



*«... insita nella vera natura di ogni buon edificio, cioè di quel genere di costruzione chiamata Architettura, è la natura dei materiali impiegati nella costruzione. Un edificio in pietra non sarà più, né sembrerà un edificio in acciaio. Un edificio rivestito di cotto non somiglierà più, né dovrà somigliare, a un edificio di pietra. Una casa in legno sembrerà esclusivamente quello che è, poiché glorificherà il materiale di cui è composta ...»*

*(F. L. Wright)*

# I MATERIALI LOCALI NELLA TRADIZIONE COSTRUTTIVA DELL'ITALIA MERIDIONALE

**Relatore**

**Prof. Ing. DOMENICO  
CAPUTO**

**Candidato**

**DE SIMONE CRESCENZO  
N41/1956**

**Anno Accademico 2017/2018**

# MATERIALI DELLA TRADIZIONE COSTRUTTIVA LOCALE

## Prima Parte

- AMBITO DI RICERCA
- SCOPO DELLA TESI

## Seconda Parte

- CENSIMENTI DEI MATERIALI LOCALI
- TECNICHE COSTRUTTIVE TRADIZIONALI

## Terza Parte

- SOSTENIBILITÀ E BIOEDILIZIA
- SVILUPPO TECNOLOGICO
- CONCLUSIONI



# MATERIALI DELLA TRADIZIONE COSTRUTTIVA LOCALE

**L'ambito di ricerca**

**«CITTAM»**

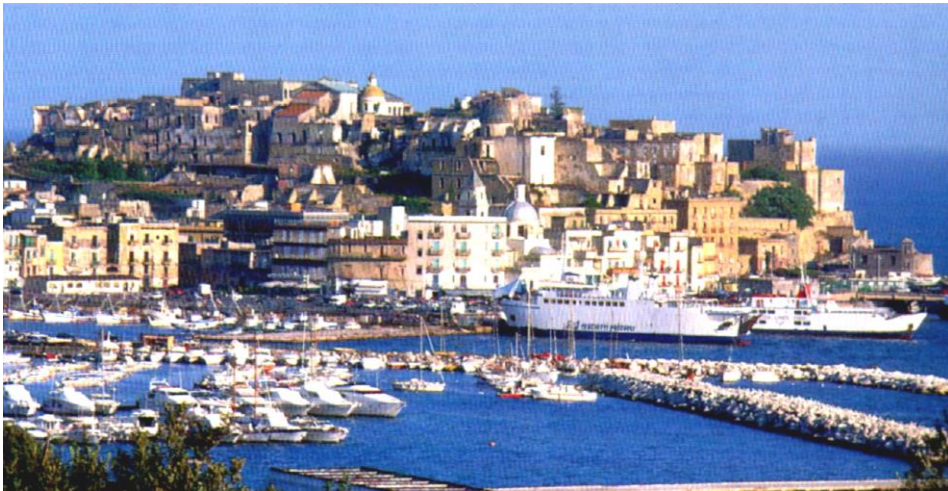
Centro di ricerca  
Interdipartimentale per lo studio  
delle Tecniche Tradizionali  
dell'Area Mediterranea

Nell'ambito del CITTAM è stata avviata una ricerca sui materiali da costruzione e sulle tecniche costruttive appartenenti alle diverse tradizioni dei paesi dell'area mediterranea. L'obiettivo di tale ricerca si configura perciò nelle indagini e nelle azioni idonee a scoprire e diffondere quanto più possibile quelle radici comuni, che si possono osservare nel patrimonio costruito esistente e percepire nei comportamenti abitativi delle popolazioni locali.

# MATERIALI DELLA TRADIZIONE COSTRUTTIVA LOCALE

L'ambito di ricerca

«CITTAM»



SCOPO DELLA TESI

CENSIMENTI DEI MATERIALI DALLA  
TRADIZIONE COSTRUTTIVA  
DELL'ITALIA MERIDIONALE

CAMPANIA

PUGLIA

SARDEGNA

# MATERIALI DELLA TRADIZIONE COSTRUTTIVA LOCALE

L'ambito di ricerca  
«CITTAM»

Esempio di  
scheda-tipo

I risultati sono stati catalogati proponendo una serie di **schede-tipo** per i materiali delle tre Regioni studio.

Per alcune di queste è presente un'ulteriore sezione: «**Innovazioni tecnologiche**»

## 1.1.1 Calcarenite di Gravina

### DESCRIZIONE

La Calcarenite di Gravina è una formazione calcarenitica, dunque di natura calcarea, affiorante nelle Murge con uno spessore di circa 20 metri ed è una delle unità costituenti il gruppo dei "Calcari e Calcareniti delle Murge e del Salento". È composta da biocalcarenite bianco-giallognola a grana da fine a media, sedimentata in ambiente marino. L'area di estrazione riguarda il bacino estrattivo di Trani-Bisceglie-Ruvo-Fasano. All'interno di questa formazione si distinguono una serie di varietà, indicate anche con nomi dialettali o impropri: "Carparo", "Cozzoso", "Scorzo", "Mollica", "Zuppigno", "Stagno", "Chiumned", "Chiumegnu", "Renoso", "Renosella".



Fig. 1 Cattedrale di Oria (Brindisi)

### CARATTERISTICHE FISICHE E MECCANICHE, DATI TECNICI

La Calcarenite di Gravina comprende tutte le varietà che presentano le seguenti proprietà fisico-meccaniche (Cherubini, Reina, & Bruno, 2007):

- Resistenza a compressione monoassiale compresa tra 2 e 9 MPa
- Resistenza a trazione compresa tra 0,17 e 0,76 MPa
- Peso medio dell'unità di volume del solido pari a 27,0 kN/m<sup>3</sup>
- Peso medio dell'unità di volume del secco pari a 16,0 kN/m<sup>3</sup>
- Porosità compresa tra l'11% e il 49%
- Coefficiente di imbibizione compreso tra il 15% e il 37%

### IMPIEGHI

La Calcarenite di Gravina è tagliata in blocchetti utilizzati per l'edilizia, mentre la parte con caratteristiche fisico-meccaniche scadenti viene trasformata in "Tufina" e utilizzata come inerte. Largo impiego è stato fatto nell'edilizia Ottocentesca dei borghi delle città, realizzando in parte o completamente i centri storici del territorio pugliese, come testimoniano le architetture monumentali, sacre e militari. Un esempio è la Cattedrale di Oria in provincia di Brindisi, in cui la facciata è stata realizzata in "Carparo" locale, una delle varietà della Calcarenite di Gravina.

# MATERIALI DELLA TRADIZIONE COSTRUTTIVA LOCALE

## NATURALI

(UNI 8458)

**PIETRA**

**MARMO**

**GRANITO**

**TRAVERTINO**

## ARTIFICIALI

**LATERIZI**

**PIASTRELLE CERAMICHE**

**COCCIOPESTO**

**TERRA CRUDA**

**MALTE**

**(legante: Calce o Terra)**

Tipo di pietra	Varietà	Provenienza	Categoria
<b>TUFO</b>	<b>Tufo Giallo Napoletano</b>	Campi Flegrei	Piroclastite
	<b>Tufo Grigio (Ignimbrite Campana)</b>	Campi Flegrei, Roccamonfina, Penisola Sorrentina	
	<b>Tufo Brunastro</b>	Somma-Vesuvio	
	<b>Tufo Verde</b>	Ischia	
	<b>Tufo Bianco</b>	Avellino	
<b>POZZOLANA</b>		Campi Flegrei, Penisola Sorrentina	Piroclastite
<b>PIPERNO</b>		Campi Flegrei	Piroclastite
<b>POMICE TRACHITICA</b>		Campi Flegrei, Ischia	Piroclastite
<b>LAPILLI</b>	<b>Arena di fuoco, Arena di lava</b>	Somma-Vesuvio	Piroclastite
<b>TEFRITE LEUCITICA</b>		Somma-Vesuvio, Roccamonfina	Lava
<b>TRACHITE</b>	<b>Del Monte Olibano</b>	Campi Flegrei	Lava
	<b>Di Zaro</b>	Ischia	
<b>PIETRARSA</b>	<b>Ferrugine</b>	Campi Flegrei, Somma-Vesuvio	Lava

Tipo di pietra	Varietà	Provenienza
ARENARIA	Pietra di Massa	Massa Lubrense (NA)
CALCARE		Penisola Sorrentina
TRAVERTINO	di Paestum di Faiano di Sarno di Contursi della Valle del Tanagro	Salerno
MARMI	di Bellona di Mondragone di Dragoni di Caiazzo	Caserta
	Corallina Pietra di Montevergine Alabastro Cotognino	Avellino
	di Vitulano	Benevento

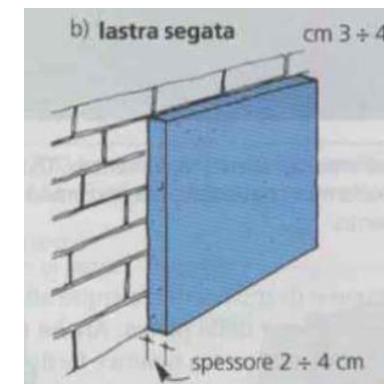
## Piroclastiti

## Lave flegree e vesuviane

## Marmi e Travertini

	R <sub>c</sub> (MPa)	Densità (Kg/m <sup>3</sup> )	Porosità (%)
Tufo Giallo	0,7 – 12	1000 – 1400	40 – 63
Ignimbrite Campana	1 – 8	2200 – 2600	50 – 58
Piperno	15 – 60	1570 – 1860	15 – 50
Trachite	81 – 196	2290 – 2500	-
Pietrarsa	60 – 180	2660 – 2780	-

	R <sub>c</sub> (MPa)	Densità (Kg/m <sup>3</sup> )	Porosità (%)
Calcari	80 – 180	2500 – 3000	< 1
Travertini	20 – 60	1500 – 2000	5 – 20
Arenaria	40 - 120	1500 – 2000	5 – 20



## Murature «a cantieri»

Muratura in tufo «a sacco»



s = 70 cm

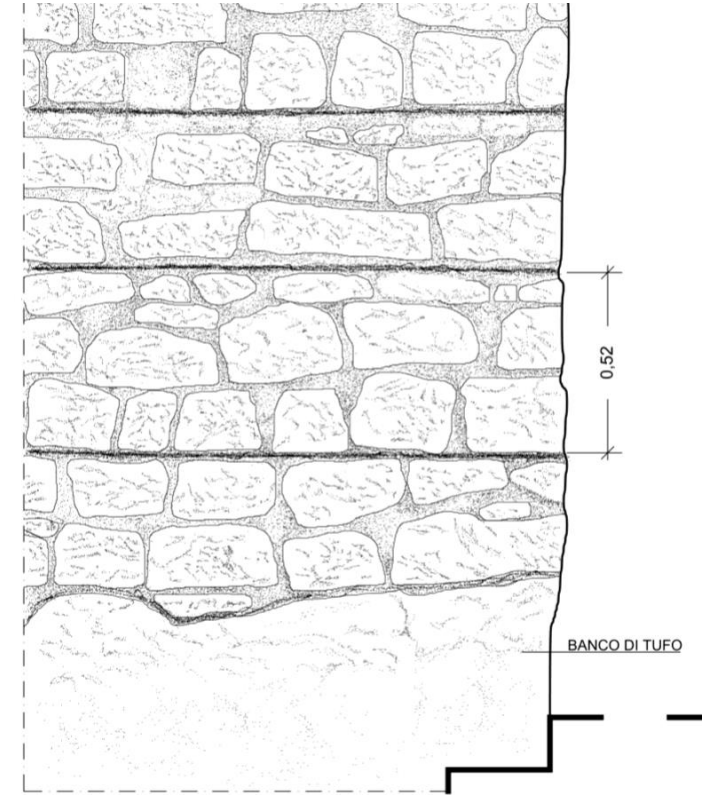


s = 100 cm



## Murature miste

Murature listate e reticolate (Napoli)



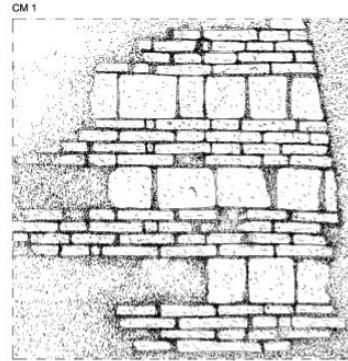
PARAMENTO ESTERNO

Castel Sant'Elmo (Napoli). Particolari degli apparecchi murari «a cantieri»

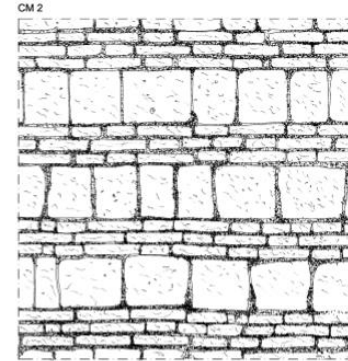


## Murature a filari orizzontali

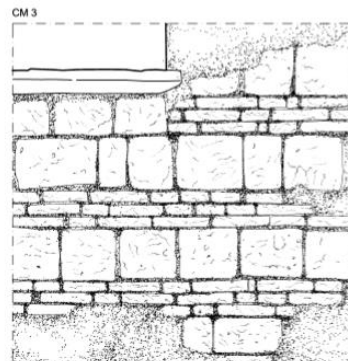
Palazzo Reale (Portici, Napoli). Cortina in bozzette di Tufo Giallo Napoletano



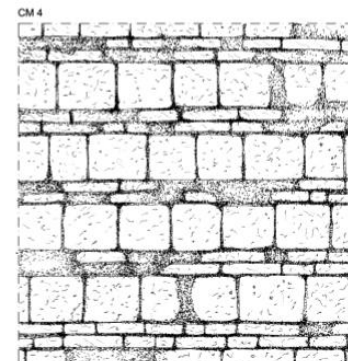
PARAMENTO ESTERNO



PARAMENTO ESTERNO



PARAMENTO ESTERNO



PARAMENTO ESTERNO

Tipo di pietra	Varietà	Provenienza
PIETRA DI APRICENA	Successione del Fiorito, Successione del Biancone, Successione del Serpeggiante	<u>Puglia settentrionale</u> Promontorio del Gargano
CALCARENITE DI GRAVINA	Carparo, Cozzoso, Scorzo, Mollica, Zuppigno, Stagno, Chiumned, Chiumegnu, Renoso, Renosella	<u>Puglia centrale</u> Altopiano delle Murge
TUFO CALCAREO	Mazzaro duro, Mazzaro gentile	
CALCARE DI ALTAMURA		
PIETRA DI TRANI	<i>Colore:</i> Biancone, Bronzetto, Livido, Gialletto, Avorio. <i>Contenuto in fossili:</i> Cioccolato, Perlato, Moschettato. <i>Presenza di Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:</i> Filetto rosso, Filrosato, Filettato. <i>Laminazione:</i> Serpeggiante, Ondagata, Silvabella.	
CALCARE DI BARI		
PIETRA LECCESE	Leccisu, Piromàfo, Cucuzzara, Dura, Bianca, Dolce, Saponara, Gagginara, Gentile, Mazzara, di Corsi	<u>Puglia meridionale</u> Salento

## Calcarenite di Gravina

$R_c$ (MPa)	2 – 9
$R_t$ (MPa)	0,17 – 0,76
Peso specifico (KN/m <sup>3</sup> )	16
Porosità (%)	11 – 49
Coeff. di imbibizione (%)	15 – 37



Cattedrale di Oria (Brindisi)

## Tufo Calcareo

$R_c$ (MPa)	22 – 32,35
$R_t$ (MPa)	-
Peso specifico (KN/m <sup>3</sup> )	21,9 – 25,2
Porosità (%)	17,2 – 21,9
Coeff. di imbibizione (%)	32,2 – 51,1



Castello di Palagiano (Taranto)

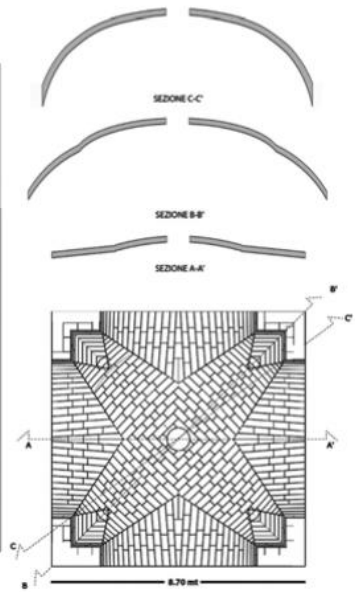
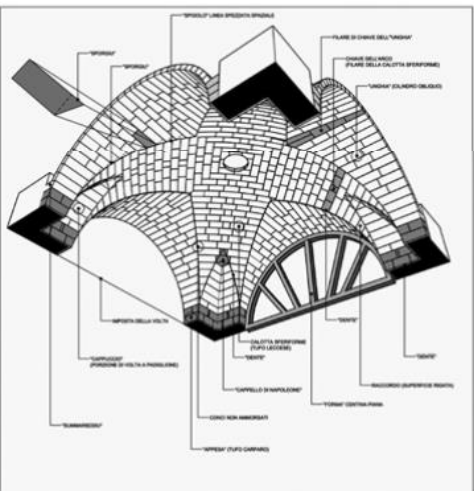
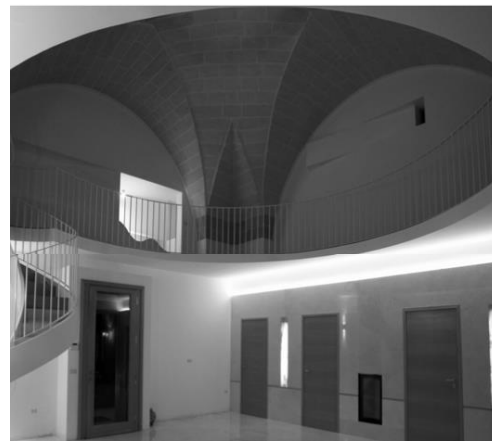
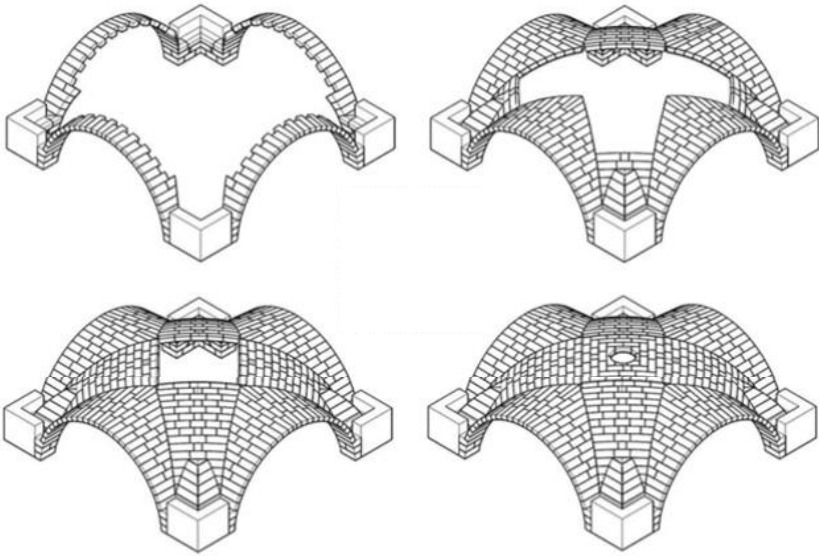
## Pietra Leccese

$R_c$ (MPa)	10 – 24
$R_t$ (MPa)	0,8 – 7
Peso specifico (KN/m <sup>3</sup> )	17,0
Porosità (%)	31 – 45
Coeff. di imbibizione (%)	12 – 21



Basilica di Santa Croce (Lecce)

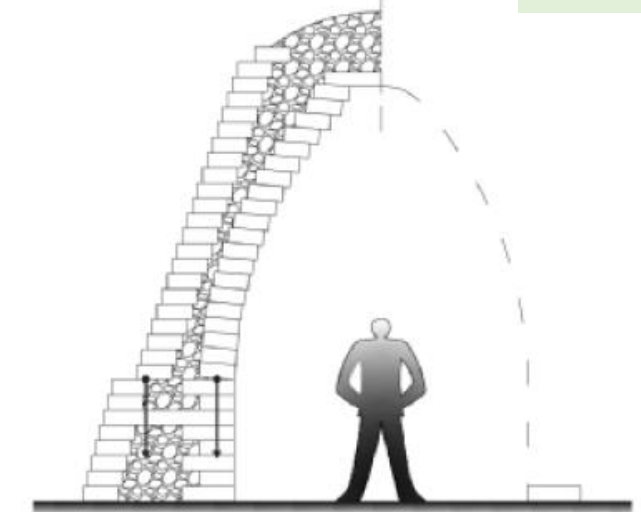
## Volta a Stella



## SISTEMA STRUTTURALE

## Trulli

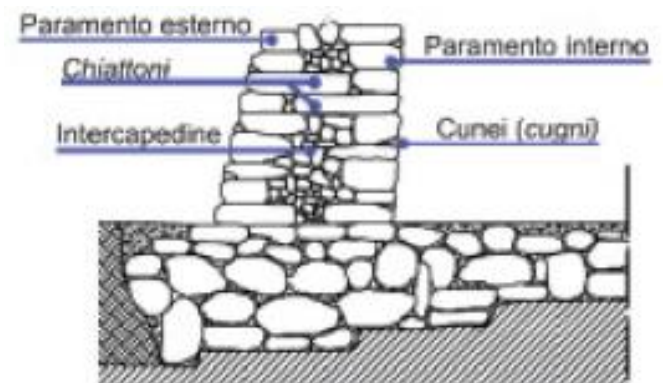
SCHEMA STATICO.



- 1 Volta ad aggetto
- 2 Muratura perimetrale
- 3 Fondazioni

Carico distribuito gravante sulla cupola (peso proprio).  
Azione sui piedritti (compressione)

Talvolta i conci sono posti in opera leggermente inclinati verso l'interno del trullo, per assicurare maggiore stabilità.



Tipo di pietra	Varietà	Provenienza	Categoria
GRANITO	Granito rosa	Arzachena, Luogosanto (SS)	Intrusiva
	Granito ghiandone	Tempio Pausania, Calangianus (SS)	
	Granito bianco sardo	Buddusò, Alà Dei Sardi (SS)	
	Granito grigio di Ovodda	Ovodda (NU)	
BASALTO		Oristano	Vulcanica
TRACHITE <i>AUCTORUM</i>	Pietra di Serrenti	Serrenti (SU)	Vulcanica
CALCARI MARNOSI	Pietra Forte, Pietra Cantone	Cagliari, Sassari	Carbonatica
MARMO DI OROSEI	Marmo Venato	Orosei (NU)	
	Marmo Nuvolato		
	Marmo Perlato		
	Marmo Fiocco di Neve		
	Bianco Oroe		
SCISTO E FILLADE	Fillade di Siniscola	Siniscola (NU)	Metamorfite

Granito, Trachite *auct*, Basalto

	$R_c$ (MPa)	Densità (Kg/m <sup>3</sup> )	Porosità (%)
Granito	60 – 250	2500 - 3000	1 – 5
Pietra di Serrenti	20 – 100	2204	10 – 40
Basalto	30 - 200	2700	15 – 30



## Pietra Forte, Pietra Cantone, Marmo di Orosei

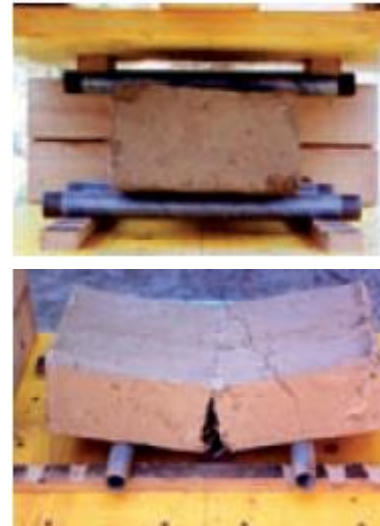
	$R_c$ (MPa)	Densità (Kg/m <sup>3</sup> )	Porosità (%)
Marmo di Orosei	106 – 191	2645	1,20 – 3,36
Calcari compatti	100 - 180	-	3 – 10
Calcari porosi	20 – 60	1900	15 – 40



Per architetture in terra cruda si intendono quegli edifici realizzati utilizzando la terra stessa del suolo, estratta al di sotto dello strato arabile, inumidita, lavorata, messa in forma e lasciata essiccare al sole, sfruttando la capacità coesiva delle parti argillose contenute al suo interno.

<b>R<sub>c</sub> (MPa)</b>	<b>2 – 4</b>
<b>Modulo E (MPa)</b>	<b>5000 – 7000</b>
<b>Porosità (%)</b>	<b>15 – 40</b>
<b>Peso specifico (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1600 – 2200</b>
<b>Conducibilità termica (W/mK)</b>	<b>0,70 – 1,40</b>

<b>Composizione</b>	<p><b>Argilla (15-18%)</b></p> <p><b>Limo (10-28%)</b></p> <p><b>Sabbia (55-75%)</b></p> <p><b>Acqua (15-30%)</b></p>
<b>Fibre vegetali</b>	<b>3 – 6 % in peso</b>
<b>Essiccamento</b>	<b>1 – 2 mesi</b>



**ADOBE**

Dall'arabo «*al-tub*»  
«*Il mattone*»

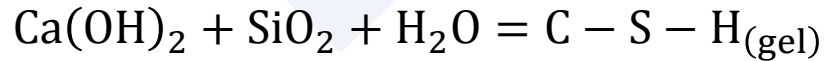
*Làdiri* (varietà di Adobe)



# MALTE TRADIZIONALI

Campania

POZZOLANA  
COCCIOPESTO



- Malta pozzolanica (UNI EN 998-2)
- Malta di cocchiopesto
- Cemento pozzolanico (UNI EN 197-1)



CALCE

Puglia

TUFINA

Sabbia calcarea ottenuta per frantumazione di blocchi di tufo e miscelata con calce e cemento

Patologie umide:

- Capacità di contrastare il fenomeno di risalita d'acqua



Sardegna

TERRA

- La Terra funziona da legante
- Aggiunta di fibre per limitare il ritiro (paglia)
- Aggiunta di calce come stabilizzante dimensionale (5-10 % in peso)
- Inserimento di scaglie di basalto tra le commessure dei mattoni.



# MURATURE IN PIETRA: «NTC 2018»

La muratura è il prodotto dell'assemblaggio "organizzato ed efficace di elementi e malta".

## RESISTENZA A COMPRESSIONE

La resistenza a compressione della muratura in pietra può essere stimata dalle proprietà della pietra e della malta.

Definita la resistenza caratteristica a compressione dell'elemento lapideo  $f_{bk}$  (su 10 campioni) come l'80% della resistenza a compressione media degli elementi testati  $f_{bm}$ , attraverso la relazione  $f_{bk} = 0,8 f_{bm}$ , la resistenza caratteristica della muratura  $f_k$  è deducibile dalla tabella 11.10.VI della Norma.

Resistenza caratteristica della pietra $f_{bk}$ (MPa)	Resistenza caratteristica della muratura $f_k$ (MPa) per tipo di malta			
	M 15	M 10	M 5	M 2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10	6,2	5,3	4,7	4,1
15	8,2	6,7	6,0	5,1
20	9,7	8,0	7,0	6,1
30	12,0	10,0	8,6	7,2
> 40	14,3	12,0	10,4	-

# MATERIALI LOCALI E BIOEDILIZIA



Dal punto di vista critico ed operativo, si possono aprire una serie di interrogativi circa la possibilità di riappropriarsi e di riutilizzare le tecniche tradizionali nel moderno cantiere dell'edilizia eco-sostenibile.

## **Direttiva 2010/31/UE “Miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici”**

*Nell'articolo 1 si legge: «la presente direttiva promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici all'interno dell'Unione, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni relative al clima degli ambienti interni e all'efficacia sotto il profilo dei costi».*

# MATERIALI LOCALI E BIOEDILIZIA

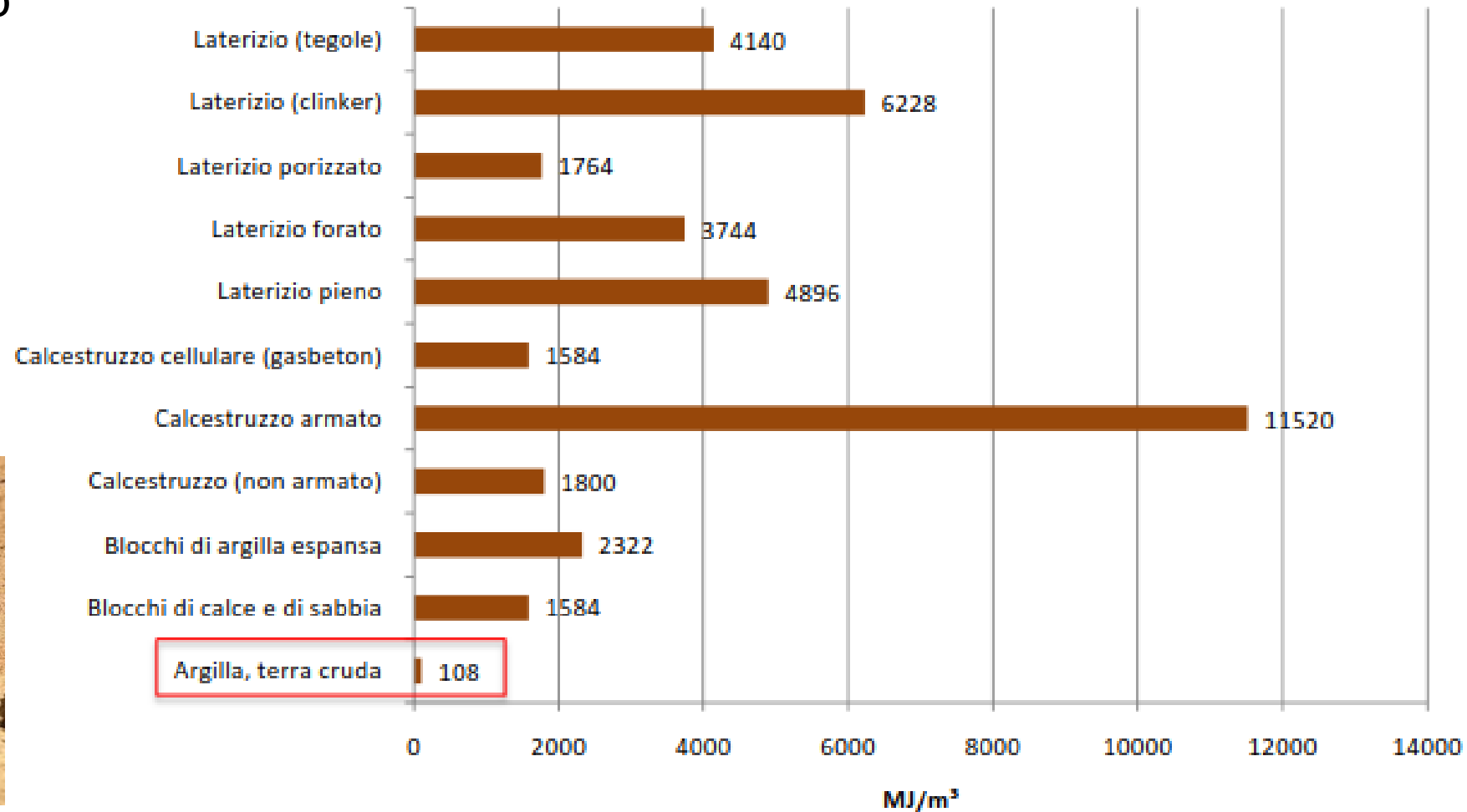
## Terra Cruda

Risparmi energetici rispetto alla filiera del laterizio:

- 53% dell'emissione di CO<sub>2</sub>
- 40% di combustibili
- 13% di energia elettrica



## Energia inglobata



# MATERIALI LOCALI E BIOEDILIZIA

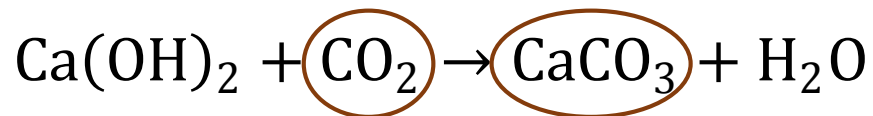
## Confronto fra legante tradizionale (calce) e legante cementizio



### Calce Aerea/Idraulica

Cottura: **950°C**

- CO<sub>2</sub> media: **785 g/Kg**
- CO<sub>2</sub> riassorbita in fase di indurimento (circa 50-60 %)



I limiti tecnologici della calce aerea possono essere superati con l'aggiunta di materiali pozzolanici

Emissioni di CO<sub>2</sub> per ogni chilogrammo di legante prodotto



### Cemento Portland

Cottura: **1450°C**

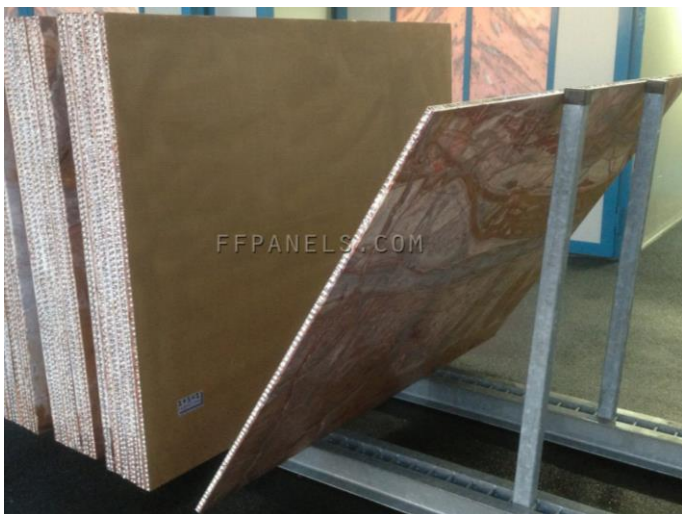
- CO<sub>2</sub> media: **1000 g/Kg**
- CO<sub>2</sub> non riassorbita
- Consumo maggiore di energia per raggiungere temperature più elevate

# SVILUPPO TECNOLOGICO

## Settore Lapideo



«Pietra di Apricena»  
Struttura ad archi  
realizzata con un  
sistema di  
precompressione a  
cavi scorrevoli



Pannelli  
«sandwich»  
multistrato e  
multimateriale

## Terra cruda



Pannello isolante  
in terra cruda,  
rinforzato con fibre  
di paglia e rete in  
fibra di vetro

## Riciclo



Mattone ottenuto da  
materiali di recupero,  
composto da  
cocciopesto (polvere  
di laterizio), calce e  
biotriturato

# CENNI AL DEGRADO ANTROPICO E CONCLUSIONI



Confronto fra il degrado biotico dovuto alla presenza di muffe causato dalla risalita capillare dell'acqua sull'intonato, e la muratura in pietra sana



Distacco dell'intonaco cementizio da una muratura in lapidei compatti



«... Questa tradizione suggerisce di inserire i volumi edilizi nel paesaggio locale, con una composizione capace di partire da temi acquisiti per tradizione, ma espressi con i mezzi delle moderne tecnologie, sviluppando il linguaggio plastico elaborato negli ultimi decenni di ricerche ed esperienze ...» (L. Cosenza)



*Grazie per l'attenzione*

