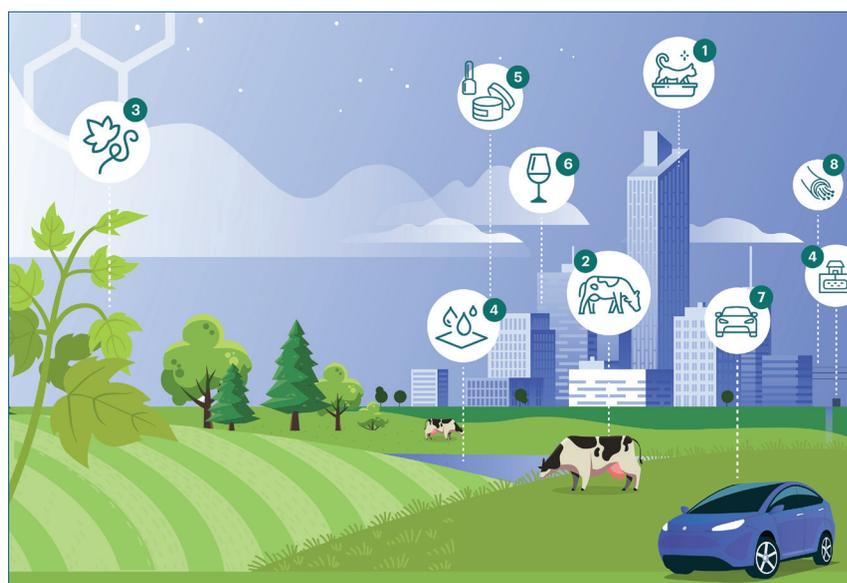




## LA BENTONITE NELLA NOSTRA VITA QUOTIDIANA

**Laviosa Chimica Mineraria, azienda familiare da quattro generazioni, è una delle principali aziende nel mondo attive in ricerca, estrazione, lavorazione e commercializzazione di bentonite. Con i suoi nove stabilimenti produttivi dislocati in Italia, Francia, Spagna, Turchia, India e Cina, è attiva e presente sui mercati a livello mondiale. La particolare struttura e la composizione chimica sono responsabili delle molteplici caratteristiche della bentonite che, grazie a questo, è protagonista in molti aspetti della nostra vita quotidiana perché impiegata in molteplici settori industriali: pitture e plastiche, tecnologie di impermeabilizzazione, ingegneria civile, perforazioni e tunnel, lettiere per gatti, fonderia, detergenza, cosmetica, mangimistica, bevande, trattamento acque e altre applicazioni.**



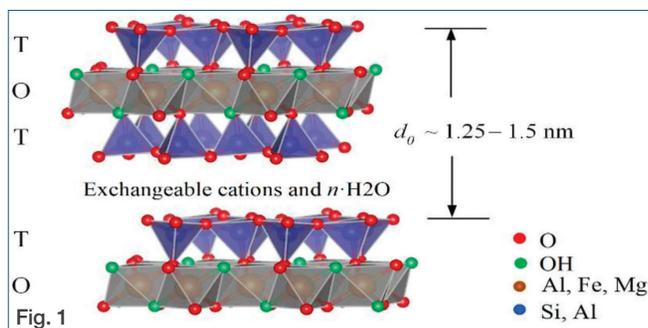
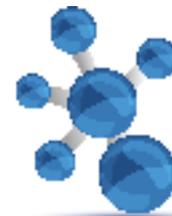
La bentonite nella vita quotidiana: 1) lettiera per animali domestici, 2) mangimistica animale, 3) agricoltura, 4) costruzioni e impermeabilizzazione, 5) cosmetica, 6) enologia, 7) coating, 8) nanocompositi

Il termine bentonite è stato usato per la prima volta per un'argilla plastica rinvenuta intorno al 1890 nei pressi della località di Fort Benton, nel Montana. Tuttavia, le proprietà uniche della bentonite erano già conosciute e sfruttate almeno 2500 anni fa nell'antica Grecia e a Cipro: intorno al 400 a.C., la bentonite proveniente dall'isola greca di Kimolos era già

ampiamente utilizzata in tutto il Mediterraneo per pulire la lana, come componente del sapone e come medicinale, come ben documentato da Aristofane; in epoca romana la si utilizzava per la follatura dei tessuti (da cui il termine Terra da Follone, o quello inglese *Fuller Earth* usato tuttora quale sinonimo di bentonite in Gran Bretagna); con pratiche simili, i nativi americani usavano la bentonite per pulire le pelli degli animali e, più tardi, i primi coloni americani la usavano per pulire i vestiti e come grasso per i carri durante l'emigrazione verso ovest [1].

Fino alla fine del XIX secolo, la bentonite sembra quindi essere stata utilizzata principalmente per scopi di pulizia e medicina, in piccole quantità. È nel corso del XX secolo che i suoi usi, così come il volume estratto e consumato, sono aumentati esponenzialmente.

Oggi, con il termine bentonite si intende qualsiasi roccia argillosa che sia composta principalmente da un minerale argilloso della famiglia della smectite e le cui proprietà dipendano direttamente da quelle



di questo minerale. Quarzo, opal, feldspati, calcite, biotite, gesso e zeolite, nonché altri minerali argillosi quali caolinite, illite e minerali argillosi a strati misti, sono spesso presenti come minerali accessori.

Il più importante e più comune minerale della famiglia della smectite è la montmorillonite. Altri minerali del gruppo sono la beidellite, la nontronite, la saponite e l'hectorite.

Le smectiti sono fillosilicati idrati, costituiti da un reticolo T-O-T (due tetraedri ed un ottaedro) che formano uno strato 2:1. A causa di sostituzioni isomorfe nelle posizioni ottaedriche e tetraedriche, si crea una carica negativa che viene compensata da cationi scambiabili (principalmente  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$ ).

La struttura, la composizione chimica, il tipo di catione scambiabile e le piccole dimensioni dei cristalli sono i responsabili delle molteplici caratteristiche della bentonite, tra cui la superficie chimicamente attiva, l'elevata capacità di scambio cationico, il rigonfiamento, la capacità di modificare fortemente il comportamento dei liquidi, la possibilità di reagire con composti organici ed inorganici.

In funzione del tipo di catione scambiabile dominante, la bentonite può essere definita come calcica o sodica. Le due varietà presentano proprietà marcatamente diverse e quindi diversi usi industriali: la bentonite sodica è caratterizzata dalla sua capacità di assorbire grandi quantità di acqua, rigonfiare varie volte il proprio volume e formare sospensioni tissotropiche viscosi; la bentonite calcica, al contrario, è caratterizzata da inferiore capacità di assorbimento d'acqua e nulla o quasi capacità di rigonfiamento. Attraverso un processo di attivazione alcalina è altresì possibile trasformare le bentoniti calciche in bentoniti sodiche attivate (Fig. 1).

Ma la bentonite è davvero così presente nella nostra vita quotidiana?

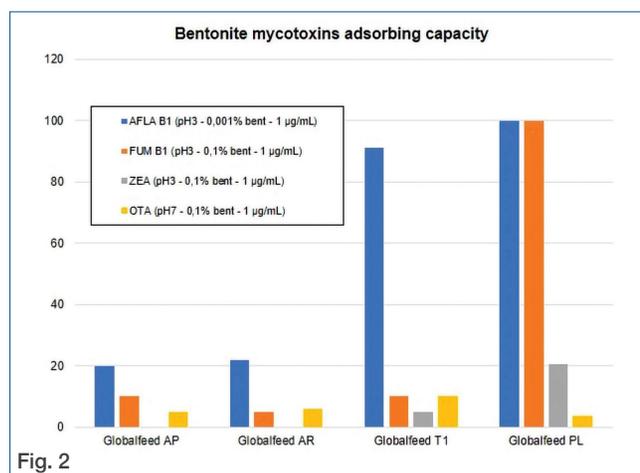
## Lettiere per animali domestici

Sia le bentoniti calciche che quelle sodiche (naturali o attivate) sono da sempre utilizzate quali componenti di lettiere per gatti. La bentonite viene essiccata, frantumata e opportunamente vagliata per ottenere il prodotto finito. Le bentoniti calciche sono utilizzate nella produzione di lettiere assorbenti, per la capacità di assorbire liquidi e odori mentre le bentoniti sodiche sono utilizzate nella produzione di lettiere agglomeranti per la loro capacità di rigonfiare al contatto con le deiezioni, formando un *clumping*, o palla, facilmente rimovibile.

## Mangimistica animale

Le micotossine sono metaboliti fungini, tossici per vertebrati e altri gruppi di animali anche a basse concentrazioni e spesso si ritrovano contemporaneamente nelle derrate a causa delle condizioni ambientali e del substrato. Una delle strategie per ridurre l'esposizione alle micotossine consiste nel diminuire la loro biodisponibilità includendo nei mangimi dei materiali inerti, indigeribili e con attività adsorbente [2-4].

La bentonite agisce come enterosorbente che lega in maniera molto forte e selettivamente le aflatossine nel tratto gastrointestinale degli animali, diminuendo la loro biodisponibilità e la tossicità associata, evitando così immunodepressione, calo della fertilità, ridotta digestione e, quindi, un calo produttivo. Le bentoniti come agenti adsorbenti sono utilizzate come componenti dei mangimi (additivi tecnologici) oppure per prevenire il cracking e per migliorare le proprietà tecnologiche dei mangimi per animali (Fig. 2).



## Agricoltura

La bentonite, grazie alle sue numerose proprietà, viene impiegata nell'ambito agricolo [5], tal quale come corroborante delle difese naturali delle piante, o miscelata ad altre sostanze, lavorando in sinergia con esse. Viene usata, ad esempio, come agente di supporto (*carrier*) per altri principi attivi oppure come agente aggregante per la granulazione di fertilizzanti e fitofarmaci. In presenza di acqua e/o umidità, la bentonite tende ad adsorbirla, evitando quindi le numerose problematiche legate all'eccesso idrico che porterebbe a fisiopatie e malattie fungine, quindi, ad una minore resa produttiva. Grazie alla capacità di espansione dovuta all'adsorbimento dell'acqua, i prodotti a base di bentonite vengono utilizzati anche come cicatrizzanti e protettori di frutti e bacche, protegge quindi efficacemente gli acini dell'uva dall'insediamento di *Botrytis cinerea* e altri patogeni fungini e batterici. Inoltre, le bentoniti chiare sono efficaci nel riflettere i raggi solari, evitando ustioni fogliari. Limita l'attacco delle drupe dell'ulivo da parte di *Bactrocera oleae*. Se integrata in un suolo agricolo sabbioso, la bentonite ne regola la permeabilità evitando un eccessivo dilavamento e può essere efficacemente impiegata anche per correggere il pH in suoli acidi.

## Costruzioni e impermeabilizzazione

Nella realizzazione di opere di ingegneria civile, durante le varie fasi di scavo, la bentonite rappresenta un elemento indispensabile per l'esecuzione di tali lavori. L'utilizzo dei fanghi bentonitici, base acqua, risulta funzionale nelle perforazioni di: pozzi di petrolio, pozzi di gas naturale, pozzi d'acqua, esplorazione mineraria, fondazioni e tunnelling. Per queste opere, la fase di scavo, deve essere condotta con supporto di fango bentonitico, il quale ha la funzione di rimuovere i detriti scavati tramite circolazione, sostegno delle pareti di scavo, sigillatura delle formazioni di terreno permeabile, mantenimento della stabilità delle pareti dello scavo, raffreddamento utensili da scavo e loro lubrificazione. La bentonite è presente anche in alcune specifiche malte da iniezione nel suolo atte a formare diaframmi plastici e malte da riempimento sonde geotermiche bassa entalpia.

Si trova, inoltre, nei geocomposti bentonitici come

le geomembrane, prodotti impermeabilizzanti, utilizzati come isolanti per le discariche o per impermeabilizzare i fondi di bacini e laghi artificiali.

## Cosmetica

La bentonite è utilizzata in molte formulazioni cosmetiche per aumentare l'effetto idratante di un cosmetico trattenendo molta acqua e aiutando a mantenere la pelle idratata e confortevole per lunghe ore senza le sensazioni appiccicose, date dalle materie prime a base di olio [6-11].

Grazie alla struttura lamellare la bentonite conferisce piacevole setosità al tatto, molto diversa da quella associata alla maggior parte di cellulosa, polimeri ed addensanti a base di polisaccaridi.

La bentonite è ingrediente principale nella peloidocosmesi, ovvero la sinergia tra l'idrocosomesi e le componenti argillose dei peloidi minerali.

La bentonite agisce principalmente come agente di conservazione e trasferimento del calore e come veicolo che facilita la liberazione controllata e l'azione duratura dei principi attivi che si fissano tra le lamelle di argilla durante la preparazione del peloide.

## Enologia

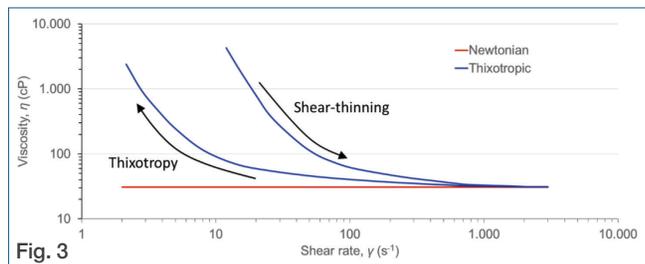
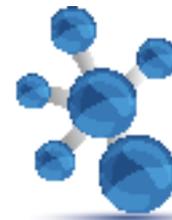
Nella produzione di vino bianco, la bentonite, sotto forma di polvere oppure di granulare, viene utilizzata in aggiunta con acqua per la formazione di un gel che serve per chiarificare il vino e per dare stabilità proteica [12, 13].

La stabilizzazione proteica è forse la fase più delicata nella chiarifica di un vino bianco in quanto si va ad effettuare una pulizia dal vino delle proteine che potrebbero dare degli intorbidimenti.

Le proteine hanno carica elettrica positiva al pH del vino e quindi per eliminarle serve qualcosa con carica elettrica negativa: la bentonite, una volta rigonfiata in acqua o in vino, assume una carica superficiale negativa e si lega alle proteine del vino permettendone la rimozione.

La bentonite miscelata con acqua crea una massa gelatinosa che, immessa nel vino, è capace di legare a sé le sostanze da eliminare formando dei flocculi che si depositano sul fondo.

Un ulteriore uso della bentonite è quello durante il tiraggio per la preparazione di un vino spumante con metodo classico; piccole dosi di bentonite vengono aggiunte alla *liqueur* per far sì che i lieviti



non aderiscano alla parete della bottiglia. La bentonite viene inoltre utilizzata per la chiarifica dei succhi di frutta trasparenti, quali succhi di mela, di mirtillo, di lampone ecc. e, grazie alla granulometria ultrafine, viene utilizzata negli impianti di ultrafiltrazione.

### Coating

La bentonite trova un largo impiego, grazie alla sua particolare reologia, anche nel settore delle vernici e della produzione di compositi e nanocompositi [14-16].

Le dispersioni di questo minerale presentano un comportamento tixotropico, in grado cioè di abbassare la propria viscosità all'aumentare della forza di taglio impartita e di rialzarla quasi ai valori iniziali una volta che tale forza viene rimossa, come si può evincere dal grafico di Fig. 3.

La bentonite calcica viene resa maggiormente tixotropica attraverso un processo di attivazione, cioè della sostituzione meccanica degli ioni calcio nello spazio interlamellare con quelli sodio, più solvabili rispetto ai primi, che riescono quindi a favorire l'essfoliazione e la formazione di strutture tridimensionali. Tali strutture sono, infatti, responsabili dell'aumento di viscosità in stato di quiete, mentre il loro disfacimento porta all'abbassamento di questa proprietà durante l'agitazione. Nel settore del coating questo si riflette in una miglior lavorabilità delle vernici in fase di produzione e in un miglioramento della loro resistenza alla sedimentazione.

Nel settore dell'edilizia i prodotti a base di bentonite attivata sono in grado di agire come ispessenti, aggiungendo però una migliore lavorabilità e facilità di applicazione rispetto ad ispessenti comuni come la cellulosa.

Le proprietà reologiche, che sono valide per la bentonite in fase acquosa, possono essere trasferite in fase organica? Certamente sì e si sfrutta una reazione di scambio ionico a tal proposito. Gli

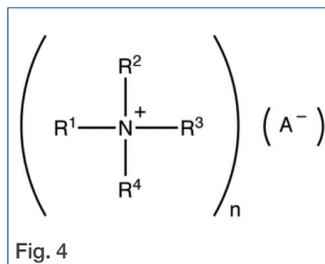


Fig. 4

ioni sodio, presenti negli spazi interlamellari possono essere scambiati con altre specie cationiche come i sali quaternari di ammonio in grado di compatibilizzare il minerale con

qualsiasi solvente a seconda della struttura chimica del sale organico (Fig. 4).

Le vernici al solvente beneficiano della presenza di questi composti, detti *organoclay*, nella stessa misura di quelle all'acqua. Viene cioè migliorata la loro lavorabilità, la sedimentazione viene rallentata, ma anche l'applicazione viene facilitata. La forza di taglio necessaria ad abbattere la viscosità può anche essere impartita da un pennello che scorre su una superficie rendendo il prodotto stendibile e, una volta rimosso il pennello, la viscosità del prodotto applicato aumenterà di nuovo evitando colature.

### Nanocompositi

Una delle applicazioni più recenti delle nanoargille è senz'altro quella relativa alla produzione di compositi e nanocompositi [17].

Riuscire ad essfoliare i singoli foglietti, nanomateriali 2D, in una matrice polimerica riesce a garantire proprietà barriera (Fig. 5) e ad aumentare notevolmente le proprietà antifiama (Fig. 6) del manufatto finale, utilizzando percentuali di aggiunta molto basse (1-2% al massimo). L'intercalazione meccanica è la più utilizzata industrialmente con questo

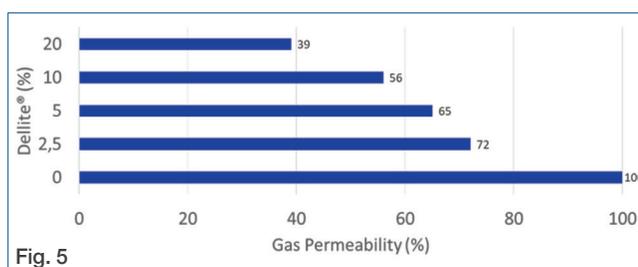


Fig. 5

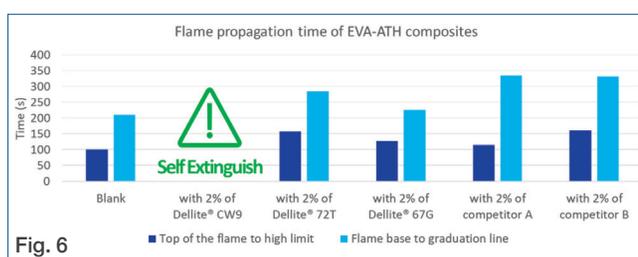


Fig. 6

tipo di materiali, soprattutto nella produzione di rivestimenti per cavi elettrici a base di EVA e poliolefine, ad esempio.

## Terre di formatura di fonderia

La bentonite ricopre un ruolo centrale nel processo produttivo delle fusioni/getti (motori di autoveicoli, dischi freno, pompe, artistica ecc.) con il metodo della 'formatura a verde', essendo il legante inorganico argilloso che permette di tenere insieme la sabbia silicea durante tale processo.

La terra da formatura, ottenuta mescolando bentonite, sabbia silicea e acqua, viene messa all'interno di contenitori specifici, detti staffe, e in questi verrà colato il metallo liquido per creare getti di varie forme e dimensioni.

La bentonite darà un'elevata resistenza meccanica alla terra (coesione) quando verrà sottoposta a stress a causa delle elevate temperature del metallo con cui entra in contatto. Darà, inoltre, una buona plasticità alla terra a verde, consentendone un ottimale adattamento alle forme del modello. Inoltre, grazie alle sue proprietà colloidali (rigonfiamento e limite di liquidità), permetterà alla terra di rimanere con la giusta umidità durante tutto il processo che precede la fase di colata del metallo.

Queste sono alcune delle applicazioni della bentonite che quotidianamente possiamo trovare intorno a noi. Ovviamente la ricerca e lo sviluppo di nuove applicazioni industriali è sempre attivo e il focus dei prossimi anni sarà la sostenibilità, con particolare attenzione alle acque e all'energia, perché la bentonite, grazie alle sue peculiari proprietà, rimane un prodotto naturale molto versatile che continuerà a sorprenderci.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] G. Novelli, *La Chimica e l'Industria*, 1983, **65**(2), 102.
- [2] V. D'Ascanio, D. Greco *et al.*, *Applied Clay Science*, 2019, **181**, 105209.
- [3] Y. Li, G. Tian *et al.*, *Appl. Clay Sci.*, 2018, **163**, 299.
- [4] P. Vila-Donat, S. Marín *et al.*, *Food Chem. Toxicol.*, 2018, **114**, 246.
- [5] D.R. Teshaeva, R.G. Yomgirovna, International Conference on Innovations in Applied Sciences, Education and Humanities, Barcelona (ES), 2023, pag. 9-14, <https://conferencea.org>
- [6] M. Centini, M.R. Tredici *et al.*, *International Journal of Cosmetic Science*, 2015, **37**, 339.
- [7] F. Veniale, A. Bettero *et al.*, *Applied Clay Science*, 2007, **36**, 141.
- [8] F. Tateo, C. Agnini *et al.*, *Applied Clay Science*, 2010, **50**(4), 503.
- [9] M.I. Carretero, *Applied Clay Science*, 2003, **21**, 155.
- [10] S.H. Emami-Razavi, N. Esmaeili *et al.*, *Acta Med. Iran.*, 2006, **44**, 235.
- [11] A. López-Galindo, C. Viseras, *Applied Clay Science*, 2007, **36**(1-3), 51.
- [12] X. Sun, C. Li Chun *et al.*, *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 2007, **15**(5), 632.
- [13] K.F. Pocock, F.N. Salazar, E.J. Waters, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2011, **17**, 280.
- [14] H.H. Murray, in H.H. Murray (Ed.), *Developments in Clay Science*, Elsevier, 2007, Vol. 2, pag. 180.
- [15] E.J.M. Hensen, B. Smit, *J. Phys. Chem. B*, 2002, **106**, 12664.
- [16] J.L. McAtte Jr., *Baroid The American Mineralogist*, 1959, **44**(Nov.-Dec.), 1230.
- [17] E. Passaglia, M. Bertoldo *et al.*, *European Polymer Journal*, 2008, **44**, 1296

## Bentonite Clay in our Daily Life

Laviosa Chimica Mineraria, a family business for four generations, is one of the leading companies in the world active in the research, extraction, processing and marketing of bentonite. It has nine production plants located in Italy, France, Spain, Turkey, India and China, it is active and present on the world markets. The particular structure and chemical composition is responsible of the many characteristics of bentonite and thanks to these characteristics, bentonite is present in many aspects of our daily life because it is used in many industries: paints and plastics, waterproofing technologies, civil engineering, perforations and tunnels, cat litter, foundry, detergent, cosmetics, food, beverages, water treatment and other applications.