

## ***Field relations***

### **Caratteristiche dei corpi geologici rilevabili in campagna**

Come per qualsiasi geologo, le caratteristiche di uno o più corpi rocciosi osservate in campagna sono il primo, fondamentale, passo per il loro studio. Queste caratteristiche possono essere osservate nelle rocce che affiorano in zone collinari e di montagna e negli scavi di origine antropica (tagli stradali, cave, miniere, perforazioni).

E' chiaro quindi come un passo fondamentale nello studio di un corpo magmatico o metamorfico sia anche la visione (o la stesura) di una carta geologica.

Alcune delle caratteristiche rilevabili in campagna sono:

- La natura dei contatti di una certa massa rocciosa con i corpi confinanti (netti, graduali, conformi, trasversali, etc.)
- La cronologia relativa ai corpi confinanti.
- Gli aspetti spaziali della tessitura e della composizione, che possono essere uniformi o possono variare all'interno dello stesso corpo geologico.
- Le dimensioni del corpo geologico

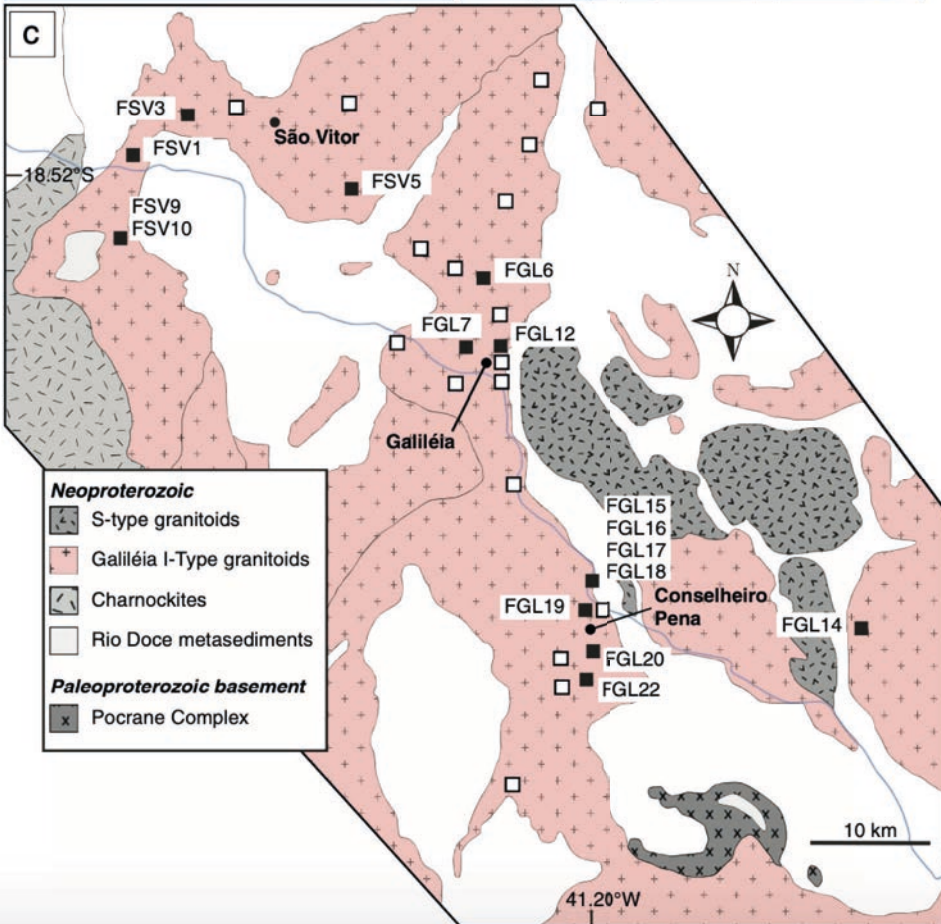
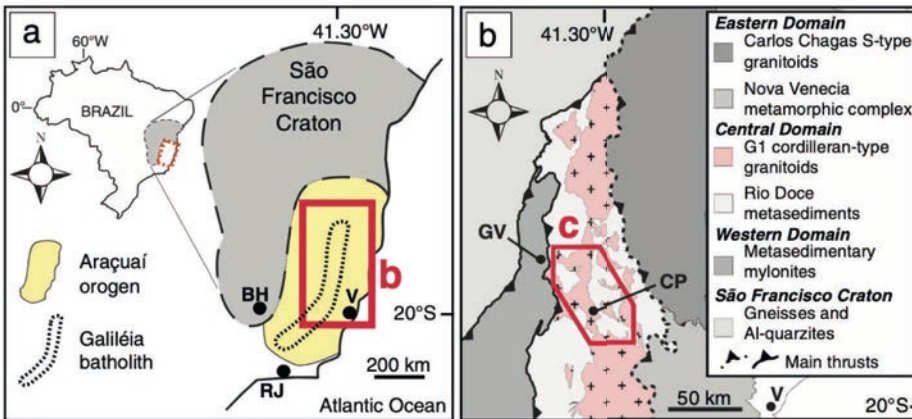
Le relazioni di campagna possono dare informazioni sulle cause dei cambiamenti in un certo sistema roccioso e sulle forme di energia che hanno prodotto questi cambiamenti.

Nel caso di rocce magmatiche, le relazioni di campagna riflettono le dinamiche dei magmi dai quali il corpo geologico si è formato.

**Alcuni esempi:**

**Rilevamento di un complesso granitico  
nel Sud-Est del Brasile**

Esempio di carta geologica di un complesso granitico in Brasile  
(Narduzzi et al., 2017; Lithos)





a

Corpo granitoido ricco di enclavi mafici



b



c

Coesistenza di magmi granitici melanocratici e leucocratici

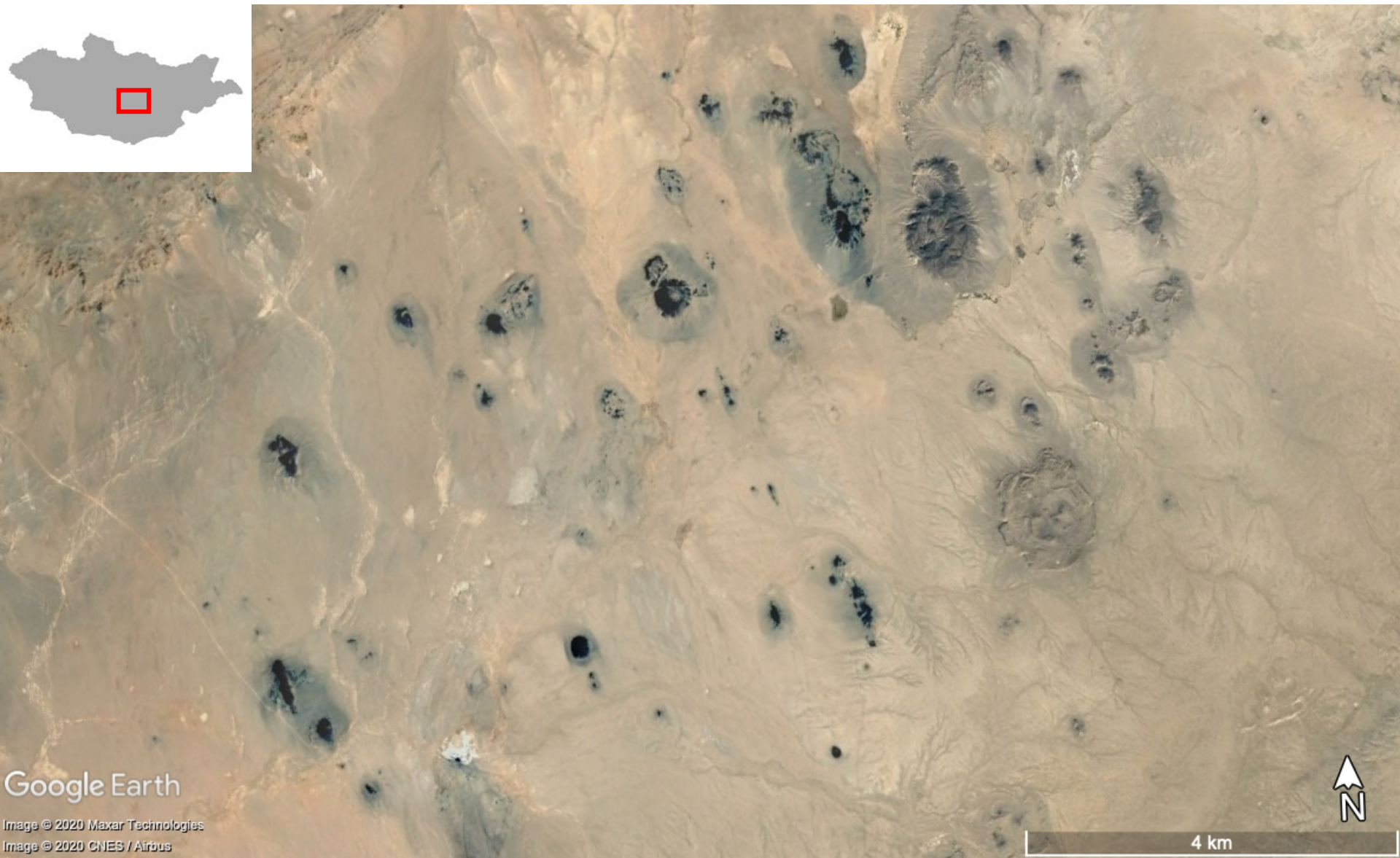
Narduzzi et al., 2017; Lithos



d

**Alcuni esempi:**

**Campionamento di un complesso vulcanico  
nella Mongolia centrale**



Google Earth

Image © 2020 Maxar Technologies

Image © 2020 CNES / Airbus



4 km





























# *Fabric*

## Struttura e tessitura delle rocce

Il termine **struttura** si riferisce a tutte quelle caratteristiche che si osservano dalla scala centimetrica in su (es.: giunti colonnari in una colata di lava, frammenti di roccia incassante in un corpo magmatico intrusivo, stratificazione di un deposito piroclastico, pieghe nelle rocce metamorfiche).

Il termine **tessitura** si riferisce alle caratteristiche dei grani (dimensioni e forma, relazioni intergranulari e quantità di vetro) che si osservano solitamente alla scala centimetrica e inferiore.

A volte non è possibile fare una netta distinzione tra struttura e tessitura e per questo in inglese spesso si usa il termine generale ***fabric***. Inoltre, a volte non c'è una netta distinzione tra i termini struttura e relazioni di campagna.

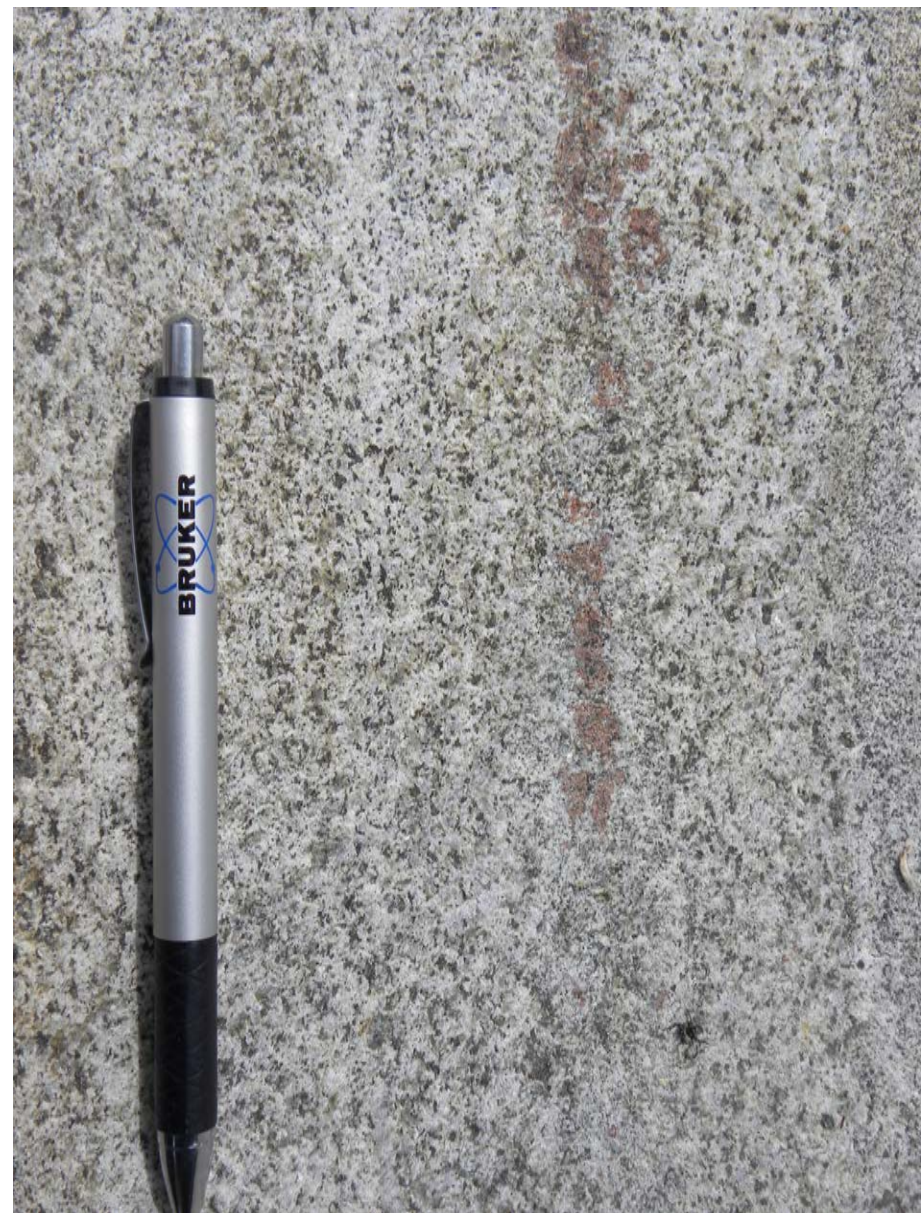
Il *fabric* riflette l'evoluzione nel tempo del sistema di formazione della roccia. Per esempio, il tasso di deformazione in una faglia di crosta profonda influenza fortemente il *fabric* di una roccia metamorfica. La velocità con la quale il magma risale nella crosta può determinare se erutterà in modo non violento come una lava vescicolata oppure in modo esplosivo creando una colata piroclastica.









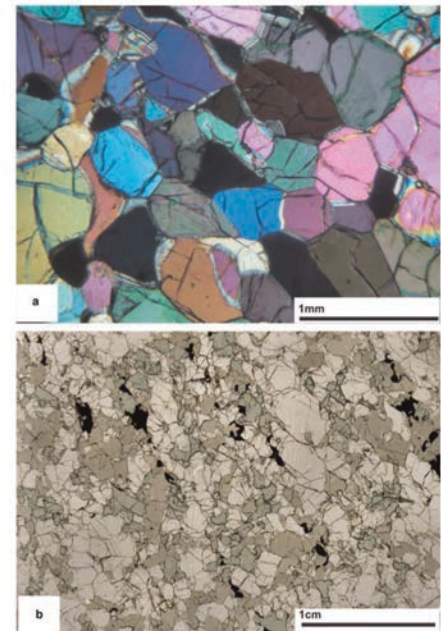




# Composizione delle rocce

## Composizione mineralogica (o mineralogia di una roccia)

Insieme di minerali (e loro composizione) che compongono la roccia



*Ntaflos et al 2008*

# Composizione delle rocce

## Composizione mineralogica (o mineralogia di una roccia)

Una prima caratterizzazione si fa sempre sul campione macroscopico (*hand specimen*)



<http://www.alexstrekeisen.it>

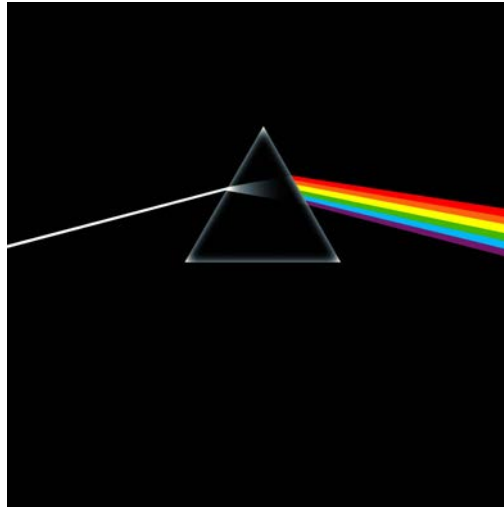


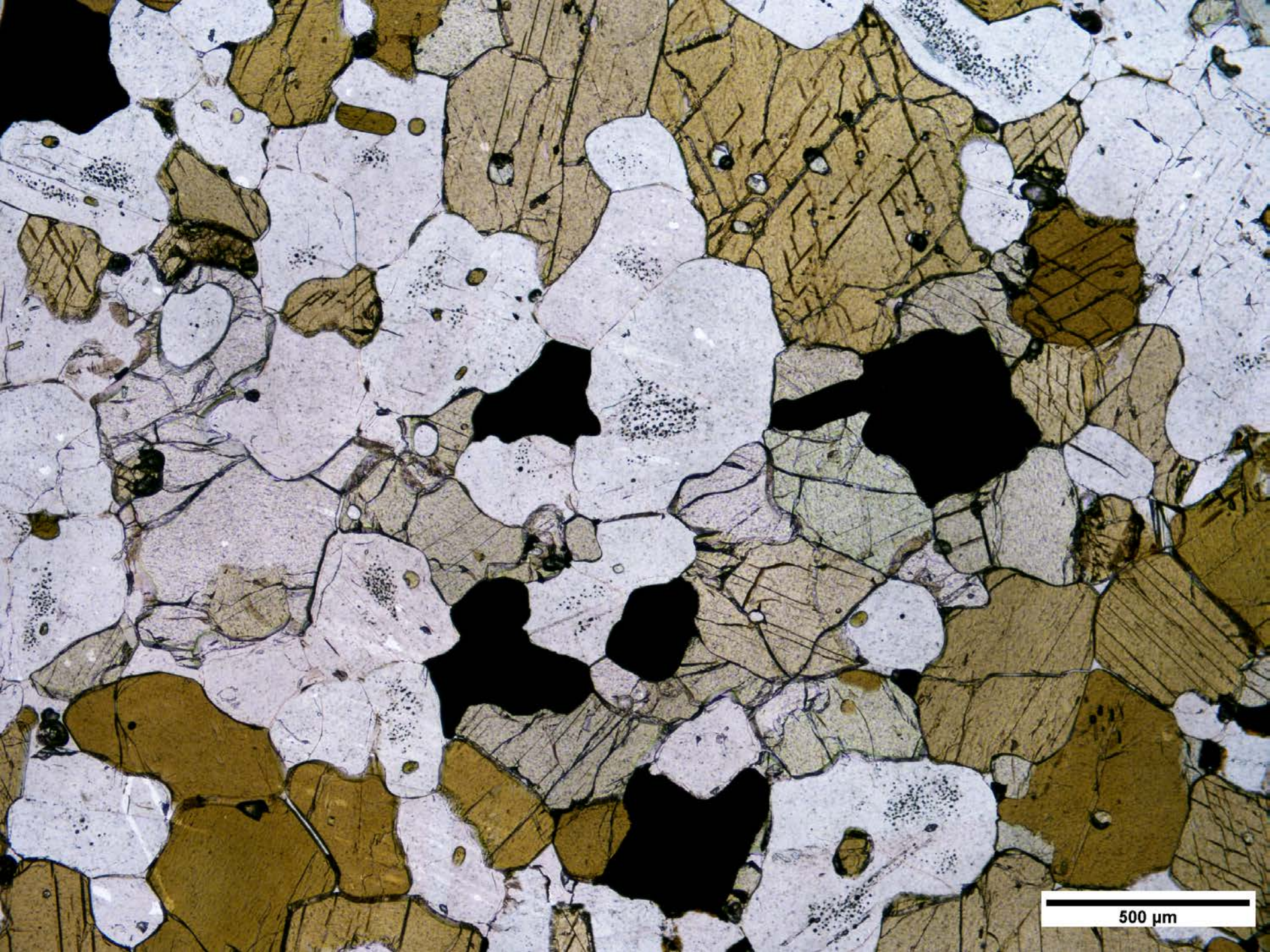
<https://e-rocks.com>

# Composizione delle rocce

## Composizione mineralogica (o mineralogia di una roccia)

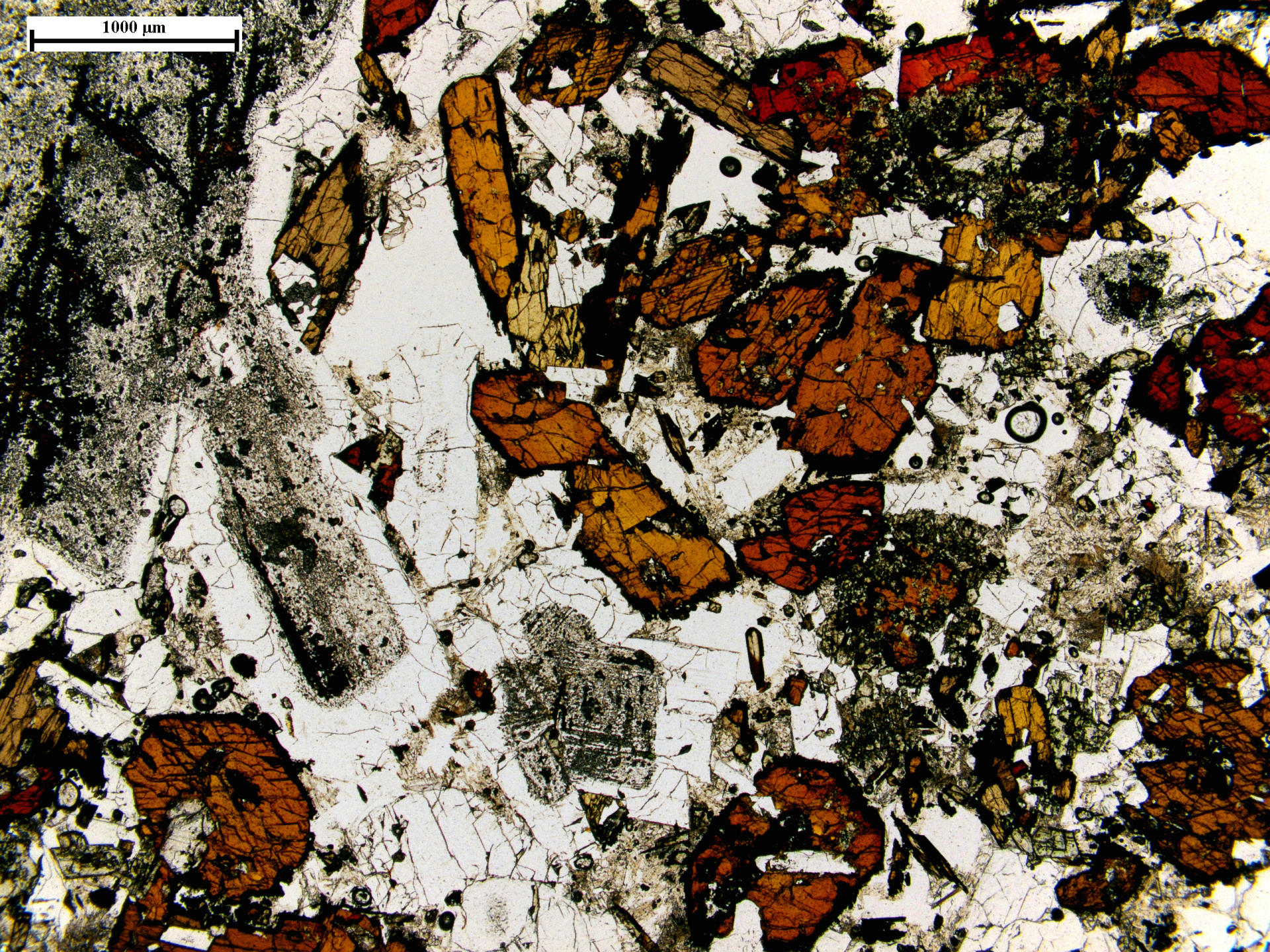
La caratterizzazione di dettaglio può essere fatta tramite diffrazione a raggi-X di un preparato di polveri, tramite osservazione al microscopio elettronico o tramite osservazione al microscopio ottico di sezioni sottili rappresentative.



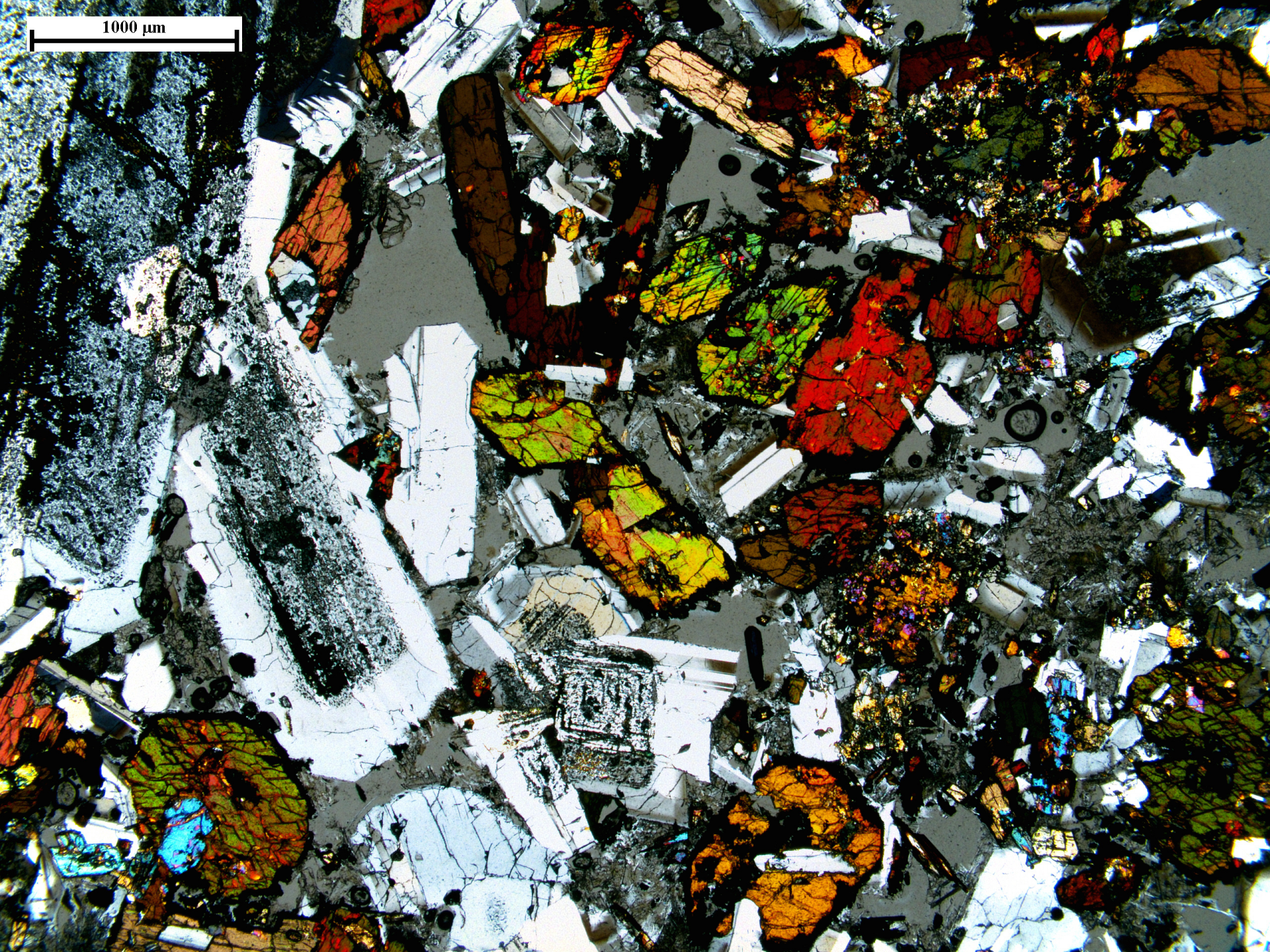


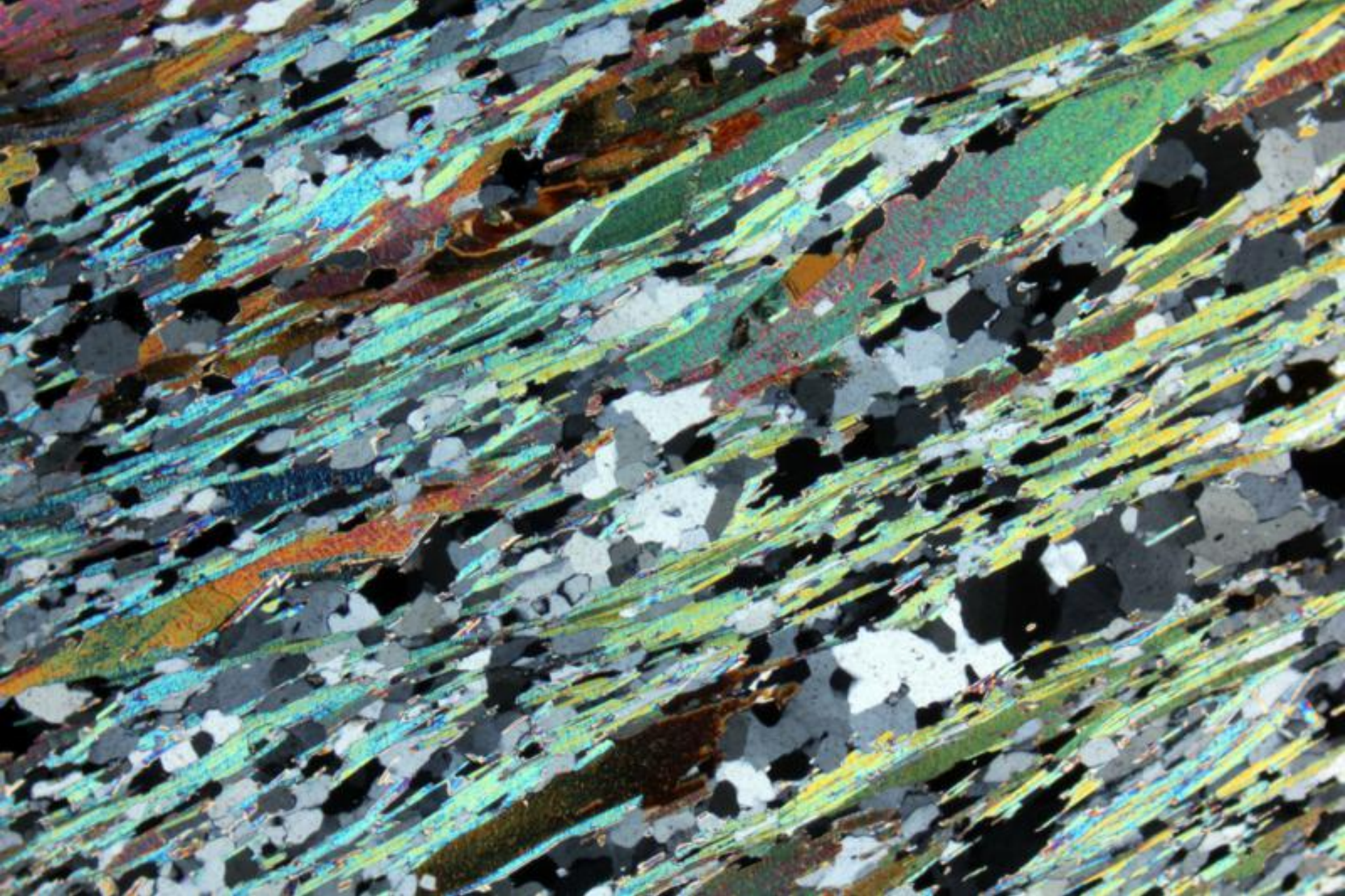
500  $\mu\text{m}$

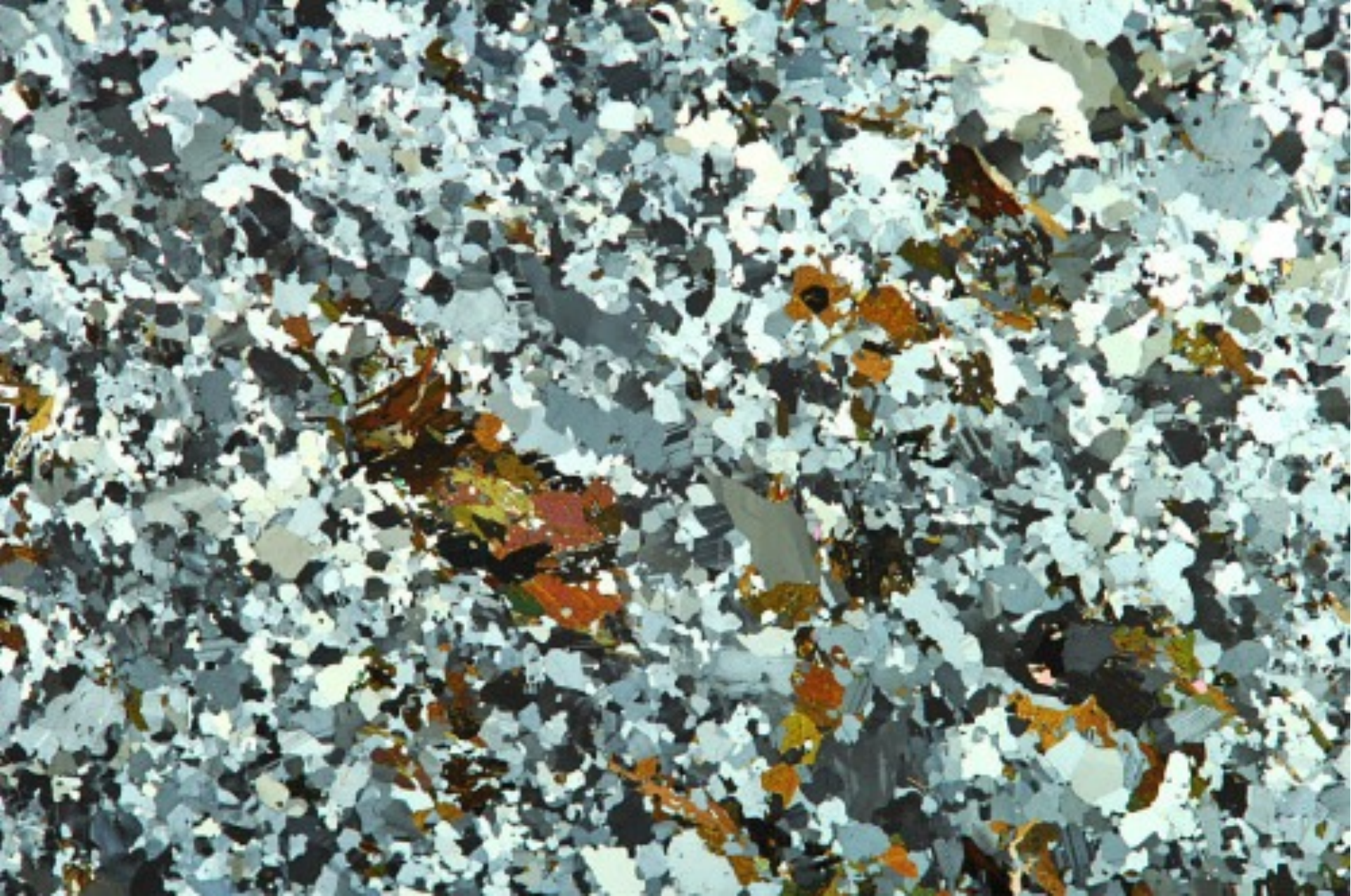
1000  $\mu\text{m}$



1000  $\mu\text{m}$









# Composizione delle rocce

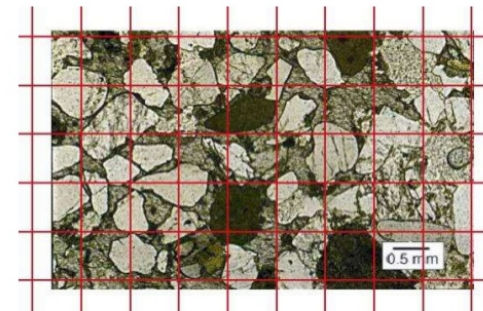
## Composizione modale (o moda di una roccia)

E' la concentrazione (solitamente espressa in percentuale in volume, ma a volte anche in peso) delle differenti fasi (minerali, vetro e vescicole) che compongono una roccia.

La quantificazione precisa della moda di una roccia può essere fatta tramite un microscopio petrografico abbinato ad un contatore di punti.



### *Point Counting*



<http://pelcon.dk/products/point-counter/>

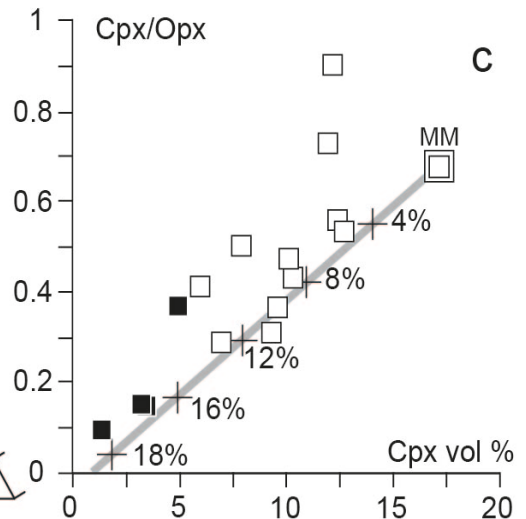
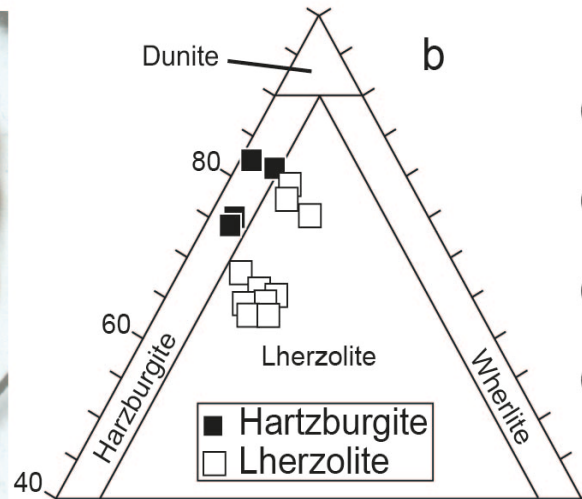
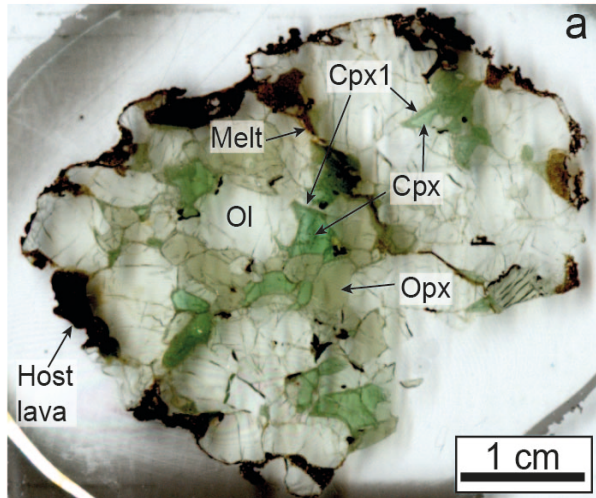
# Composizione delle rocce

## Composizione modale (o moda di una roccia)

Sample	LB-10
Olivine	70.3
Cpx	11.8
Opx	16.1
Spinel	1.8
Rock-type	Lherzolite

Esempio:

Composizione modale di uno xenolite di peridotite proveniente dal vulcano Waw en-Namous, Libia (*Narduzzi, 2011*)



# Composizione delle rocce

## Composizione chimica della roccia totale

Concentrazione degli elementi chimici o ossidi in un campione rappresentativo della roccia



<https://www.azom.com>



[https://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/XRF.html](https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/XRF.html)

Sample	FC5
SiO <sub>2</sub>	53.32
TiO <sub>2</sub>	0.79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>tot</sup>	10.32
MnO	0.19
MgO	4.42
CaO	8.42
Na <sub>2</sub> O	2.47
K <sub>2</sub> O	3.60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.36
LOI	0.60

# Composizione delle rocce

**Table 2.2** Average Chemical Compositions of Some Common Rock Types (Recalculated Volatile-Free to Total 100%) and Their Normative Compositions<sup>a</sup>

	PHONOLITE	SYENITE	TRACHYTE	GRANITE	RHYOLITE	GRANODIORITE	DACITE	DIORITE	ANDESITE
<i>n</i>	340	517	534	2485	670	885	651	872	2600
SiO <sub>2</sub>	57.43	59.63	62.31	71.84	73.95	66.91	65.98	58.34	58.70
TiO <sub>2</sub>	0.63	0.86	0.71	0.31	0.28	0.55	0.59	0.96	0.88
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.46	16.94	17.27	14.43	13.48	15.92	16.15	16.92	17.24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.85	3.09	3.04	1.22	1.50	1.40	2.47	2.54	3.31
FeO	2.07	3.18	2.33	1.65	1.13	2.76	2.33	4.99	4.09
MnO	0.17	0.13	0.15	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12	0.14
MgO	1.09	1.90	0.94	0.72	0.40	1.76	1.81	3.77	3.37
CaO	2.78	3.59	2.38	1.85	1.16	3.88	4.38	6.68	6.88
Na <sub>2</sub> O	7.96	5.33	5.57	3.71	3.61	3.80	3.85	3.59	3.53
K <sub>2</sub> O	5.36	5.04	5.07	4.10	4.37	2.76	2.20	1.79	1.64
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.18	0.30	0.21	0.12	0.07	0.18	0.15	0.29	0.21
<i>Q</i>		0.83	5.00	29.06	32.87	22.36	22.73	10.28	12.37
<i>C</i>				0.92	1.02	0.26			
<i>Or</i>	30.96	29.29	29.41	24.50	25.44	16.11	12.82	10.42	9.60
<i>Ab</i>	35.48	44.34	46.26	31.13	30.07	31.73	32.07	29.96	29.44
<i>An</i>	1.50	7.24	7.05	8.04	4.76	17.34	20.01	24.40	26.02
<i>Lc</i>									
<i>Ne</i>	16.50								
<i>Di</i>	6.89	5.35	2.14				0.11	4.67	4.84
<i>Wo</i>	0.73								
<i>Hy</i>		4.16	2.06	3.37	1.34	7.40	5.73	12.56	9.49
<i>Ol</i>									
<i>Mt</i>	4.05	4.41	4.33	1.75	2.14	2.00	3.53	3.63	4.74
<i>Il</i>	1.18	1.60	1.34	0.58	0.54	1.03	1.09	1.80	1.65
<i>Ap</i>	0.41	0.70	0.49	0.28	0.17	0.42	0.34	0.68	0.50

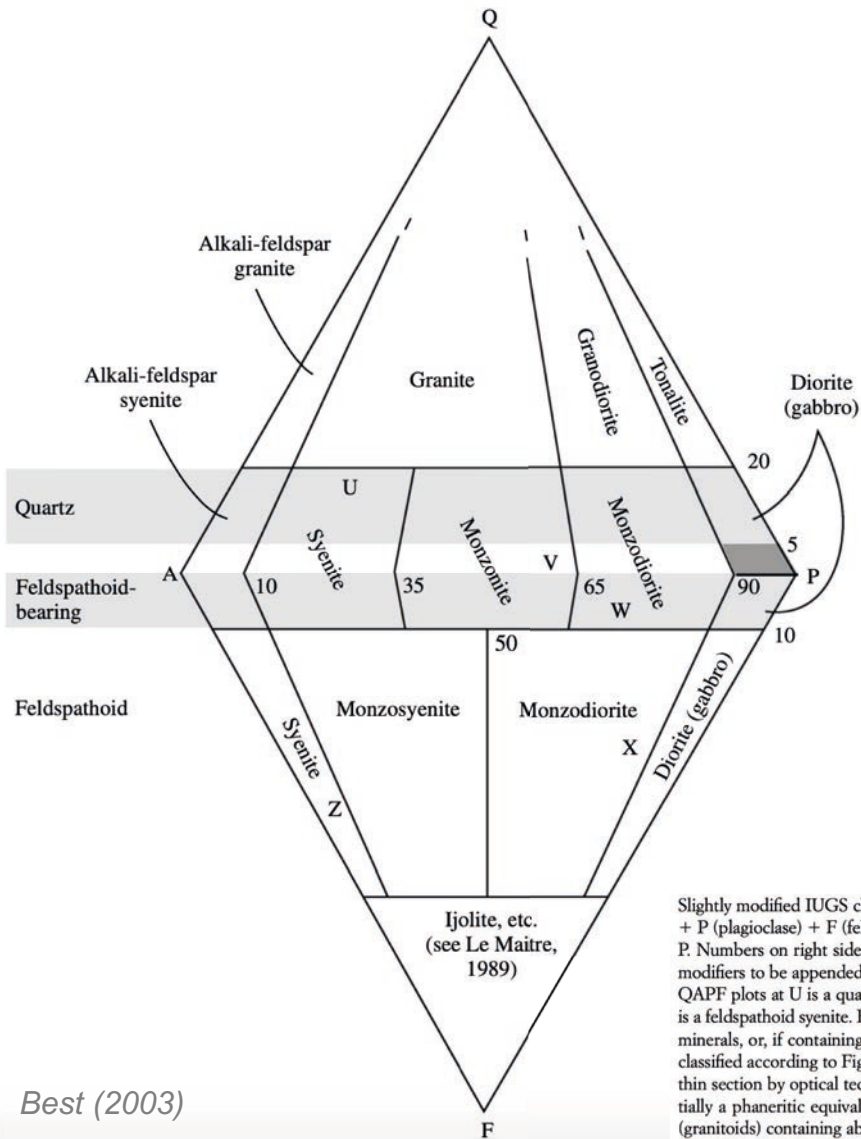
Best (2003)

# Composizione delle rocce

	TRACHYANDESITE	TRACHYBASALT	BASALT	BASANITE	NEPHELINITE	ANORTHOSITE	LHERZOLITE	HARZBURGITE	DUNITE
<i>n</i>	232	161	3594	165	176	104	179	206	93
SiO <sub>2</sub>	59.30	49.99	49.97	45.16	41.81	51.12	45.43	43.73	41.04
TiO <sub>2</sub>	1.10	2.44	1.87	2.56	2.74	0.65	0.45	0.28	0.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.03	16.89	15.99	14.99	14.76	26.29	4.39	2.57	1.95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.32	3.75	3.85	4.02	5.64	0.98	5.15	6.00	3.85
FeO	3.27	6.28	7.24	7.65	6.35	2.10	7.44	7.09	10.05
MnO	0.16	0.16	0.20	0.16	0.27	0.05	0.17	0.16	0.76
MgO	2.62	5.25	6.84	8.71	6.58	2.16	30.31	36.34	40.66
CaO	5.06	8.03	9.62	10.39	12.25	12.69	5.68	3.18	1.08
Na <sub>2</sub> O	4.44	4.02	2.96	3.62	4.93	3.20	0.59	0.34	0.21
K <sub>2</sub> O	3.27	2.59	1.12	2.00	3.56	0.66	0.27	0.15	0.09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.42	0.60	0.35	0.75	1.10	0.09	0.12	0.14	0.21
Q	7.80								
C									0.80
Or	19.00	15.06	6.52	11.61	3.16	3.86	1.50	0.83	0.47
Ab	36.80	29.39	24.66	12.42		23.16	4.66	2.60	1.69
An	16.58	20.10	26.62	18.38	7.39	49.71	7.99	4.17	1.17
Lc					13.57				
Ne		2.23		9.55	21.95	1.89			
Di	3.95	11.85	14.02	21.03	32.36	8.61	13.54	6.93	
Wo									
Hy	6.06		15.20				21.48	21.13	14.48
Ol		8.28	1.50	12.38	2.32	2.01	36.31	46.22	67.38
Mt	4.73	5.36	5.49	5.72	7.95	1.40	7.00	7.94	5.20
Il	2.07	4.55	3.49	4.77	5.05	1.22	0.79	0.50	0.18
Ap	0.97	1.38	0.82	1.74	2.51	0.21	0.26	0.30	0.47

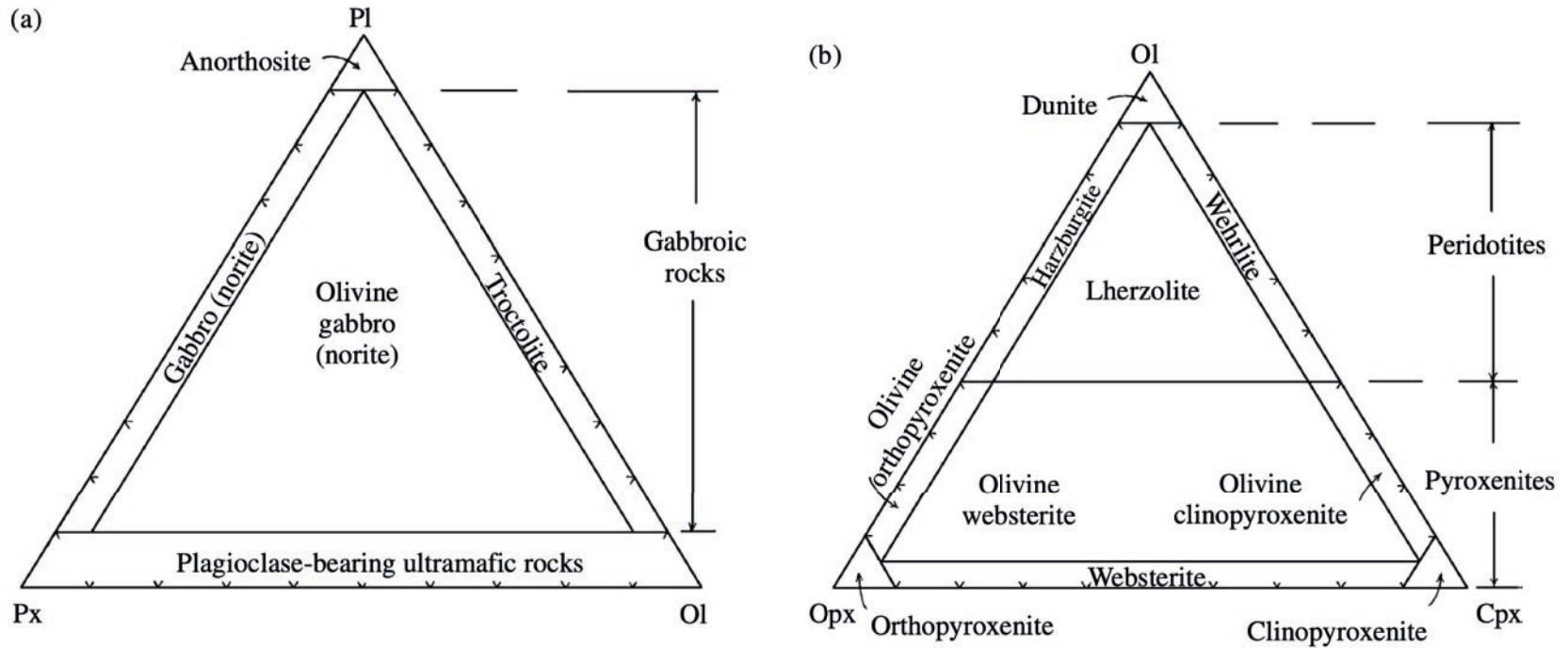
<sup>a</sup>The number of analyses averaged is represented by *n*. The rock-type names are those used by the author of the report in which the analyses were published; that is, the names are not based on the IUGS classification. In most instances there is little discrepancy between the original rock-type name and the IUGS name.  
Data from Le Maitre (1976).

# Alcuni schemi classificativi



Slightly modified IUGS classification of felsic, phaneritic, magmatic rock types that contain >10 modal % Q (quartz) + A (alkali feldspar) + P (plagioclase) + F (feldspathoids). Coordinates of critical field corners along the A-P join (10, 35, 65, 90) refer to modal percentages of P. Numbers on right side of diagram are modal percentages of Q (5, 20) and of F (10). Mineralogical prefixes on left side of diagram are modifiers to be appended to rock-type names in associated lightly shaded or unshaded fields. For example, a rock whose mode in terms of QAPF plots at U is a quartz syenite, V is a monzonite, W is a feldspathoid-bearing monzodiorite, X is a feldspathoid monzodiorite, and Z is a feldspathoid syenite. Rocks plotting in the small darkly shaded parallelogram near the P apex are **anorthosite** if containing <10% mafic minerals, or, if containing >10% mafic minerals, are gabbro or diorite. **Gabbro** contains plagioclase more calcic than An<sub>50</sub> and is further classified according to Figure 2.10a. **Diorite** has plagioclase less calcic than An<sub>50</sub>. The composition of plagioclase can be approximated in a thin section by optical techniques. In the lower part of the diagram, **ijolite** is a rock composed of nepheline and clinopyroxene; it is essentially a phaneritic equivalent of aphanitic to glassy nephelinite (Figure 2.12). For a supplementary classification of phaneritic felsic rocks (granitoids) containing abundant plagioclase and >20% quartz see Figure 2.9. (Redrawn from Le Maitre, 1989, Figure B.4.)

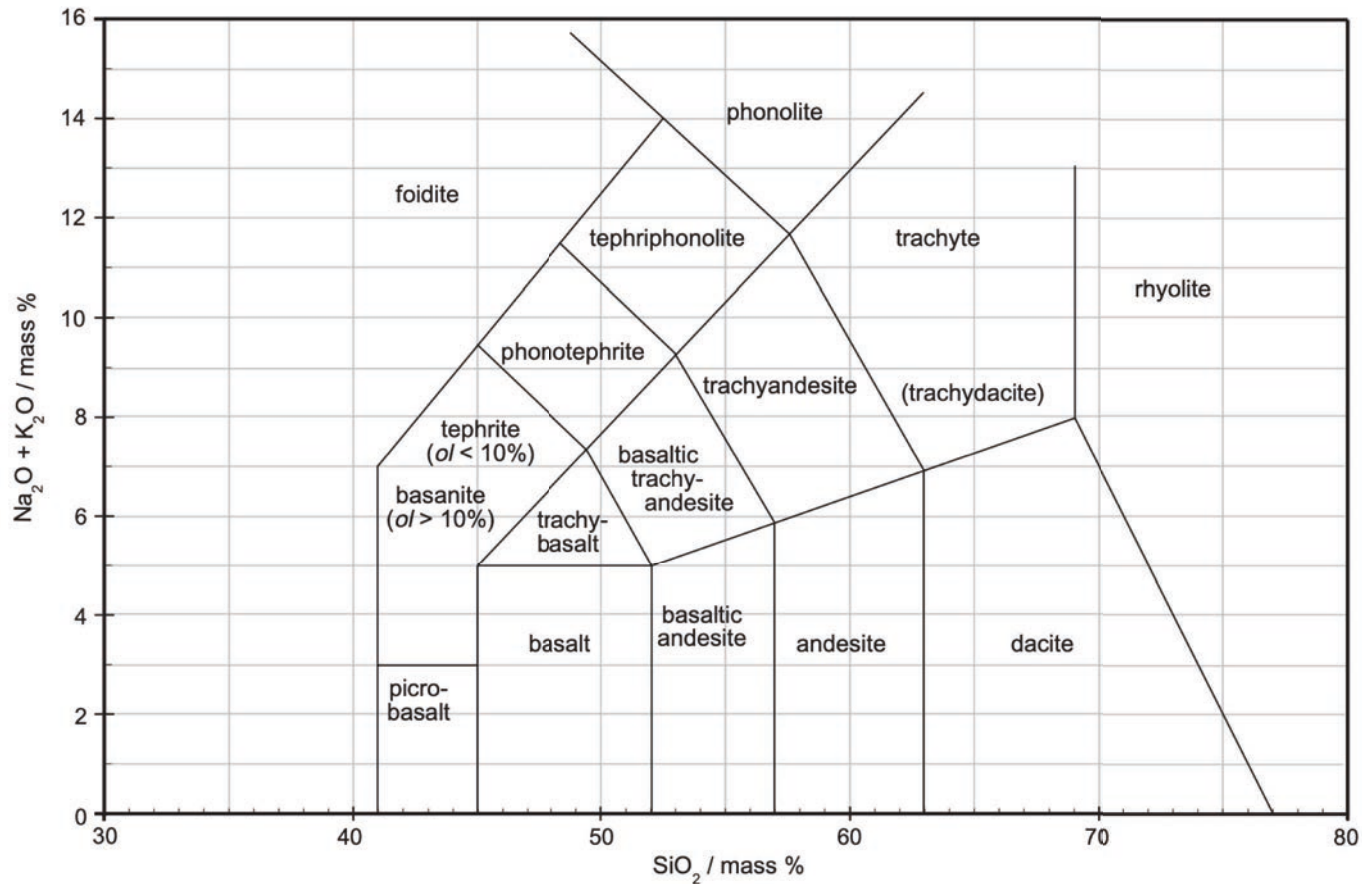
# Alcuni schemi classificativi



**2.10** IUGS classification of phaneritic mafic and ultramafic rock types. (a) Classification of mafic rocks (see gabbro in Figure 2.8 and its caption) based on the proportions of plagioclase, pyroxene, and olivine. **Norite** has more orthopyroxene than clinopyroxene (see Le Maitre, 1989, p. 17, for details). (b) Classification of **ultramafic** rocks that are composed of orthopyroxene, clinopyroxene, and olivine. For hornblende-bearing ultramafic rocks see Le Maitre, 1989, Figure B.8. (Redrawn from Le Maitre, 1989.)

Best (2003)

# Alcuni schemi classificativi



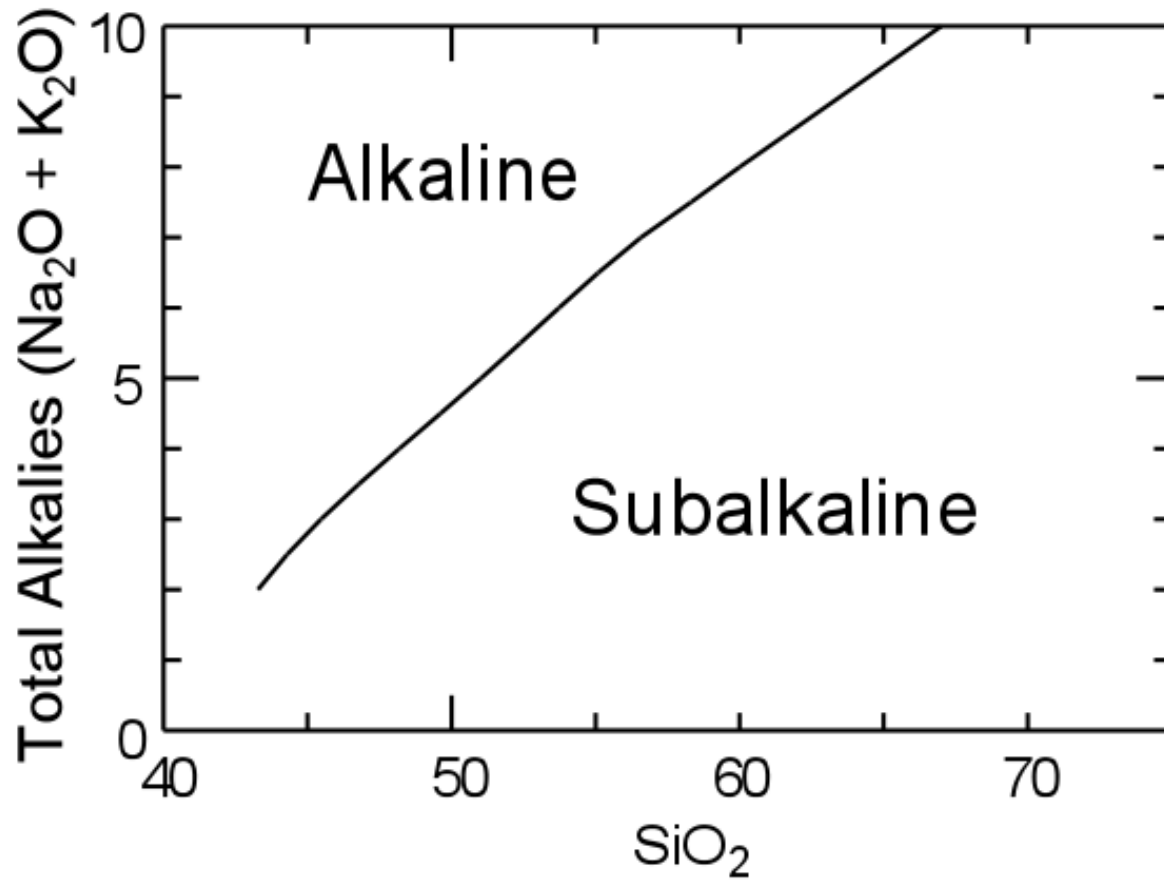
**Fig. 1.4** TAS grid showing the fields for common rock types designated by the *IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks* (Le Maitre, 2002).\* All analyses require correction for volatile content (Box 1.3) prior to plotting in this diagram.

\* The symbol '*ol*' refers to **normative** olivine content (explained in Box 2.4). Rock compositions falling in the trachyte field may be given the name trachydacite if quartz amounts to more than 20% of the **normative** felsic minerals as a whole (quartz + feldspars). Such details need not concern the reader of Chapter 1.

Gill (2010)

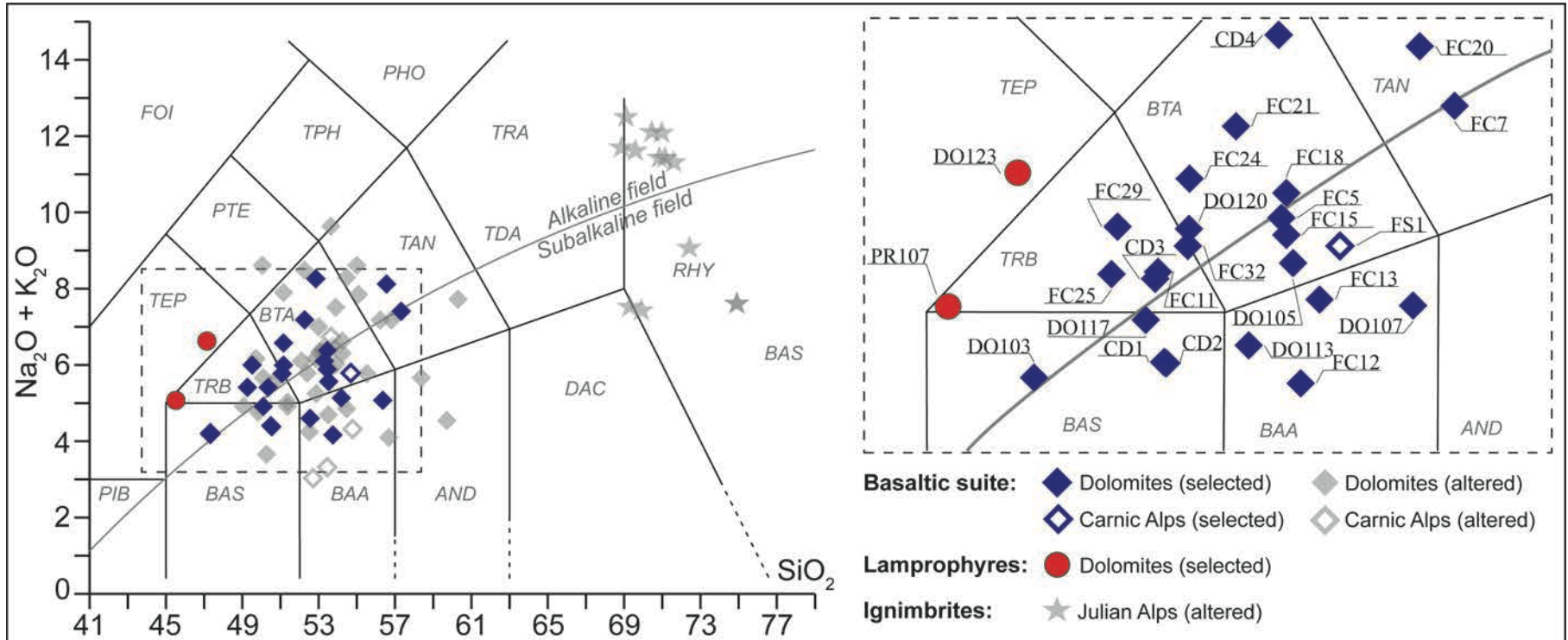


## Alcuni schemi classificativi



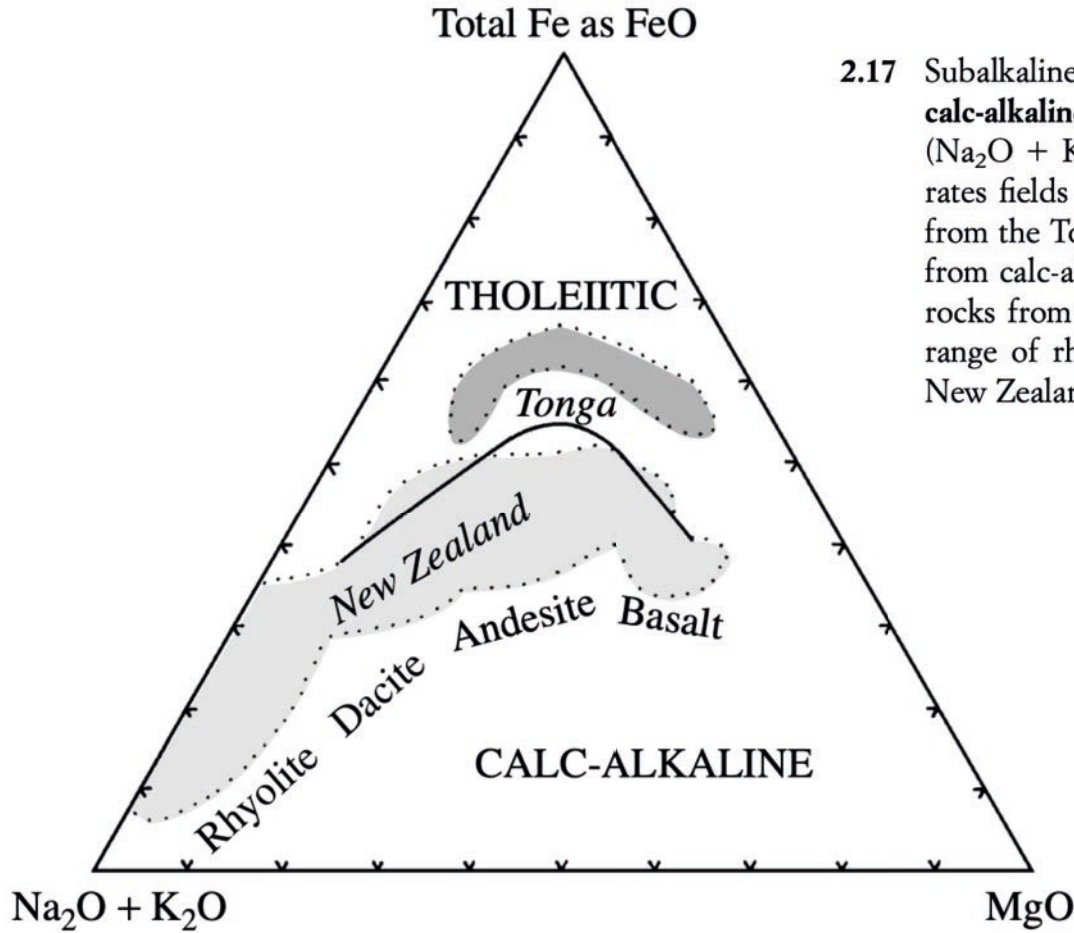
# Alcuni schemi classificativi

Rocce magmatiche Triassiche delle Sudalpine (Dolomiti, Alpi Carniche e Alpi Giulie)



De Min et al. (2020)

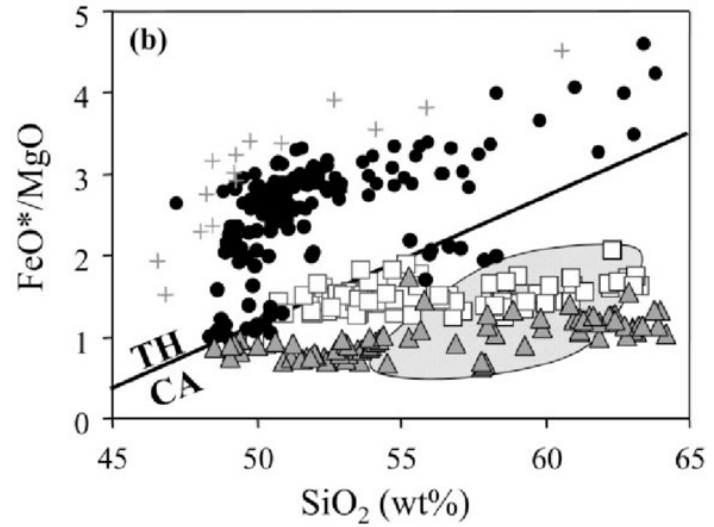
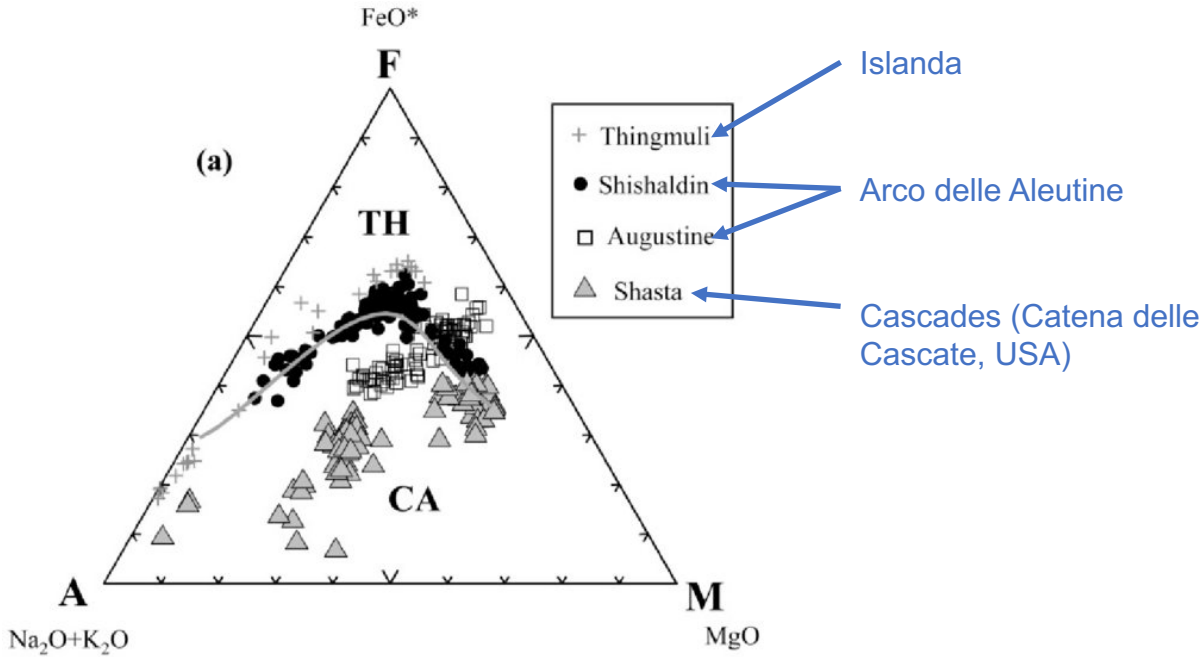
# Alcuni schemi classificativi



2.17 Subalkaline rocks can be subdivided into **tholeiitic** and **calc-alkaline rock suites**. **AFM diagram** in terms of alkalis ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ), total Fe as FeO, and MgO. Solid line separates fields of tholeiitic rocks, exemplified by volcanic rocks from the Tonga island arc in the Pacific Ocean (Figure 2.16), from calc-alkaline rocks, exemplified by most of the volcanic rocks from the North Island of New Zealand. Approximate range of rhyolite, dacite, andesite, and basalt rock types in New Zealand is indicated. Data from Cole (1982).

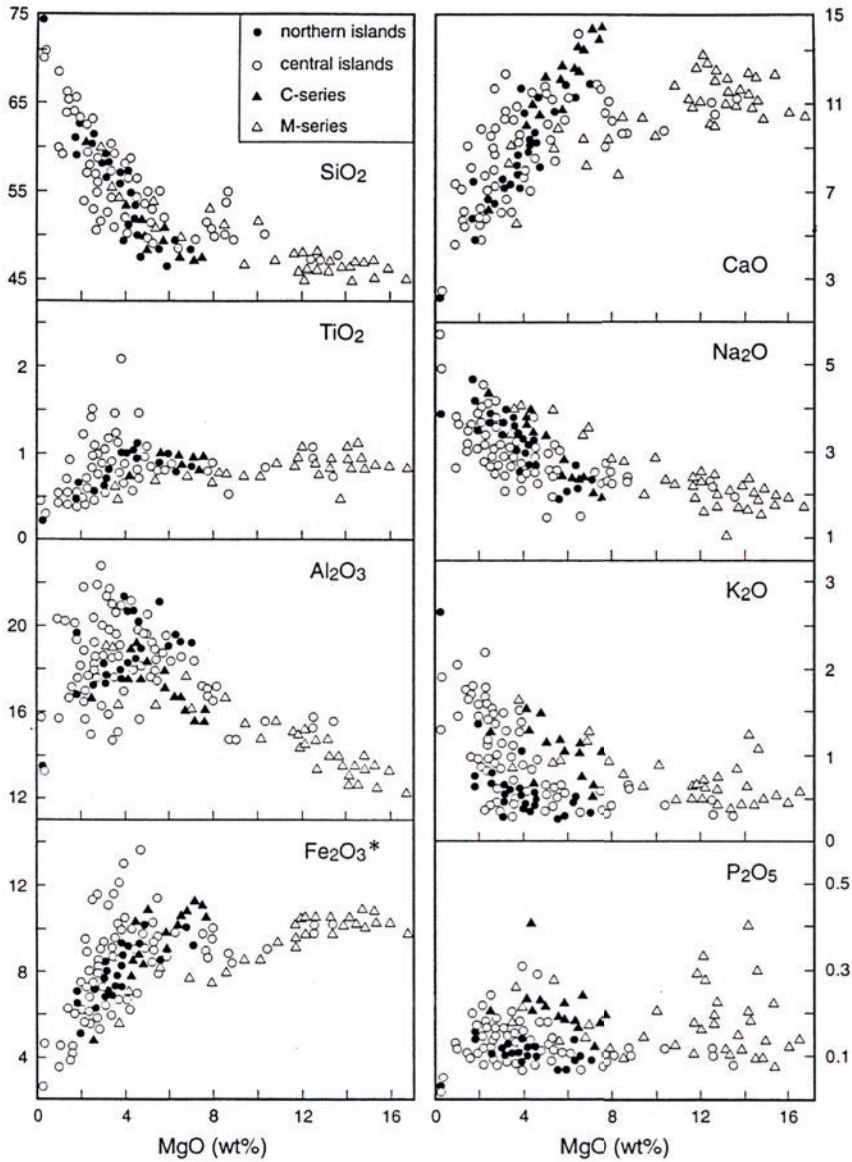
Best (2003)

# Alcuni schemi classificativi



Zimmer et al. (2010)

# Diagrammi di variazione



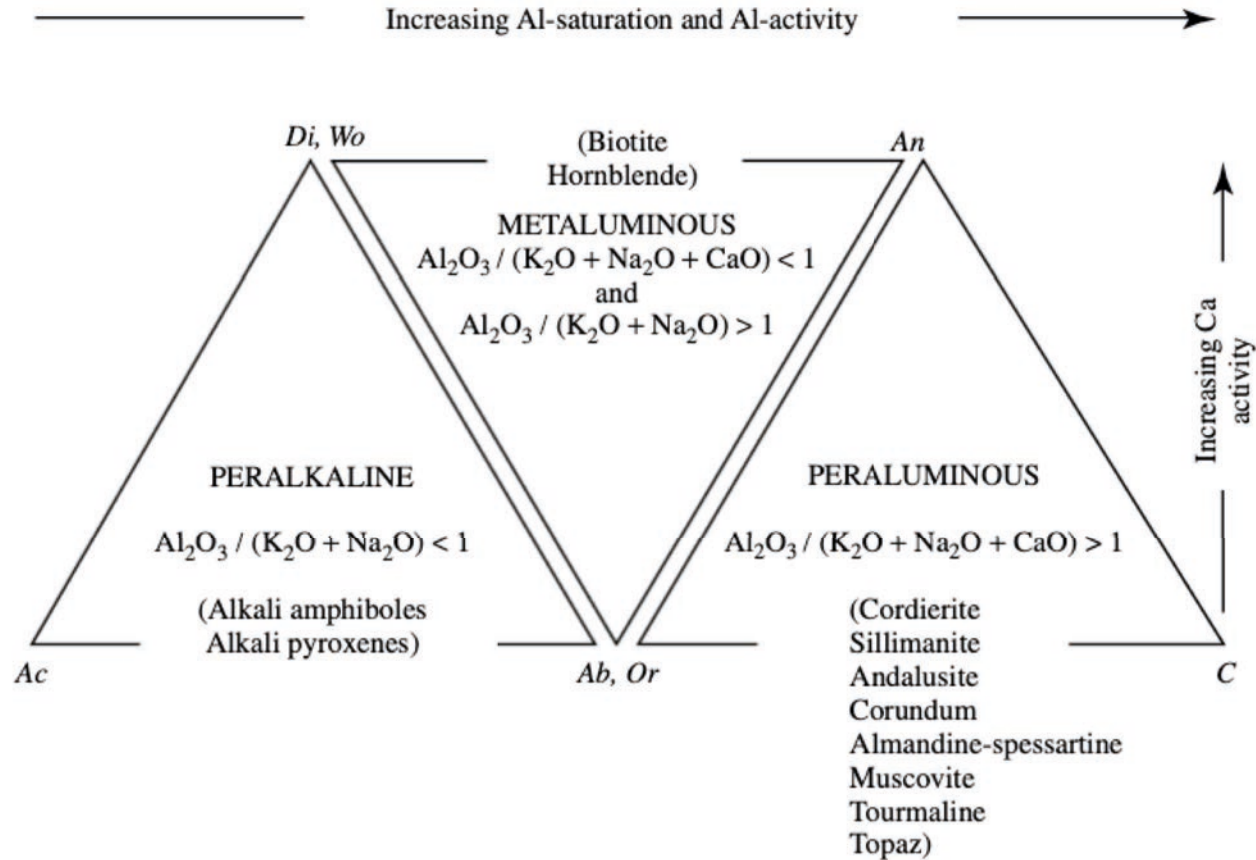
*Macdonald et al. (2000; ESR 49: 1-76)*

# Classificazione in base alla norma CIPW

**Grado di saturazione in silice** (in base alla norma CIPW):

1. Rocce soprasature in silice (es.: granito) – contengono quarzo normativo (*Q*)
2. Rocce sature in silice (es.: diorite, andesite) – contengono iperstene (*Hy*), ma non contengono *Q*, nefelina (*Ne*) o olivina (*Ol*)
3. Rocce sottosature in silice (es.: sienite a nefelina) – contengono *Ol* e possibilmente *Ne*

# Alcuni schemi classificativi



**2.15** Classification of felsic rocks on the basis of degree of aluminum saturation. Ratios are molar. Apices of triangles are normative minerals. Diagnostic real minerals are listed in parentheses (muscovite, cordierite, etc.) for each of the three saturation categories.

*Best (2003)*