



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# Evidenze geochemiche e mineralogiche degli effetti termometamorfici del sill di Amelal, Marocco

Dipartimento di Geoscienze  
Anno Accademico 2015/2016  
Corso di laurea: Scienze Geologiche  
Laureanda: Veronica Pasinato  
Relatore: Andrea Marzoli

# OBIETTIVI:

- Comprendere le **variazioni termometamorfiche** sui sedimenti a contatto con i sill della CAMP (in particolare quello di Amelal)
- Effettuare **analisi mineralogiche** per evidenziare gli effetti del degassing causato dall'intrusione del sill

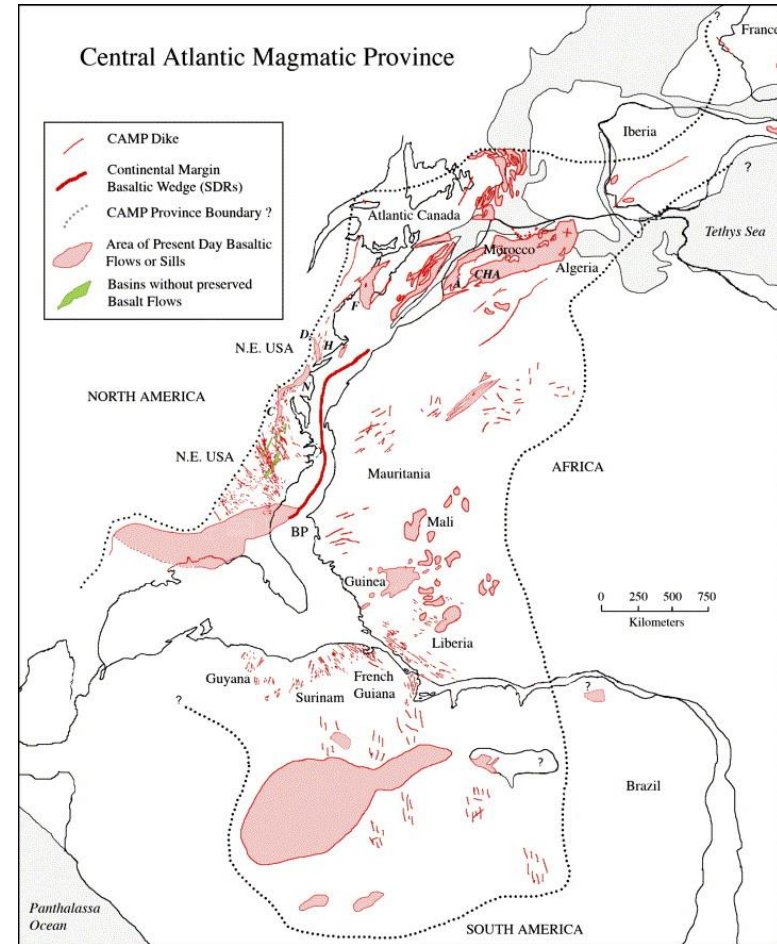
# Inquadramento geografico





# Cos'è la CAMP?

- **CAMP (Central Atlantic Magmatic Province)**: provincia continentale magmatica (11 milioni di km<sup>2</sup>) associata al breakup della Pangea, con picco a 201 Ma
- Caratterizzata da **enormi sill** (USA, Africa, Sud America)
- Effusione ed intrusione di **magma basaltico di tipo tholeiitico** che causa degassing di CO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>
- Relazione temporale con una delle cinque maggiori estinzioni di massa: quella tra Triassico e Giurassico (**limite Tr-J**, ~200 Ma), conseguente crisi climatica a causa del degassamento e successiva crisi biotica



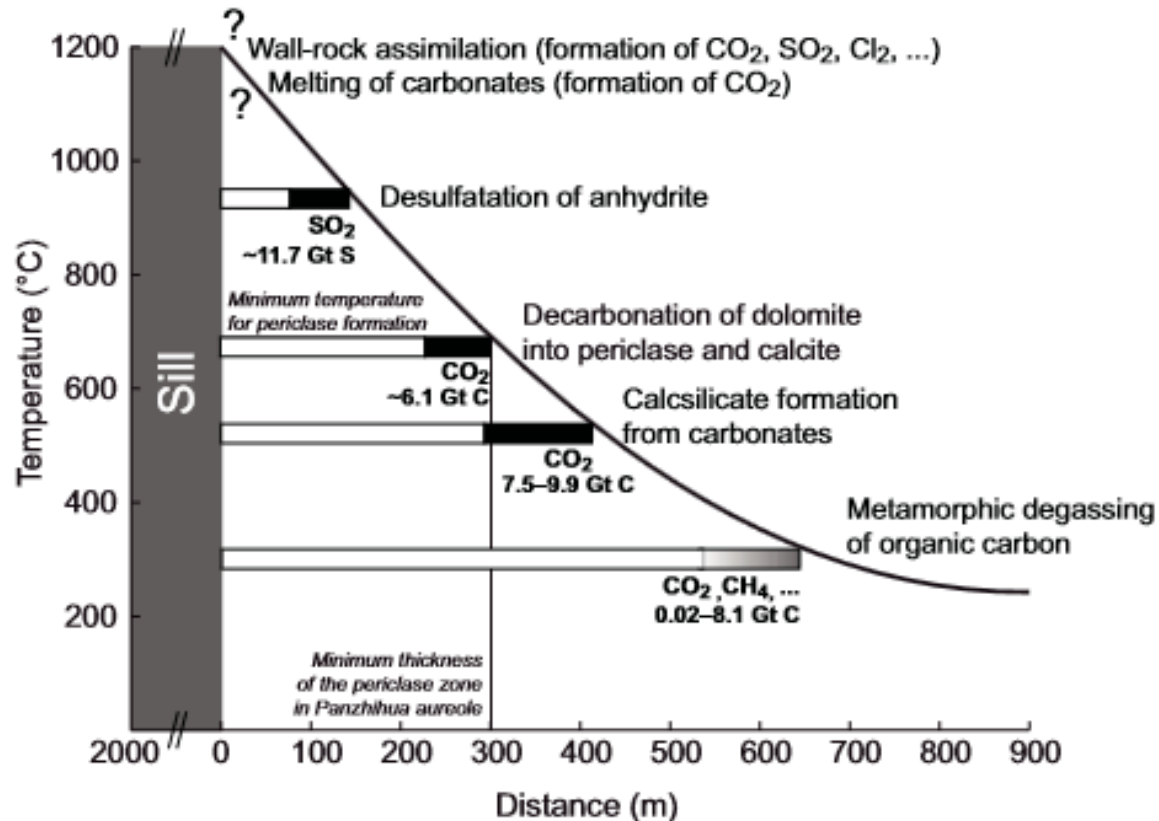
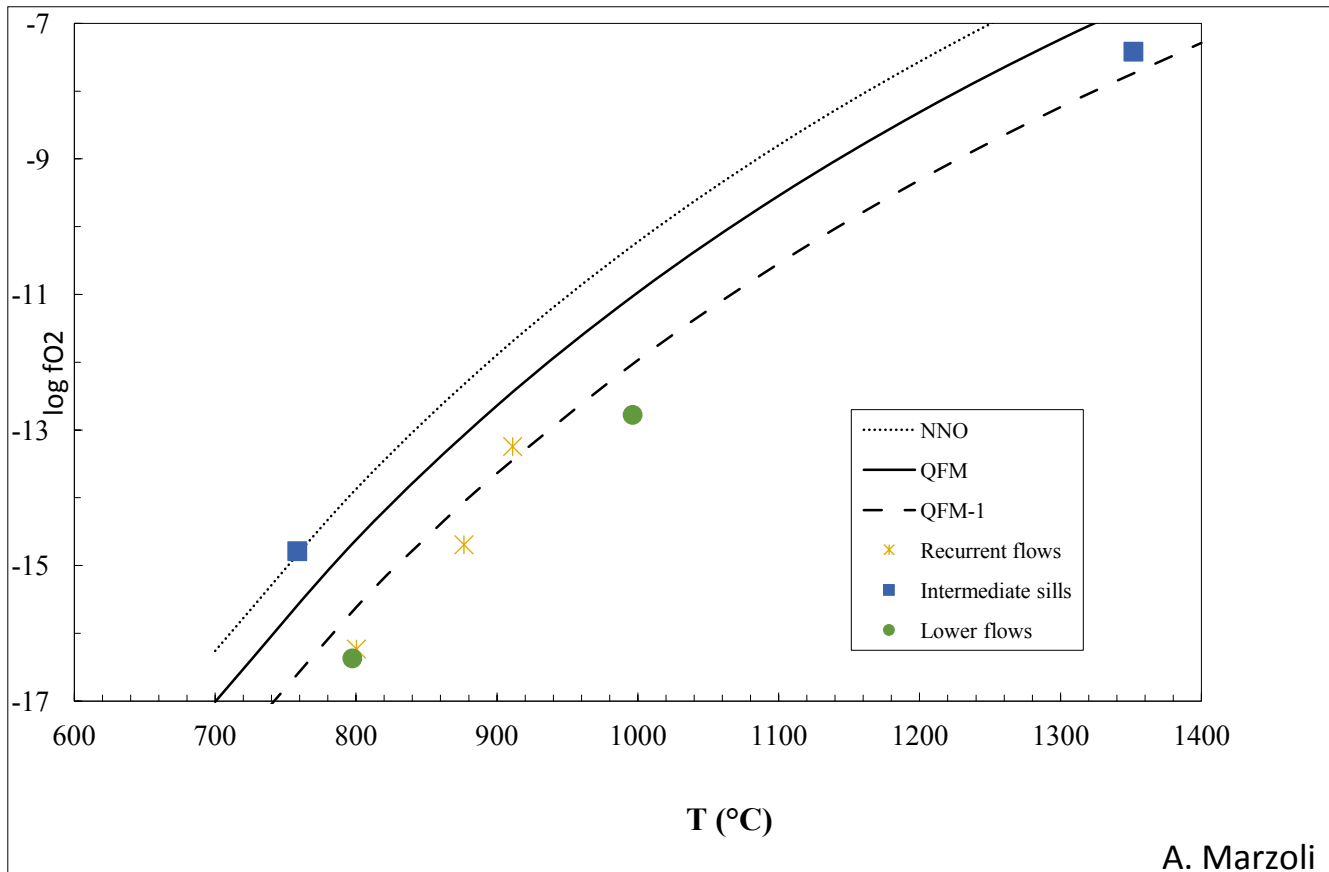


Figure 2. Theoretical thermal profile in a Panzhihua-like contact aureole. The horizontal bars indicate the maximum distance into the aureole where the metamorphic reactions take place. The black portion of each bar represents the proportion of gas released by the reaction.

(Ganino and Arndt, 2009)

- Volatili liberati a causa della formazione di aureole di contatto con diversi tipi di rocce sedimentarie (Panzhihua)

# Sill di Amelal



- T calcolata in base allo scambio  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  e Ti tra ilmenite e magnetite cristallizzata all'equilibrio
- T del sill: ~1350 $^{\circ}C$

# Analisi di laboratorio

## *Preparazione dei campioni:*

- Lavaggio con acqua deionizzata e pesatura (20 g)
- Asciugatura in forno (40°C)
- Riduzione in polveri con mortaio in agata
- Acidatura campioni (acido cloridrico al 10%) e centrifuga
- Analisi mineralogiche

## *Metodi utilizzati:*

- XRD  
Tecnica di diffrazione da polveri  
Analisi semi-quantitativa
- XRF  
Fluorescenza a rx  
Analisi chimica



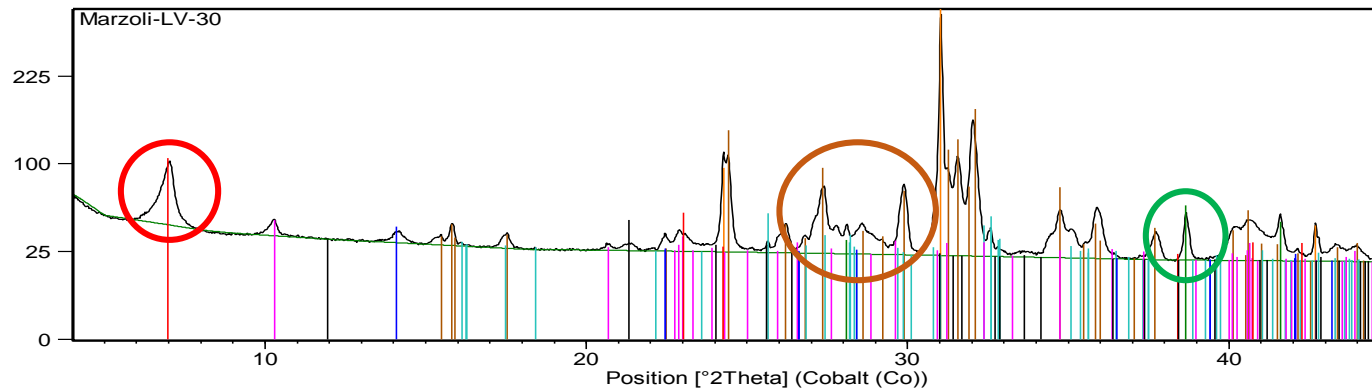


# RISULTATI XRD

n° campione	distanza [m]	DI	TRI	qtz	K-feld	plg	calc	dol	hem	barite
1	78,2	54	3	28	4	4	7		1	
2	77,2	64	3	11	2	3	3	13	1	
3	76,2	50	4	28	4	4	10	1	1	
4	75,5	36	2	17	2	6		35		1
5	74,4	74	5	0	7	9	4		1	
6	71,8	54	4	28	2	4	6		1	
7	71	41	3	45	2	5	3		1	
8	70	41	3	44	3	4	4	0	1	
9	68,5	52	2	37	3	2	3	1	1	
10	67,3	53	3	33	4	3	2	0	1	
11	64,8	55	3	32	3	3	3	0	1	
12	62,3	52	3	35	2	4	3		1	
13	61	32	3	57	3	3	3			
14	57	54	4	27	5	3	5	0	1	
15	55	52	5	32	4	2	4	0	0	
16	53	61	4	22	4	2	5	0	1	
17	50,5	43	5	36	5	3	7	0	1	
18	49,9	62	8	20	4	2	1	0	1	
19	48,5	42	4	43	6	3	1	1	0	
20	43,5	28	3	58	7	3		0	0	
21	40	49	4	39	3	3		1	1	
22	37,5	49	4	37	4	1	2	0	1	
23	36	58	3	29	5	1	2	0	1	
24	31,5	54	4	33	6	2		0	1	
25	26,5	46	2	42	6	2		0	1	
26	21,5	32	3	52	4	2	4	1	1	
27	14	41	6	44	5	1		2	1	
28	9	36	7	41	11	2	0		2	
29	4	34	6	30	19	7			3	
30	0	39	17	17	24				4	

# RISULTATI XRD

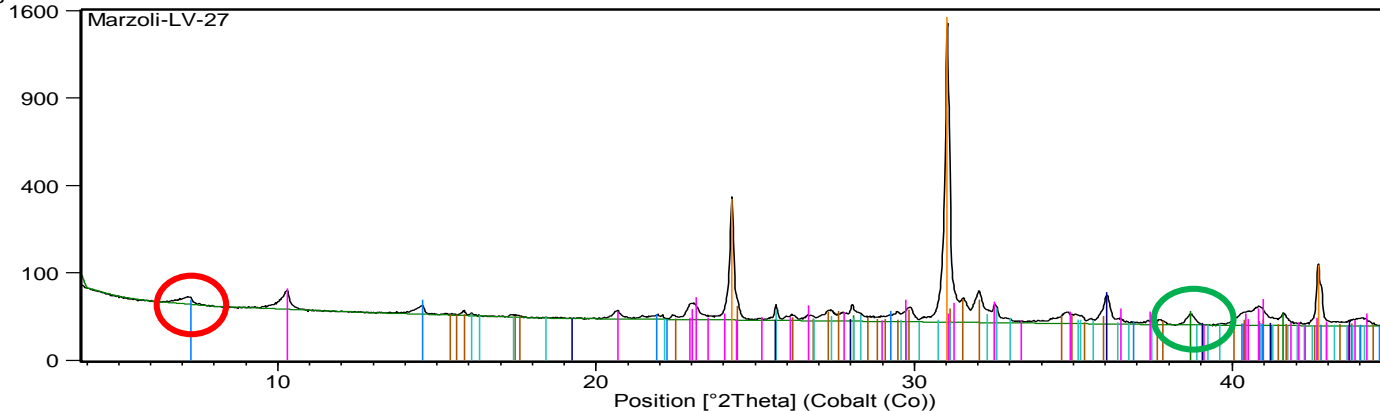
Counts/s



LV-30

Peak List
01-079-1910; Quartz; Si O <sub>2</sub>
98-008-2134; Hematite; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
98-003-4782; Orthoclase; Al <sub>1</sub> K <sub>0.94</sub> Na <sub>0.06</sub> O <sub>8</sub> Si <sub>3</sub>
98-008-7658; Albite (heat-treated); Al <sub>1</sub> Na <sub>1</sub> O <sub>8</sub> Si <sub>3</sub>
96-900-1953; Muscovite-2M1; K <sub>3.96</sub> Na <sub>0.04</sub> Si <sub>13.28</sub> Al <sub>9.48</sub> Fe <sub>1.20</sub> Mn <sub>0.24</sub> H <sub>1.20</sub> O <sub>47.84</sub> F <sub>0.16</sub>
00-002-0017; Nontronite; Na <sub>0.33</sub> Fe <sub>2 +3</sub> ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>2</sub> · x H <sub>2</sub> O
01-076-1782; Gibbsite; Al ( O H ) <sub>3</sub>
98-008-1101; Lizardite 1M; H <sub>4</sub> Mg <sub>3</sub> O <sub>9</sub> Si <sub>2</sub>

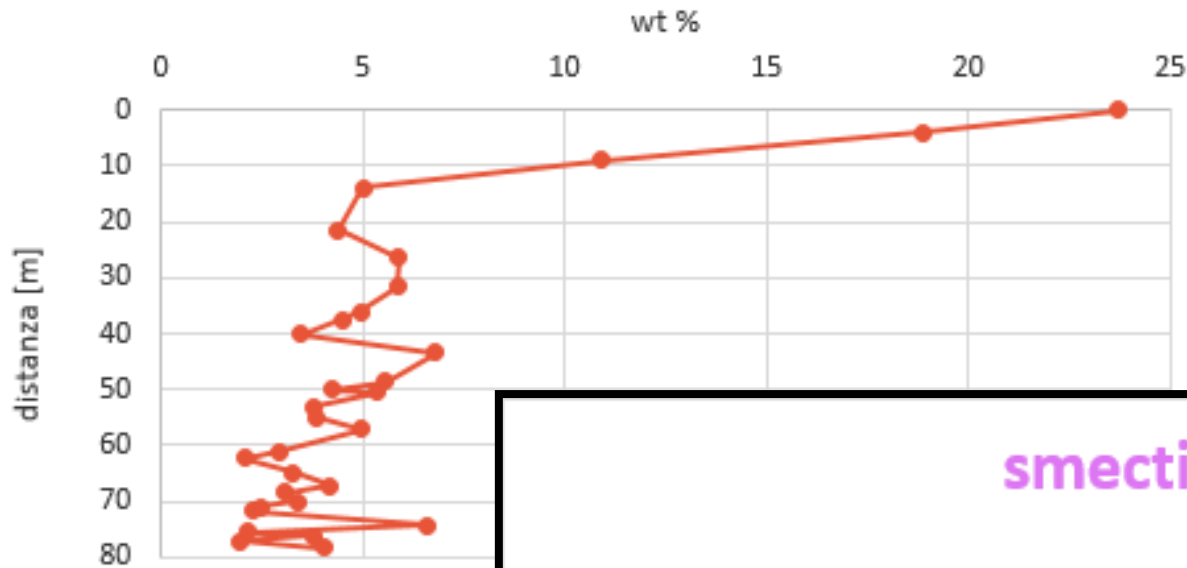
Counts/s



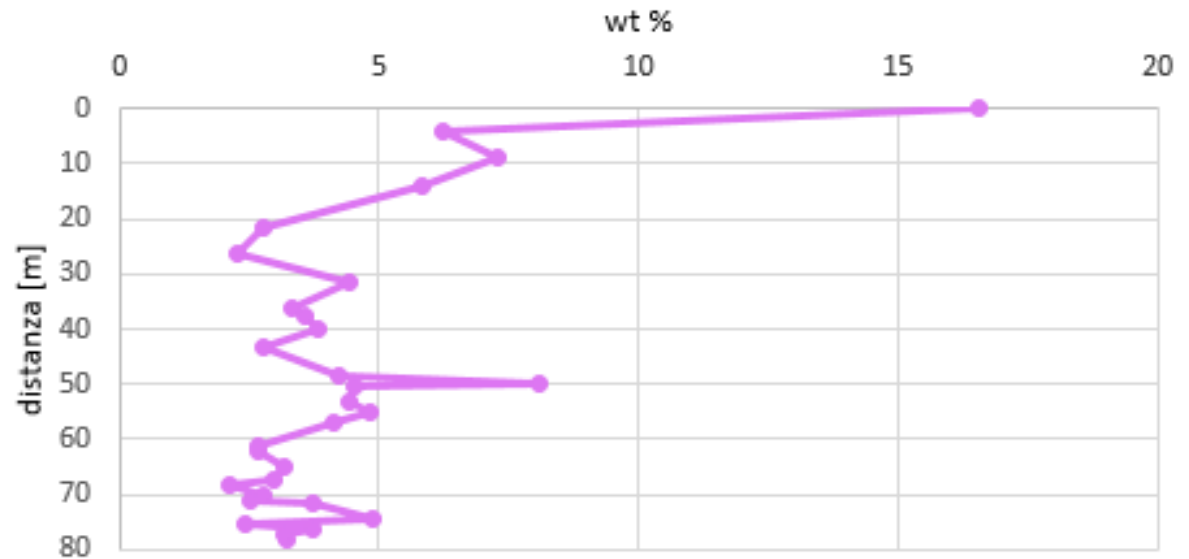
LV-27

Peak List
01-079-1910; Quartz; Si O <sub>2</sub>
98-002-4004; Hematite; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
00-022-0675; Microcline, intermediate; K Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
01-083-1466; Albite low; Na <sub>0.986</sub> ( Al ) <sub>1.005</sub> Si <sub>2.995</sub> O <sub>8</sub> )
96-900-1962; Muscovite-2M1; K <sub>3.72</sub> Na <sub>0.20</sub> Si <sub>11.52</sub> Al <sub>11.72</sub> Ti <sub>0.16</sub> Fe <sub>0.24</sub> Mg <sub>0.64</sub> H <sub>1.12</sub> O <sub>47.76</sub> F <sub>0.24</sub>
01-073-2361; Dolomite; Ca Mg ( C O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
00-029-0701; Clinocllore-1\ITM\RG#\# \IT#\b\RG, ferroan; ( Mg , Fe ) <sub>6</sub> ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>8</sub>

## K-feldspato

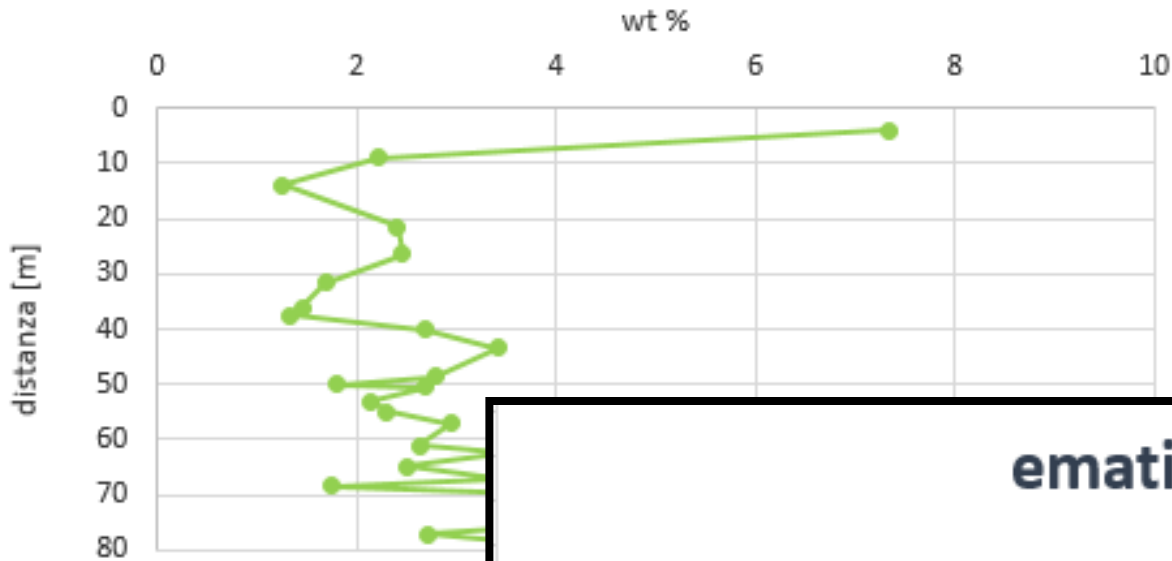


## smectite



- **K-feld e smectite** aumentano all'avvicinarsi al sill

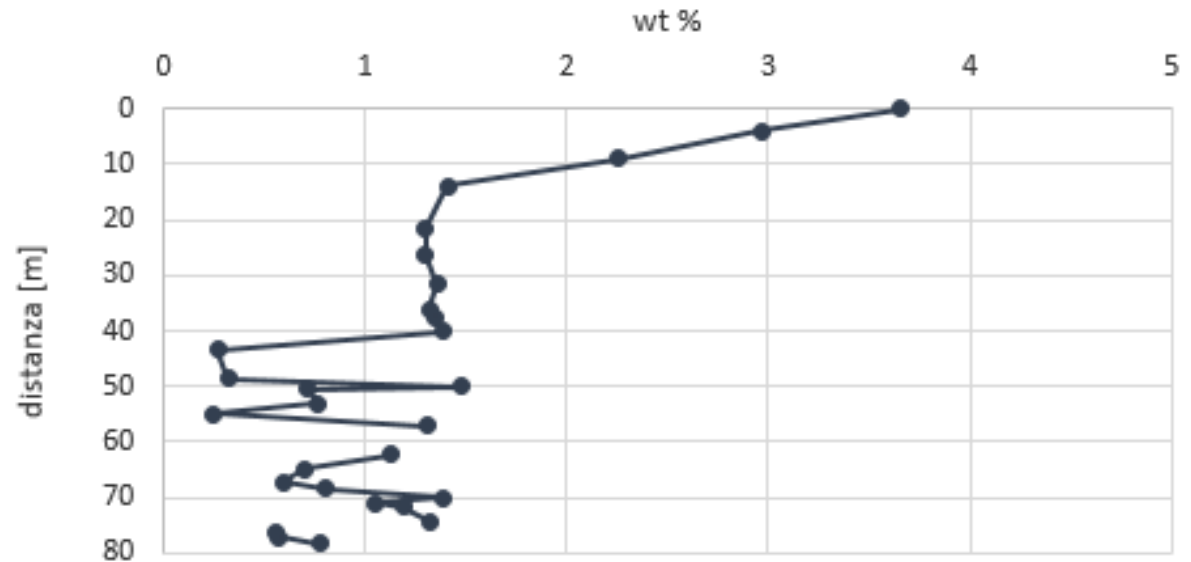
## plagioclasio



- **plg** aumenta all'avvicinarsi al sill, ma è assente in LV 30

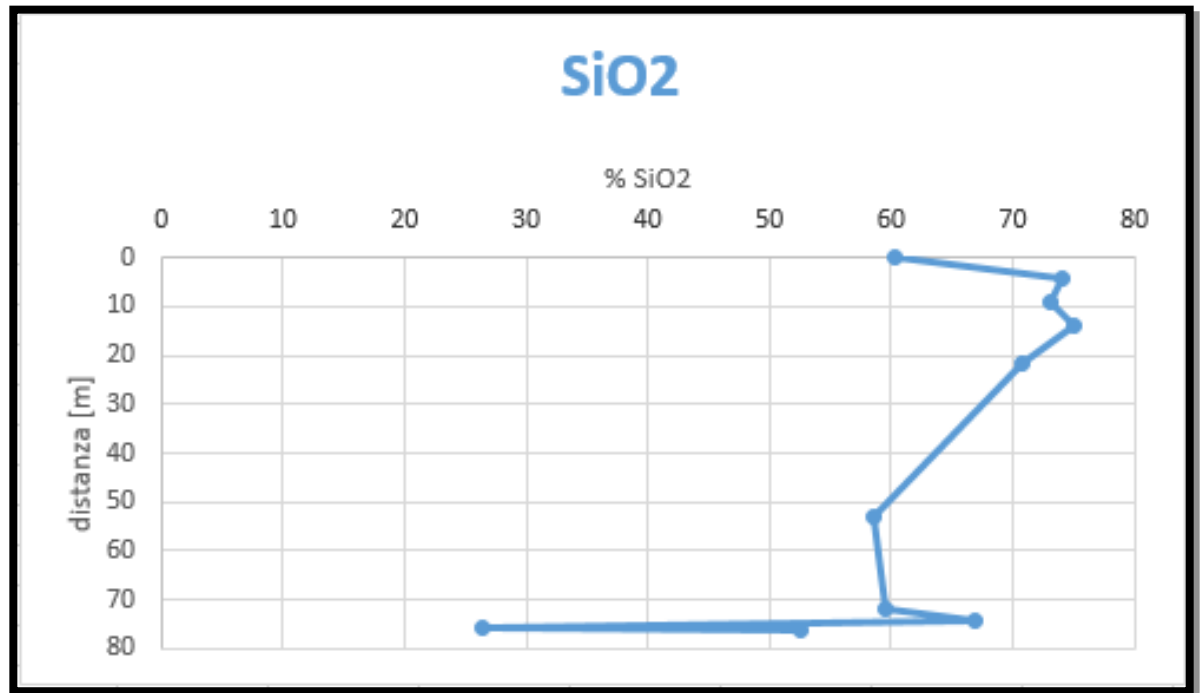
- **ematite** aumenta gradualmente all'avvicinarsi al sill a scapito dei fillosilicati

## ematite

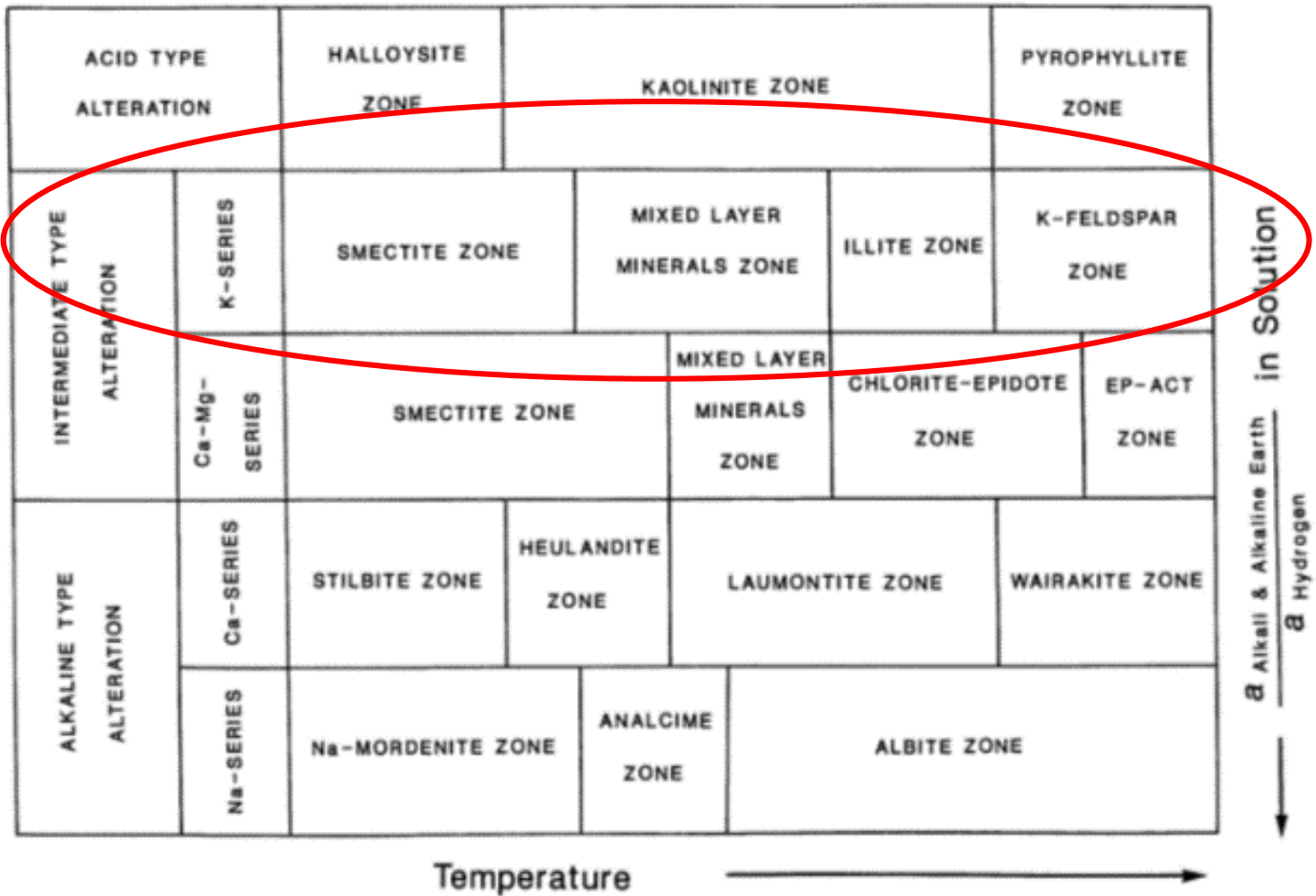


# RISULTATI XRF

n° campione	distanza	SiO2
30	0	60,20731
29	4	73,96709
28	9	73,01664
27	14	74,94448
26	21,5	70,72898
16	53	58,52225
6	71,8	59,54266
5	74,4	66,81697
4	75,5	26,4613
3	76,2	52,48356



- La chimica delle rocce è costante



- Smectite  $\rightarrow$  200-300°C
- K-feldspato  $\rightarrow$  500°C

# CONCLUSIONI

- Presenza di K-feldspato →  $T > 500^{\circ}\text{C}$  (aumento graduale)
- Presenza di smectite → indice di T minori

## ➤ Due fasi:

- Shock termico dovuto al sill e formazione di minerali anidri ( $500-700^{\circ}\text{C}$ )
- Abbassamento di T e formazione di smectite e minerali idrati per trasformazione o neoformazione ( $200-300^{\circ}\text{C}$ )

# CONCLUSIONI

- Il sill con le sue alte T intrudendosi nelle rocce sedimentarie ha formato un'aureola metamorfica provocando poi un probabile degassing di CO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>
- L'effetto termometamorfico si evidenzia su circa 25 metri, cioè circa ¼ dello spessore del sill
- Prima volta in assoluto che si studia l'effetto termometamorfico di un sill della CAMP e abbiamo avuto la prova dei cambiamenti dovuti al forte riscaldamento causato dall'intrusione del sill



# BIBLIOGRAFIA

- Synchrony of the Central Atlantic magmatic province and the Triassic-Jurassic boundary climatic and biotic crisis (Marzoli et al., 2004)
- Climate changes caused by degassing of sediments during the emplacement of large igneous provinces (Ganino and Arndt, 2009)
- Origin and mineralogy of clays (B. Velde, 1985)
- Foto di Lucrezia Valeriani