



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICHE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE GEOLOGICHE

CORSO DI LAUREA IN SCIENZA DEI MATERIALI

TESI DI LAUREA

**PIGMENTI COMPLESSI NELLA STORIA
DELL'ARTE: IL CASO DEL MAYA BLUE**

Relatore: Prof. Antonella Glisenti

Laureando: Luca Nadalutti 1187258

Anno Accademico 2021/2022

7000 anni di blu

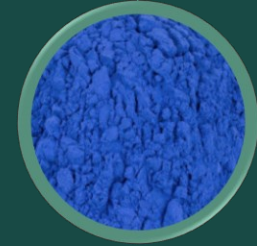
1 LAPISLAZZULI, Afghanistan, 5000 A.C.

2 EGYPTIAN BLUE, Egitto, 1500 A.C.

3 CHINESE BLUE, Cina, 500 A.C.

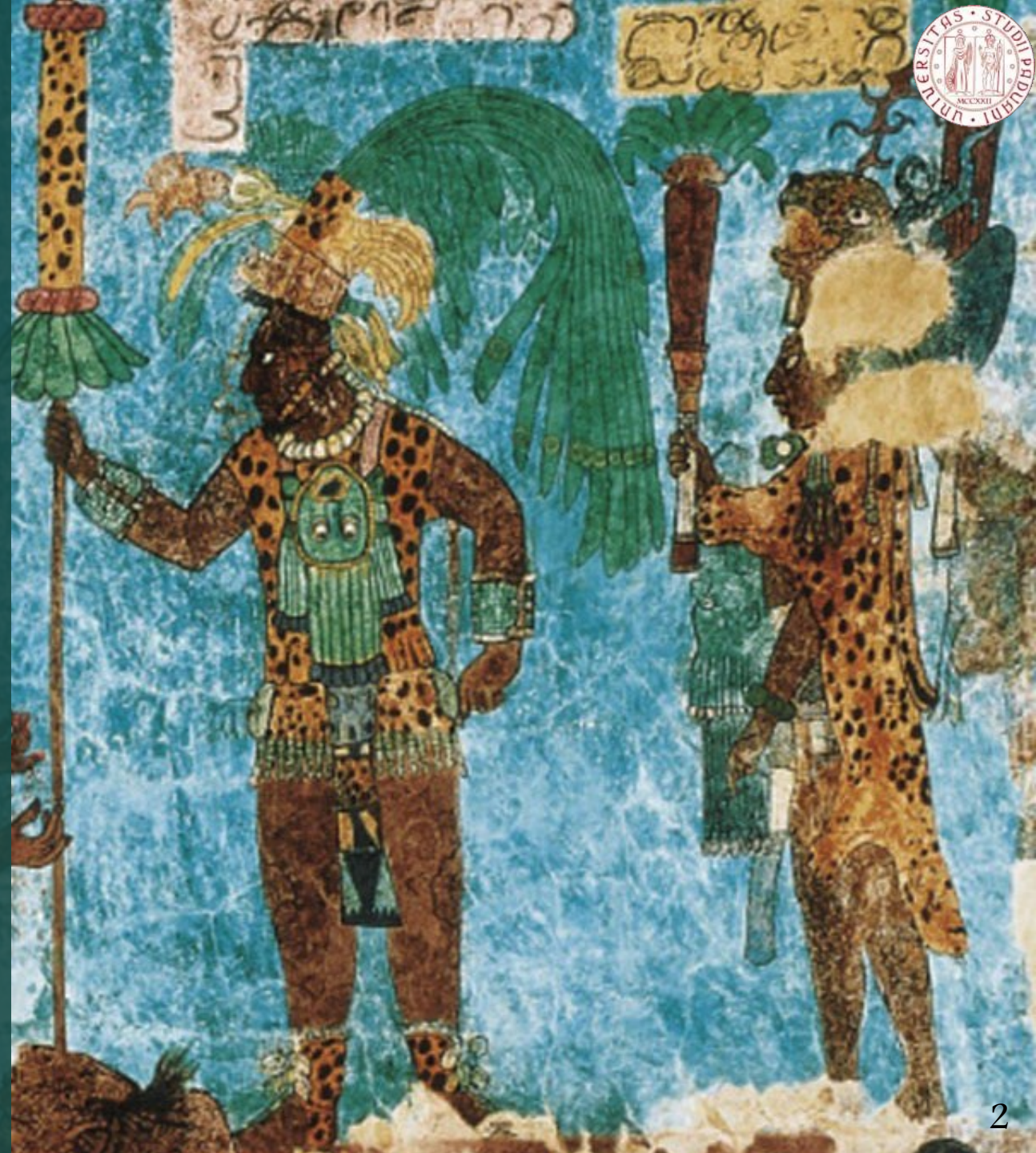
4 MAYA BLUE, Messico, 300 D.C.

5 PRUSSIAN BLUE, Germania, 1708 D.C.



Le incredibili proprietà del Blue Maya

- ❖ Acidi e basi
- ❖ Calore
- ❖ Biocorrosione
- ❖ Ossidanti e riducenti
- ❖ Radiazione luminosa



(1) Murales del «Tempio delle pitture murali» del sito archeologico di Bonampak.

Un forte significato culturale



2

(2) «Cenote Sacro», sito sacrificale a Chichén Itzá



3

(3) Ciotola di ceramica contenente incenso di copale



Palygorskite

Sak lu'um

- Proprietà curative
- Utilità manifatturiera



Indigofera suffruticosa

Ch'oo

- Proprietà curative
- Colore associato alle divinità



Incenso di Copale

Pom

- Proprietà curative
- Alimento per gli dei

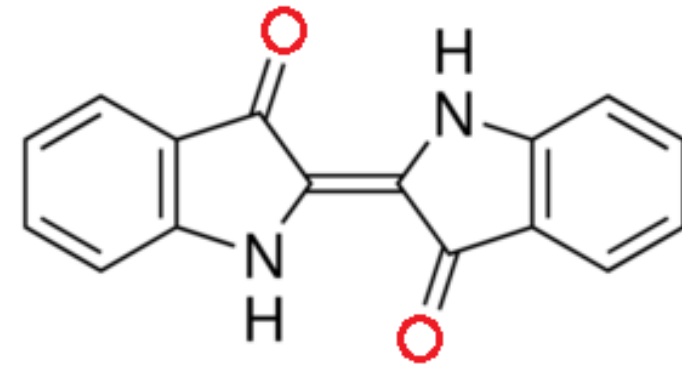
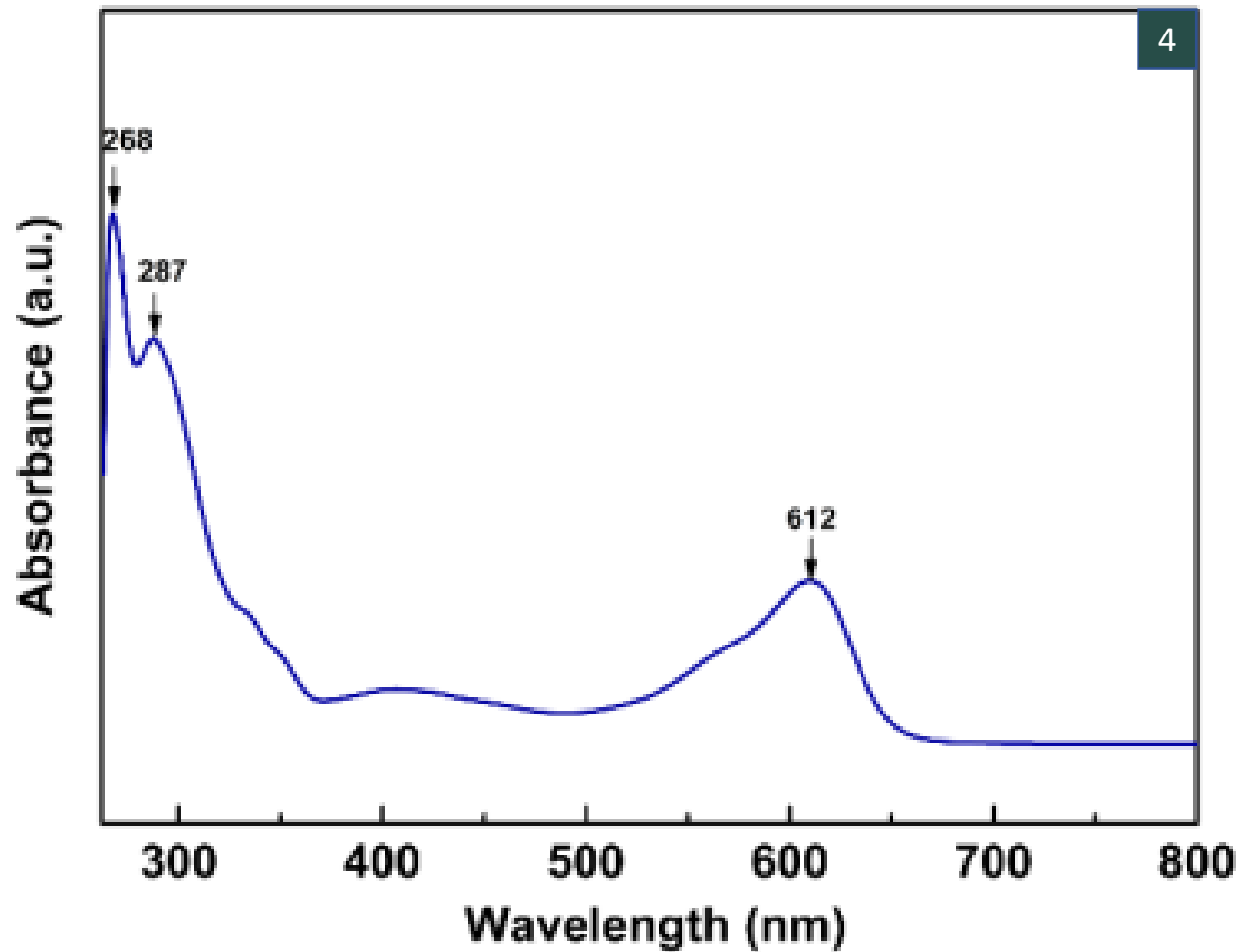


Cosa differenzia il Blue Maya dagli altri pigmenti?



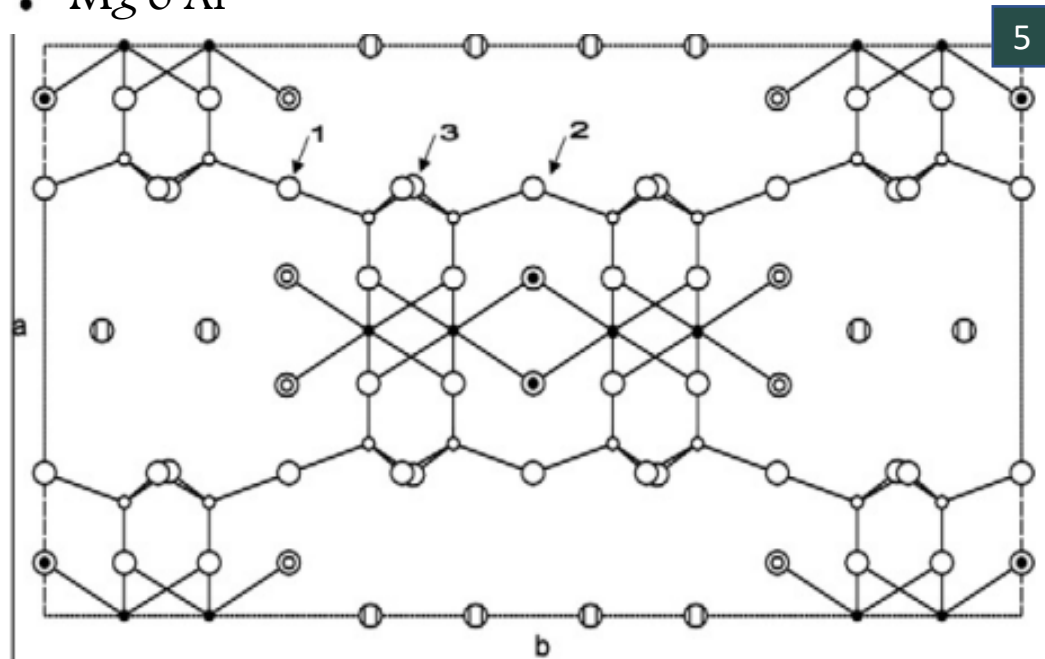
I protagonisti: l'Indaco

(4) Spettro di assorbimento UV-VIS dell'indaco

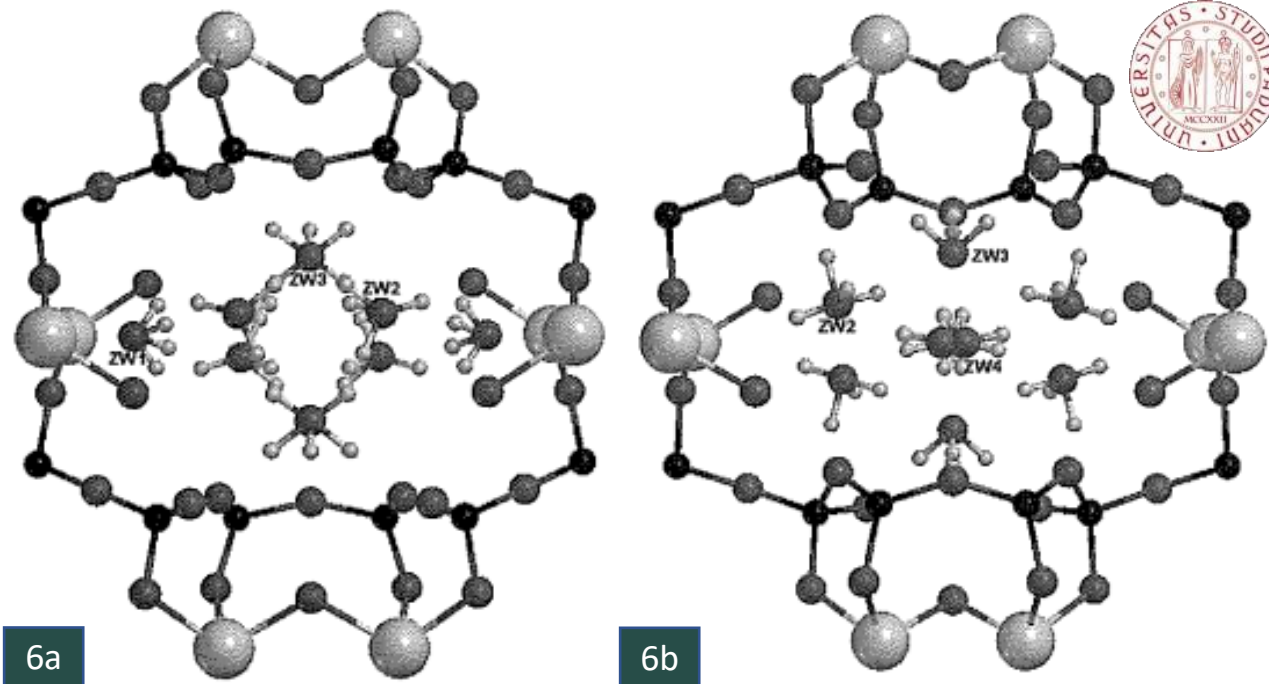


I protagonisti: la Palygorskite

- H₂O zeolitica
- ⊙ H₂O di legame
- HO-
- Ossigeno
- Si
- Mg o Al

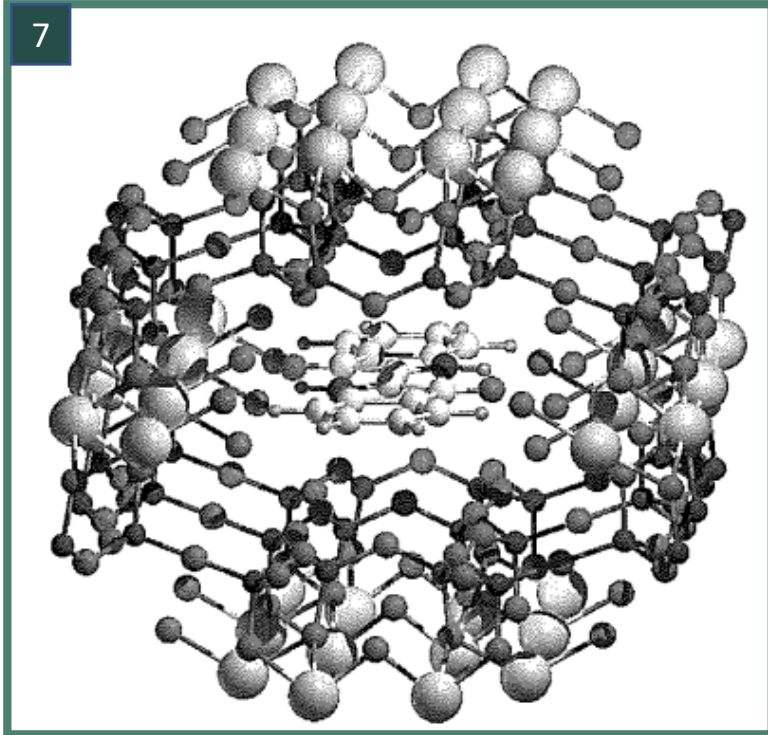


(5) Struttura della Palygorskite proiettata su (001).



(6) Palygorskite moniclinica (a) ed ortorombica (b), proiettata sul piano (001), con posizioni possibili per l'acqua zeolitica ZW.

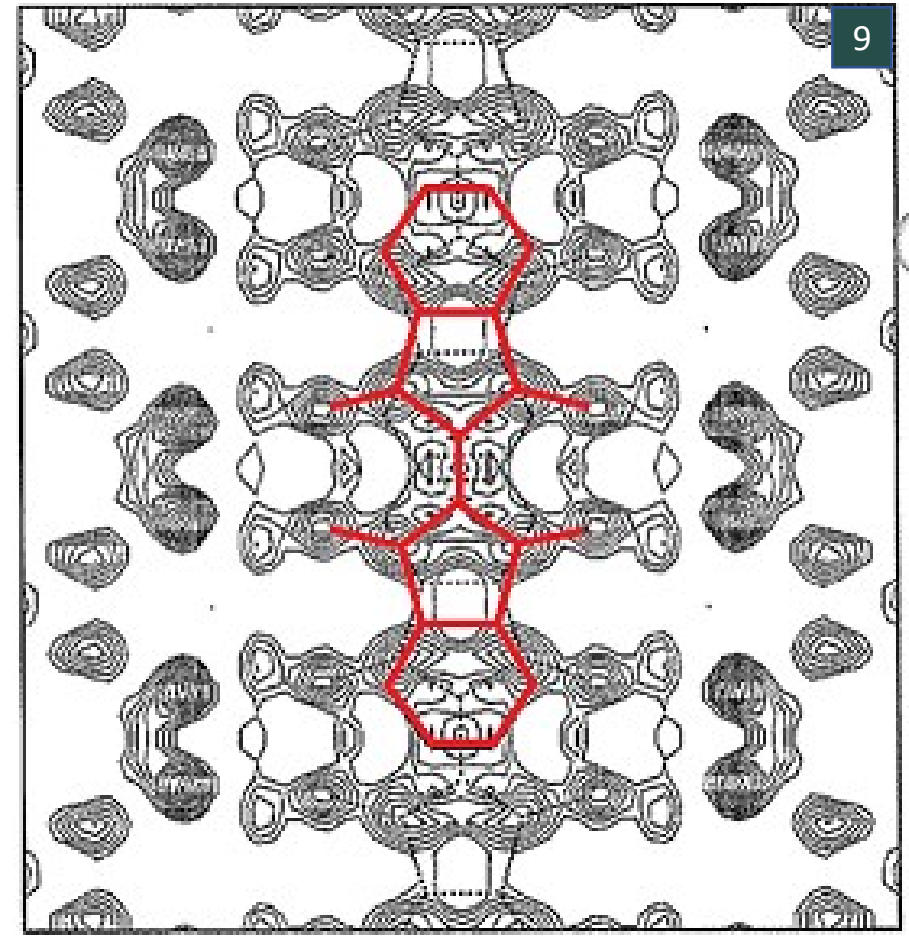




(7) Struttura ipotizzata del Blue Maya.

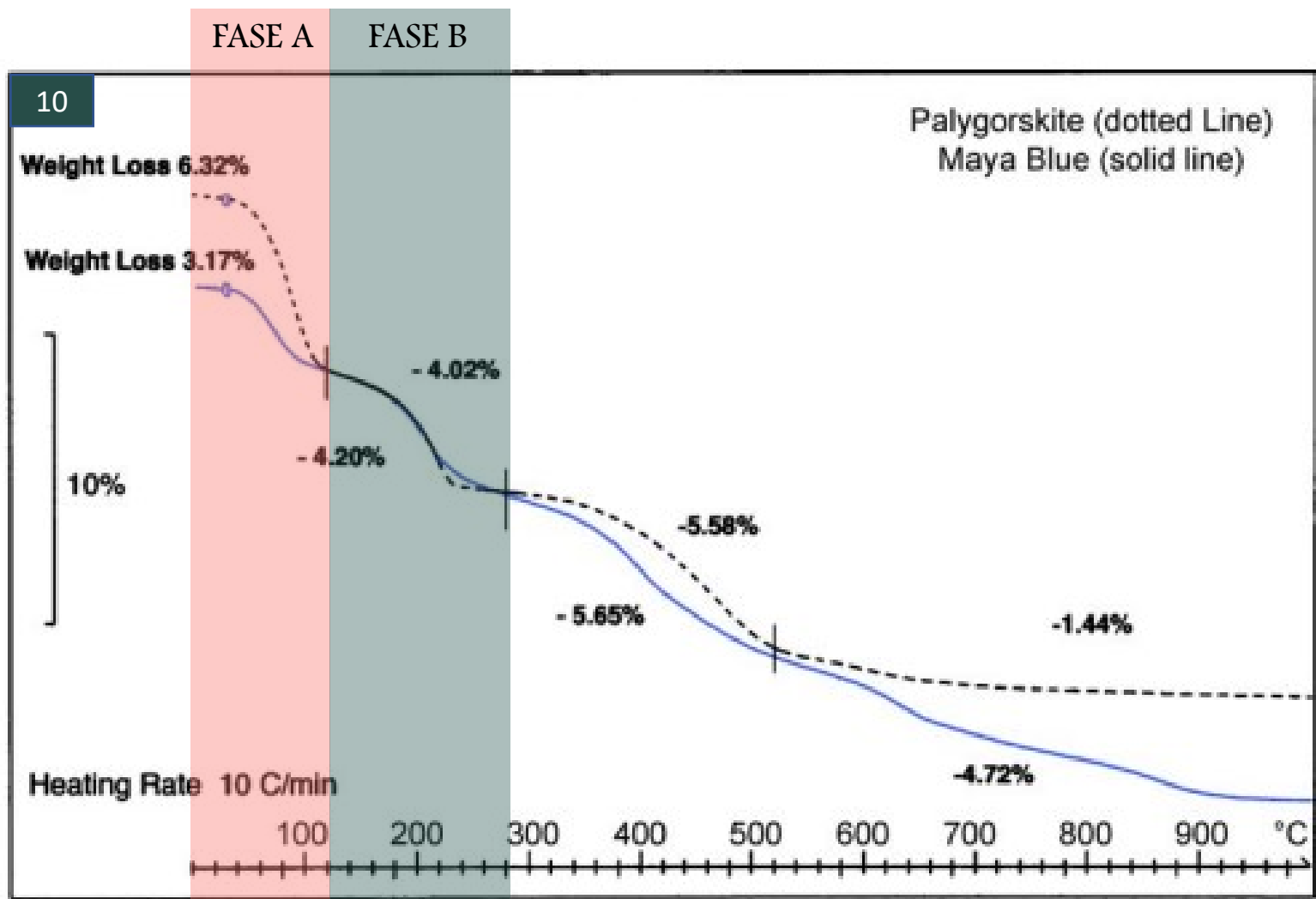
(8) Parametri di cella del Maya Blue e della Palygorskite per i due polimorfi MP e OP, ottenuti tramite Rietveld Refinement.

	MP	OP	MP+indigo	OP+indigo
Formula	$(Mg, Al)_4Si_3(O, OH, H_2O)_{24} \cdot nH_2O$	$(Mg, Al)_4Si_3(O, OH, H_2O)_{24} \cdot nH_2O$	$(Mg, Al)_4Si_3(O, OH, H_2O)_{24} \cdot nH_2O + C_6N_2O_2$	$(Mg, Al)_4Si_3(O, OH, H_2O)_{24} \cdot nH_2O$
Space group	<i>C2/m</i>	<i>Pbmn</i>	<i>C2/m</i>	<i>Pbmn</i>
<i>a</i> (Å)	13.304(4)	12.762(3)	13.380(3)	12.720(3)
<i>b</i> "	17.876 (7)	17.882(4)	17.885(4)	17.886(3)
<i>c</i> "	5.251 (2)	5.249(1)	5.250(1)	5.254(1)



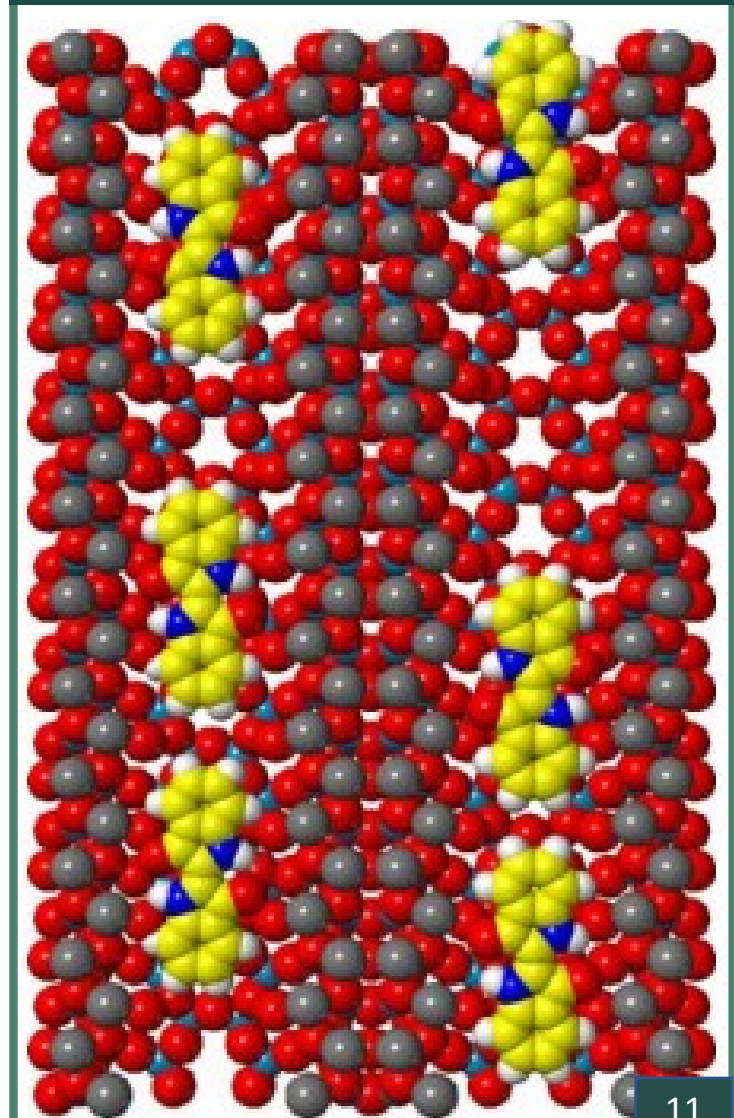
(9) Mappa differenziale di Fourier su tre celle per il polimorfo OP.

Grooves Theory: l'alternativa ai canali zeolitici



(10) Analisi termogravimetrica della Palygorskite e del Maya Blue, in evidenza la perdita dell'H₂O superficiale (fase A) e H₂O zeolitica (fase B).

(11) Modello raffigurante le molecole di indaco distribuite casualmente lungo i canali superficiali della palygorskite.





1

Il Blue Maya è un **complesso ibrido organico-inorganico** di Indaco e Palygorskite, la quale interazione è fondamentale per lo sviluppo delle sue uniche proprietà;

2

L'utilizzo di **diverse tecniche analitiche** è stato indispensabile per comprendere la struttura del pigmento;

3

Rimangono ancora molte domande riguardo l'interazione tra Palygorskite ed Indaco, quali la posizione e la quantità della molecola organica nel composto.

In
conclusione



Bibliografia

- 1) Arnold, D. E., Williams, P. R., & Feinman, G. M. (2008). The first direct evidence for the production of Maya Blue: Rediscovery of a technology. *Antiquity* 82, 151-164.
- 2) Chartechini, L. (2021). The chemistry of making color in art. *Journal of Cultural Heritage* 50, 188-210.
- 3) Chiari, G., Gabriele, R., & Giustetto, R. (2003). Crystal structure refinements of palygorskite and Maya Blue from molecular modelling and power synchrotron diffraction. *European Journal of Mineralogy*, 21-33.
- 4) Chiari, G., Giustetto, R., Druzik, J., & Eric, D. (2008). Pre-columbian nanotechnology: Reconciling the mysteries of the maya blue pigment. *Applied Physics A*, 3-7.
- 5) Giustetto, R., & Chiari, G. (2004). Crystal structure refinement of palygorskite from neutron powder diffraction. *European Journal of Mineralogy* 16, 521-532.
- 6) Giustetto, R., Levy, D., & Chiari, G. (2006). Crystal structure refinement of Maya Blue pigment prepared with deuterated indigo, using neutron powder diffraction. *European Journal of mineralogy* 18, 629-640.
- 7) Giustetto, R., Levy, D., Chiari, & Giacomo. (2006). Crystal structure refinement of Maya Blue pigment prepared with deuterated indigo, using neutron powder diffraction. *European Journal of Mineralogy* 18, 629-640.

Grazie per l'attenzione