

## MATERIALI LAPIDEI

Pietra dei Dodici angoli, Mura di Cuzco, Perù

Le pietre che usiamo in edilizia originano dalla litosfera, l'involucro che riveste il nostro pianeta; alcune vengono dalla profondità della terra altre più in superficie.

### CLASSIFICAZIONE GEOLOGICA

- ROCCE ERUTTIVE (O PRIMARIE): attraverso fenomeni geologici di alterazione o trasformazione chimica possono diventare
  - SEDIMENTARIE
  - METAMORFICHE
- } SECONDARIE

Gli elementi chimici più diffusi nelle rocce sono: ossigeno (40% in volume); silicio (25%); bauxite (8%, si estrae l'alluminio); ferro (5%, insieme al carbonio dà vita all'acciaio e alla ghisa); calcio (3,5%); sodio (2,5%); potassio (2,5%).

Le rocce prevalenti sono quelle silicee seguite da quelle calcaree (rapporto 6:1)

Modulo di elasticità e carico di rottura di alcune pietre naturali

tipo di pietra	modulo di elasticità $E$ (N/cm <sup>2</sup> )	carico di rottura		
		a compressione (N/cm <sup>2</sup> )	a trazione (N/cm <sup>2</sup> )	a taglio (N/cm <sup>2</sup> )
arenarie	250.000-2.500.000	6000-10.000	100-400	300-900
basalti	10.000.000-11.000.000	22.000-40.000	600-800	1000-1500
calcari compatti	7.000.000-8.000.000	5000-20.000	300-700	500-1100
dioriti	12.000.000-14.000.000	17.000-22.000	-	1300-1800
gneiss	-	8000-19.000	-	1300-2200
graniti	1.250.000-5.000.000	10.000-20.000	200-600	1000-1500
leuciti	-	15.000-20.000	-	-
marmi saccharoidi	8.000.000-10.000.000	9000-12.000	300-400	1000-1200
porfidi	-	18.000-25.000	500-700	800-1500
quarziti	-	15.000-25.000	-	800-1200
sieniti	1.000.000-12.000.000	10.000-20.000	-	-
trachiti	-	9000-12.000	300-400	500-700
travertini	-	2000-5000	-	600-800
tufi calcarei	-	100-3000	-	-
tufi vulcanici	-	300-700	60-80	150-400

**ROCCE ERUTTIVE:** provengono dalla massa fluida ad altissima temperatura esistente al centro della terra, il **MAGMA**. Per il 90% dal volume della litosfera, e solo per il 10% dalla superficie.

Si dividono in:

- **ROCCE INTRUSIVE** che si formano nelle profondità dei cono vulcanici, quindi il raffreddamento del magma è particolarmente lento, e questo determina la presenza di una grana cristallina visibile ad occhio nudo. La caratteristica principale del granito è appunto la presenza di questi cristalli di diverso colore e dimensione visibili.
- **ROCCE EFFUSIVE** che si sono raffreddate all'esterno della superficie terrestre e quindi in maniera molto rapida, e la superficie, come il colore, è molto compatto.

Tre pietre di grande importanza per l'architettura sono **PORFIDI**, **BASALTI** e **TRACHITI**.

Il porfido è un materiale tipicamente utilizzato per le pavimentazioni; è un materiale economico e ha delle prestazioni straordinarie per le pavimentazioni (grande durabilità e resistenza a compressione), e inoltre, essendo costituita da cristalli di diversa durezza (che non si consumano omogeneamente) mantiene l'anti sdruciolevolezza in maniera naturale. Viene prodotto o in lastre regolari o in cubetti che possono avere lato 6,8,10. Pavimentazione in cubetti di porfido su strati di sabbia – esempio di pavimentazione permeabile, che non ha bisogno di cunette o fognature perché l'acqua viene lentamente assorbita dal terreno, ed è una maniera corretta per evitare la cementificazione.

Trachite, usata per le pavimentazioni, spesso unita alla pietra d'Istria. Trachite bocciardata – lavorazione praticata sulle pietre per pavimentazione perché ha la funzione di rendere la pietra più anti sdruciolevole, meno scivolosa. È un materiale estremamente duro e garantisce a lungo tempo un adeguato attrito radente.

**CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI**

- ELEVATA RESISTENZA A COMPRESSIONE
- ELEVATA DUREZZA (si misura con la scala di Mohs)
- ELEVATA RESISTENZA ALL'USURA (resistono a graffi...)
- ELEVATA DUREVOLEZZA
- ANTIGELIVITÀ
- BASSO COEFFICIENTE DI IMBIBIZIONE
- ANTI SDRUCCIOLEVOLEZZA

**IMPIEGHI PREVALENTI**

- PAVIMENTAZIONI PER ESTERNI
- RIVESTIMENTI DI FACCIATE

**ROCCE SEDIMENTARIE:** formate dall'accumulo di materiali organici (vegetali e animali); dal deposito di sostanze chimiche disciolte nelle acque; dal graduale accumulo di detriti di rocce preesistenti. 75% rocce in superficie, 1% rocce in profondità.

Ci sono delle subcategorie: rocce CLASTICHE (disgregate o cementate); rocce PIROCLASTICHE (di tipo vulcanico, es di roccia cementata tufo, es di roccia non cementata pozzolana); rocce ORGANOGENE; rocce DI DEPOSITO CHIMICO.

**ROCCE CLASTICHE** – spezzate, rotte. Possono essere:

- DISGREGATE: ghiaie, ciottoli, ghiaietto, sabbia, argilla, limo; la granulometria di queste rocce diminuisce progressivamente. L'argilla è il sedimento più minuto che si trova in litosfera. I ciottoli di fiume, utilizzati in area padana, e il tipo di posa corretto è quello che si fa su sabbia umida, a volte mista a un po' di cemento. Queste pavimentazioni spesso sono permeabili.
- CEMENTATE (arenarie) Alcuni esempi sono la pietra forte e la pietra serena (utilizzata da Brunelleschi negli elementi decorativi, e in gran parte nella pavimentazione del centro storico di Firenze; tecnica di posa: sabbia umida e cemento).

**ROCCE PIROCLASTICHE** – possono essere o di forma incoerente (pozzolana, utilizzata per le malte idrauliche o calcestruzzi), o di forma coerente (tufo e peperino, utilizzate in strutture portanti; non hanno grandi prestazioni meccaniche ma facili da lavorare.)

**ROCCE ORGANOGENE** – calcari compatti; costituiti da ingenti accumuli di natura organica avvenuti sui fondali nei mari, materiali che dunque hanno una natura calcarea. Giallo di Siena (si utilizza solo negli interni); rosso Verona (utilizzato all'interno, lucidato, o all'esterno, non lucidato); botticino; trani (estremamente diffusa, economico, semplicità estrattiva); pietra d'Istria (es. Case alle Zattere, *Ignazio Gardella*, Venezia; *Carlo Scarpa*)

**ROCCE DI DEPOSITO CHIMICO** – travertino (massa vacuolare, con dei vuoti; molto utilizzato in Italia. Il Colosseo, in laterizio, era rivestito in travertino); alabastro (storicamente utilizzato anche per la realizzazione di superfici traslucide se tagliato in lastre molto sottili, dall'interno sembra vetro, dall'esterno pietra; es. Chiesa di Santo Stefano, Orvieto; Abbazia di Casamari); gesso; pietra sponga (*Mario Ridolfi* l'ha utilizzata per la realizzazione di piccole abitazioni, con spesso integrazioni di mattoni in laterizio, es. Casa Lina, Terni)

**ROCCE METAMORFICHE:** formate dalla trasformazione per effetto di fenomeni termici, chimici, meccaniche di rocce sedimentarie o eruttive. 16% superficie terrestre, 4% volume litosfera. **MARMI SACCAROIDI** (marmo di carrara, es. Grand Arche de la Défense, Parigi); **ARDESIE** (ci si realizzano le lavagne, ma utilizzata anche in edilizia per pavimentazioni o manti di copertura in alternativa a tegole o coppi di laterizio); **GNEISS**

## CLASSIFICAZIONE COMMERCIALE

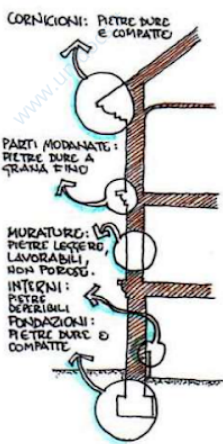
- MARMO – “roccia cristallina compatta e lucidabile composta da minerali di durezza Mohs compresa tra 3 e 4”
- GRANITO – “roccia a struttura cristallina ben visibile con superficie compatta e lucidabile su cui spiccano minerali policromi di durezza Mohs compresa tra 6 e 7”
- PIETRA – “roccia di composizione mineralogica svariatissima, generalmente non lucidabile”
- TRAVERTINO – “roccia calcarea di origine chimica e di colore bianco/giallastro tendente a volte al bruno con alcune varietà lucidabili; di consistenza tenera ha un’inconfondibile struttura vacuolare”

## CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E NOMENCLATURA

LASTRA – faccia (parte a vista), costa e larghezza

BLOCCO – paramento (parte a vista), spessore, spigolo, lunghezza, angolo

## PRINCIPALI PRESTAZIONI



L'impiego dei materiali dipende dalle prestazioni, le quali derivano dal tipo di pietra, a seconda dei processi evolutivi. Un materiale a grana fine può essere lavorato più dettagliatamente.

1) ATTITUDINE AD ESSERE LAVORATE: DUREZZA (attitudine a resistere ad azioni meccaniche di scalfitura, incisione, abrasione e usura, taglio e segabilità). Dipende dalla scala di Mohs, che ha distinto i materiali in categorie, in base a un metodo comparativo di scalfitura reciproca: teneri (scalfiti dall'unghia; talco e gesso); semiduri (scalfiti da una punta d'acciaio; calcite, fluorite, apatite); duri (non vengono scalfiti da una punta d'acciaio; ortoclasio, quarzo, topazio, corindone, diamante). Non è una classificazione con scatti regolari, per questa è stata realizzata una scala più estesa che comprende più materiali che hanno scatti di durezza minori.

Si può anche descrivere la durezza del materiale a partire dalla lavorabilità, dividendo i materiali in base alla segabilità: pietre tenere (segabili con seghe dentate); semidure (segabili con lame lisce e sabbie silicee); dure (segabili con lame lisce e sabbie quarzose o smeriglio); durissime (segabili con carborundum o polveri diamantifere industriali).

DIVISIBILITÀ (attitudine ad essere divisa secondo piani di giaciture del banco di provenienza)

ANISOTROPIA ( $\neq$  i materiali isotropi sono quei materiali che reagiscono allo stesso modo indipendentemente dalla direzione delle forze, es. acciaio; nei materiali anisotropi la resistenza è subordinata alla direzione delle forze es. legno. Occorre dunque ricomporre nell'elemento costruttivo l'assetto naturale della giacitura della roccia).

## 2) COMPORTAMENTO IN CASO DI IMPIEGO IN EDILIZIA

RESISTENZA A COMPRESSIONE – il tentativo di resistenza a trazione della pietra ha portato alla fine del XIX secolo alle prime murature armate con base di acciaio. A partire al 1970 alle pietre furono applicate le tecniche di precompressione (assemblaggio in stabilimento degli elementi lapidei mediante resine epossidiche e tondini post-tesi di acciaio).

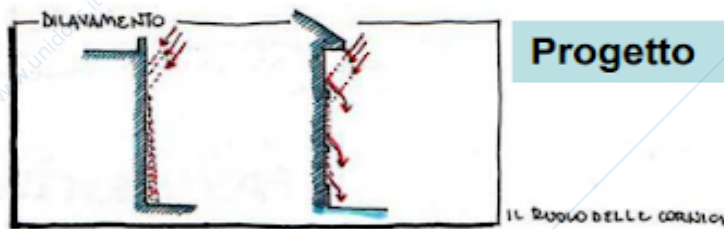
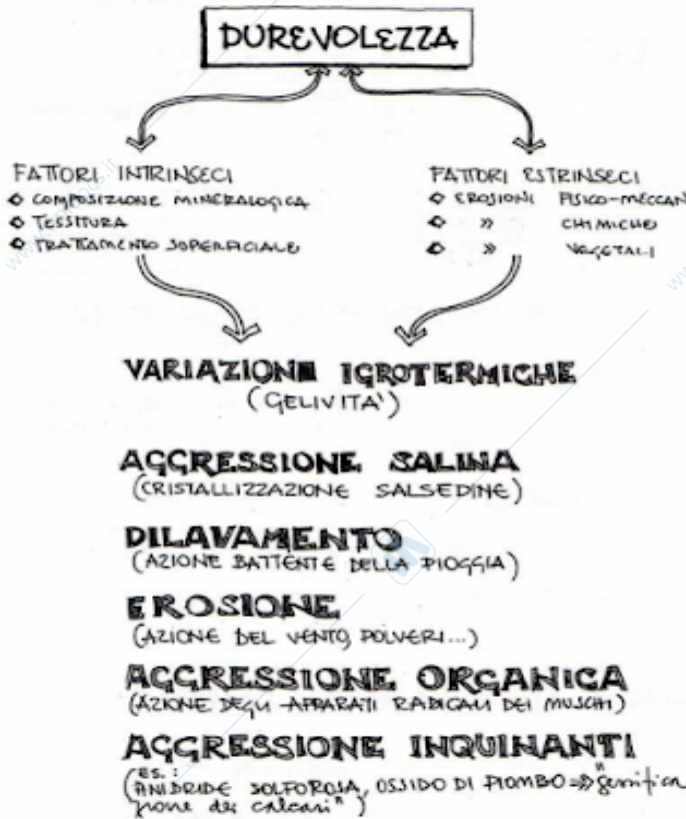
DUREVOLEZZA (attitudine delle pietre in opera a durare nel tempo). Deriva sia da fattori intrinseci\* (composizione mineralogica) sia da fattori estrinseci (azioni chimiche e fisico-meccaniche degli agenti atmosferici). \*Gelività – se un materiale lapideo è poroso può assorbire dell'acqua (imbibizione), e se la temperatura va sotto lo 0 può gelare; il passaggio da stato liquido a solido si accompagna ad un aumento di volume, che può essere causa di rotture da gelo, e il materiale si disgrega.

Coefficiente di imbibizione =  $k_v = \frac{G_m - G}{G}$      $G_m$  = peso del provino saturo d'acqua     $G$  = peso provino asciutto

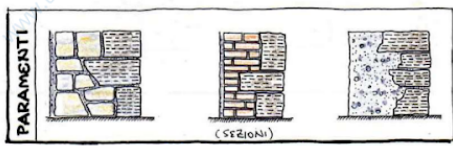
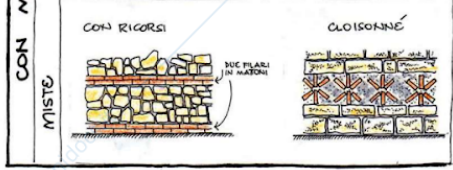
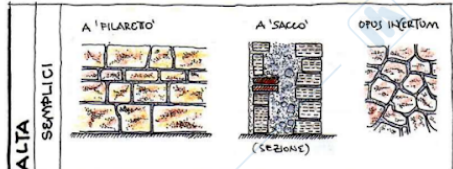
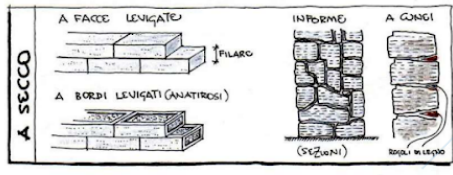
**ADERENZA CON LE MALTE** (azione mutua che si esercita tra materiali di natura diversa per effetto delle loro forze molecolari, quando questi siano posti a contatto in opportune condizioni). Fattori che condizionano l'aderenza: fisici e chimici

**RESISTENZA ALL'USURA** (resistenza opposta dal materiale al consumo delle parti superficiali). Si tratta di un requisito particolarmente importante per le pavimentazioni.

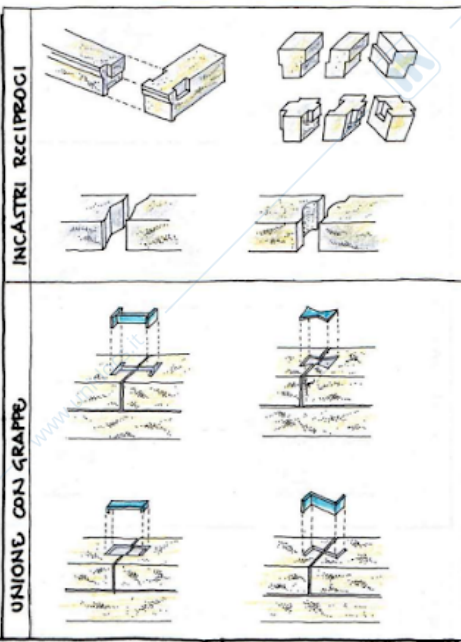
## PATOLOGIE



# TIPOLOGIE DI MURATURA



## SISTEMI DI CONNESSIONE 'A SECCO'



L'assemblaggio a secco è reversibile, si può smontare

## TECNICHE DI POSA IN OPERA: RIVESTIMENTI LAPIDEI

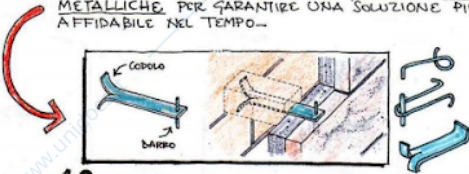
### 1. TECNICHE DI POSA 'UMIDE' → CONTINUITÀ TRA SUPPORTO E RIVESTIMENTO

#### 1.1 IMBOTTITURA COMPLETA DI MALTA



- LE DIVERSE VARIAZIONI DIMENSIONALI DI ORIGINE TERMICA CHE INTERESSANO LE LASTRE ED IL SUPPORTO POSSONO DETERMINARE IL DISTACCO DEL RIVESTIMENTO
- IN CASO DI GIUNTI NON SIGILLATI LE INFILTRAZIONI D'ACQUA POSSONO CREARE PROBLEMI DI DIVERSA NATURA TRA CUI:
  - DETERIORAMENTO SUPERFICIALE LASTRA
  - LESIONI E BOTTEURA DELLA LASTRA A CAUSA DELL'AZIONE DEL FELO
- POSSIBILI REAZIONI CHIMICHE TRA I COMPONENTI DELLE MALTE E QUELLI DELLE LASTRE POSSONO PROVOCARE L'INSORSERE DI MACCHIE (ES.: I MARMI VENGONO DANNEGGIATI DAGLI ALCALI CONTENUTI NEI CEMENTI PORTLAND).

L'IMBOTTITURA DI MALTA PUÒ ESSERE INTEGRATA DA ZANCHE METALLICHE PER GARANTIRE UNA SOLUZIONE PIÙ AFFIDABILE NEL TEMPO.



#### 1.2 INCOLLAGGIO A MASTICE o COLLANTE



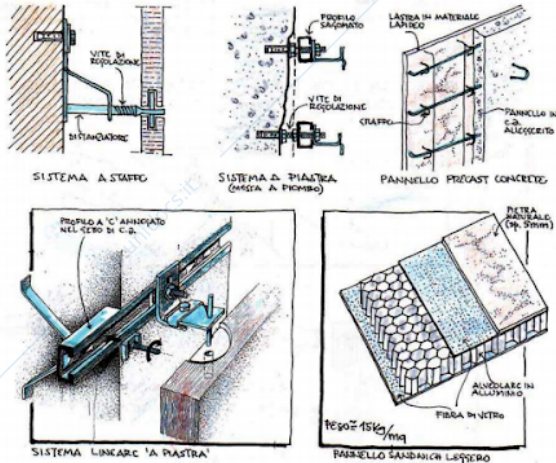
- LO SPESORE DELLA COLLA È COLT'ESISTO DA IMPEDIRE LE CORREZIONI DI EVENTUALI IRREGOLARITÀ DEL SUPPORTO.
- RAPIDITÀ DI COSTRUZIONE
- POSSIBILITÀ DI MURARE LASTRE DI PICCOLO SPESORE (10-15mm)
  - LA FACILITÀ DI MESSA IN OPERA
- ELIMINAZIONE DI DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO
- ASSORBIMENTO DEFORMAZIONI (ELASTICITÀ ADESIVO)

### 2. TECNICHE DI POSA 'A SECCO' → DISCONTINUITÀ TRA SUPPORTO E RIVESTIMENTO

- CONSENTONO LE NECESSARIE TOLLERANZE DI
- LAVORAZIONE
  - POSA
  - DILATAZIONE

GLI ANCORAGGI SVOLGONO LA FUNZIONE DI **INTERFACCE REGOLABILI** TRA IL LAVORO DEL MURATORE E QUELLO DEL MARMISTA

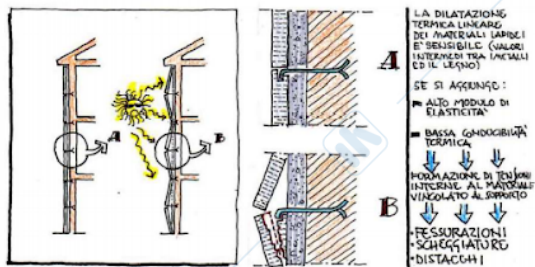
- SISTEMI**
- 2.1 PUNTIFORMI**
    - TASSELLI AD FIRMAZIONE
    - ANGORANTI CHIMICI
    - STAPPE E ZANCHE
  - 2.2 LINEARI**
    - A PIASTRA
    - A SPINOTI
    - CONTINUI
  - 2.3 PANNELLI**
    - PRECAST METAL FRAME
    - PRECAST CONCRETO
    - CON LASTRE SOTTILI



Oggi vengono molto utilizzate le colle, ma avendo strati molto sottili non riescono a compensare eventuali errori del supporto (in alcuni punti ve ne sarà troppa in altri troppo poca). Inoltre oggi si preferisce usare la posa a secco, con sistema baraccato (su un supporto in muratura si fa una rasatura di intonaco, vengono poi fissati i montanti verticali e i traversi a cui si agganciano le lastre di pietra). Si può dunque realizzare uno strato di isolamento termico e uno strato di ventilazione. La struttura che regge la lastra è una sorta di interfaccia tra questa e la muratura, e se quest'ultima dovesse essere irregolare, l'errore non sarà visibile.

## IL PROBLEMA DELLA TOLLERANZA DI DILATAZIONE

IN CASO DI PESCA 'UMIDA' DI LASTRE DI RIVESTIMENTO -



LE LASTRE DI RIVESTIMENTO DIRETTAMENTE ESPOSTE ALLA VARIABILITÀ DELLE TEMPERATURE ESTERNE SONO SOSPETTE A VARIAZIONI DIMENSIONALI PIÙ ACCENTUATE RISPETTO ALLA STRUTTURA DI SUPPORTO ANCHE PERCHÉ ESSE SOTTO SOTTILI HANNO UN ELEVATO ACCUMULO TERMICO -

SE IL RIVESTIMENTO È DI COLORE SCURO L'ASSORBIMENTO DI CALORE È PIÙ ELEVATO.

PER ASSORBIRE LE DEFORMAZIONI OCCORRE PREVEDERE IDONEI GIUNTI TRA LE LASTRE.



PER EVITARE IL TRASFERIMENTO DELLE DEFORMAZIONI DI ASSOSTAMENTO ALLA STRUTTURA DI SUPPORTO AL RIVESTIMENTO È OPPORTUNO REALIZZARE QUESTI GIUNTI DOPO UN CONDUCA INFERNALLO DI TEMPO

\* 150 x 80 cm ed altre.

## MATERIALI ARGILLOSI CERAMICI E NON CERAMICI

Il laterizio è un materiale millenario; con l'invenzione del mattone si supera il nomadismo, è dunque un materiale cruciale nell'evoluzione dell'umanità. È inoltre un materiale che connota fortemente un territorio. Il laterizio ha come materia prima l'argilla, che cambia da zona a zona in tutto il mondo. Quella che si cava vicino Firenze è un'argilla molto pregiata, chiamata galestro, ricca di ossido di ferro, che una volta cotto conferisce il colore rosato. Questo materiale ha dimostrato nel corso del tempo di potersi evolvere e di avere una vitalità insospettata (es. entrata ospedale di Bergen op Zoom).

L'argilla pura è costituita da silice, allumina e acqua. Quando è sottoposta a cottura si possono realizzare diversi manufatti utilizzati in edilizia come tabelloni, pignatte (usate per realizzare i solai latero cementizi), mattoni refrattari (bocche dei camini e ciminiera); anche la porcellana dei sanitari deriva da un'argilla pura bianca, chiamata caolino.

L'argilla è un materiale lapideo, è un frammento di roccia, costituito dai sedimenti a grana più fini presenti sulla superficie terrestre. È costituita principalmente da silice, allumina, acqua + ferro, sodio, potassio, calcio + impurità (quarzo, opale, calcite...).

Classificazione granulometrica dei componenti dell'argilla secondo il Diagramma di Shepard, che distingue le argille sulla base di tre componenti: l'argilla in senso stretto, il silt (particelle molto piccoli presenti nelle terre), e la sabbia, e in funzione di come queste componenti sono presenti abbiamo diversi tipi di argilla.

L'argilla può dividersi in argilla grassa (se prevale la componente attiva, ovvero quella che dà plasticità al materiale; se troppo grassa può subire un eccessivo ritiro/contrazione durante la fase di cottura) e magra (se prevale la parte inerte, quella sabbiosa; se troppo magra non resiste alle alte temperature; prodotti smagranti: sabbia, polvere di carbone e chamotte, polvere di argilla cotta). In antichità come smagrante si usava la paglia; tutti i prodotti vegetali hanno una buona resistenza a trazione, e integrando la paglia nell'argilla si riusciva anche a migliorare la resistenza a trazione del prodotto cotto.

Una proprietà essenziale dell'argilla è quella della PLASTICITÀ, ovvero la capacità di acquistare mediante l'aggiunta d'acqua una lavorabilità tale che l'impasto possa assumere la forma desiderata in maniera stabile. Resta stabile entro certi limiti, in quanto se immergiamo in acqua un prodotto argilloso questo finisce per sfarinarsi; per garantire la stabilità del prodotto argilloso a persistente contatto con l'acqua allora abbiamo

bisogno della cottura.

Stato liquido (ogni particella è indipendente dalle altre) – stato plastico (le particelle hanno in comune la pellicola viscosa) – stato solido (le particelle hanno punti di contatto).

Grazie all'argilla otteniamo due categorie di prodotti:

- Prodotti non ceramici: prodotti argillosi cotti al sole; adobe, argilla inserita in stampi e poi cotta al sole; pisè, argilla posta in casseforme e poi cotta. Questi prodotti sono utilizzati nelle zone con clima arido, ma storicamente era utilizzato anche in altre zone, come Italia o Francia.
- Prodotti ceramici: argilla formata (in stampi, per estrusione, per pressatura) – essiccata – cotta in fornace (a delle temperature non inferiori a 600/700°C)

## SCHEMA DEL CICLO PRODUTTIVO DEI PRODOTTI CERAMICI

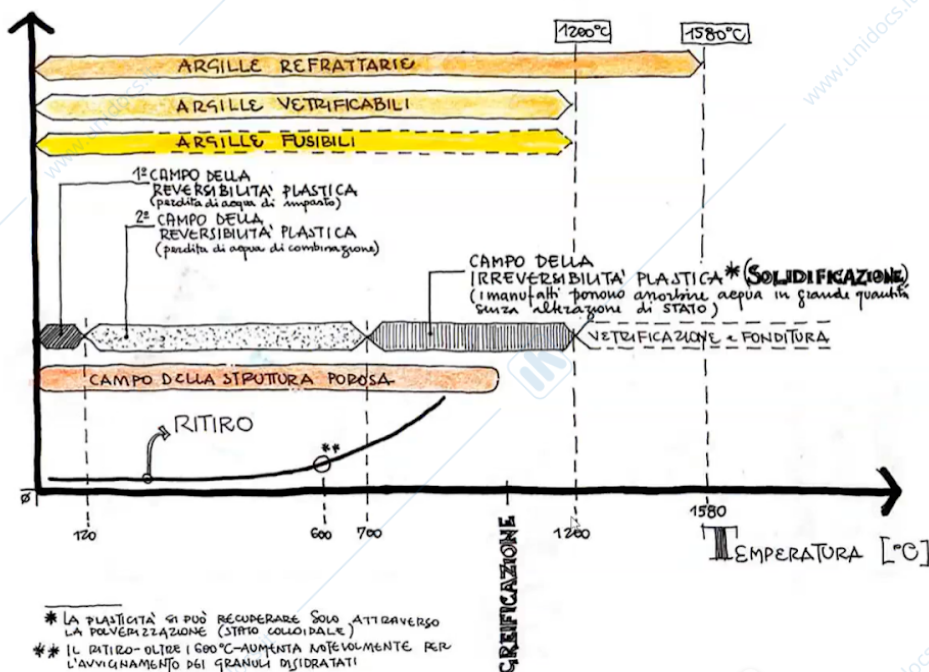
Materia prima: argilla – cavata, portata nei laterifici dove vengono prima eliminate tutte le impurità, viene fatta la riduzione granulometrica, poi si miscela, e infine viene regolato il contenuto d'acqua.

Successivamente viene formata; la formatura può avvenire per estrusione (argilla spinta verso una forma, la filiera), a stampo (a mano, in stampi di legno o metallo), per pressatura (utilizzata ad esempio per i sanitari), o a pasta molle (tipo di formatura industriale che riproduce la formatura a stampo). Dopo la formatura si passa all'essiccamento, durante questa fase i prodotti vengono messi all'interno di celle dove viene tolta l'acqua in eccesso. Infine la cottura, che porta al prodotto ceramico.

In questa lavorazione ritroviamo i 4 elementi primigeni di Empedocle (terra, acqua, aria, fuoco), e potremmo quasi dire che il prodotto ceramico è una quinta essenza, una sintesi dei quattro elementi.

Durante la cottura le sostanze più facilmente fusibili danno vita ad una massa vetrosa che riveste i granuli delle sostanze non fusibili così, a cottura avvenuta, la struttura del materiale risulta costituita da una o più fasi cristalline e da una fase vetrosa. La fase vetrosa conferisce insieme a resistenza meccanica e impermeabilità anche, purtroppo, fragilità; mentre le fasi cristalline conferiscono minore dilatabilità, refrattarietà e durezza.

## IL RUOLO DELLA COTTURA (SCHEMA INDICATIVO)



La cottura, ovvero il tempo e la temperatura di cottura, determinano il colore del prodotto (più cuoce, più è scuro), influenzato anche dalla percentuale di ossigeno (meno ossigeno c'è, più il prodotto sarà scuro, e si parla di atmosfera riducente) e dalla composizione chimica dell'argilla. L'unico prodotto cromoforo, ovvero che dà direttamente il colore per il fatto di esserci, è l'ossido di ferro, che rende il prodotto di un colore rosso. Gli altri ossidi (come calcio,

magnesio, calcio...) non sono cromofori, ma danno il colore combinandosi tra di loro e insieme all'ossido di ferro. Mattoni: albasì (poco cotti, molto porosi); mezzani (cottura ottimale); ferrioli (troppo cotti,

parzialmente vetrificati, scarsa aderenza con le malte, e più fragili).

Oggi possiamo estendere la gamma cromatica, con l'aggiunta di alcuni additivi (es. biossido di manganese – si ottiene il “marrone”; con l'uso del biossido di titanio otteniamo invece colori più chiari).

### CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI CERAMICI IN BASE ALLA POROSITÀ

- A pasta porosa: ordinaria (terracotta/laterizi; refrattari); fine (terraglie; faenze/maioliche...)
- A pasta compatta: ordinaria (klinker; grès – rosso, bianco, porcellanato); fine (porcellana; vitrus china). La compattezza dipende da durata/temperatura di cottura, composizione impasto (additivi), metodo di impasto (molle o pressato). Inoltre impartisce impermeabilità, resistenza all'usura, resistenza meccanica e fragilità.

### IL LATERIZIO

Deriva dall'argilla; ha un'eccellente resistenza a compressione e una trascurabile resistenza a trazione.

**MATTONI** – con la scoperta del mattone (tra il IV e il III millennio a.C.) la civiltà diventa sedentaria.

Sistema isodomo: ogni elemento che costituisce il sistema può cambiare posizione senza creare problemi al sistema steso; il mattone è un elemento seriale. È un materiale povero, economico, ma se usato bene porta a vita delle strutture importanti (es. *Eladio Dieste* e *Alfonso Ramirez Ponce*). *Louis I. Kahn*, Indian Institutr of Management Ahmedabad: il mattone non deve essere considerato una seconda scelta “se lavorate col mattone, non usatelo come scelta di seconda mano, o perché costa poco. No, dovete innalzarlo in tutta la sua gloria, e questa è l'unica interpretazione che merita”.

LATERIZI PER MURATURE:

- PIENI (mattoni pieni)
- FORATI (mattoni; blocchi)
- FORATI CELLULARI (blocchi)

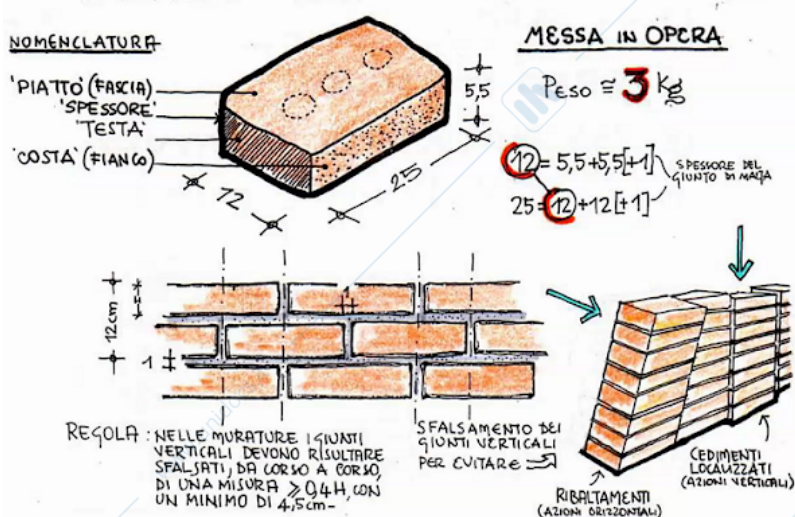
LATERIZI PER STRUTTURE ORIZZONTALI: FORATI (tavelle; tavelloni; pignatte)

LATERIZI PER COPERTURE: PIENI (tegole piane, embrici; tegole curve, coppi; tegole marsigliesi...)

MATTONI ( $D = 1600-1800 \text{ Kg/m}^3$ )

IMPIEGHI PREVALENTI: murature portanti, pareti di tamponamento; partizioni interne; finitura di facciate (mattone ‘faccia a vista’). *Alvaar Alto*, Casa sperimentale a Muuratsalo, Saynatsalo

### IL MATTONI ORDINARIO 'UNIFICATO' (UNI 5628/65)





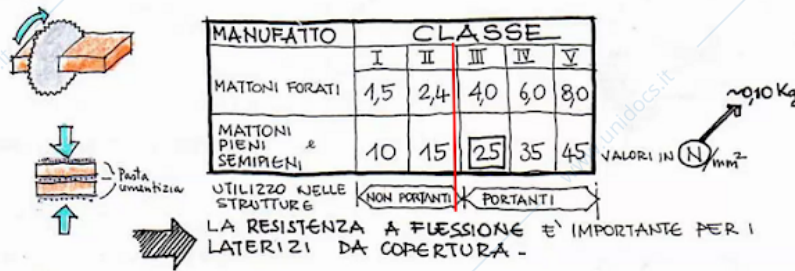
## MATERIALI IN COTTO PER PAVIMENTAZIONI

Per le pavimentazioni interne si usano le PIANELLE (come elemento composto da due pianelle, che vengono divise, realizzate tramite estrusione; come pianella singola di basso spessore), per quelle esterne MATTONI o LISTELLI (solitamente a spina di pesce, es. *Raul Benghi*, Pavimentazione della Piazza a Rocca San Casciano). *Mario Botta*, Cantina Petra a Suvereto (LI)

Il cotto è un materiale ceramico a pasta porosa, è quindi facilmente macchiabile; sono state quindi realizzate delle pianelle pre-trattate, con un film superficiale che facilita la pulizia.  
Pavimentazioni drenanti: hanno l'obiettivo di assorbire l'acqua piovana.

## PRINCIPALI CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

1. RESISTENZA MECCANICA – è significativa la resistenza a compressione. Le norme UNI (5633/65) prevedono 5 classi di resistenza



2. FRAGILITÀ, RESISTENZA USURA – riguardano principalmente i materiali impiegati nelle pavimentazioni. La fragilità si misura mediante la caduta di una sfera (in ghisa per tegole, e in acciaio per i laterizi di pavimentazione) dal peso di 1Kg da un'altezza progressivamente crescente. La resistenza all'usura si misura per abrasione (durevolezza, compattezza; trattamenti superficiali).
3. IMBIBIZIONE, ASSORBIMENTO – l'imbibizione è la caratteristica di un materiale immerso in un liquido a lasciarsi penetrare dal liquido e a trattenere lo stesso ad immersione interrotta. Si misura dal rapporto percentuale tra il peso del liquido trattenuto e il peso del provino. L'assorbimento è la proprietà di un materiale a lasciarsi penetrare per capillarità. Un materiale con spiccate doti di assorbimento è detto IGROSCOPICO. I materiali a pasta porosa (e cotti a temperature fino a 100°) hanno un elevato potere di imbibizione e un altrettanto elevato potere igroscopico. I provini sono sottoposti a 50 cicli di gelività; se non si producono distacchi o incrinature il materiale si dichiara non gelivo.
4. ANTISDRUCCIOLEVOLEZZA – riguarda i materiali impiegati nelle pavimentazioni. Rappresenta l'attitudine a limitare le cadute per scivolamento. D.M.LL.PP 236/'89 coefficiente d'attrito in condizione asciutte e bagnate >0,40 (trattamenti superficiali, pulibilità, porosità).
5. ADERENZA ALLE MALTE – buona per i materiali porosi. Per migliorarla nei materiali a pasta compatta si interviene sulla conformazione della superficie di contatto
6. IMPERMEABILITÀ – capacità a non lasciarsi attraversare dall'acqua; riguarda prevalentemente i laterizi usati nelle coperture e nelle pavimentazioni esterne.

Materiale	$\rho$ Massa volumica* [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ Coefficiente conducibilità termica* [W/m·K]
Laterizi Ordinari	1.600-1800	0,64-0,81
Laterizi Alleggeriti	600-800	0,30-0,41
Acciaio	7.850	39
Granito	2.700	3,18-4,10
Vetro	2.500	1,00
Calcestruzzo	2.400	1,66
Legno di abete	600	0,13
Sughero	200	0,052
Poliuretano espanso	20-40	0,024-0,032

\* Valori Indicativi

## 7. COIBENZA

TERMO-ACUSTICA – proprietà di offrire una notevole resistenza al passaggio di due forme di energia: calore e suono. È l'opposto della conduttività. È molto importante nei materiali usati nelle partizioni (verticali e orizzontali), e nelle chiusure.

8. **PULIBILITÀ** – sulle murature a faccia vista realizzate con malte a base di cemento possono formarsi delle macchie biancastre (efflorescenze), questi perché gli alcali del cemento della malta si mischiano con i solfati provenienti dal laterizio. Devono quindi essere usate delle malte speciali (come la malta di calce). Le efflorescenze possono essere causate anche dall'acqua che risale per capillarità dal terreno ricca di sostanze minerali ed organiche. Possono anche verificarsi delle rotture da cripto efflorescenza, ciò significa che l'efflorescenza si è verificata al di sotto del trattamento superficiale dato alla pavimentazione.
9. **REISTENZA AL FUOCO** – contrariamente alle pietre calcaree che intorno agli 800°C possono calcinarsi, i laterizi hanno una buona resistenza al fuoco. Un caso limite è dato dai mattoni refrattari che possono resistere senza fondere né rammollirsi fino a 1500° (usati infatti per caminetti, ciminiera, canne fumarie...). Diverso è invece il comportamento al fuoco dei mattoni forati perché a causa delle forti differenze di temperature tra i vari strati si possono formare delle tensioni che determinano la rottura. Per i progettisti quello che conta è la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi che delimitano gli spazi più che la resistenza al fuoco dei materiali costituenti. È legata a tre fattori: **STABILITÀ** (R, resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco); **TENUTA** (E, resistenza al passaggio della fiamma); **ISOLAMENTO** (I, resistenza alla trasmissione del calore). **REI**

#### CLASSI DI REAZIONE AL FUOCO

TUTTI I PRODOTTI		PAVIMENTI	
CLASSE	AGGIUNTIVA	CLASSE	AGGIUNTIVA
<b>A1</b>	-	<b>A1<sub>FL</sub></b>	-
<b>A2</b>	PRODUZIONE FUMO (S1,S2,S3)	<b>A2<sub>FL</sub></b>	PRODUZIONE FUMO (S1,S2,S3)
<b>B</b>	GOCCIOLAMENTO (d0, d1,d2)	<b>B<sub>FL</sub></b>	GOCCIOLAMENTO (d0, d1,d2)
<b>C</b>		<b>C<sub>FL</sub></b>	
<b>D</b>		<b>D<sub>FL</sub></b>	
<b>E</b>	GOCCIOLAMENTO (d0, d1,d2)	<b>E<sub>FL</sub></b>	GOCCIOLAMENTO (d0, d1,d2)
<b>F</b>	<b>NPD</b>	<b>F<sub>FL</sub></b>	<b>NPD</b>

DM 10.3.2005/DECISIONE 2006/751/CE

Il laterizio, in virtù della stessa natura della materia prima e dal fatto di 'nascere' dal fuoco, è un materiale incombustibile (a differenza di altri materiali da pavimentazione quali il legno, le moquette o i vinilici, non alimenta la combustione una volta attaccato dalla fiamma); è inalterabile all'azione delle alte temperature che possono svilupparsi in caso d'incendio e, quando esposto al fuoco, non emette fumi o gas tossici, causa primaria di morte in caso di incendio. Prove sperimentali hanno addirittura dimostrato un'efficace azione di protezione esercitata dalle pavimentazioni ceramiche alle strutture cui sono applicate.