

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Università degli Studi di Napoli Federico II

Tesi di laurea triennale in
Ingegneria per l'ambiente e il territorio

**Caratteristiche meccaniche e petrofisiche del Piperno
e il suo uso nell'edilizia napoletana**

Anno accademico 2017/2018

Relatori:

Prof. Geol. Paolo Budetta
Prof. Arch. Marina Fumo

Candidato:

Riccardo Mancini
N49/474

PROCEDURA DI STUDIO

La procedura di studio è consistita nell'inquadramento delle caratteristiche:

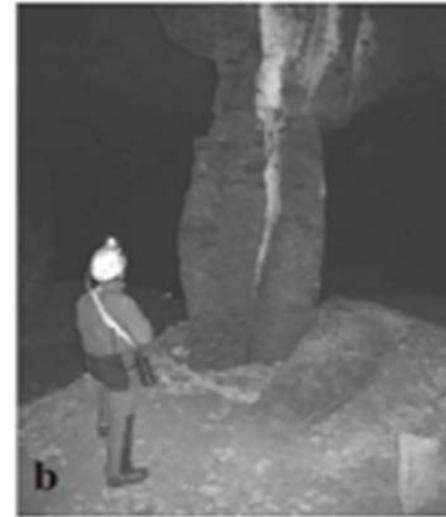
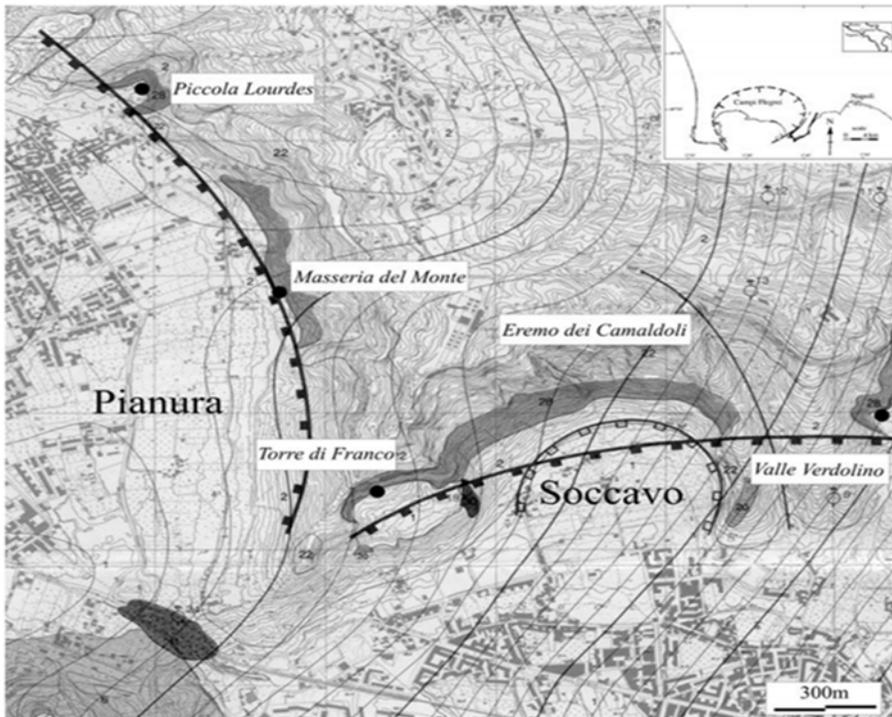
- ✓ Stratigrafiche
- ✓ Petrografiche
- ✓ Fisico-meccaniche
- ✓ mineralogiche

E nell'analisi degli aspetti architettonici degli edifici nei quali questo materiale è stato ampiamente adoperato in passato

DESCRIZIONE DEL MATERIALE

"lapis piperinus, seu albidus cum punctis nigris, durus atque fortissimus"

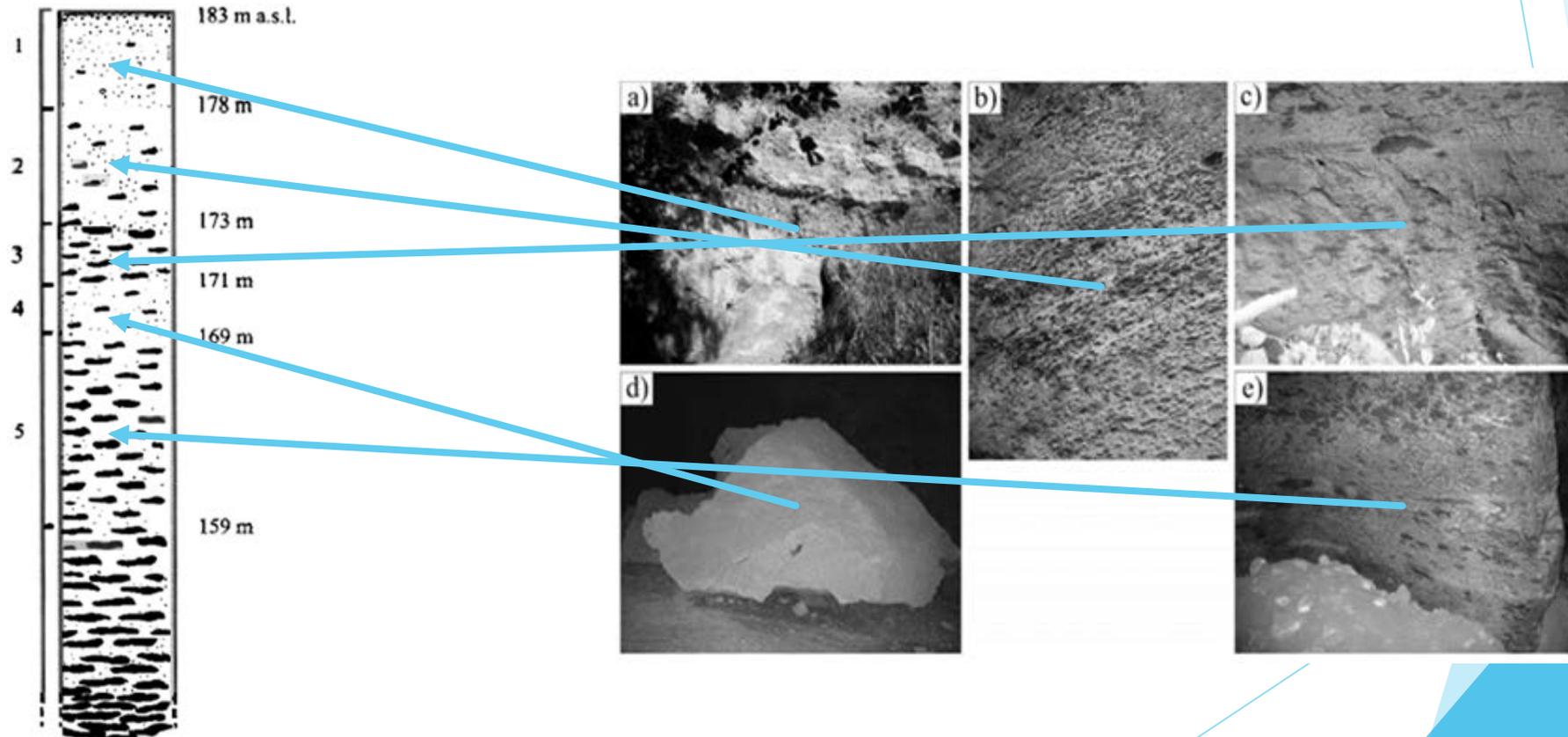
Fase tettonica quaternaria, circa 39.000 anni fa → IGNIMBRITE CAMPANA



Masseria del Monte, Pianura (NA), map of the cavity (a) and cavity pillar, with evident fissural crack (b).

CARATTERISTICHE PETROGRAFICHE

Prendendo in considerazione la sezione di Masseria del Monte, sono stati riconosciuti i seguenti strati di Piperno:



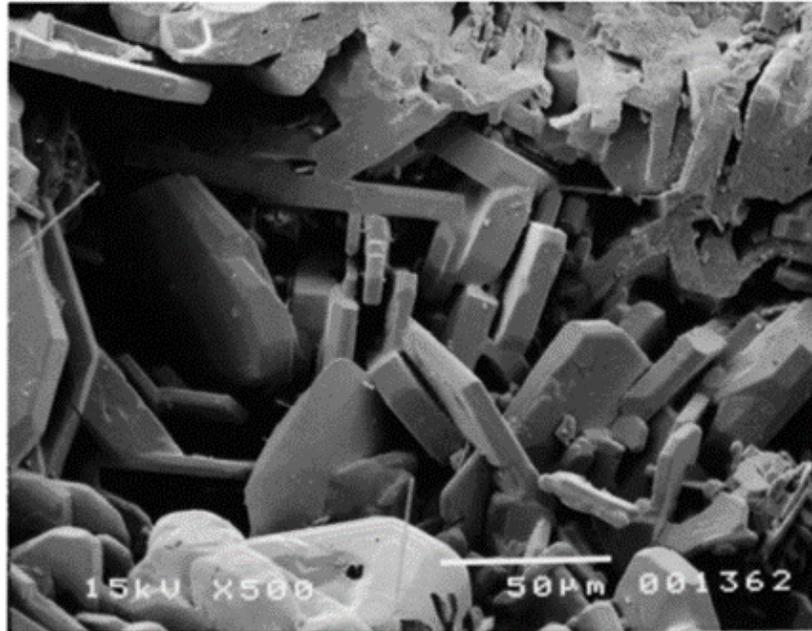
CARATTERISTICHE MINERALOGICHE

Le osservazioni al microscopio elettronico (SEM) confermano le considerazioni fatte, dimostrando la presenza di cristalli di feldspato, con una tipica forma tubulare, che crescono sulla matrice vetrosa.

	Feldspars	Sodalite	Magnetite	Biotite	Amphibole	Amorphous
Pianura	95.4	3.5	0.5	-	tr.	0.8
Soccavo	89.3	-	-	-	-	5.4



Il feldspato raggiunge la devettrificazione completa nella matrice che



matrice grigia. In scala microscopica è possibile osservare i processi di crescita di feldspato che si trovano sia in forme prismatiche con dimensioni che variano dal millimetro al decimetro, con spessore massima di 30-40 µm e un appiattimento con rapporto 1:10

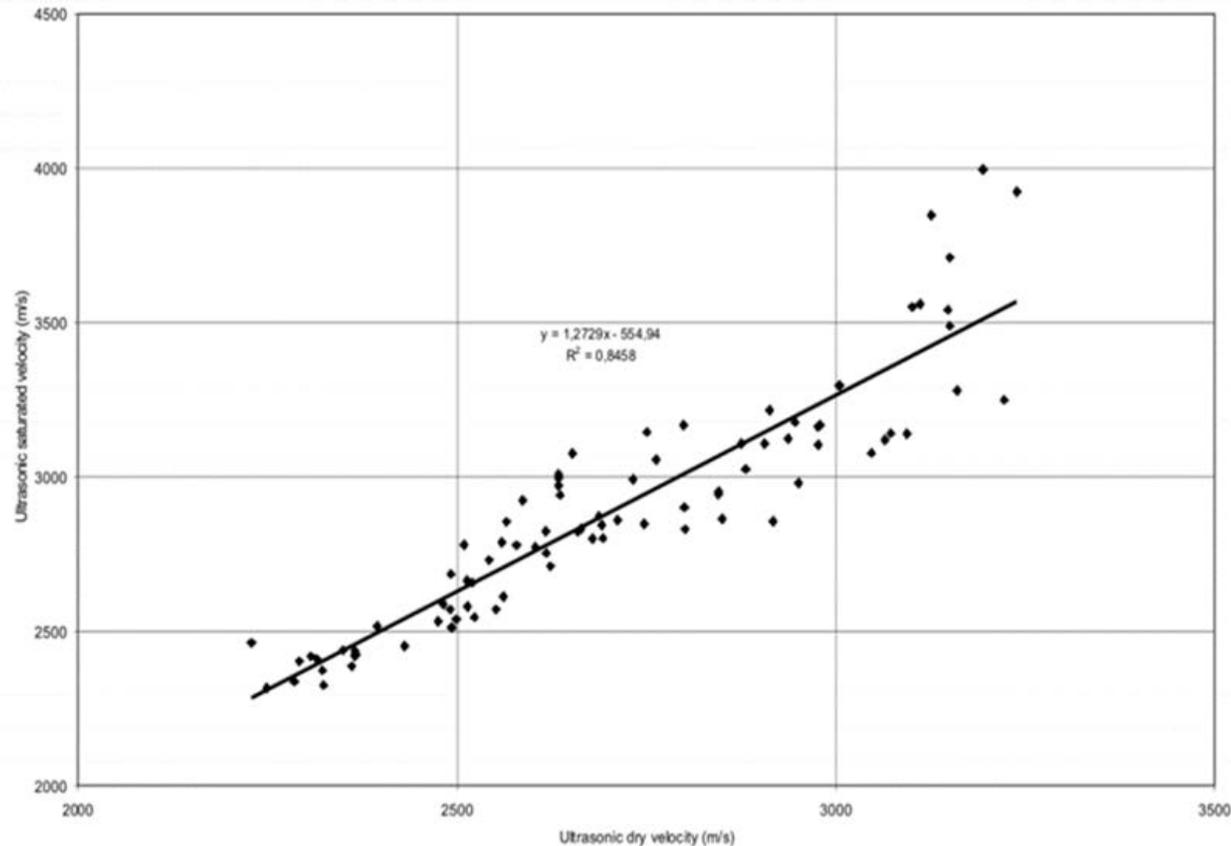
CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

il Piperno deve il suo utilizzo nelle costruzioni alle sue ottime proprietà fisico-meccaniche. La successiva tabella riporta i principali parametri fisico-meccanici del Piperno

		N° <i>campioni</i>	Media	Min	Max	Std. dev.
Densità apparente	(kN/m ³)	98	17.33	12.95	22.59	2.60
Peso specifico reale	(kN/m ³)	98	25.71	25.18	26.12	0.20
Porosità aperta	(%)	98	32.81	12.03	19.90	10.46
Volume totale dei pori	(cm ³ /g)	5	0.16	0.05	0.27	0.08
Superficie specifica	(m ² /g)	5	6.61	3.92	10.52	2.27
Raggio dei pori medio	(µm)	5	4.40	0.36	7.43	2.33
Capacità di imbibizione	(%)	28	18.80	8.88	27.77	5.92
Permeabilità al vapore acqueo	(gr/m ² ·24 h)	18	117.03	86.90	139.90	12.71
Assorbimento per capillarità	(gr/cm ² s ^{1/2})	35	0.0246	0.0063	0.0434	0.0124
Velocità ultrasonica a secco	(m/s)	76	2695	2229	3239	268
Velocità ultrasonica a saturazione	(m/s)	76	2891	2314	3997	384
Resistenza a compressione uniaassiale	(MPa)	42	20.95	4.75	67.47	13.84
Modulo di Young -Et ₅₀	(MPa)	24	2542	865	6495	1473.60
Resistenza di point load	(MPa)	46	1.31	0.28	7.43	1.23

Non è stato infatti possibile la sostituzione della pietra con il cemento in corso presso il Dipartimento di Scienze della Terra e dell'ambiente delle attività svolte per il progetto di agglomerato di Campi Flegrei del Centro Regionale di Competenza "INNOVA" (vedi immagine) all'approfondimento delle conoscenze mineralogiche e petrofisiche del materiale e dall'altro al rilevamento delle cavità sotterranee dalle quali esso in passato è stato estratto

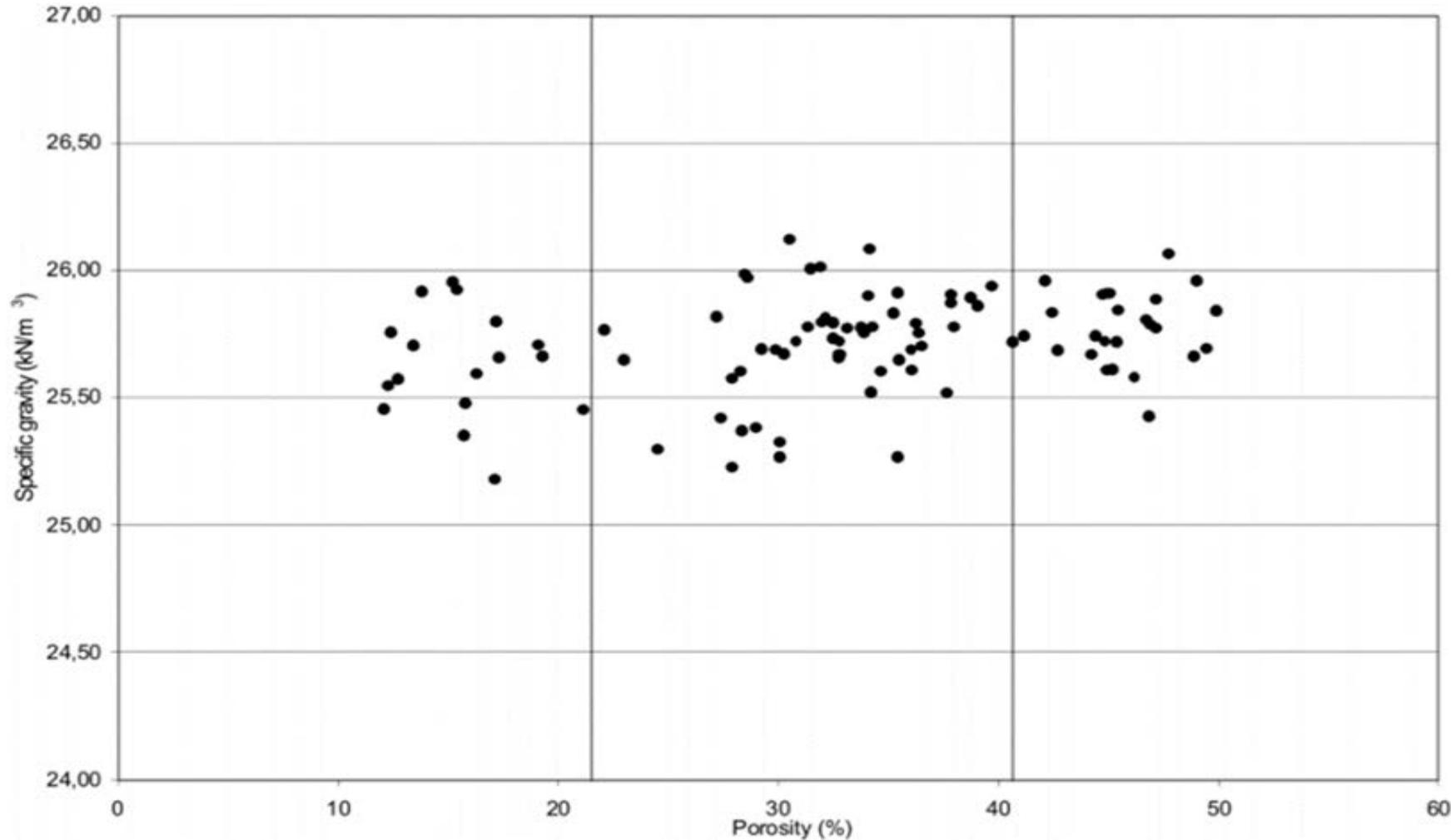
Dati geomeccanici scaturiti dalle indagini eseguite presso il Dipartimento di Scienze della Terra:



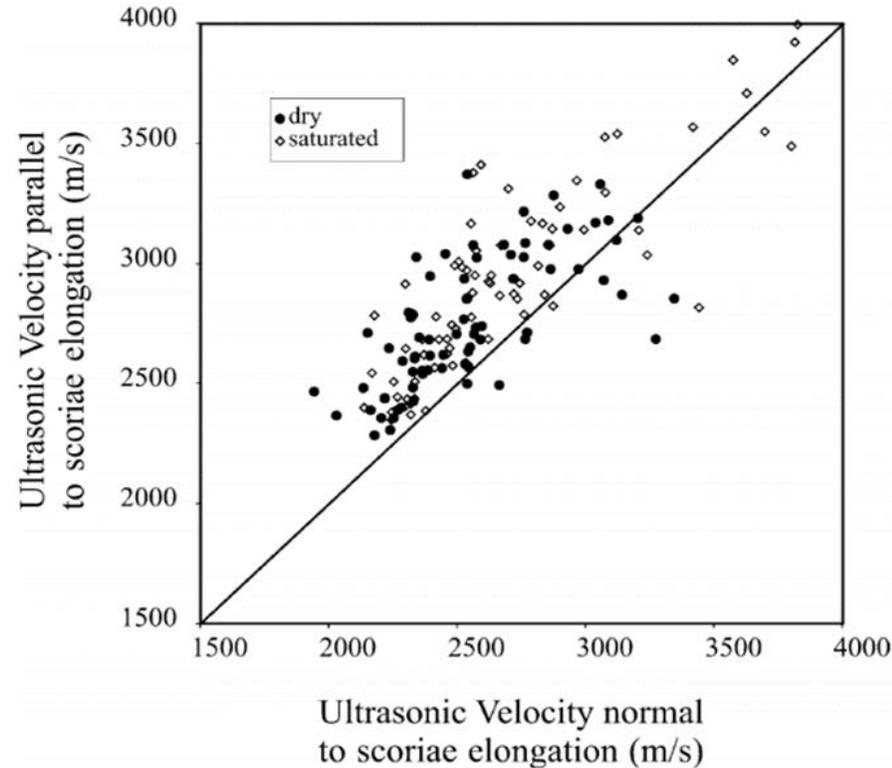
Mediante prove ultrasoniche è stato possibile osservare una buona correlazione lineare tra le V_p allo stato secco e saturo

Correlazione tra le *velocità di propagazione delle onde P* in campioni di piperno allo stato *secco* e *saturo*

Tuttavia, a causa delle modalità di messa in posto del materiale e dei processi genetici alla base della sua formazione, si osserva sempre una spiccata variabilità nei valori dei principali parametri fisico-meccanici

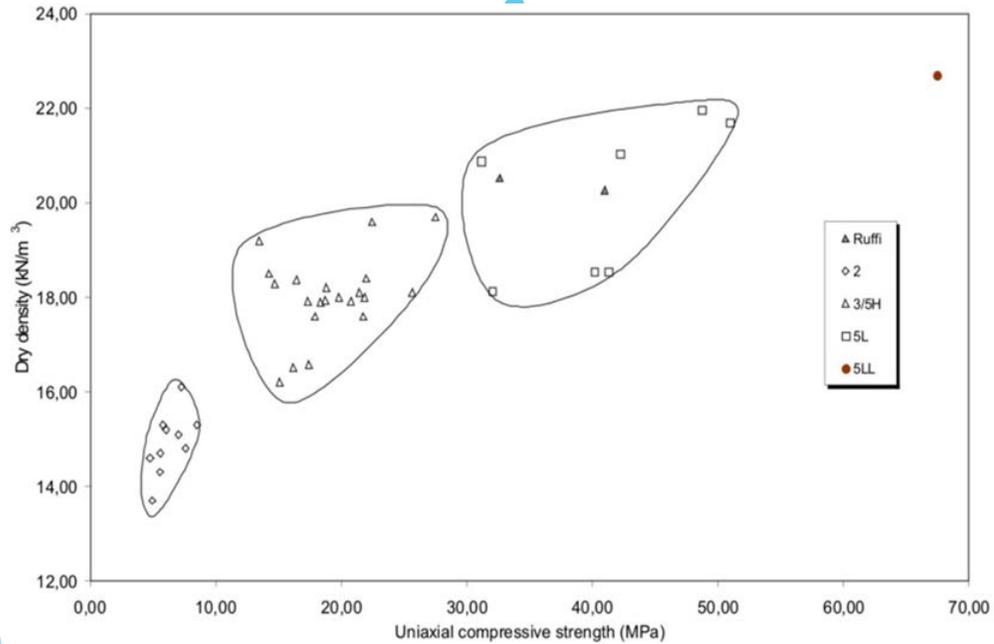


Questa ampia variabilità, principalmente causata dall'eterogeneità del materiale, può essere attribuita anche al diverso orientamento delle fiamme all'interno della matrice. Ciò conferisce una spiccata anisotropia al materiale

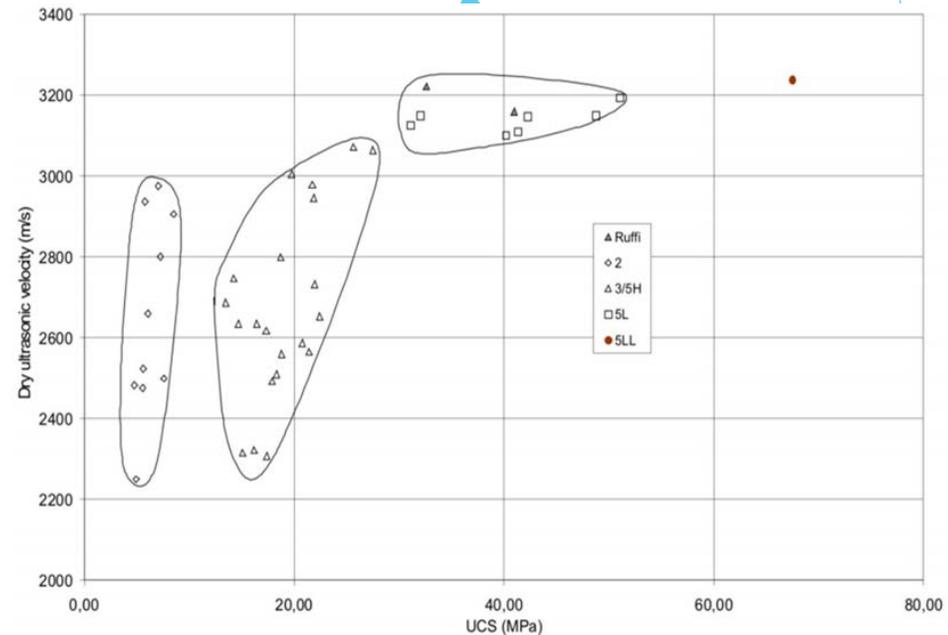


Infatti, alcuni specifici parametri non volumetrici come le velocità ultrasoniche, mostrano valori più alti dopo i test eseguiti parallelamente all'allungamento sia in condizioni asciutte che sature (+11% dry, +13% saturated)

Rilevante risulta essere anche l'ampia variabilità delle caratteristiche strutturali mostrata da altre relazioni sperimentali su campioni prelevati dai Livelli 2, 3/5H e 5L

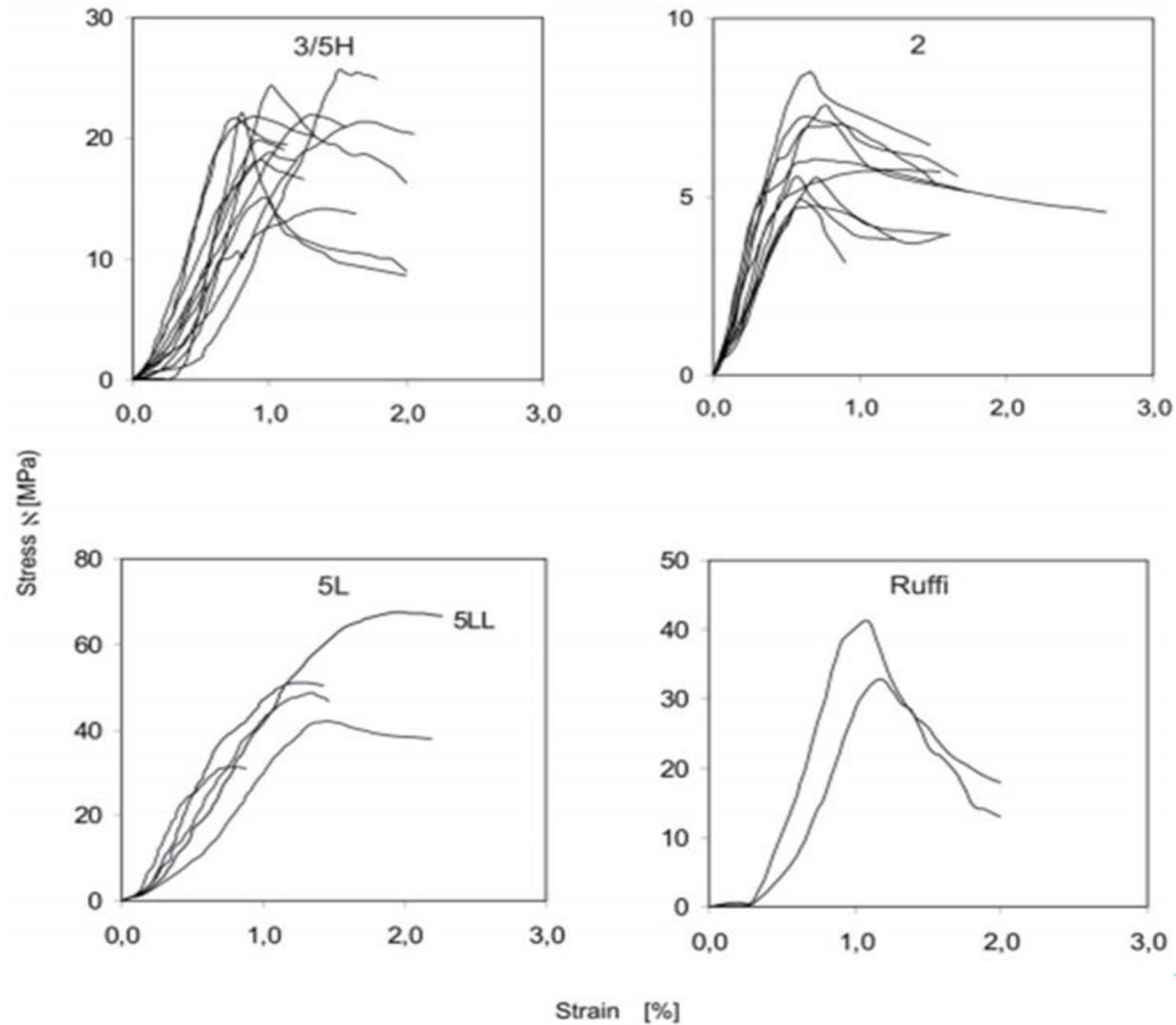


Relazione tra Resistenza a compressione uniassiale (UCS) e la densità secca



Relazione tra UCS e la velocità ultrasonica allo stato secco

Anche le curve sollecitazione/deformazione mostrano alcune differenze in termini di comportamento elastico per i livelli 2, 3/5H e 5L



L'USO DEL PIPERNO NELL'EDILIZIA NAPOLETANA

sotto il dominio aragonese (XV secolo) la domanda di Piperno aumentò grazie alle sue ottime proprietà meccaniche e petrolifere e grazie alla sua notevole inconfondibile struttura. Il Piperno risultò essere la pietra più usata come esempio la Chiesa del Gesù nuovo, la ristrutturazione del Maschio Angioino, il palazzo Cuomo e il Santuario dell'Annunziata nel comune di Giugliano.



Come approfondito all'interno del "*Manuale del recupero delle antiche tecniche costruttive napoletane*" L'uso del piperno assume uno speciale significato nella produzione edilizia napoletana tra il Quattrocento e il Cinquecento.

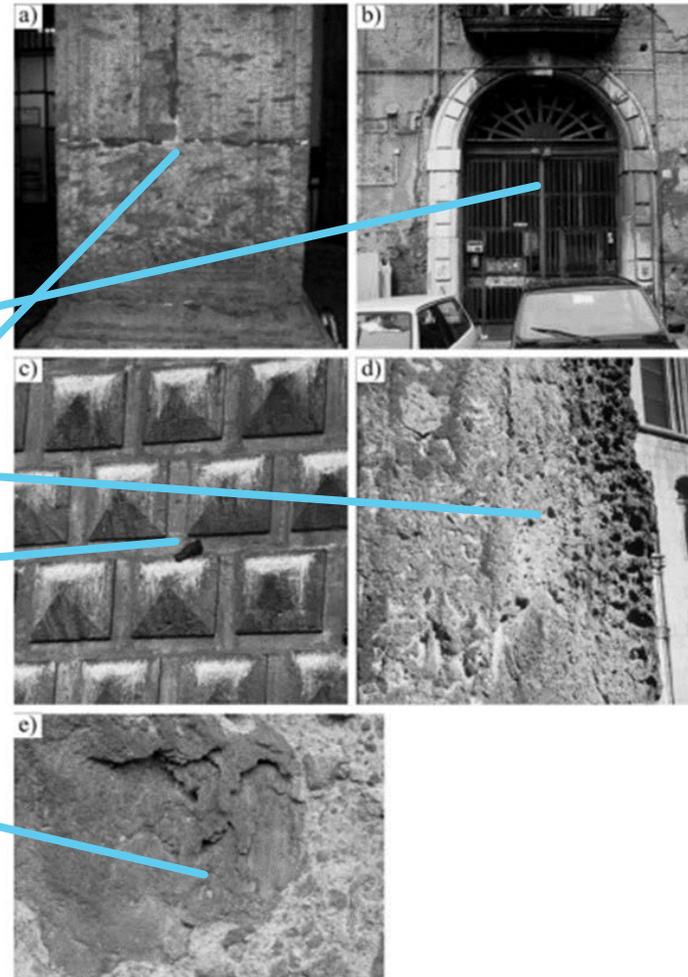
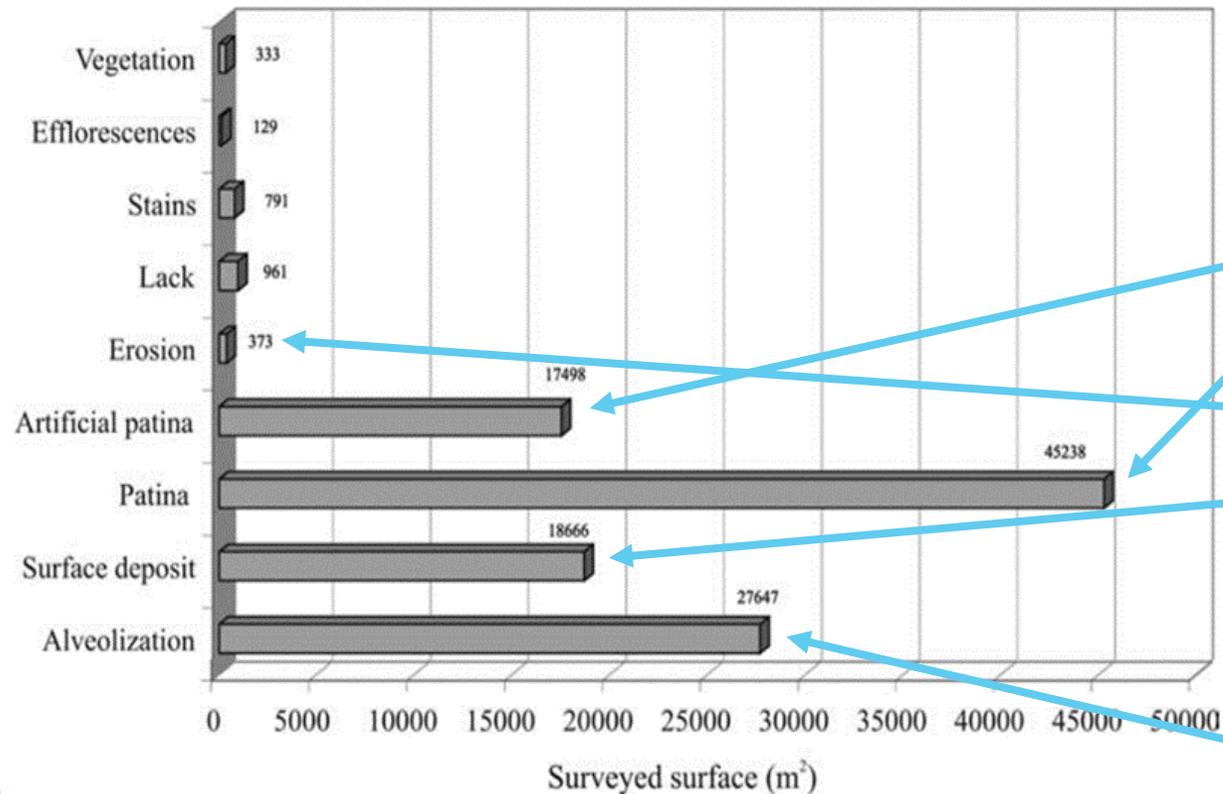
Le figure professionali che lavorarono a Napoli possedevano conoscenze pratiche assunte per tradizione e tramandate nella pratica di cantiere. Numerose normative dell'epoca resero il cantiere, la sua organizzazione e lo sviluppo tecnologico il tema fondamentale dell'Ars Aedificatoria.

La prima prammatica (24 Agosto 1564) è lo strumento legislativo che risponde alla necessità di combattere la piaga delle frodi nell'edilizia e la disonestà dei Mastri Fabbricatori, Pipernieri, Maestri D'ascia, etc.

“qqquadre così si potrà misurare quello, che pare”

FENOMENI DI ALTERAZIONE DEL MATERIALE IN OPERA

Circa il 95% delle superfici esposte è stato interessato da fenomeni erosivi di categoria alta e moderata



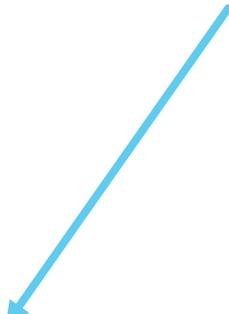
POSSIBILI PROSPETTIVE

Lo studio dei materiali costitutivi e delle tecniche tradizionali è diventato un capitolo essenziale delle indagini conoscitive.

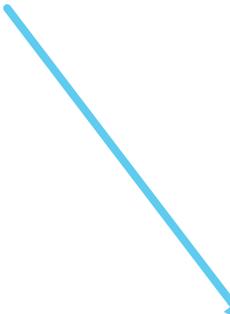
- ✓ Minimo intervento
- ✓ Reversibilità
- ✓ Compatibilità
- ✓ Durabilità
- ✓ Conservazione dell'autenticità
- ✓ Riparabilità
- ✓ Rilavorabilità
- ✓ Rimovibilità

CONCLUSIONI

TECNICHE TRADIZIONALI E TECNICHE MODERNE



Storicamente un abile artigiano edile si distingue per il suo *bagaglio di conoscenze*, apprese empiricamente o trasmesse da altri artigiani. La *sicurezza* con cui opera è diretta conseguenza della tradizione che ha appreso in tempi lunghi e che sente propria



Le moderne tecniche industriali, nascono al di fuori del cantiere e si svolgono *in tempi veloci*. Ciò richiede una maggiore *flessibilità* ed una veloce adattabilità ai nuovi prodotti. Raramente le conoscenze acquisite diventano tradizione

Il ricorso ai materiali naturali è documentato da secoli di applicazioni e i numerosi studi condotti hanno permesso di conoscere:

- ✓ *Caratteristiche chimiche e fisiche*
- ✓ *Invecchiamento e degrado*
- ✓ *Risposta alle sollecitazioni esterne*

Tutte queste conoscenze sono presupposti indispensabili per un corretto intervento di restauro, ~~capacità di adattare le conoscenze per i materiali moderni~~ si acquisiscano tali conoscenze ~~capacità di adattare le conoscenze per i materiali moderni~~ ~~si acquisiscano tali conoscenze prima del loro impiego~~

- ✓ *Conoscenza del modo in cui questi materiali reagiscono quando sono uniti a costituire sistemi complessi*
- ✓ *Metodi di estrazione, produzione e lavorazione dei materiali naturali*



Grazie per l'attenzione