambiente, sui greti fluviali.

Il riconoscimento della natura litologica dei ciottoli viene proposto dagli Autori come passatempo, come svago che può appassionare giovani e adulti; in realtà esso, oltre che assicurare un sano divertimento, richiede l'esercizio, e quindi l'affinamento, dello spirito di osservazione e delle capacità deduttive della persona, per cui deve essere considerato un "gioco intelligente", in grado di educare divertendo chi vi si accosta.

L'Amministrazione provinciale di Cremona è perciò lieta di consegnare questo semplice ma prezioso strumento educativo innanzitutto al mondo della scuola, perchè sia sempre più aper-

to al territorio in cui opera, ma anche alla più vasta e differenziata platea degli appassionati della natura, con l'auspicio che possa contribuire alla crescita personale della cultura naturalistica e allo sviluppo nella società della sensibilità nei confronti della salvaguardia dell'ambiente cremonese.

*Prof. Tiziano Guerini
Assessore all'Ambiente ed Ecologia*

I CIOTTOLI CI PARLANO...

Proporre oggi un argomento così materiale quale il riconoscimento dei sassi, o meglio dei ciottoli, appartenenti ai greti dei nostri fiumi, in un contesto dominato dalla freddezza tecnologica di microchips, CD-ROM e mondi virtuali, potrebbe sembrare alquanto anacronistico.

Ma il concetto di materialità è solo apparente.

Il camminare sulle ghiaie pensando che le stesse siano il prodotto generato da forze della natura le cui entità sfuggono di norma agli ordini di grandezza insiti nell'immaginario del genere umano, che può solo ipotizzare gli scenari di un teatro ancestrale, il quale vede come attori magmi incandescenti, montagne che si sollevano, cime che si sgretolano, fiumi con portate dirimpenti, è un passatempo che può riservare magiche emozioni e risvegliare quella cristallina sete del sapere che è insita in tutti noi.

Il greto del fiume è come una folla, una moltitudine di individui, ognuno con una sua storia, un luogo di nascita, un percorso da seguire. Il luogo natale del ciottolo è evidentemente la roccia madre, affiorante nel bacino idrografico montano del fiume, dalla quale esso si è staccato ed ha iniziato il percorso insieme ad altri compagni, «a bordo» di un nastro trasportatore, il fiume, che gli ha consentito di compiere un viaggio sicuramente ricco di avventure.

E le pietre non sono mai lì per caso: le sponde ghiaiose dei fiumi non sono un confuso miscuglio di parti di roccia più o meno levigate. Non è necessario essere degli specialisti per accorgersi che, pur nella varietà di forme e colori, si possono distinguere caratteri comuni che permettono di raggruppare sistematicamente i campioni esaminati in poche «famiglie» litologiche. Certo, per arrivare a questo non ci si deve accontentare di guardare ... dall'alto in basso e con sufficienza i ciottoli, ma è necessario accostarvisi con una certa dose di interesse ed entusiasmo: soppesarli attentamente, osservarli in ogni loro parte magari con l'uso di una lente, testarli con sostanze chimiche o punte metalliche, fratturarli per leggerne i particolari «freschi» al loro interno ...; ogni indizio torna utile per identificare corretta-

mente il campione che ha attirato la nostra attenzione e ci ha indotto a raccogliarlo fra i tanti.

La semplice e a volte scontata passeggiata, in cui il nostro «dialogo» con i sassi si esaurisce con qualche calcio dato qua e là, se non con un lancio più o meno spettacolare fra i flutti delle acque del fiume meta della nostra gita, si può allora facilmente trasformare nella appassionante visita ad un gigantesco Museo di Scienze naturali all'aria aperta.

Ma come ogni visita che si rispetti, è indispensabile consultare una guida: questo volumetto nasce proprio con il proposito di aiutare tutti coloro che, pur non essendo geologi o comunque naturalisti, sono animati dal desiderio di cimentarsi in questo particolare e insolito gioco.

Il divertimento è assicurato a qualsiasi età.

Gemio Bissolati
Massimo Cremonini Bianchi

PREMESSA

Questa guida vuole essere uno strumento agile e divulgativo, di cui l'appassionato dell'osservazione della natura possa servirsi con facilità per riconoscere i principali tipi di rocce che costituiscono i ciottoli reperibili lungo i greti che i fiumi Adda, Serio e Oglio formano nel territorio della provincia di Cremona (nel suo tratto cremonese il F.Po deposita in pratica solo sabbie e limi). Per risalire, con buone probabilità di successo, al nome della roccia che compone un sasso che attira la nostra attenzione durante una passeggiata sulle rive fluviali è sufficiente confrontarlo con le fotografie riportate nella seconda parte del testo, eseguendo tutt'al più qualche semplice prova: la scheda associata ad ogni fotografia fornisce una sintesi delle caratteristiche salienti del tipo di roccia rappresentato.

Il volumetto, scritto con il proposito di evitare, finchè possibile, i termini specialistici, inizia con alcuni paragrafi che sintetizzano, a beneficio di chi non disponesse di sufficienti basi conoscitive in materia, le nozioni fondamentali di Petrografia che risultano indispensabili per la comprensione delle schede; la guida si conclude con un glossario dei vocaboli di uso meno comune, evidenziati in corsivo nel testo.

INTRODUZIONE

Se non vi è mai accaduto di fare una passeggiata su un greto fluviale della provincia di Cremona, vi invitiamo a farlo! (fig. 1).

Accanto ad una più o meno ampia serie di osservazioni botaniche e faunistiche, è certo che, guardando attentamente i ciottoli su cui camminate, vi accorgete ben presto che essi non sono tutti uguali; esaminandone alcuni, magari con l'aiuto di una lente di ingrandimento, è facile rendersi conto che essi si differenziano per dimensioni, forma, colore e *struttura* (ossia per dimensioni e disposizione delle particelle che li compongono).

Questi accumuli ghiaiosi rispecchiano qualitativamente e, seppur con una certa approssimazione, anche quantitativamente la situazione della *litologia* del bacino montano da cui il fiume proviene: in altre parole, sul nostro greto noi troviamo i ciottoli che il corso d'acqua ha eroso nel suo percorso montano e collinare, per cui essi hanno la stessa natura delle rocce che affiorano nelle valli alpine da cui partono i corpi idrici.

Una volta in pianura, la pendenza degli alvei diminuisce e la corrente idrica rallenta; così i fiumi, non avendo più forza sufficiente per trasportare tutti i *clasti* erosi a monte, ne devono abbandonare una parte, ovviamente iniziando da quelli più grossi e pesanti (ciottoli e ghiaie), per passare poi a quelli progressivamente più fini (sabbie e limi). Questo è il motivo per cui il F.Po in

Figura 1 - Ecco come si presenta la spiaggia ghiaiosa del F. Oglio nei pressi di Soncino. In provincia di Cremona, situazioni analoghe si riscontrano lungo il F. Adda tra Rivolta d'Adda e Formigara, lungo il F. Serio tra Castelgabbiano e Ripalta Arpina, lungo il F. Oglio tra Soncino e Castelvevisconti. Per visitare questi ambienti è necessario scegliere i periodi in cui i corsi d'acqua sono in magra: escludendo per ragioni climatiche il pieno inverno, l'ideale è la stagione estiva (da giugno a settembre), ad almeno qualche giorno di distanza da significativi episodi piovosi.



provincia di Cremona è caratterizzato da spiagge solo sabbiose: dopo aver percorso alcune centinaia di chilometri, infatti, esso transita nel Cremonese con una forza insufficiente a trasportare *clasti* di grandi dimensioni, per cui possono giungere a noi solo detriti di taglia sabbiosa o limosa.

In realtà, i *sedimenti* attualmente trasportati dai nostri fiumi alpini derivano dalla rielaborazione delle *morene* esistenti nella fascia pedemontana lombarda; tali depositi, fortemente *eterometrici*, sono stati accumulati dai ghiacciai alpini che fino a qualche decina di migliaia di anni fa giungevano ai limiti della Pianura Padana; nel loro lento flusso verso il basso, essi agivano come enormi pale meccaniche, strappando al fondo ed alle pareti delle valli in cui scorrevano grandi quantità di frammenti *litici*, che venivano poi accumulati nelle colline *moreniche*, poste nelle zone in cui le lingue glaciali giungevano a completa fusione. Una successiva fase climatica più temperata ha portato i ghiacciai a ritirarsi nelle zone più elevate della catena alpina: le valli glaciali sono diventate il canale di scorrimento delle acque derivanti dalla fusione dei ghiacci e gli sbarramenti di colline *moreniche* hanno contribuito a formare i grandi laghi prealpini lombardi. Gli emissari di questi laghi hanno poi iniziato quell'opera di smantellamento e di redistribuzione verso valle dei depositi *morenici* che, nelle ultime decine di migliaia di anni, ha dato origine ai terreni affioranti nell'intero territorio provinciale cremonese e che continua tuttora negli alvei fluviali.

Perciò, conoscendo la situazione geologica delle valli lombarde e osservando con attenzione i diversi tipi di ciottoli (si potrebbero utilizzare anche le sabbie, ma bisognerebbe munirsi di microscopio), è possibile risalire alla *litologia* da cui essi sono costituiti ed ai fenomeni naturali che sono stati alla base della loro origine.

Esercitazioni di riconoscimento *litologico* si possono eseguire anche su qualunque cumulo ghiaioso; tuttavia la mancanza di notizie sulla provenienza dei *clasti* le rende più difficili. Inoltre, quando non sono effettuate nel loro ambiente naturale, esse perdono buona parte del loro fascino.

Il riconoscimento *litologico* viene eseguito anche sulle pietre utilizzate per monumenti, pavimentazioni stradali o edifici (rivestimenti, colonne, capitelli ...), ma è un argomento decisamente specialistico, che necessita di grande esperienza e spesso anche di dati sperimentali.

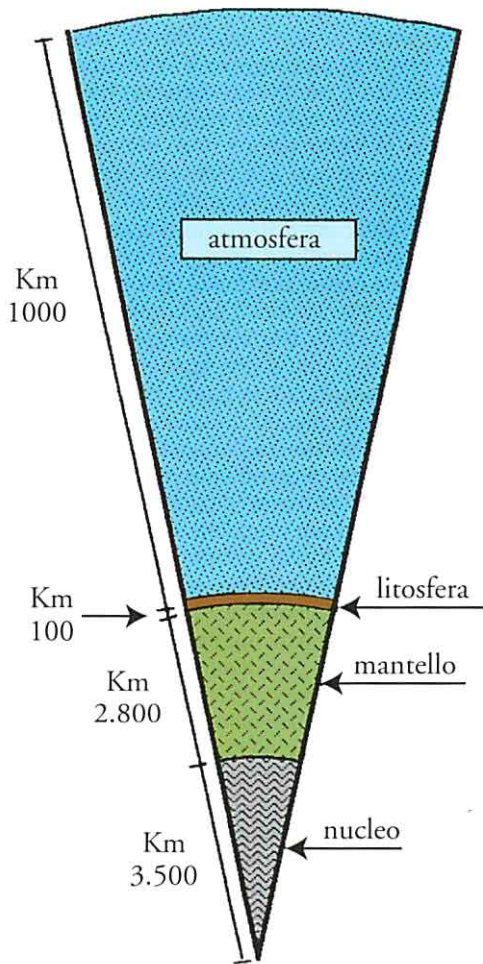
CHE COSA SONO LE ROCCE

Le rocce possono essere definite come il materiale solido che forma la *litosfera* terrestre: questa è una delle «sfere concentriche» in cui è possibile immaginare di suddividere il nostro pianeta (fig. 2).

A partire dal centro terrestre, riconosciamo il nucleo, composto da un fuso metallico, seguito dal mantello, prevalentemente formato da silicati fusi, e dalla crosta quasi completamente solida, che copre solo poco più dell'1% del raggio terrestre; la crosta è a sua volta ricoperta dall'idrosfera (strato discontinuo che raggruppa le acque liquide del pianeta) e sorregge la biosfera (ideale «strato» che riunisce tutti gli esseri viventi); il tutto è sormontato dall'atmosfera, di natura gassosa. Materiali solidi si trovano in tutte le «sfere» (il pulviscolo nell'atmosfera, le particelle in sospensione nell'acqua dei fiumi ...), ma solo quelli che fanno parte della *litosfera* (ovvero della crosta e della parte più esterna del mantello) sono le vere e proprie rocce.

Le rocce sono materiali eterogenei; infatti esse sono formate da più componenti, dotati di una propria individualità chimica e fisica: si tratta dei *minerali*, sostanze solide dotate di una composizione chimica definita, che ordinariamente si presentano sotto forma di cristalli.

Figura 2 - Questa rappresentazione, in scala ma schematica (nella realtà, ovviamente, non si rilevano forme perfettamente geometriche e lunghezze definite), descrive il modello attualmente più accreditato della struttura della Terra, basato sulla stratificazione gravitativa di tutti i materiali che compongono il nostro pianeta. La litosfera è la «buccia» rocciosa che separa l'interno terrestre (fuso ma prevalentemente solido a causa delle enormi pressioni a cui i materiali sono sottoposti) dall'atmosfera gassosa. La parte superiore del mantello terrestre, su cui poggia la litosfera, è costituita da magma, ovvero da materiale ad alta temperatura (per cui si comporta come un liquido), prevalentemente formato da silicati (ossia da composti di Ossigeno e Silicio) e da gas (soprattutto vapore acqueo).



In natura esiste un numero elevatissimo di *minerali*. Normalmente essi differiscono tra loro per la composizione chimica, tuttavia esistono anche *minerali* assai diversi che hanno la medesima formula chimica: ad esempio, il diamante (gemma nota per la sua trasparenza e per la sua durezza) ha la stessa natura chimica della grafite (sostanza nerastra e pulverulenta che viene utilizzata per la fabbricazione delle matite lapis). La diversità dei loro aspetti è dovuta alle differenti condizioni fisiche in cui gli atomi di Carbonio si sono cristallizzati. Il diamante si forma a grandi profondità, dove esistono altissime pressioni, per cui gli atomi sono stati spinti ad unirsi in modo molto compatto. La grafite si genera a basse profondità, per cui gli atomi formano una impalcatura a maglie molto più larghe. Diamante e grafite sono perciò due distinte *fasi mineralogiche* della stessa sostanza (il Carbonio): la prima è una specie *mineralogica* di alta pressione, mentre la seconda è di bassa pressione.

Osservando attentamente un campione roccioso, è talvolta possibile riconoscere l'esistenza dei cristalli (negli altri casi sarebbe necessario munirsi di un potente microscopio): in genere, quelli più scuri hanno contorni piuttosto geometrici, mentre quelli più chiari risultano più irregolari. In condizioni particolari, alcuni cristalli assumono forme e dimensioni eccezionali, di notevole bellezza: per questo vengono raccolti nei Musei di Scienze Naturali. Tuttavia normalmente essi assumono una taglia più modesta e, a causa di processi naturali di vario tipo, si riuniscono in aggregati compatti, o per effetto di sostanze che fungono da cemento o perchè, all'atto della loro formazione, si incastrano reciprocamente l'uno nell'altro. Si formano così rocce *monomineraliche* nei casi in cui i cristalli coinvolti abbiano un'unica natura, oppure rocce *polimineraliche* quando si agglomerano cristalli di specie diverse. Le dimensioni medie assunte dai cristalli che costituiscono un campione roccioso ne definiscono la *grana*: essa si dice media quando gli individui cristallini mostrano lunghezze di 2 - 3 mm, minuta quando essi sono più fini e grossolana quando sono più grandi.

In realtà, però, quello di roccia è un concetto astratto, che non individua un oggetto, ma la sua costituzione fisica e chimi-

ca: in natura, infatti, troviamo i corpi rocciosi, ovvero corpi materiali formati da uno stesso *litotipo*; essi sono caratterizzati, oltre che dalla loro *litologia*, anche da forme e dimensioni proprie, da una localizzazione spaziale e da una storia evolutiva.

Nel corso delle *orogenesi*, ovvero dei processi che portano alla formazione delle catene montuose, le masse rocciose subiscono l'azione delle *spinte tettoniche*, ovvero di forze provenienti dall'interno terrestre, che tendono a deformare la *litosfera*: se la deformazione è plastica, le masse vengono ripiegate; se la deformazione è fragile, nelle masse rocciose si formano uno o più sistemi di fratture.

Le masse rocciose appaiono talvolta interessate da venature di colore bianco (cfr. fig. 4 pag. 27): si tratta di preesistenti fratture aperte, nelle quali sono precipitati, cristallizzandosi, i sali in soluzione nelle acque che circolavano nella massa rocciosa fratturata.

Quando la fratturazione è superficiale, dai corpi rocciosi si stacca, per cause naturali o artificiali, una serie di frammenti, i quali vanno poi a costituire altre rocce: una roccia compatta si definisce *coerente*, mentre una formata dall'accumulo di frammenti rocciosi si dice *incoerente*. La roccia da cui questi sono composti e che costituiva il corpo roccioso di origine prende il nome di *roccia madre*.

COME SI FORMANO LE ROCCE

Diversi sono i fenomeni naturali che danno origine ai vari tipi di rocce: ognuno di questi processi è collegato agli altri, per cui è possibile parlare di un vero e proprio ciclo *petrogenetico* (fig. 3).

Sotto la spinta ascensionale dei gas che contiene, il *magma* risale verso la superficie, attraverso le fratture che talvolta si creano nella *litosfera*, e si raffredda. Durante tale processo si cristallizzano i diversi *minerali* a cui quel *magma*, per la sua composizione chimica, può dare origine; al termine del raffreddamento, tutta la massa *magmatica* è solidificata ed ha allontanato le componenti gassose: si è così formato un corpo roccioso costituito da rocce dette *igne* o *magmatiche*, tutte di composizione prevalentemente silicatica. Se il *magma* giunge direttamente in superficie, si raffredda improvvisamente ed espelle velocemente tutti i gas, trasformandosi in *lava*: i cristalli non hanno il tempo di accrescersi, per cui assumono dimensioni microscopiche; si formano così le rocce *effusive* o *vulcaniche*, distinte in vari tipi secondo la loro composizione chimico - *mineralogica* e spesso caratterizzate dalla bollosità dovuta all'emissione dei gas. Quando la solidificazione avviene in profondità, il *magma* si raffredda lentamente, i cristalli possono assumere dimensioni apprezzabili anche ad occhio nudo ed hanno origine le rocce *plutoniche* o *intrusive* (così denominate perchè il corpo roccioso derivante dalla solidificazione del *magma* si trova intruso, cioè inserito, fra altre masse rocciose preesistenti), suddivise in tanti tipi quanti sono quelli *effusivi* (delle medesime caratteristiche chimico - *mineralogiche* ma diversi per struttura). Accanto ai due gruppi principali di rocce *igne*, esiste anche un terzo insieme di *litotipi*, che si differenzia dagli altri due per la *struttura* (mentre la composizione chimica ricalca quella delle specie rocciose *intrusive* ed *effusive*): si tratta delle rocce *filoniane*, che si formano quando piccole masse *magmatiche* solidificano pochi metri al di sotto della superficie, in corpi rocciosi di forma assai varia (da tabulare a reticolare), ma sempre di dimensioni dell'ordine di grandezza metrico, che prendono il nome di filoni. Le

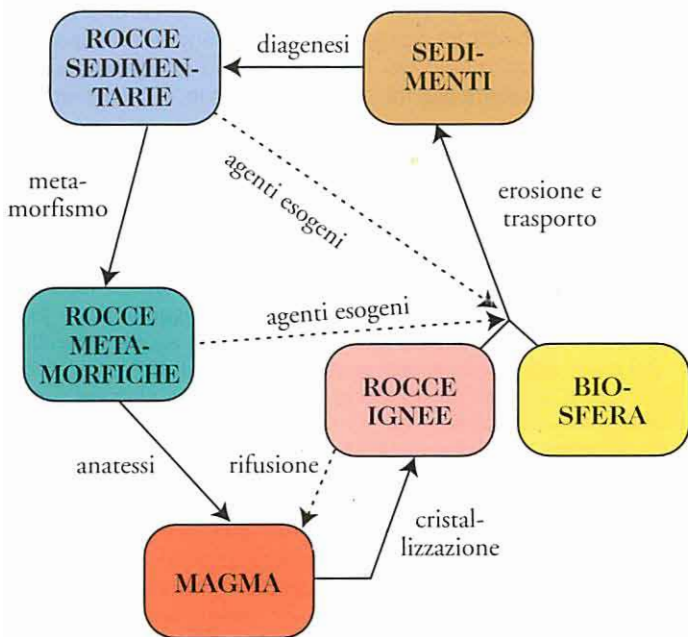


Figura 3 - Il ciclo petrogenetico è una sequenza ordinata e ripetitiva di fenomeni geologici che producono sul materiale di partenza una serie di trasformazioni che si concludono con il ritorno alla situazione di partenza. In teoria, ogni stadio può essere considerato quello iniziale, anche se in pratica si considera il magma come inizio (e fine) del ciclo, soprattutto perchè nella storia della Terra la sua solidificazione è effettivamente stata il fenomeno che ha dato origine alle prime rocce. Le frecce a tratteggio indicano le possibili abbreviazioni del ciclo che alcune masse rocciose possono subire per effetto delle spinte tettoniche (da Marchetti - Vanossi, 1994, modif.).

rocce *filoniane* sono piuttosto rare e denotano caratteristiche *strutturali* intermedie fra quelle delle due categorie principali, in quanto il raffreddamento del *magma* avviene in condizioni termo - bariche intermedie tra quelle *plutoniche* e quelle *vulcaniche*.

Quando un corpo roccioso *coerente*, per azione delle *spinte tettoniche*, viene a trovarsi in superficie, è soggetto ad una serie di processi che portano alla formazione di una seconda categoria di rocce, quelle *sedimentarie*. La *roccia madre* viene innanzitutto sottoposta ai processi di erosione, distinti in *alterazione chimica* (operata dall'atmosfera) e *disgregazione meccanica* (attuata dagli *agenti esogeni*, ossia dal gelo e disgelo, dalle forti escursioni termiche, dalle acque dilavanti, dalle acque incanalate, dai mari, dai ghiacciai, dai venti ...). Poi i materiali erosi subiscono quasi sempre un trasporto, o in soluzione chimica o per spostamento meccanico, da parte degli *agenti* stessi, oppure della semplice forza di gravità. I frammenti trasportati sono quindi oggetto di deposizione ancora da parte degli *agenti esogeni*, che li abbandonano in ambienti diversi (marini, continentali o di transizione fra i precedenti); si formano così i *sedimenti*, rocce *incoerenti* distinte in *detritiche o clastiche* (quando derivano da trasporto meccanico) e *chimiche* (quando derivano da precipitazione di sali in soluzione). Gli organismi viventi, per accumulo di scheletri e gusci oppure intervenendo a far precipitare sali in soluzione, danno origine ai *sedimenti organogeni o biogenici*. Le rocce *chimiche* e quelle *organogene* sono quasi sempre calcaree, ovvero composte da cristalli di carbonato di Calcio mescolati con percentuali variabili di impurità. Poichè la deposizione è un processo incessante, ogni strato *sedimentario* è ricoperto da altri strati e viene a trovarsi a profondità sempre maggiori; i *sedimenti* tendono così a compattarsi a causa del *carico litostatico* ed a cementarsi per precipitazione dei sali presenti in soluzione nelle acque che occupano i pori dei depositi: è il fenomeno della *diagenesi*, che termina con la nascita delle rocce *sedimentarie coerenti*.

In alcuni casi i processi *diagenetici* si spingono più a fondo e comportano anche un parziale mutamento della composizione

chimica e *mineralogica* dei *sedimenti chimici* od *organogeni* di partenza: è il *metasomatismo*, che porta alla trasformazione del calcare in dolomia (costituita da cristalli di carbonato di Calcio e Magnesio).

Ogni roccia *sedimentaria* presenta una serie di caratteristiche *mineralogiche* e *strutturali* che permettono di risalire all'ambiente di sedimentazione: una roccia prevalentemente costituita da frammenti di conchiglie ha avuto origine in ambiente di spiaggia; un deposito costituito da particelle finissime non può che essersi formato in ambiente marino profondo, dove le acque sono perfettamente ferme. Questa caratterizzazione assume il nome di *facies*: la roccia costituita dal trito di conchiglie è di *facies* litorale, mentre l'altra è di *facies* abissale.

Le masse rocciose, perchè seppellite da crescenti spessori *sedimentari* o perchè sottoposte a *spinte tettoniche*, possono portarsi a grandi profondità nel sottosuolo: qui incontrano pressioni e temperature sempre più elevate rispetto a quelle superficiali, per cui i cristalli che le compongono, pur mantenendo nell'insieme la stessa composizione chimica, si trasformano progressivamente in altri *minerali*, di *fasi mineralogiche*, di forme e di dimensioni diverse; così la roccia viene trasformata nella sua composizione *mineralogica* e nella sua *struttura*. Le rocce che derivano da questa «metamorfosi» dei *minerali* che le compongono sono denominate *metamorfiche*; analoghe trasformazioni (ed altre rocce *metamorfiche*) hanno luogo in rocce che vengono a contatto con il *magma* in risalita; in questo caso si tratta di *metamorfismo* di contatto, mentre in quello precedente di *metamorfismo* regionale, collegato alle *orogenesi*. Con il procedere dello sprofondamento, le trasformazioni divengono sempre più rilevanti ed aumenta il *grado metamorfico* che le rocce assumono: si parte da un basso *grado* (in cui, accanto a cristalli non trasformati, compaiono alcuni *minerali* tipici, che si formano a temperature e pressioni lievemente superiori a quelle superficiali), per passare ad un *grado* medio, fino a giungere ad un alto *grado metamorfico*, in cui tutti i *minerali* derivano dai processi *metamorfici*. Oltre una soglia termo - barica che dipende dalle caratteristiche dei *minerali* coinvolti, le rocce vanno incontro ad

una progressiva fusione, detta *anatessi*; quando si completa tale processo, i materiali ritornano all'incirca in condizioni di *magma*, per cui il ciclo *petrogenetico* può ritenersi chiuso. Tuttavia, in pratica, le *spinte tettoniche* tendono a separare le frazioni fuse da quelle che rimangono solide, per cui una massa rocciosa sottoposta all'*anatessi* dà origine a due o più masse *magmatiche* fisicamente e chimicamente differenziate. Qualora si verificino le condizioni ambientali già descritte, i fusi silicatici possono risalire verso la superficie e ripercorrere il ciclo appena descritto, anche più volte.

COME DISTINGUERE I DIVERSI TIPI DI ROCCE

Per riconoscere il tipo di roccia che costituisce un ciottolo è innanzitutto necessario definire a quale delle tre grandi categorie fondamentali di rocce, *ignei*, *sedimentarie* o *metamorfiche*, esso appartiene. Quasi sempre tale determinazione può essere svolta osservando attentamente le caratteristiche del ciottolo, eseguendo eventualmente qualche semplice prova diretta. Tuttavia, dato che nel ciclo *petrogenetico* non vi sono soluzioni di continuità, non è sempre semplice attribuire un campione roccioso ad una di queste categorie, basandosi sulla semplice osservazione visiva: infatti, uno stesso materiale assume aspetti assai diversi, secondo che sia sottoposto a processi *ignei*, *sedimentari* o *metamorfici*; per converso, esistono rocce di aspetti simili, che però derivano da fenomeni genetici assai differenziati. In generale, quindi, per poter classificare correttamente un campione roccioso sarebbe necessario conoscere le caratteristiche del corpo roccioso da cui esso è stato staccato ed a volte anche eseguire analisi chimiche o esami al microscopio. Nel nostro caso specifico, però, siamo aiutati a riconoscere le rocce che possiamo incontrare sui nostri greti fluviali dalla conoscenza della situazione *litologica* delle zone da cui provengono i ciottoli che esaminiamo: poichè nelle Alpi lombarde ne affiora una gamma relativamente ampia ma limitata, non sarà necessario conoscere tutti i *litotipi* esistenti in natura, ma basterà confrontare i nostri ciottoli con i tipi di roccia di cui la ricerca geologica ha rilevato la presenza nella zona alpina della Lombardia.

In concreto, per affrontare con soddisfazione un'esperienza di riconoscimento *litologico*, la prima attenzione da usare è quella di escludere dall'esame tutti i frammenti di materiali artificiali (di calcestruzzo, di laterizi, di ceramiche ...), facilmente riconoscibili alla vista; è bene diffidare anche dei ciottoli a spigoli vivi: infatti i processi *sedimentari* fluviali portano alla formazione di *clasti* di forma decisamente arrotondata e dalla superficie liscia, per cui il rinvenimento di ciottoli scabri e spigolosi deve ritenersi quasi sicuramente dovuto a immissioni artificiali «inquinanti» (abbandono di rifiuti provenienti da demolizioni, scarti *litici* derivanti da lavori di regimazione idraulica, ciottolame eroso

durante le piene da opere di difesa idraulica...). Quindi bisogna procedere ad attribuire i campioni prescelti ad una delle tre categorie *litologiche* fondamentali. Per fare ciò è sufficiente compiere alcune semplici operazioni, che consentono di conoscere le due principali caratteristiche delle rocce, osservabili a occhio nudo: la composizione *mineralogica* e la *struttura*. Le prove da compiere necessitano di strumenti semplici:

a) un robusto martello con cui fratturare i ciottoli e ottenere superfici «fresche», non *alterate* o ricoperte da patine inorganiche o vegetali, su cui eseguire le altre prove;

b) una lente di ingrandimento, per esaminare a fondo la *struttura litologica*, ovvero il colore, le dimensioni, la disposizione e la percentuale di presenza dei cristalli che costituiscono la roccia;

c) una punta di acciaio (che riesce a rigare le rocce calcaree, ma non quelle silicee), con cui ottenere una indicazione di massima sulle specie *mineralogiche* presenti;

d) un flaconcino con dosatore a gocce di acido cloridrico concentrato (assai utile ma non indispensabile): questo liquido, a contatto con il calcare, dà origine ad un'effervescenza che è tanto più intensa, quanto è maggiore il tenore di carbonato di Calcio del campione esaminato (le rocce silicee non danno luogo ad effervescenza);

e) e soprattutto molta attenzione ... e un po' di pazienza!

Con questi semplici mezzi è possibile raccogliere gli elementi sufficienti ad ottenere, con buone possibilità di successo, una prima classificazione del *litotipo* esaminato, tenendo conto che per aumentare la fondatezza delle osservazioni è meglio utilizzare ciottoli di grandi dimensioni (almeno quelle di un pugno) e non interessati da fenomeni di *alterazione* (che conferiscono al campione una netta propensione a sbriciolarsi anche per piccole sollecitazioni); si tenga inoltre presente che la *struttura* assume maggior risalto visivo se il campione viene bagnato. Un'ulteriore configurazione che può trarre in inganno è quella dei ciottoli di natura *litologica* mista (cioè formati in parte da un tipo di roccia e per il resto da uno diverso) o che risultano interessati da venature di colore bianco candido, spesse fino a qualche centimetro (fig. 4); questi campioni sono costituiti da *litotipi* net-

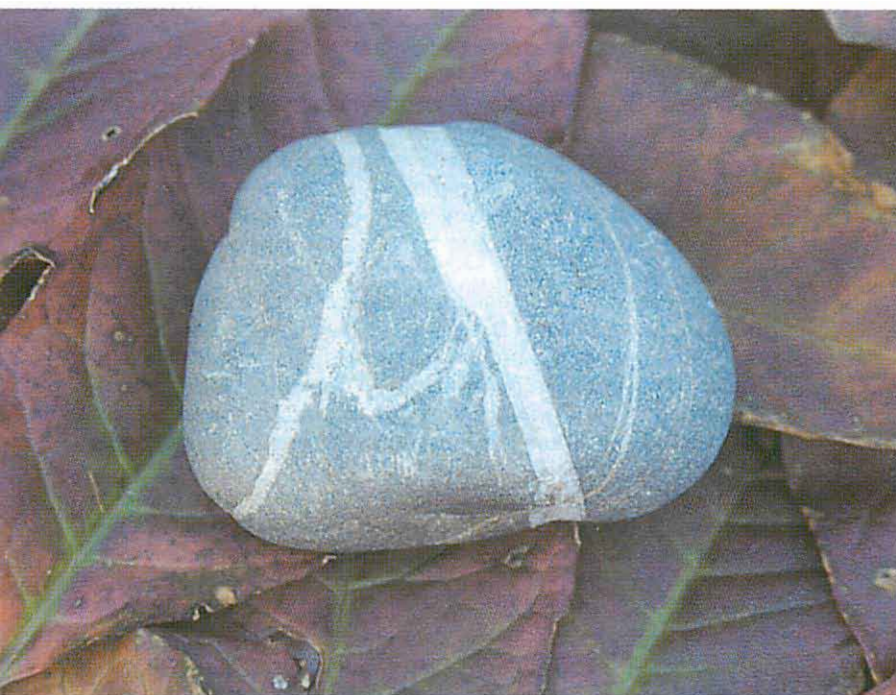


Figura 4 - Le bande di colore bianco candido che interessano il ciottolo raffigurato sono costituite da cristallini di calcite: tali venature sono il risultato della precipitazione del carbonato di Calcio presente in soluzione nelle acque sotterranee che spesso circolano nelle fessure che caratterizzano le masse rocciose superficiali e che si formano per azione delle spinte tettoniche: in opportune condizioni ambientali, i sali cristallizzano fino a riempire completamente le fessure. Talvolta le bande sono disposte in modo tale da costituire, sulla superficie dei ciottoli, segni geometrici o, come nel caso raffigurato, una lettera dell'alfabeto (in questo caso una A).

tamente diversi, legati a due processi *petrogenetici* ben distinti, per cui non possono essere univocamente classificati.

Alla luce delle indicazioni fin qui esposte, un attendibile riconoscimento del gruppo *litologico* fondamentale di cui fanno parte i nostri campioni può essere eseguita osservando che:

– le rocce *igne intrusive* si riconoscono per la *struttura* omogenea granulare (ovvero risultano formate da tanti granuli di colori diversi e dimensioni simili); non reagiscono all'acido, in genere sono piuttosto pesanti e hanno colori complessivamente piuttosto chiari;

– le rocce *igne filoniane* non reagiscono all'acido e presentano *strutture* e colori estremamente diversificati, per cui non manifestano un vero e proprio carattere distintivo (tuttavia l'unico *litotipo* riscontrabile in provincia di Cremona è facilmente riconoscibile in virtù dell'inconfondibile aspetto a macchie bianche di contorno geometrico circondate da uno sfondo grigio scuro);

– le rocce *igne effusive*, pur presentando aspetti piuttosto differenziati, hanno composizione silicea e colori quasi sempre scuri (l'unico tipo *litologico effusivo* rilevabile nel nostro territorio si riconosce senza problemi a causa del suo colore bruno - rossastro);

– le masse rocciose *sedimentarie coerenti* normalmente sono stratificate e spesso contengono resti *fossili*, quasi sempre microscopici; in pratica, però, questi due caratteri sono raramente riscontrabili alla scala del ciottolo: tuttavia è possibile riconoscere le rocce *detritiche* osservandone la *struttura* a *clasti* cementati, mentre quelle *chimiche ed organogene* sono praticamente le uniche ad avere natura calcarea;

– i depositi *incoerenti*, tutti derivanti da processi *sedimentari*, sono immediatamente riconoscibili proprio per il loro stato fisico;

– le rocce *metamorfiche* non hanno un elemento specifico che ne permette il riconoscimento: spesso sono interessate da una *struttura* orientata (i singoli cristalli appaiono disposti ordinatamente in una medesima direzione) che, quando risulta mol-

to accentuata, prende il nome di *scistosità* (i cristalli denotano una forma appiattita e si dispongono in lineazioni o in minute fasce parallele, di differenti colori); un altro gruppo di rocce *meta-morfiche*, dette *ofioliti*, si riconosce invece per il tipico colore verde, in varie tonalità.

Una volta riconosciuta la categoria di appartenenza del campione di roccia, bisognerebbe affrontare in modo sistematico la sua classificazione; tuttavia questo comporterebbe una trattazione assai lunga e complessa, che inoltre risulterebbe praticamente inutile, considerato che nemmeno gli specialisti sono finora riusciti a fornire una classificazione completa e coerente di tutte le rocce. Per i nostri intenti, quindi, è sufficiente risalire, per confronto con le fotografie e le relative schede riportate nel seguito del volumetto, al nome e alle caratteristiche salienti di ogni tipo di roccia considerato.

I PRINCIPALI LITOTIPI DEI GRETI FLUVIALI CREMONESI

I *litotipi* più facilmente riconoscibili che sono presenti sulle spiagge ghiaiose dei fiumi Adda, Serio e Oglio sono 15: occasionalmente si possono rinvenire anche *clasti* di diversa natura che, quando non siano dovuti a episodi di «inquinamento litologico», normalmente non si rinvengono o perchè caratterizzati da scarsa resistenza meccanica (per cui ordinariamente vengono completamente demoliti dai fiumi durante il trasporto), oppure perchè presenti in limitate masse rocciose anche nei bacini montani di partenza.

Le rocce *igneie intrusive* compaiono frequentemente. Si individuano per l'aspetto granulare privo di orientazioni preferenziali e per il complessivo colore chiaro a macchie nere. Non reagiscono all'acido cloridrico (o alla punta d'acciaio). Se ne distinguono 5 *litotipi*:

- Granito (scheda 1);
- Granodiorite (scheda 2);
- Tonalite (scheda 3);
- Quarzodiorite (scheda 4).
- Diorite (scheda 5).

Le rocce *igneie filoniane* si rinvengono raramente. Sono riconoscibili per il colore di fondo grigio scuro, interrotto da bianche macchie a contorno regolare, disposte in modo disordinato. Non manifestano alcuna reazione all'acido cloridrico (o alla punta d'acciaio). A tale gruppo appartiene 1 solo tipo di rocce:

- Porfirite (scheda 6).

Le rocce *igneie effusive* sono mediamente frequenti. Si riconoscono per l'aspetto sostanzialmente omogeneo e per il complessivo colore bruno scuro. Non manifestano alcuna reazione all'acido cloridrico (o alla punta d'acciaio). A tale gruppo appartiene 1 solo tipo di rocce:

- Porfido riolitico (scheda 7).

Le rocce *sedimentarie detritiche* denotano frequenza media. Si individuano per l'aspetto granulare e per i colori vivaci che spesso assumono; non evidenziano reazioni all'acido cloridrico,

ma si rigano con la punta d'acciaio. Ad esse sono riferibili 2 specie petrografiche:

- Arenaria (scheda 8);
- Conglomerato (scheda 9).

Le rocce *sedimentarie chimiche* sono assai frequenti. Sono riconoscibili per l'aspetto omogeneo, quasi sempre unito ad una più o meno evidente reazione all'acido cloridrico (o alla punta d'acciaio) ed a una colorazione vivace. Esse sono rappresentate da 2 *litotipi*:

- Calcarea (scheda 10);
- Selce (scheda 11).

Le rocce *metamorfiche* sono molto frequenti. Si riconoscono o per una più o meno chiara *struttura* orientata o per il colore nero - verdastro; non reagiscono all'acido cloridrico. Di esse sono presenti 3 specie petrografiche:

- Gneiss (scheda 12);
- Serpentinite (scheda 13);
- Serpentinoscisto (scheda 14).

Vi è un ulteriore *litotipo* metamorfico, non frequente, che è riconoscibile per l'aspetto omogeneo e traslucido, per il colore chiaro e perchè risulta inerte all'attacco dell'acido cloridrico:

- Quarzite (scheda 15).

Ovviamente non sono state considerate tutte le specie petrografiche rilevabili sui greti cremonesi, ma solo quelle più facilmente riconoscibili (in particolare, si è constatata la presenza di numerosi esemplari appartenenti a *litotipi metamorfici* di colore scuro, difficilmente classificabili); in teoria dalle valli alpine lombarde potrebbero giungere ai nostri territori ciottoli relativi ad oltre una ventina di tipi di rocce.

Le schede sono state appositamente realizzate in modo da risultare immediatamente comprensibili anche al non specialista; tuttavia, ai fini di un loro corretto uso, si ritiene opportuno fare le seguenti precisazioni.

Tutte le notizie riportate nelle schede fanno riferimento ad una ideale situazione «media», non sempre perfettamente riscontrabile sul terreno. Infatti, bisogna tenere presente sia che ogni specie petrografica può assumere aspetti differenziati, i

quali non possono essere tutti documentati in questa guida, sia che non esistono vere e proprie «soglie» composizionali o *strutturali* che separano i vari tipi di roccia: il passaggio da un *litotipo* ad un altro, geneticamente simile, ha sempre un carattere transizionale e graduale, che dà origine ad una serie amplissima di tipi intermedi. Ad esempio, il semplice aumento della *grana* (ovvero della dimensione media dei granuli che la costituiscono) di una roccia *clastica* è sufficiente a far classificare il ciottolo esaminato come conglomerato (scheda n. 9) anziché come arenaria (scheda n. 8); un lieve incremento della percentuale di presenza dei cristalli di colore scuro (ovvero di «puntini neri») in un *litotipo intrusivo* basta a far passare il campione da granito (scheda n. 1), a tonalite (scheda n. 3), a diorite (scheda n. 5). Tutto questo perchè i processi del ciclo *petrogenetico* sono caratterizzati, oltre che da una notevole variabilità spaziale e cronologica, anche da una stretta connessione sequenziale; per cui è sufficiente anche un minimo mutamento delle condizioni energetiche o chimiche dei materiali di partenza perchè abbiano origine specie petrografiche distinte.

Per le stesse motivazioni, è bene aver sempre ben presente che tutti i dati (specialmente quelli numerici) contenuti nelle schede devono essere considerati del tutto indicativi e «medi».

Quando nelle schede si indica come extrabacinale la provenienza di alcuni tipi di ciottoli reperibili sul greto del F.Serio, si intende che nel bacino montano di questo corso d'acqua non affiora direttamente il *litotipo* in questione; la sua presenza può essere spiegata con l'attività di rielaborazione che questo fiume, privo di un proprio apparato *morenico*, deve aver compiuto in tempi recenti su una parte delle *morene* di pertinenza dei fiumi Adda e Oglio. In alcune schede si è indicata, in modo certo o dubitativo, la probabile zona di provenienza di tali *litotipi*, ma in altre non è stato possibile nemmeno avanzare ipotesi dotate di un minimo di fondamento: in questi casi è possibile solo dire che questi ciottoli provengono o dal bacino montano dell'Adda o da quello dell'Oglio, oppure da entrambi i bacini, in proporzioni non determinabili.

Alcune delle fotografie abbinate alle schede mostrano, oltre alle superfici di frattura o comunque all'aspetto del ciottolo inalterato, anche come appaiono esteriormente i ciottoli costituiti da quel *litotipo* su un greto fluviale, con il risultato dei processi di *alterazione* che, pur interessando tutti i ciottoli, sono particolarmente evidenti su quelli *intrusivi*.

La consultazione delle schede dovrebbe essere facilitata utilizzando la «chiave» interpretativa riportata in fig. 5 pag. 34: rispondendo senza precipitazione alle domande proposte, si giunge all'individuazione della scheda o del gruppo di schede a cui il campione in esame può essere associato.

Si sottolinea che questa «chiave» non pretende di consentire determinazioni specialistiche, ma vuole solamente fornire uno strumento di immediato utilizzo per riconoscere senza esami strumentali le caratteristiche salienti dei *litotipi* considerati in questa guida; essa non può pertanto essere estrapolata ad aree esterne rispetto al territorio cremonese.

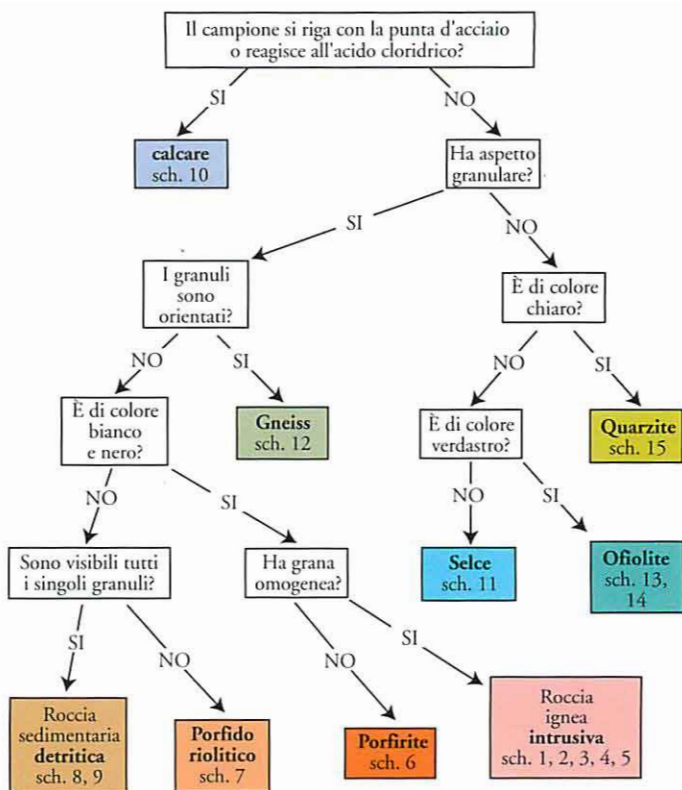


Figura 5 - «Chiave» schematica (valida solo per i greti fluviali cremonesi) utilizzabile per il riconoscimento litologico dei ciottoli; i numeri rimandano alle schede riportate nel seguito del testo.

GRANITO (in alto nella foto) e varietà microgranito (in basso nella foto).

COLORE: complessivamente grigio chiaro, articolato in un fondo bianco interrotto da radi puntini neri.

STRUTTURA: roccia di aspetto granulare e senza spazi vuoti, a *grana* media o fine (microgranito), formata da piccoli cristalli equidimensionali di tre tipi (granuli spigolosi traslucidi, granuli regolari biancastri e piccole lamelle nere).

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: elevata.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *igne*a intrusiva.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: quarzo = 30%, feldspati = 60%, miche = 10%.

PROCESSO GENETICO: consolidazione in profondità di un *magma* molto ricco di silice.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: alta, media e bassa Valtellina per quelli del F.Adda; extrabacinale (alta Val Camonica?) per quelli del F.Serio; alta Val Camonica per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: media in quelli del F.Adda e del F.Serio, bassa in quello del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* riconoscibile per il suo aspetto e per la lucentezza di molti dei granuli di cui è costituito. I ciottoli granitici presenti sui greti del F.Adda sono spesso caratterizzati da una *grana* assai minuta (microgranito); può essere scambiato per uno gneiss (scheda n. 12), che però ha una caratteristica *struttura* orientata. Per la sua resistenza all'usura, questa roccia viene usata per i cordoli dei marciapiedi stradali o come pietra ornamentale (elementi portanti, rivestimenti esterni, piani di lavoro, arte funeraria): di roccia granitica sono costituite le colonne dei portici posti all'angolo tra via Gramsci e via Lanaioli, a Cremona.



GRANODIORITE (varietà Serizzo ghiandone)

COLORE: complessivamente grigio chiaro con ampie macchie bianche di forma geometrica, articolato in un fondo bianco interrotto da più o meno numerosi puntini e macchiette neri, oltre che da quelle bianche già citate.

STRUTTURA: roccia di aspetto granulare e senza spazi vuoti, caratterizzata da una *grana* grossolana e formata da grandi cristalli sub-rettangolari di colore bianco circondati da cristalli equidimensionali di tre tipi (granuli spigolosi traslucidi, granuli regolari biancastri, piccole lamelle e granuli neri).

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: media.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *igne intrusiva*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: quarzo = 25%, feldspati = 60%, mica biotite e anfiboli = 15%.

PROCESSO GENETICO: consolidazione in profondità di un *magma* molto ricco di silice .

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: media e bassa Valtellina per quelli del F.Adda.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: molto bassa in quello del F.Adda, assente in quelli del F.Serio e del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* riconoscibile per il suo aspetto granulare e per la presenza di grossi cristalli allungati di colore biancastro (più facilmente individuabile sulla superficie esterna dei ciottoli, che su quelle di frattura); può essere scambiato per uno gneiss (scheda n. 12), che però ha una caratteristica *struttura* orientata. Per la sua resistenza all'usura e la sua eleganza, il Serizzo ghiandone viene usato in lastre come pietra ornamentale (elementi portanti, rivestimenti esterni e pavimenti interni); di questo tipo di roccia sono costituite le colonne del Cimitero dei Canonici, visibili dal vicolo che separa la Cattedrale di Cremona dal Battistero.



TONALITE

COLORE: complessivamente grigio chiaro, articolato in un fondo bianco interrotto da molte grosse macchie scure, a contorno regolare.

STRUTTURA: roccia di aspetto granulare e senza spazi vuoti, a *grana* medio - grossolana, formata da cristalli equidimensionali di tre tipi (granuli regolari biancastri, piccole lamelle nere e granuli regolari neri).

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: elevata.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *igne*a *intrusiva*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: quarzo = 20%, feldspati = 55%, anfiboli e mica biotite = 25%.

PROCESSO GENETICO: consolidazione in profondità di un *magma* ricco di silice.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: bassa Valtellina per quelli del F.Adda; extrabacinale per quelli del F.Serio; alta Val Camonica per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: bassa in quelli del F.Adda e del F.Serio, media in quello del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* riconoscibile per la sua *grana* e per l'assenza di lucentezza dei suoi componenti. Deriva il suo nome dal Passo del Tonale, in alta Val Camonica, ove affiora estesamente per la presenza del corpo *intrusivo* dell'Adamello, di cui la tonalite costituisce la parte principale. Può essere scambiato per uno gneiss (scheda n. 12), che però ha una caratteristica *struttura* orientata. Per la sua resistenza all'usura, questa roccia viene usata in lastre per i marciapiedi stradali.



QUARZODIORITE

COLORE: complessivamente grigio scuro, articolato in un fondo bianco interrotto da più o meno numerose macchiette allungate nere.

STRUTTURA: roccia di aspetto granulare e senza spazi vuoti, a *grana* fine, costituita da piccoli cristalli equidimensionali di due tipi: granuli regolari biancastri e piccoli aghi nerastri.

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: elevata.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *igne*a intrusiva.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: quarzo = 10%, feldspati = 60%, mica biotite e anfiboli = 30%.

PROCESSO GENETICO: consolidazione in profondità di un *magma* ricco di silice.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: bassa Valtellina per quelli del F.Adda; extrabacinale per quelli del F.Serio; alta Val Camonica per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: bassa per il *litotipo* ordinario su tutti i greti.

OSSERVAZIONI: *litotipo* riconoscibile per la forma allungata dei piccoli cristalli di colore nerastro; può essere scambiato per uno gneiss (scheda n. 12), che però ha una caratteristica *struttura* orientata.



DIORITE

COLORE: complessivamente grigio scuro, articolato in un fondo grigio chiaro, a volte con lievi sfumature verdastre, interrotto da numerosissime macchiette scure a contorno regolare.

STRUTTURA: roccia di aspetto granulare e senza spazi vuoti, a *grana* fine, formata da cristalli equidimensionali di due tipi (granuli regolari biancastri e granuli regolari neri).

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: molto elevata.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *igne*a intrusiva.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: feldspati = 60%, anfiboli e pirosseni = 40%.

PROCESSO GENETICO: consolidazione in profondità di un *magma* povero di silice.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: alta Valtellina e Valsassina per quelli del F.Adda.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: media in quello del F.Adda, assente in quelli del F.Serio e in quelli del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: il *litotipo* che si riconosce per il suo aspetto, in particolare per la sua *grana* fine e per il suo complessivo colore grigio scuro; può essere scambiato per uno gneiss (scheda n. 12), che però ha una caratteristica *struttura* orientata. Per la sua inalterabilità e la sua eleganza, questa roccia viene usata in lastre come pietra ornamentale (arte funeraria, pavimentazioni esterne).



PORFIRITE

COLORE: complessivamente grigio, articolato in un fondo grigio scuro interrotto da numerose macchie bianche a contorno regolare.

STRUTTURA: roccia di aspetto granulare, priva di vuoti, che appare formata da una massa di fondo grigia costellata da frequenti cristalli sub-rettangolari bianchi, disordinatamente disposti e talvolta incrociati.

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: assai elevata.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *igneo filoniana*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: feldspati = 60%, anfiboli e pirosseni = 40%.

PROCESSO GENETICO: consolidazione a bassissima profondità di un *magma* povero di silice.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: alta e media Valtellina per quelli del F.Adda; alta Val Seriana per quelli del F.Serio; alta, media e bassa Val Camonica e zona del Lago d'Iseo per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: bassa sia in quelli del F.Adda, sia in quelli del F.Serio, sia in quelli del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: tipo di roccia di aspetto alquanto variabile, ma riconoscibile per il suo colore e, in particolare, per il contorno più o meno regolare dei grandi cristalli plagioclasici di colore bianco.



PORFIDO RIOLITICO

COLORE: rosso scuro o bruno, con piccole e rade macchie bianche.

STRUTTURA: roccia di aspetto pressochè omogeneo, ma spesso interessata da piccoli vuoti, che appare formata da una massa di fondo rossastra costellata da più o meno frequenti granuli bianchi.

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: assai elevata.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *igneae effusiva*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: quarzo = 30%, feldspati = 60%, pirosseni e anfiboli e mica biotite = 10%.

PROCESSO GENETICO: consolidazione in superficie di *lava* molto acida, derivante da eruzioni molto particolari, dette «*nubi ardenti*» (effusioni di *lave* molto ricche di silice e di gas, che assumono l'aspetto di «*valanghe*» di materiale incandescente che corrono velocissime lungo i pendii vulcanici).

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: Valsassina e Val Brembana per quelli del F.Adda; alta Val Seriana per quelli del F.Serio; alta, media e bassa Val Camonica per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: media in quello del F.Adda, bassa in quello del F.Serio, elevata in quello del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* riconoscibile per il suo colore; il porfido lombardo e quello del Trentino Alto Adige hanno un'età di circa 200 milioni di anni, risalendo al periodo Permiano. Per la sua resistenza all'usura, questa roccia viene usata in cubetti per pavimentazioni stradali (come nel caso della Piazza del Comune di Cremona), oppure in lastre per pavimenti esterni.



ARENARIA

COLORE: può assumere vari colori, tra cui prevale il rossastro, seguito dal verde, dal grigio scuro e dal marrone.

STRUTTURA: roccia di aspetto granulare e priva di vuoti, costituita da granuli appena visibili ad occhio nudo.

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: bassa.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente (si riga con la punta d'acciaio).

CLASSIFICAZIONE: roccia *sedimentaria detritica*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: *clasti* = quella della *roccia madre*; cemento = calcare (calcite).

PROCESSO GENETICO: cementazione di frammenti *litici* di diametro compreso tra 2 mm e 62,5 μ m.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: Vasassina, Val Brembana e zona pedemontana per quelli del F.Adda; alta Val Seriana e zona pedemontana per quelli del F.Serio; media e bassa Val Camonica, zona del Lago d'Iseo e zona pedemontana per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: bassa in quello del F.Adda, media in quello del F.Serio e alta in quello del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* riconoscibile per la sua *struttura* su superfici di frattura; normalmente i *clasti* non hanno tutti le stesse dimensioni: quando la maggioranza di essi ha diametro superiore a 2 mm, si passa al tipo di roccia detto conglomerato (scheda n. 9).



CONGLOMERATO

COLORE: è determinato dalla giustapposizione di macchie diverse per colore e dimensioni; nel complesso la roccia può assumere vari colori, tra cui prevale nettamente il rossastro (in basso nella foto).

STRUTTURA: roccia di aspetto granulare e priva di vuoti, costituita in prevalenza da *clasti* di dimensioni ben visibili.

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: bassa.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente (si riga con la punta d'acciaio).

CLASSIFICAZIONE: roccia *sedimentaria detritica*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: *clasti* = quella della *roccia madre* (prevalentemente porfido - scheda n. 7); cemento = calcare (calcite).

PROCESSO GENETICO: cementazione di frammenti *litici* di diametro superiore a 2 mm.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: zona del Lago di Como, Valsassina, Val Brembana e zona pedemontana per quelli del F.Adda; alta Val Seriana e zona pedemontana per quelli del F.Serio; media e bassa Val Camonica e zona pedemontana per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: media in quello del F.Adda, bassa in quello del F.Serio, elevata in quello del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: tipo di roccia riconoscibile per la sua *struttura*. Il conglomerato rossastro è una *puddinga* (conglomerato a *clasti* arrotondati) *eterometrica* (i *clasti* hanno dimensioni assai differenziate) *monogenica* (i *clasti* derivano da un'unica *roccia madre*) e si è formato circa 170 milioni di anni fa, al termine del periodo Permiano, per demolizione da parte dei fiumi di una parte delle preesistenti masse rocciose di porfido riolitico (scheda n. 7); oggi costituisce la formazione chiamata «Verrucano».



CALCARE

COLORE: può assumere vari colori, tra cui prevalgono il grigio, da chiaro a scuro, seguito da bianco - rosato e da bruno giallastro.

STRUTTURA: roccia di aspetto omogeneo e priva di vuoti.

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: bassa.

REAZIONE ALL'ACIDO: evidente effervescenza (tanto maggiore quanto più alto è il tenore di calcite).

CLASSIFICAZIONE: roccia *sedimentaria chimica*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: calcite > 90%, impurità argillose < 10%.

PROCESSO GENETICO: cementazione di cristalli di calcite, derivanti da precipitazione chimica o dall'attività di organismi.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: alta Valtellina, Valsassina, Val Brembana, zona del Lago di Como e zona pedemontana per quelli del F.Adda; media e bassa Val Seriana e zona pedemontana per quelli del F.Serio; media e bassa Val Camonica, zona del Lago d'Iseo e zona pedemontana per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: molto elevata sia in quello del F.Adda, sia in quello del F.Serio, sia in quello del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* che, sebbene presenti aspetti molto differenziati, si riconosce per la forte reazione all'acido cloridrico; campioni apparentemente molto simili ma scarsamente reattivi all'acido possono essere attribuiti al *litotipo* della dolomia, mentre un comportamento del tutto inerte induce a classificare il campione come diaspro. Il calcare trova utilizzo nell'industria cementiera e, limitatamente ad alcune varietà particolarmente colorate, come pietra ornamentale (pavimentazioni interne, rivestimenti esterni, arte funeraria).



SELCE

COLORE: può assumere vari colori, tra cui prevalgono il rossastro e il nero.

STRUTTURA: roccia omogenea e priva di vuoti, caratterizzata da superfici molto lisce.

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: elevata (se percossi, i ciottoli tendono a disgregarsi in granuli spigolosi di dimensioni diverse che derivano dalla presenza di microfessure ricementate da calcite di precipitazione chimica).

REAZIONE ALL'ACIDO: evidente effervescenza (generata non dalla roccia silicea, ma dalle piccolissime ma numerose bande calcitiche, depostesi nelle microfessure).

CLASSIFICAZIONE: roccia *sedimentaria chimica*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: silice = 80%, impurità argillose o calcitiche = 20%.

PROCESSO GENETICO: cementazione di cristalli di calcite, successivamente sostituiti da silice durante la *diagenesi*.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: zona pedemontana sia per quelli del F.Adda, sia per quelli del F.Serio, sia per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: media in quello del F.Adda, bassa in quelli del F.Serio e del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* riconoscibile per la levigatezza e la lucentezza della superficie dei ciottoli; la selce in origine si trova in piccole masse lentiformi all'interno di particolari strati calcarei di *facies* oceanica e di età giurassica (durante il periodo Giurassico, mentre l'America settentrionale era già emersa dalle acque ed era l'ambiente di vita dei dinosauri, il territorio italiano corrispondeva ad un fondale oceanico e perciò non ha permesso lo sviluppo dei grandi rettili).



GNEISS

COLORE: grigio, da chiaro a scuro, costituito da un'alternanza di bande bianche e bande argenteo o nere; il contorno dei cristalli più grandi appare spesso irregolare (lobi o dentellature).

STRUTTURA: roccia priva di vuoti e chiaramente *scistosa*; talvolta le bande si presentano fittamente ondulate (gneiss pieghettati), mentre in altre occasioni le bande bianche denotano evidenti dilatazioni (gneiss occhiadini).

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: non elevata, specie parallelamente alla *scistosità*.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *metamorfica* di alto grado.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: quarzo = 40%, feldspati = 30%, miche = 30%.

PROCESSO GENETICO: *metamorfismo* di vari *litotipi ignei o sedimentari*.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: alta, media e bassa Valtellina, Valsassina, Val Brembana e zona del Lago di Como per quelli del F.Adda; extrabacinale per quelli del F.Serio; alta, media e bassa Val Camonica per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: molto elevata sia in quello del F.Adda, sia in quello del F.Serio, sia in quello del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* che presenta aspetti molto differenziati (*grana* dei cristalli, spessore delle bande, colore complessivo, evidenza della *scistosità*); può essere scambiato per una roccia *igneo* (schede n. 1, 2, 3, 4 e 5), ma risulta facilmente riconoscibile per la sua *struttura* orientata, più evidente sul lato «corto» dei ciottoli. Le varietà più resistenti di questa roccia sono usate per i marciapiedi stradali o come pietra ornamentale (elementi portanti, rivestimenti esterni, arte funeraria): di gneiss occhiadino sono costituite le lastre impiegate per la pavimentazione della «Bertazzola», il loggiato che orna la base della facciata della Cattedrale di Cremona.



SERPENTINITE

COLORE: nero - verdastro.

STRUTTURA: roccia di aspetto debolmente zonato (ossia a grosse macchie) e priva di vuoti; i ciottoli sono caratterizzati da una superficie molto liscia e lucida.

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: molto alta.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *metamorfica* di basso *grado*, appartenente al gruppo delle *ofioliti*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: antigorite > 70%, magnetite = 20%, clorite e olivina e pirosseni < 10%.

PROCESSO GENETICO: *metamorfismo* di rocce *ignee* molto povere di silice.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: Val Malenco per quelli del F.Adda; ex-trabacinale (Val Malenco) per quelli del F.Serio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: bassa in quello del F.Adda, media in quello del F.Serio, assente in quello del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* riconoscibile per il colore verde scuro. Per la sua eleganza viene utilizzato come pietra ornamentale (rivestimenti esterni e pavimentazioni interne); di roccia serpentinitica é rivestito il palazzo della Camera di Commercio di Cremona, sito in piazza Cavour.



SERPENTINOSCISTO

COLORE: verdastro con macchie nere.

STRUTTURA: roccia scistosa, di aspetto zonato (ossia a grosse macchie) e priva di vuoti; le superfici si presentano molto lisce e scorrevoli al tatto.

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: piuttosto alta.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *metamorfica* di basso *grado*, appartenente al gruppo delle *ofioliti*.

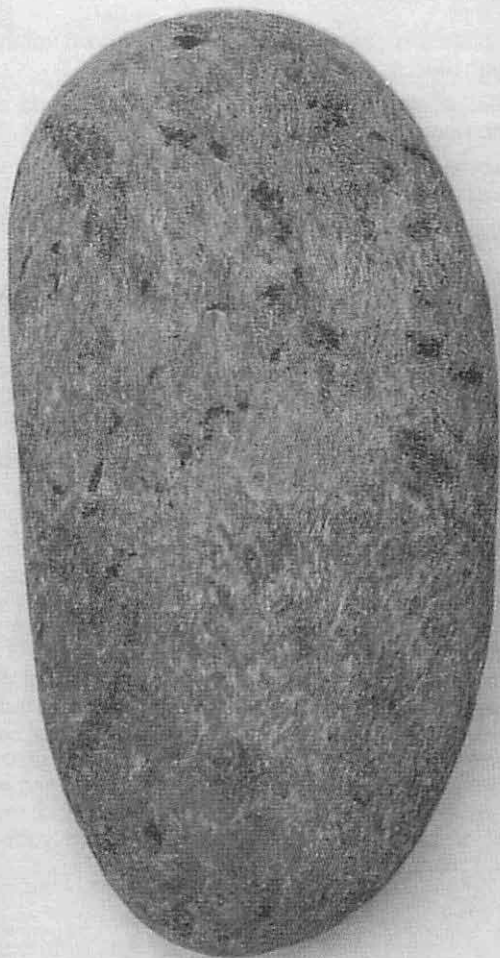
COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: antigorite > 80%, magnetite = 10%, clorite e talco e pirosseni < 10%.

PROCESSO GENETICO: *metamorfismo* di rocce *igne*e molto povere di silice.

PROVENIENZA DEI CIOTTOLI: Val Malenco per quelli del F.Adda; extrabacinale (Val Malenco) per quelli del F.Serio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: bassa in quello del F.Adda, media in quello del F.Serio, assente in quello del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* riconoscibile per il suo colore verdastro chiaro a macchie nere e per le sue superfici scivolose. Talvolta i ciottoli possono contenere fibre libere di amianto.



QUARZITE

COLORE: bianco o giallastro (ma anche verde o rosa), leggermente traslucido.

STRUTTURA: roccia omogenea, talvolta interessata da cavità più o meno numerose ed ampie (cariature).

RESISTENZA ALLA FRATTURAZIONE: molto elevata, specie in assenza di cariature.

REAZIONE ALL'ACIDO: assente.

CLASSIFICAZIONE: roccia *metamorfica* di alto *grado*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA FONDAMENTALE: quarzo 100%.

PROCESSO GENETICO: *metamorfismo* di rocce *sedimentarie* silicee.

PROVENIENZA: media Valtellina per quelli del F.Adda; extrabacinali (media Valtellina?) per quelli del F.Serio; alta Val Camonica per quelli del F.Oglio.

FREQUENZA NEI GRETI FLUVIALI: media in quelli del F.Adda e del F.Serio, bassa in quello del F.Oglio.

OSSERVAZIONI: *litotipo* riconoscibile per il suo aspetto; le cariature sono gli spazi che, all'atto della formazione della roccia, erano occupati da impurità non silicee: durante il trasporto, tali sostanze sono state dissolte dagli *agenti esogeni* ed hanno avuto origine queste cavità. I ciottoli quarziticci bianchi e privi di cariature sono comunemente conosciuti con il nome di «pietre focaie» perchè, quando vengono sfregati con forza, le superfici di attrito sprigionano un caratteristico odore «sulfureo»; uno sfregamento vigoroso e prolungato può inoltre produrre alcune scintille. Questo *litotipo* viene utilizzato nell'industria vetraria; inoltre, i ciottoli di colore bianco e di forma regolare sono richiesti per la realizzazione di acciottolati esterni di particolare pregio (tanto che si provvede alla loro raccolta manuale sui greti del F.Ticino).



GLOSSARIO

- Agenti esogeni:** fenomeni atmosferici o idrosferici che demoliscono, con azione chimica o fisica, le masse rocciose superficiali.
- Anatessi:** processo di rifusione parziale che può interessare una roccia *metamorfica*.
- Alterazione:** processo di modifica superficiale della composizione chimica dei cristalli esposti all'azione dell'aria, che comporta la formazione sui ciottoli di patine colorate più o meno evidenti e profonde.
- Carico litostatico:** peso esercitato su uno strato roccioso dagli strati soprastanti.
- Chimiche, rocce:** rocce *sedimentarie* derivanti dalla *diagenesi* di cristallini generatisi per precipitazione dei sali disciolti nelle acque.
- Clasto:** frammento di roccia.
- Coerente, roccia:** ammasso compatto di cristalli, saldamente uniti.
- Detritiche o clastiche, rocce:** rocce *sedimentarie* derivanti dalla *diagenesi* di frammenti rocciosi precedentemente erosi e trasportati dagli *agenti esogeni*.
- Diagenesi:** processo fisico e chimico che porta alla cementazione di un *sedimento* sciolto.
- Effusive o vulcaniche, rocce:** rocce *igne* derivanti dal raffreddamento delle *lave* in superficie.
- Eterometrici, depositi:** depositi costituiti da frammenti rocciosi delle più diverse dimensioni: dai massi di alcuni metri di lunghezza, alle argille di diametri sub-millimetrici.
- Facies:** insieme delle caratteristiche di una roccia *sedimentaria*, che richiamano il suo ambiente di deposizione.
- Fase mineralogica:** tipologia di *minerale* individuata da una propria disposizione spaziale degli atomi che la costituiscono.
- Filoniane, rocce:** rocce derivanti dal consolidamento di piccole masse *magmatiche* a bassissime profondità.
- Fossile:** traccia mineralizzata di scheletri, gusci o impronte di antichi esseri viventi.
- Grado metamorfico:** livello a cui giungono le trasformazioni *mineralogiche* durante il *metamorfismo*.
- Grana:** dimensioni dei cristalli che costituiscono un campione roccioso.

Ignee o magmatiche, rocce: rocce derivanti dal consolidamento di un *magma*.

Incoerente, roccia: accumulo di frammenti *litici* sciolti.

Intrusive o plutoniche, rocce: rocce *ignee* derivanti dalla cristallizzazione dei *magmi* in profondità.

Lava: *magma* giunto in superficie, privo della componente volatile.

Litico: di roccia.

Litologia: insieme delle caratteristiche di una massa rocciosa o di un deposito *sedimentario*.

Litosfera: involucro solido della Terra, formato dalla crosta e dalla parte superiore del mantello.

Litotipo: tipo di roccia che costituisce l'oggetto esaminato.

Magma: materiale ad alta temperatura, prevalentemente formato da silicati (ossia da composti di Ossigeno e Silicio) e da gas (soprattutto vapore acqueo).

Metamorfiche, rocce: rocce che derivano dalla trasformazione di rocce preesistenti.

Metamorfismo: fenomeno di trasformazione di una roccia preesistente in un'altra, di diversa *struttura* e composizione *mineralogica*.

Metasomatismo: fenomeno *diagenetico* che comporta anche un parziale mutamento della composizione chimica dei *sedimenti chimici* od *organogeni* di partenza.

Minerale: sostanza solida dotata di una composizione chimica definita, che si presenta sotto forma di cristalli.

Morena: deposito costituito dall'azione dei ghiacciai.

Nubi ardenti: effusioni di *lave* molto ricche di silice e di gas, che assumono l'aspetto di «valanghe» di materiale incandescente che corrono velocissime lungo i pendii vulcanici.

Ofolite: roccia *metamorfica* di colore nero - verdastro, derivante da trasformazione di rocce *magmatiche* molto povere di silice, tipiche dello strato più esterno del mantello terrestre; la categoria delle ofioliti comprende vari *litotipi*.

Organogene o biogeniche, rocce: rocce *sedimentarie* derivanti dalla *diagenesi* di accumuli di gusci o scheletri di organismi morti.

Orogenesi: complesso di fenomeni geologici che porta alla formazione delle catene montuose.

Petrogenetici, processi: sequenze di fenomeni naturali che portano alla nascita dei vari tipi di rocce.

- Puddinga:** conglomerato costituito da *clasti* di forma arrotondata.
- Roccia madre:** *litotipo* costituente i *clasti* di una roccia *detritica*.
- Scistosità:** serie di superfici molto ravvicinate, all'incirca piane e parallele, che suddividono fittamente una roccia *metamorfica*.
- Sedimentarie, rocce:** rocce che derivano dalla deposizione di materiali erosi da preesistenti masse rocciose.
- Sedimenti:** frammenti di roccia o sali solubili che, dopo essere stati erosi e trasportati dagli *agenti esogeni*, vengono depositati in accumuli di varia forma.
- Spinte tettoniche:** forze presenti nell'interno terrestre, che deformano le rocce.
- Struttura litologica:** forma, dimensioni e disposizione delle particelle e dei vuoti che costituiscono ogni tipo di roccia.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1968) - Minerali e rocce. *Enciclopedia italiana delle Scienze Naturali*. Vol. II - Novara - Istituto Geografico De Agostini.
- AA.VV. (1994) - Rocce e minerali. *Collana Guarda e Scopri* - Milano - Fabbri.
- DESIO A., a cura di (1968) - Geologia dell'Italia. *Manuali di geologia* - Torino - UTET.
- HOCHLEITNER R. (1992) - Fotoatlante dei minerali e rocce - Bologna - Zanichelli.
- MARCHETTI G., VANOSI M. (1994) - L'uomo e la Terra - Scandicci (FI) - La Nuova Italia.
- MOTTANA A., CRESPI R., LIBORIO G. (1995) - Minerali e rocce. XI edizione - Milano - Mondadori.
- PIERI M. (Regione Piemonte - Ente riserve naturali della Garzaia di Valenza e del torrente Orba) - Guida al riconoscimento dei ciottoli sui ghiaietti del Po - Villanova Monferrato (AL) - Diffusioni grafiche S.p.A.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1990) - Carta geologica della Lombardia - Roma - Istituto poligrafico e zecca dello Stato.
- SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA, a cura di (1990) - Alpi e prealpi lombarde. *Guide geologiche regionali* - Agrate B. (MI) - BE - MA.
- ZAMPIERI D. (1984) - Grande atlante delle rocce e dei minerali - Milano - A. Mondadori.