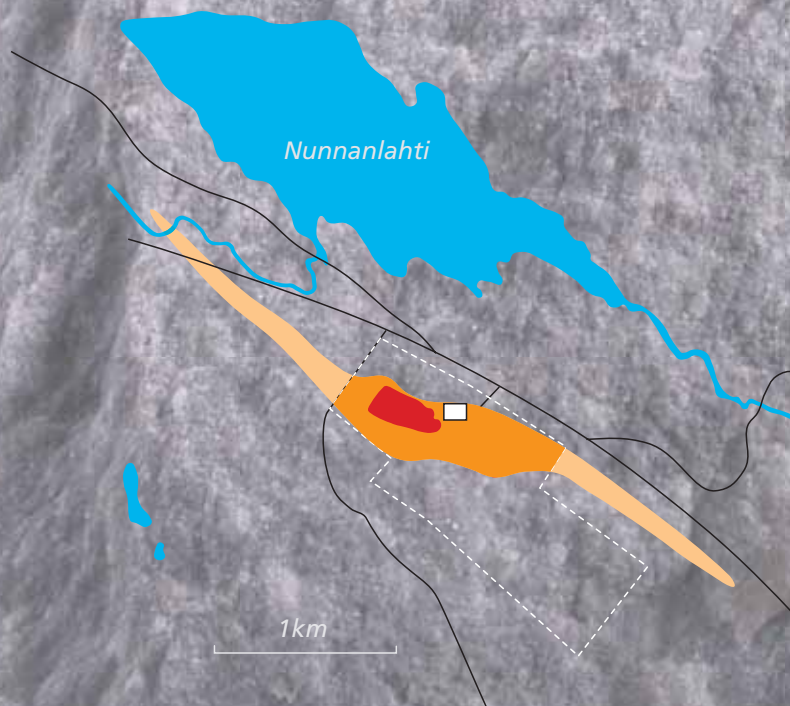


**Riassunto dei risultati di ricerca  
dei materiali condotta  
nel 1994-2001  
nel giacimento PietraMammutti  
della Nunnanlahden Uuni Oy**

**Ricerca di Kivitiето Oy, Finlandia,  
sotto la direzione di Aulis Kärki e Seppo Gehör**



Sintef, Norvegia: 1994

XRAL, Canada: 2000

Dipartimento di Ottica Elettronica dell'Università di Oulu,  
Finlandia 1994-2001

# LA PIETRA OLLARE – UNA COMPONENTE RARA DELLA CROSTA TERRESTRE

La pietra ollare è una pietra metamorfica. Ha origine da reazioni minerali a temperatura e pressione elevate. Nel nostro Pianeta, la **pietra ollare** è piuttosto rara, infatti costituisce una formazione di tipo «estraneo», essendosi originata da materiale roccioso che si trova al di sotto della crosta terrestre, ossia il mantello. Il mantello è di natura ultrabasica in quanto costituita da rocce caratterizzate da un tenore di silicio decisamente inferiore rispetto ad altre tipologie rocciose tipiche della crosta terrestre. La pietra ollare, anch'essa ultrabasica, ha ad esempio una densità di  $3,0 \text{ t/m}^3$ , un valore chiaramente superiore alla media degli altri minerali.

Il termine «**pietra ollare**» viene applicato a vari tipi di rocce che presentano una composizione minerale e caratteristiche diverse tra loro. L'unico aspetto in comune è la loro facilità di lavorazione grazie all'alto contenuto di talco. Le altre caratteristiche, invece, come ad esempio la resistenza al calore e il potere di accumulo termico, possono variare moltissimo, ed è per questo che non tutte le

**pietre ollari estratte presentano tutti i requisiti necessari per essere usati nella costruzione di stufe.**

La pietra ollare della cava PietraMammutti della Nunnanlahden Uuni Oy si inserì nella crosta terrestre dal mantello circa 2,700 milioni di anni fa. Durante la formazione di massicci montuosi, parte del fondo oceanico e del mantello sottostante, il cosiddetto complesso ofiolitico, fu sospinto in un ambiente «estraneo», fra granito e altre tipologie rocciose della crosta terrestre. Una sezione ben delimitata del complesso ofiolitico, ossia un tipo di roccia fondamentalmente ultrabasica, fu trasformata in pietra ollare: la metamorfosi ebbe luogo a temperature e pressioni elevate. Da una fonte esterna, poi, all'interno della massa rocciosa s'inserì dell'anidride carbonica, e questo consentì la formazione della magnesite, un minerale a base di carbonato e al tempo stesso una delle due componenti primarie della pietra ollare. Allo stesso processo metamorfico, che modificò la composizione originaria del minerale ed è noto col termine di «metasomatosi», è legata anche

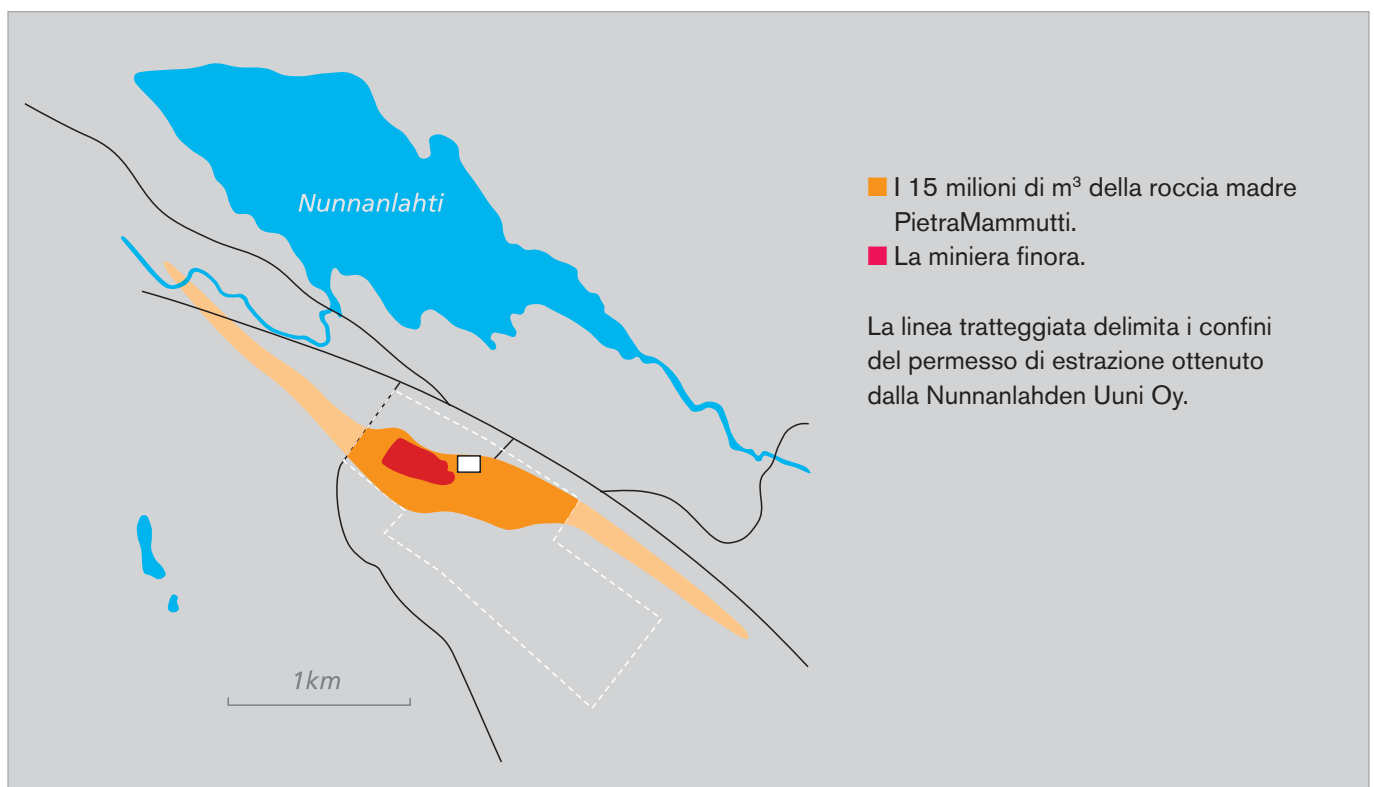


Figura 1. Il giacimento PietraMammutti e l'area di estrazione.

la formazione dell'altra componente primaria della pietra ollare, ossia il talco.

L'aspetto finale della pietra ollare del giacimento di PietraMammutti costituisce il risultato di una serie di trasformazioni montagnose. Durante questi eventi tettonici, che hanno modellato l'intera crosta terrestre, la roccia originaria è stata sottoposta a un processo di deformazione caratterizzato da forti pressioni per decine di milioni di anni. La pietra ollare costituisce un'unità rocciosa allungata e a forma di lisenza, a testimonianza del ruolo primario che devono avere avuto i movimenti tettonici.

**Una parte significativa di questo giacimento è costituita da una variante di pietra ollare di altissima qualità denominata PietraMammutti, principalmente composta da magnesite e talco strutturato. Nella figura 1 si rappresenta l'ubicazione della miniera e l'area di estrazione che delimita il giacimento PietraMammutti.** Le informazioni relative all'ubicazione della cava si basano sugli studi condotti dalla Nunnanlahden Uuni Oy.

La PietraMammutti presenta una venatura disposta in direzione longitudinale rispetto al giacimento. Nell'ultima fase di trasformazione, i piani di sfaldatura di talco della pietra ollare si sono corrugati in direzione nord/sud per effetto della pressione dei movimenti tettonici. A causa del combinato effetto di questi fenomeni, la PietraMammutti ha una venatura fortemente accentuata, in altre parole è caratterizzata da una netta venatura. La sua microstruttura rende questa rara variante di pietra ollare eccezionalmente adatta come materiale per la costruzione di stufe.

## La PietraMammutti come materiale per la costruzione di stufe

---

La PietraMammutti è costituita principalmente da magnesite e da venature di talco strutturato. Questa tipologia di pietra ollare contenente talco/magnesite è ideale per la costruzione di stufe.

L'intero giacimento PietraMammutti non si compone omogeneamente dello stesso tipo di pietra. La cava è costituita da molte varianti che possono essere usate per applicazioni diverse tra loro. **La PietraMammutti può essere usata per costruire stufe di lunga durata in grado di soddisfare i clienti più esigenti, ma a condizione che per ciascuna parte strutturale della stufa venga scelta la variante di pietra ollare più idonea.**

Alcune componenti della camera di combustione, per esempio, devono resistere a sollecitazioni termiche molto elevate. In tal senso la PietraMammutti rappresenta il materiale più idoneo e duraturo, in quanto caratterizzata da una grana più fine con talco più squamoso e strutturato e con la venatura giusta. Le varianti costituite da una magnesite a grana grossa vengono meglio impiegati nella costruzione di canne fumarie ed altri elementi delle stufe che non raggiungono temperature

sopra i 500 °C. Naturalmente, la PietraMammutti a grana grossa può essere anche sfruttata per il rivestimento esterno della stufa, dove la temperatura resta comunque al di sotto dei 200 °C.

## Le qualità di resistenza al calore e di accumulo termico della PietraMammutti

---

Come è noto, il materiale con cui si costruisce una stufa non deve soltanto resistere alle alte temperature, ma deve anche accumulare e cedere calore in modo ottimale. Nei materiali poco porosi, il potere di accumulo termico e la cosiddetta capacità termica specifica dipendono direttamente dalla composizione del minerale. Sia la magnesite che il talco posseggono tale capacità, come è facilmente dimostrabile sul piano empirico. La capacità termica della PietraMammutti, determinata rispettivamente per metà dalla magnesite e per metà dal talco, si può infatti calcolare tenendo conto delle due componenti. La capacità termica specifica della PietraMammutti è stata determinata a partire di tre campioni. A 0 °C la capacità termica risulta uguale a 790-820 J/kgK, mentre a 50 °C arriva a 910-930 J/kgK.

Per quanto riguarda invece la conducibilità termica, la PietraMammutti è per sua struttura anisotropa, vale a dire che varia a seconda della direzione in cui è misurata. La conducibilità termica è, inoltre, direttamente proporzionale alla struttura e alla venatura interna del minerale. A seconda che la pietra sia molto strutturata, ossia sfogliante, o presenti una venatura più corrugata e meno lineare (v. fig. 2), cambiano le caratteristiche di conducibilità e resistenza del materiale.

Le pietre a spiccata venatura e tagliate in senso planare presentano la conducibilità termica più elevata nel verso della venatura, e fanno invece riscontrare il valore minimo nel senso opposto. La conducibilità assoluta dipende dalla temperatura, dalla composizione del minerale e dal diametro medio della grana. La PietraMammutti venata di tipo talco/magnesite, ad esempio, a 50 gradi centigradi fa registrare una conducibilità di 2-4 W/mK nel senso perpendicolare alla venatura, mentre nel senso parallelo della venatura il valore sale a 4-5,5 W/mK. Ecco perché la PietraMammutti tagliata nel senso planare si presta bene per tutte le componenti in cui si può sfruttare al meglio il rapporto diretto tra la direzione di taglio e la conducibilità. Inoltre, è stato dimostrato che la variante PietraMammutti con magnesite a grana fine possiede un'elevata resistenza anche ad estreme sollecitazioni termiche.

La PietraMammutti più striata, con venature di talco corrugate, presenta una buona conducibilità termica nel senso parallelo alla striatura, ma decisamente minore nel senso perpendicolare. Anche in questo caso, il valore assoluto della conducibilità termica è direttamente proporzionale alla temperatura del materiale e alla grana del mine-



A.

Fig. 2

*PietraMammutti striata. Idonea soprattutto per resistere alle forti sollecitazioni termiche, per esempio all'interno della camera di combustione a ridosso dalla fiamma.*



B.

*PietraMammutti strutturata a grana fine o grossolana. In una stufa, questa variante di pietra ollare si presta soprattutto per le componenti dove è importante sfruttare il rapporto diretto tra la struttura e la conducibilità termica.*



C.

*PietraMammutti a grana grossolana con meno venatura. Idonea per gli elementi più freschi e il rivestimento della stufa, grazie alle sue ottime qualità di accumulo termico. Grazie alla sua buona conducibilità, la pietra fa circolare bene il calore dalle parti più calde a quelle più fredde, riducendo efficientemente la perdita di calore.*

rale. A 50 °C, per esempio, si è riscontrata una conducibilità pari a 4-5,5 W/mK nel senso della venatura, mentre nel senso perpendicolare il valore scende a 2-3 W/mK. La PietraMammutti a grana fine con una venatura planare minimamente corrugata è il tipo che resiste meglio a dure sollecitazioni termiche, e può quindi essere usata per materiali soggetti a tale tipo di sollecitazione termica. L'**alta resistenza termica** della PietraMammutti indica chiaramente questa desiderabile qualità.

La PietraMammutti con meno venatura ha qualità quasi isotrope. I valori di conducibilità termica assoluta

dipendono quindi dalla temperatura, dalla composizione del minerale e dal diametro medio della grana del materiale. Un diametro ampio della grana favorisce una conducibilità termica più alta. La PietraMammutti a grana grossa non sopporta molto bene drastiche variazioni di temperatura, ma può essere impiegata, per esempio, per la costruzione dei rivestimenti esterni, che non superano temperature oltre i 500°C, e in cui l'eccellente conducibilità termica nella direzione della struttura può essere usata per distribuire il calore verso gli altri elementi della stufa.

## La resistenza alle forti sollecitazioni termiche e ai rapidi sbalzi di temperatura

Il cosiddetto test dell'indice di durezza secondo la norma DIN 51068 (parte I) è un metodo ormai universalmente riconosciuto per stabilire la capacità di un materiale di resistere a ripetuti e intensi sbalzi termici. Nella fattispecie, la pietra ollare è esposta ad una sollecitazione termica assai più forte di quella normalmente presente in una stufa, ma proprio per questo si può ritenere che se un materiale soddisfa i requisiti previsti dal test, a maggior ragione lo si può ritenere idoneo per questo tipo d'utilizzo. Per il test viene utilizzato un campione di pietra ollare asciutto e di forma cilindrica, esposto per 15 minuti a 950 °C di calore, dopodiché lo s'immerge in acqua corrente a 20° e lo asciuga nell'essiccatore. Tutto il ciclo si ripete fino a che il campione non si rompe almeno in due pezzi.

I risultati di questo test hanno dimostrato che i due fattori decisivi per la durezza del materiale sono da un lato la struttura interna, detta anche tessitura del minerale, e dal-

l'altro la sua composizione chimica. La PietraMammutti costituita da magnesite a grana fine e da talco a microsca- glie e con venatura corrugata, è quella che nel test ottiene il valore assoluto più elevato, mentre i campioni a grana grossa e non omogenei che al posto del talco contengono notevoli quantità di componenti diverse, già dopo pochi cicli d'esposizione termica tendono a sbriciolarsi.

La figura 3 illustra il cilindro campione di PietraMammutti dopo il test. Il campione è già spezzato, ma il materiale è ancora piuttosto duro pur avendo resistito a quasi trenta cicli di riscaldamento. Il cilindro campione, infatti, si è spezzato dopo 28 cicli, ottenendo così un **indice di durezza di 28**. È bene tener presente che il **massimo indice che un materiale può ottenere in questo test è 30**, dato che la norma stessa prescrive di interrompere il test dopo il trentesimo ciclo se il campione non si spezza.



*Fig 3. Campione cilindrico di PietraMammutti a grana fine, strutturata e a venatura corrugata, dopo l'esecuzione del test di durezza. Nel test, il materiale ha riportato un indice di durezza di 28, ossia quasi il massimo valore ottenibile.*

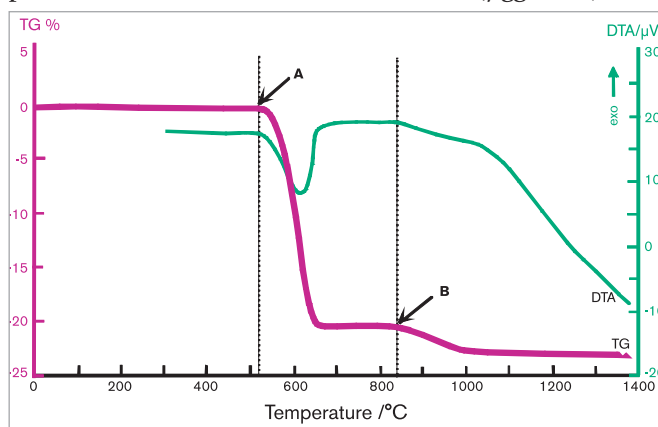
#### Come si comporta la pietra ollare a temperature elevate

Quando si accende un camino, la massima temperatura raggiunta dal legno oscilla normalmente tra gli 800 e i 1200 °C, ma le indagini svolte dalla Nunnanlahden Uuni Oy hanno dimostrato che le pietre più calde della stufa non salgono mai, in condizioni normali, oltre i 650 °C.

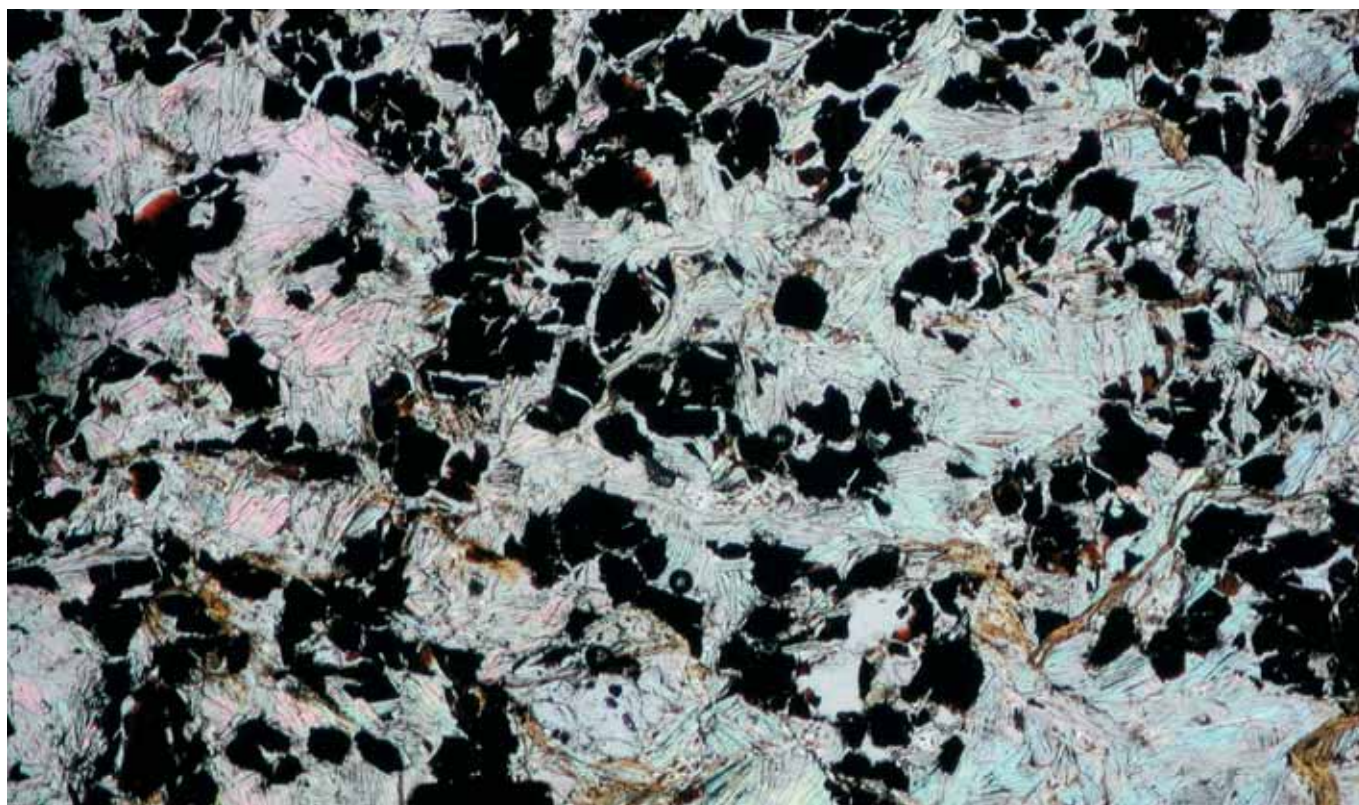
Ciascun tipo di minerale ha ovviamente i propri margini di resistenza dovuti alle proprie caratteristiche termodinamiche, e variabili in funzione delle condizioni di temperatura e di pressione. In pratica nelle stufe, l'unica variabile realmente rilevante è la temperatura, soprattutto quella massima, che la pietra può raggiungere in una determinata componente strutturale. Il comportamento di un materiale e le reazioni che vi hanno luogo sotto sollecitazione termica si possono verificare con l'aiuto della cosiddetta analisi termogravimetrica (TGA) e con l'analisi termodifferenziale (DTA). Con la prima, si misura quanto varia la massa del materiale analizzato in funzione della varie temperature, mentre con la seconda si può misurare la temperatura di reazione, ossia la quantità di calore assorbita o ceduta per innescare le reazioni analizzate col primo metodo. I risultati delle analisi TGA e DTA forniscono quindi un quadro piuttosto affidabile sul comportamento della pietra ollare alle alte temperature.

La *fig. 4* illustra i risultati di un'analisi TGA/DTA eseguita su una PietraMammutti tipica, costituita per metà circa da talco e per metà da magnesite. La curva TGA, di colore lilla, indica le alterazioni di massa mentre quella verde (DTA, non corretta) indica il calore di reazione assorbito o ceduto dalla modifica della struttura d'aggregazione del materiale. Questa immagine illustra chiaramente che non avviene nessuna variazione significativa prima che la pietra ollare arrivi tra 520-540 °C. Questa temperatura segna l'inizio di una reazione che richiede energia esotermica, ossia proveniente dall'esterno, che trasforma la magnesite in ossido di magnesio o periclasi e in anidride carbonica, che viene rilasciata come gas. Poiché viene sprigionata anidride carbonica in forma gassosa, la massa del materiale cala di circa il 20%. Va ricordato che nel test tutta la massa della PietraMammutti è stata portata al di sopra dei 520 °C, mentre in una normale stufa, la variazione di massa riguarda solo quella parte della pietra che raggiunge la temperatura necessaria per l'inizio della trasformazione della magnesite in periclasi, che solitamente interessa lo strato di 5-10 mm sottostante le superfici più calde. In ogni caso, il periclasi che si forma resta stabile anche a temperature molto elevate, fino cioè a 1600 °C, sicché in una stufa è praticamente impossibile che il periclasi si possa trasformare in materiale diverso per effetto delle sollecitazioni termiche.

Una seconda reazione tipica della PietraMammutti si osserva quando la temperatura supera gli 840 °C. Si tratta di una reazione che assorbe energia riducendo al tempo stesso la massa della PietraMammutti del 2% circa. In pratica, quando si verifica questa reazione si liberano i gruppi idrossilici contenuti nel talco, ma senza pregiudicare né la struttura né la stabilità della pietra, con l'unica conseguenza che dalla massa viene sottratta parte della componente acquosa. **Il test indica chiaramente che il talco resta stabile anche a temperature così elevate, poiché la sua struttura resta invariata e continua a presentare una buona conducibilità termica (figg. 3 e 5).**



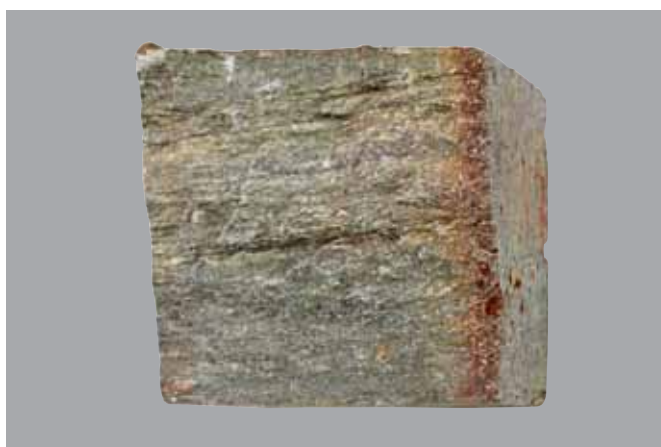
*Fig. 4. Risultato di un'analisi TGA/DTA condotta su un campione di PietraMammutti contenente talco e magnesite. La prima reazione termica si riscontra a 520 °C, con la magnesite che si trasforma in periclasi (punto A). La seconda reazione (punto B) subentra a 840 °C ed è costituita dalla deidrossilizzazione del talco, ossia dal distacco dei gruppi ossidrilici OH dalla struttura del talco.*



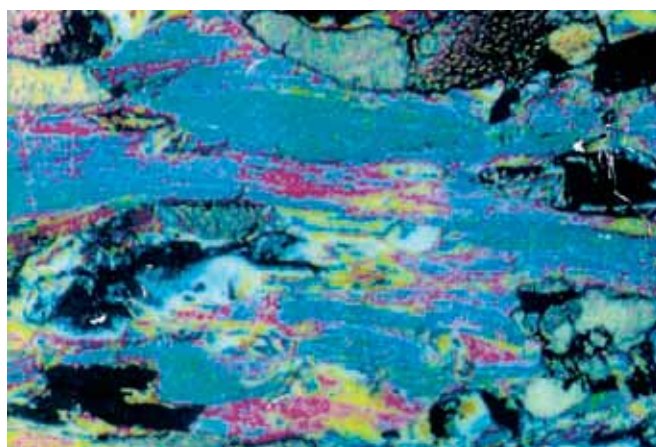
*Fig. 5. Immagine al microscopio polarizzatore di un campione di PietraMammutti a grana fine ricristallizzata a 850 °C. Il materiale di colore nero è il periclasi. L'immagine indica che il talco (qui di colorazione rossastra) anche dopo la sottrazione dei gruppi idrossilici resta una massa omogenea e conserva la propria struttura.*

È abbastanza facile valutare a posteriori le temperature massime che si sono raggiunte in una stufa, poiché le aree in cui compaiono minerali carbonatici trasformati in periclasi si possono osservare agevolmente al microscopio. Lo spessore del margine di periclasi nella struttura di una stufa già in funzione da parecchio tempo è al massimo di 30 mm, un valore misurato su una stufa campione riscaldata regolarmente a più di 400 °C, e quindi ad una tempe-

ratura decisamente più alta rispetto a quella raggiungibile nel normale funzionamento di una stufa usata secondo le indicazioni del costruttore in quasi tutte le strutture della camera di combustione e delle canne fumarie (fig. 6) lo spessore di periclasi nei punti più caldi è di pochi millimetri, il che dimostra che solo una parte ridotta dell'intera massa della stufa ha raggiunto la temperatura necessaria ad innescare la reazione magnesite/periclasi.



*Fig. 6 PietraMammutti tratta da una camera di combustione di una stufa utilizzata in regime normale.*



*Fig. 7. Immagine al microscopio polarizzatore di una PietraMammutti fortemente strutturata in cui i granuli di magnesite possono distinguersi mediante il loro colore grigio o scuro. I granuli presentano un diametro di circa 0,5 mm. Le scaglie di talco strutturate si presentano invece nella colorazione azzurro/grigia.*

Come in tutte le altre tipologie rocciose, anche nella pietra ollare le caratteristiche del materiale dipendono dagli elementi strutturali che lo compongono, vale a dire dai minerali. Alcuni minerali, infatti, sono più o meno duri, o reagiscono più o meno bene alle sollecitazioni termiche, con una resistenza che può arrivare ai 100 °C.

La pietra ollare, come si è già ricordato, può essere costituita da vari minerali dalle caratteristiche assai differenziate, sicché le varie tipologie della pietra ollare esistenti sulla Terra differiscono non poco l'una dall'altra. **Per comprendere bene le caratteristiche della pietra ollare nel suo insieme**, non si può prescindere dunque dalle caratteristiche specifiche dei singoli minerali che la compongono.

Per definizione, un minerale è una sostanza solida, cristallina, stabile e strutturalmente costante se lasciata nel suo ambiente di formazione. Possiede una determinata composizione chimica definibile precisamente in base alle componenti mineralogiche, ed anche una sua struttura cristallina ben precisa, vale a dire che ciascun elemento costitutivo presenta una sua posizione precisa nella tessitura del materiale, per cui solo specifiche e limitate variazioni sono possibili nella composizione.

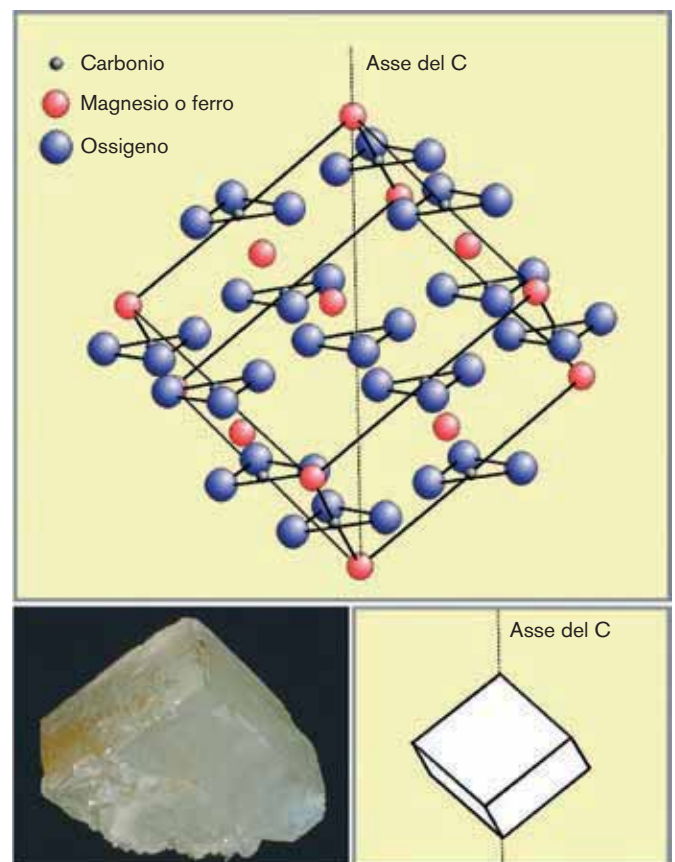
La pietra ollare termoresistente estratta dalla cava PietraMammutti si compone essenzialmente di due minerali primari: la magnesite e il talco. Il riscaldamento della PietraMammutti a una temperatura oltre i 520 °C può portare alla formazione di un nuovo minerale, il periclasi. Segue una breve descrizione delle diverse qualità di questi minerali.

### La magnesite

La magnesite ( $MgCO_3$ ) o carbonato di magnesio, è un minerale bianco, grigiastro, talora anche giallastro o brunoastro, un po' più duro di un'unghia. Sulla scala di Mohs il suo indice di durezza è di 3,5-4,5 (a titolo di confronto, su questa scala logaritmica la lastra di vetro di una finestra raggiungerebbe un valore di 7). Il peso specifico della magnesite varia tra 2,96 e 3,1, il che significa che è tre volte più pesante dell'acqua. La composizione chimica ideale della magnesite è di MgO al 47,8% e di  $CO_2$  al 52,2%. Nella struttura chimica del minerale può capitare che al posto del magnesio si legni del ferro, e nel caso della pietra ollare estratta dal giacimento PietraMammutti, buona parte del ferro presente si è legata al carbonato di magnesite, sostituendo circa un decimo dei cationi di magnesio nella struttura del minerale.

La **Fig. 8** illustra la struttura cristallina del carbonato di magnesite, dalla cui direzione o posizione dipendono in un certo senso le caratteristiche della magnesite stessa. La dilatazione termica, per esempio, è leggermente maggiore nel senso dell'asse del carbonio che non nel senso perpendicolare, come dimostra il fatto che il coefficiente di dilatazione termica è di  $22,9 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$  in direzione dell'asse del

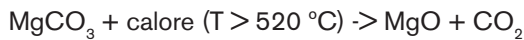
carbonio, e di  $6,75 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$  nel senso opposto. Le caratteristiche del minerale dipendono anche da quanto magnesio è stato sostituito dal ferro nella struttura del minerale. Per esempio, il peso specifico aumenta in modo lineare con l'incremento della componente ferrosa. Nella magnesite della pietra ollare della cava MammuttoPietra, il rapporto tra ferro e magnesio è di circa 1:9, sicché il peso specifico del minerale è leggermente superiore rispetto alla magnesite ideale, ossia 3,05. Nella tessitura del minerale, tutte le componenti strutturali si presentano su tre piani che s'intersecano in senso obliquo, con una struttura che si ripete inalterata sotto forma di granulati minerali (**fig. 8**). La buona capacità di scissione del carbonato lungo i tre assi che ripercorrono i tre piani delle superfici cristalline, segue con molta precisione la struttura di base descritta.



**Fig. 8** La struttura chimica e cristallina della magnesite (in alto), il granulato di magnesite con la sua forma caratteristica (in basso a sinistra) e la posizione geometrica dell'asse cristallina del carbonio nella struttura della magnesite.

## Il periclasio

Il periclasio, noto anche col nome di ossido di magnesio (MgO), nasce per trasformazione della magnesite in seguito a riscaldamento e al relativo innesco della seguente reazione chimica:



Allo stato solido, il periclasio è relativamente duro, con un indice di durezza che sulla scala di Mohs raggiunge il valore di 6, e un peso specifico che oscilla fra 3,58 e 3,90. Tuttavia, i granulati di periclasio sono di misura molto ridotta, tanto che non è possibile riconoscerli ad occhio nudo. Il risultato del processo di trasformazione descritto sopra è quindi costituito da una massa di microcristalli di colorazione brunastra o nera (Fig. 5).

## Il talco

Nella classificazione mineralogica, il talco rientra nella categoria dei cosiddetti silicati reticolari, e il modo più semplice per comprenderne le caratteristiche è quello di osservare la sua struttura cristallina di base. La formula chimica ideale del talco è:  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ . Il silicio e l'ossi-

geno danno vita ad una struttura reticolare (fig. 9) in cui le componenti caratterizzate dai legami chimici più stabili si legano tra loro tramite ioni o legami covalenti. Date queste premesse, la struttura di silicio e ossigeno è molto stabile e i granulati squamosi e microscopici del talco ne traggono a loro volta una notevole stabilità di base. Tuttavia, sulla scala di Mohs il talco presenta un indice di durezza non superiore a 1, tanto è vero che è uno dei minerali più morbidi tra quelli conosciuti. La sua plasticità è dovuta al fatto che i cationi di magnesio tra i reticoli di silicio e ossigeno sono legati al medesimo reticolo da legami chimici molto deboli, e lo stesso vale per i gruppi idrossilici (OH) del minerale.

Ne deriva che le squame microscopiche tendono a staccarsi facilmente dalla struttura e a scivolare altrettanto facilmente le une contro le altre, dando vita così ad una delle caratteristiche più tipiche del talco, ossia alla sensazione liscia e untuosa che esso trasmette al tatto umano. Il peso specifico del talco oscilla tra 2,7 e 2,8, sicché la sua densità è leggermente inferiore a quella della magnesite, ma maggiore rispetto a quella media delle rocce della crosta terrestre.

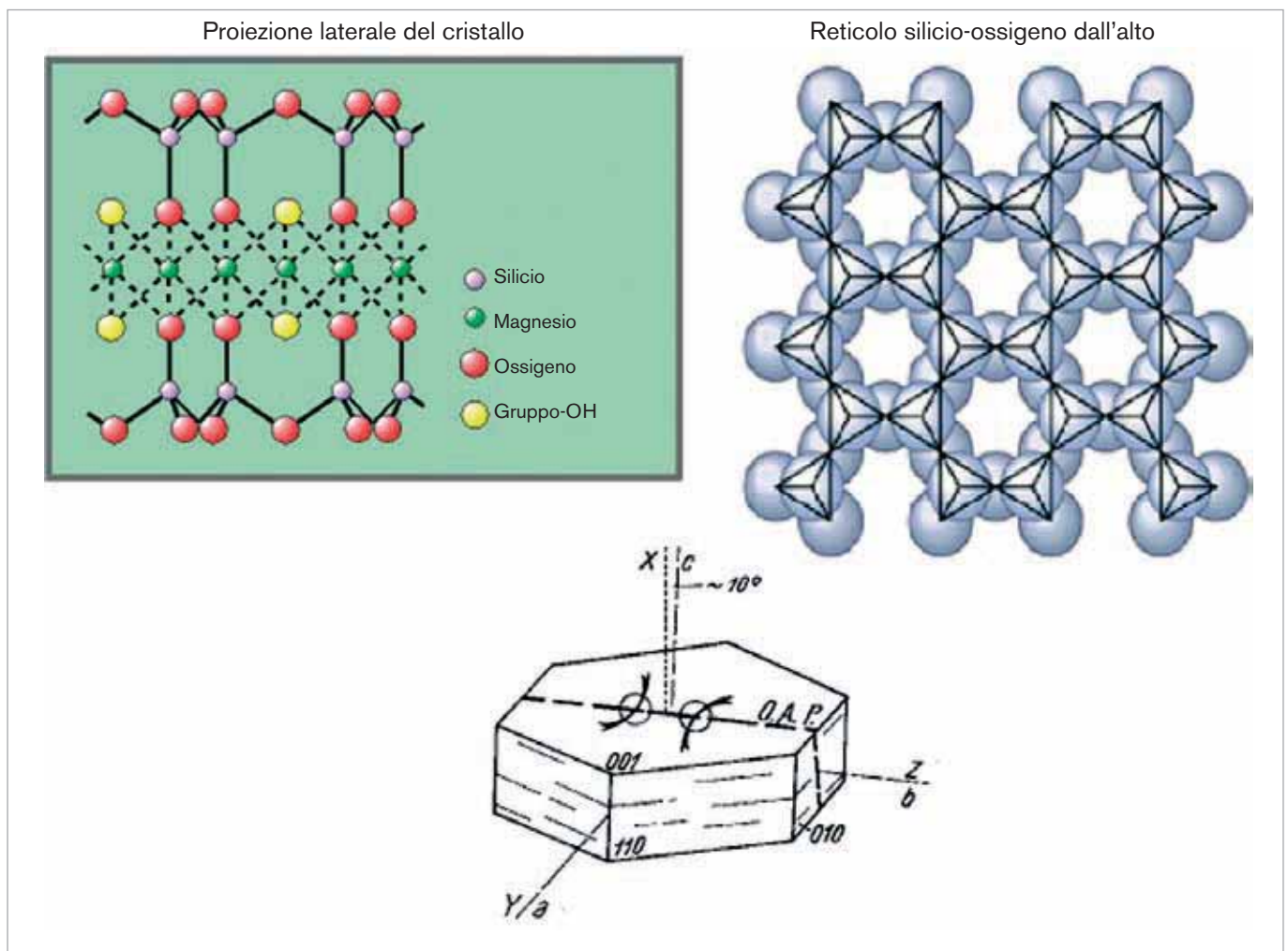


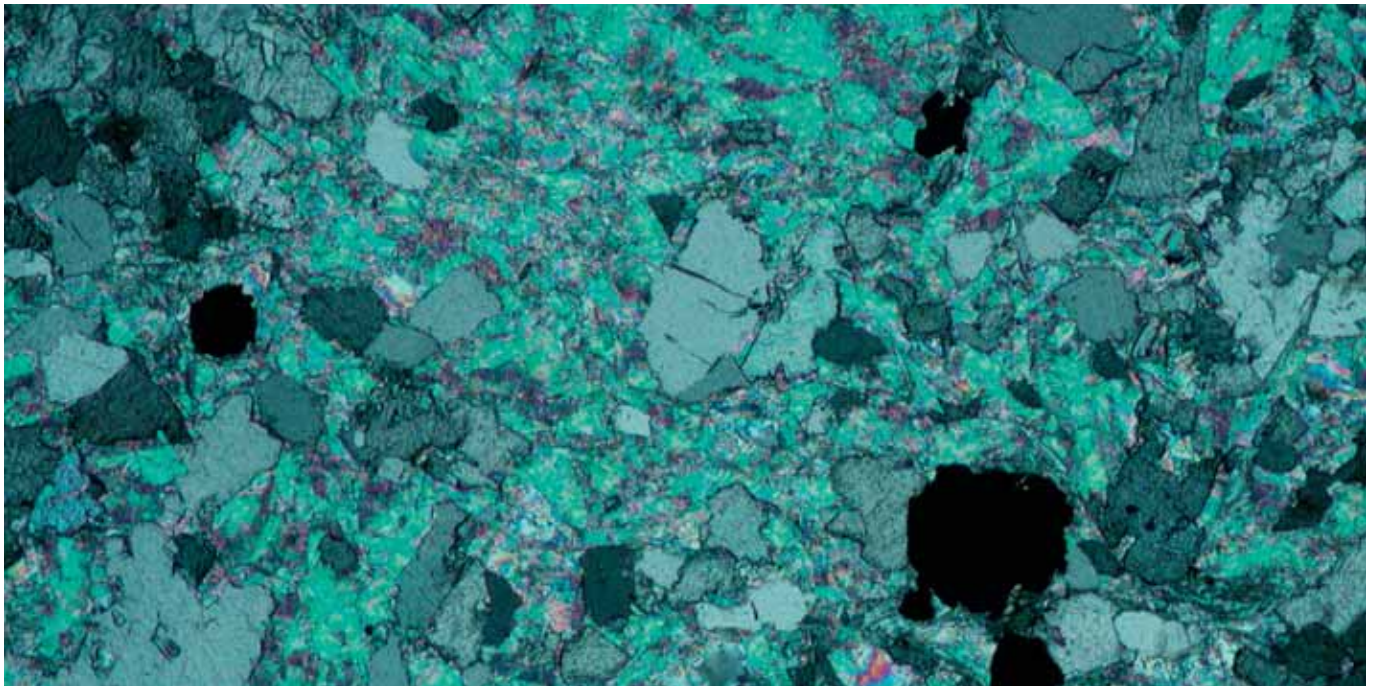
Fig. 9 La struttura chimica cristallina del talco, una proiezione del reticolo di silicio e ossigeno vista dall'alto, la posizione geometrica degli assi cristallini (X, Y e Z) e degli assi ottici (a, b e c) nelle scaglie di clorite.

La forma, le dimensioni e la venatura possono variare da un tipo di PietraMammutti ad un altro. Il talco contenuto nella PietraMammutti è microsquamoso e forma un reticolo strutturato ed omogeneo intorno ai granuli di magnesite. Quest'ultima, a volte può presentarsi sotto forma di granuli oblungi, talora invece sotto forma di sferucole che si dispongono lungo la massa strutturata del talco. Anche il diametro dei granuli di magnesite può variare da meno di 0,5 mm a 10-15 mm, e capita perfino che qualche granulo isolato possa avere dimensioni anche maggiori. Sulla base della loro struttura interna, le diverse varietà di PietraMammutti possono essere suddivise in tre categorie principali, ognuna delle quali si caratterizza per qualità ben specifiche.

Nella PietraMammutti con forte scistosità o venatura, tutti i granuli sono disposti chiaramente lungo un determinato piano, e questa è una caratteristica che accomuna solitamente i minerali squamosi. Questa tipologia di PietraMammutti si presta molto bene ad essere tagliata in una determinata direzione, e la conducibilità termica, per esempio, è notevolmente migliore nel senso della venatura che non nel senso perpendicolare. Si tratta di una PietraMammutti a grana fine in grado di resistere a sollecitazioni termiche molto elevate, a condizione che venga posta in opera nella direzione giusta.

La PietraMammutti a venatura corrugata, invece, si forma perché i granuli di magnesite oblungi si dispongono in una determinata direzione di striatura, determinando un corrugamento degli strati squamosi di talco. In questa categoria di PietraMammutti la stabilità meccanica è pressoché la stessa in tutte le direzioni, ma in compenso la conducibilità termica risulta maggiore in direzione delle punte di corrugamento rispetto alle direzioni diverse. Queste tipologie di PietraMammutti corrugata, anch'essa a grana fine, sono quelle che meglio resistono alle sollecitazioni termiche, e in particolare ai cicli ripetuti di riscaldamento e raffreddamento. In esse il talco crea un reticolo o una massa minerale che si dispone tutto attorno ai granuli di magnesite (fig. 10), il che migliora la resistenza termica della PietraMammutti. Fra le diverse tipologie di PietraMammutti, questa variante è quella di qualità maggiore.

Infine, la PietraMammutti meno strutturata e più massiccia presenta una disposizione del talco meno sistematica, ma i granuli di magnesite che la compongono possono avere le stesse dimensioni in tutte le direzioni. La conducibilità termica di questa tipologia di PietraMammutti è pressoché la stessa in tutte le direzioni, e oltre a dipendere dalla temperatura, è direttamente proporzionale alla grana media del minerale.



*Fig. 10. Immagine al microscopio polarizzatore di un campione di PietraMammutti a grana fine del tipo talco/magnesite. Nell'immagine, il talco microsquamoso appare di colore verde. Il talco forma una massa che circonda i granuli di magnesite, che hanno invece un colore grigio e un diametro di circa 0,5 mm. La foto è stata ripresa nel verso della striatura, il che significa che le dimensioni massime dei granuli di magnesite e del talco sono disposte nel senso della ripresa fotografica.*

La pietra ollare estratta dal giacimento PietraMammutti è del tipo molto strutturato e, nel caso ideale, contiene come minerali primari talco e magnesite. Altre componenti secondarie possono essere costituite da piccole quantità di silicati, serpentina, clorite ed anche ossidi a contenuto ferroso. La pietra ollare pregiata estratta dalla cava PietraMammutti presenta un contenuto di componenti minerali secondarie che non supera mai pochi punti percentuali del volume complessivo, sicché dal punto di vista della sua composizione, questa pietra ollare è chiaramente del tipo talco/magnesite.

Le analisi condotte al microscopio hanno dimostrato che la composizione minerale della pietra ollare del giacimento PietraMammutti è relativamente costante, e che la pietra ollare tipica estratta da questa cava contiene dal 45

al 55% di talco e dal 30 al 50% di magnesite, ai quali si aggiungono, in qualche caso, altri minerali secondari come la clorite, la serpentina o minerali contenenti ossido (fig. 11). In ogni caso, il tenore di serpentina di tutti i campioni analizzati è sempre inferiore al 10%, e quello di clorite è sempre inferiore al 2%.

L'analisi della composizione chimica nei campioni di PietraMammutti estratti dalla cava sono state affidate al laboratorio di analisi canadese, XRAL, e i risultati hanno dimostrato che i campioni esaminati presentavano la stessa composizione chimica (fig. 12) e precisamente circa il 30% di silicio sotto forma di  $\text{SiO}_2$ , il 35% di magnesio sotto forma di  $\text{MgO}$ , il 10% di ferro ( $\text{FeO}$ ) e poco più di 20% di anidride carbonica come componente strutturale del carbonato.

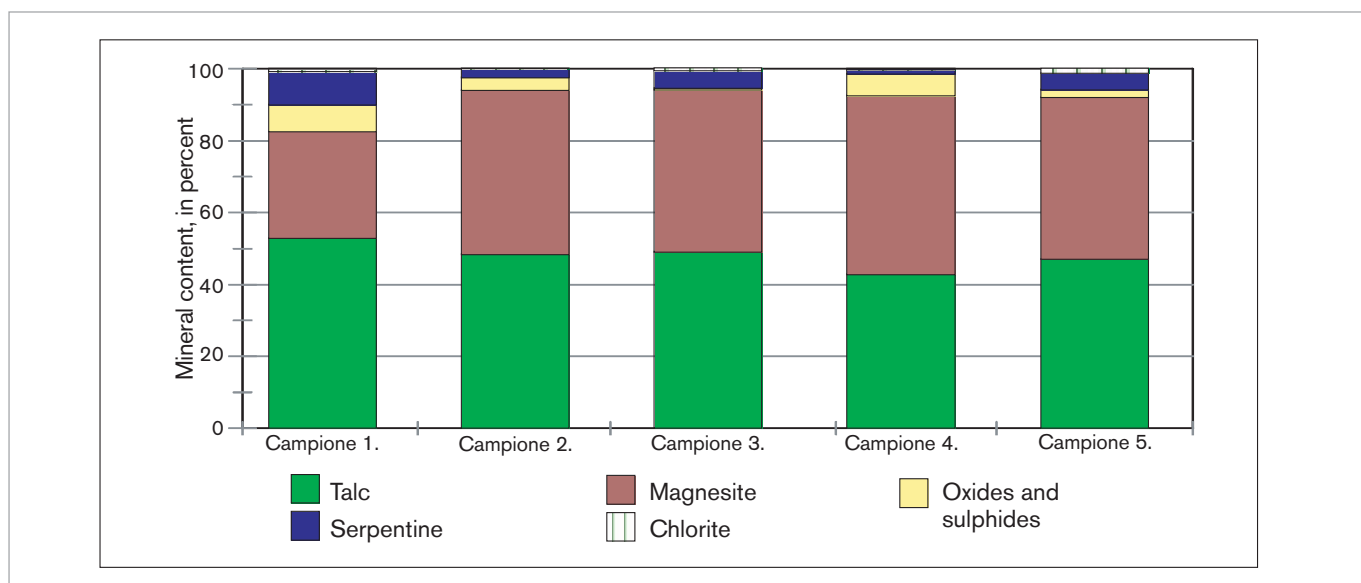


Fig.11 Composizione minerale modale della PietraMammutti.

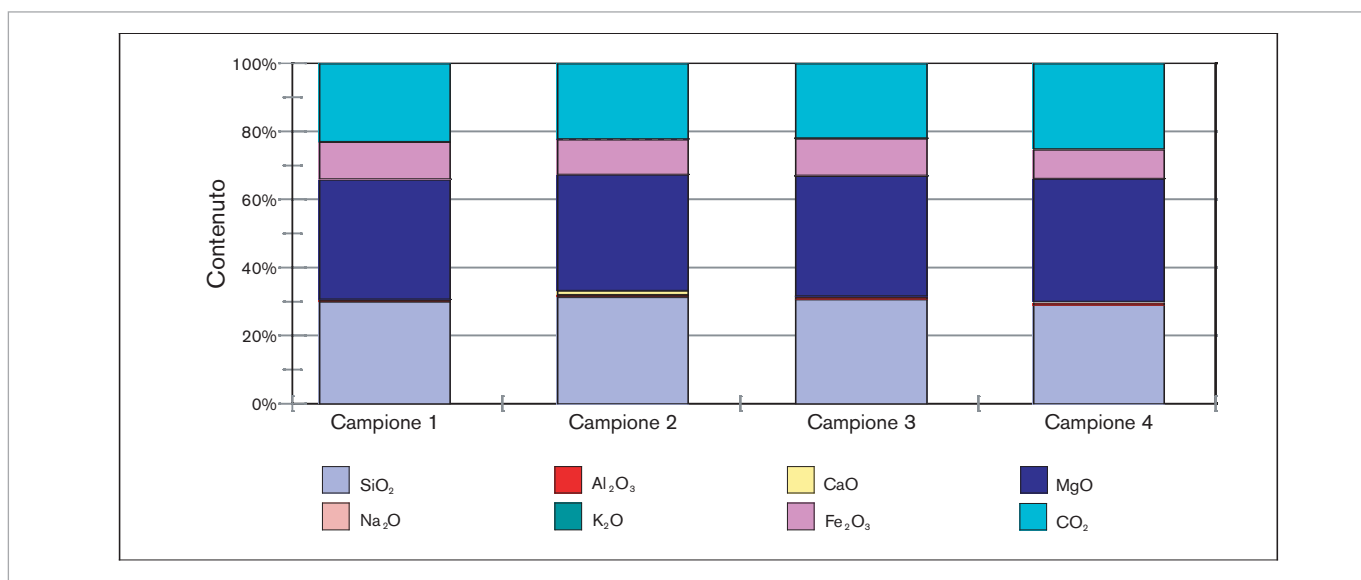


Fig. 12 Composizione chimica di diverse tipologie di pietra ollare del giacimento PietraMammutti.

Nella PietraMammutti, infatti, l'anidride carbonica si lega ai carbonati minerali, e proprio il tenore di anidride carbonica è un indice della quantità di magnesite presente nella pietra. Altri elementi, invece, sono presenti in misura piuttosto esigua, per esempio l'alluminio, che in media non supera lo 0.6% sotto forma di  $Al_2O_3$ , seguito da altri ancora meno rilevanti sotto il profilo quantitativo. Va comunque ricordato che il tenore d'alluminio è un parametro importante nella composizione chimica della PietraMammutti, poiché costituisce un elemento essenziale in sostanze come la clorite o nei minerali micacei, e quando queste due sostanze sono presenti in quantità eccessive, la pietra ollare non si presta più ad essere usata per le stufe. Quando invece l'alluminio non è disponibile o lo è in misura esigua, non possono formarsi queste due sostanze, sicché un basso tenore d'alluminio è un indice di elevata qualità della PietraMammutti.

Per definizione, tutte le pietre ollari debbono avere un contenuto rilevante di calcare, ma le percentuali e i tipi

degli altri minerali contenuti possono variare anche di molto. Oltre al talco, nelle pietre ollari più diffuse compaiono altri minerali primari come quelli micacei, la clorite, gli anfiboli, i pirosseni e le serpentine. È proprio in base alla loro presenza che le varie tipologie di pietra ollare prendono il nome di micacee, clorotiche e così via. Le varianti che contengono magnesite sono invece piuttosto rare, ma è proprio la magnesite che incide in misura rilevante sul potere di accumulo termico della pietra ollare.

In base alle nostre ricerche, il giacimento PietraMammutti è composto di pietre ollari del tipo talco/magnesite, con una composizione chimica e minerale assai omogenea. A seconda della struttura interna della pietra, nella cava si possono delimitare varie tipologie litologiche, e se ciascuna di queste viene utilizzata in modo ottimale e in funzione delle rispettive caratteristiche, si può essere certi che il materiale usato per costruire la stufa possiede un livello di qualità e dei requisiti tecnici decisamente più elevati.

28 Maggio 2001; Oulu, Finlandia

Kivitiето Oy



Seppo Gehör  
PhD, geologist



Aulis Kärki  
PhD, geologist

Questa nuova versione introduce la PietraMammutti, un marchio registrato dalla Nunnanlahden Uuni Oy e usato per far riferimento a tutte le varianti di pietra ollare dell'area di estrazione Nunnanlahden Uuni Oy.

A parte la nuova convenzione denominativa, il contenuto di quest'opera è lo stesso dello studio originale pubblicato nel 2001.

31 Gennaio 2005; Oulu, Finlandia

Kivitiето Oy



Seppo Gehör  
PhD, geologist



Aulis Kärki  
PhD, geologist



