

VIII sperimentazione [1:1:1 calce:carta:sabbia]

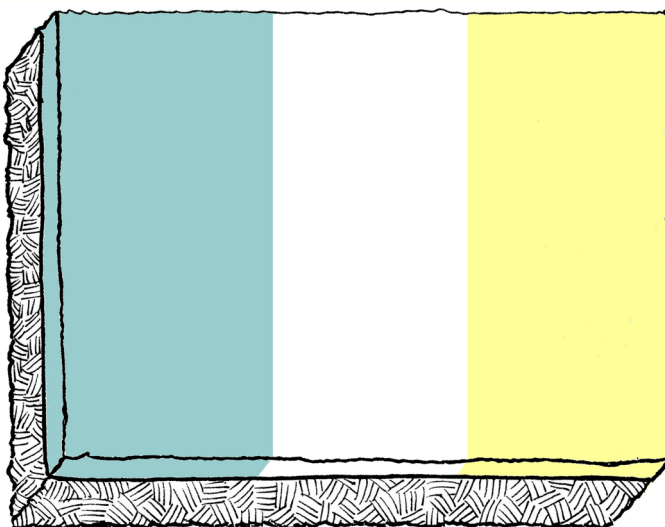
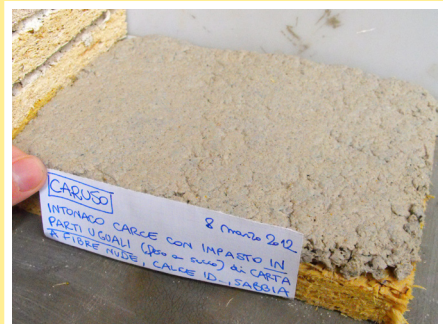
8 marzo 2012

Nell'ottava sperimentazione sono stati utilizzati i diversi materiali in proporzioni uguali, in modo da aumentare e superare il quantitativo di carta (25%) citato in alcune sperimentazioni di *papercrete*.

Si sono perciò predisposte: 1 parte di calce, 1 parte di sabbia, 1 parte di cellulosa (derivante da carta a fibre nude) per un peso di 150 g.

Una volta bagnata, la cellulosa è tornata ad essere un impasto facilmente miscelabile con gli altri materiali, in maniera non dissimile dalle precedenti sperimentazioni.

Questo risultato ha confermato il proposito di asciugare la cellulosa per poterla pesare a secco e impastarla successivamente con il legante e la sabbia.



33,33% di calce

33,33% di carta a fibre nude

33,33% di sabbia



50 g di calce

50 g di carta a fibre nude

50 g di sabbia



### 3.3.6 Note alla seconda fase di sperimentazioni (VIII-XI). Uso di cellulosa > 25% in massa

A otto giorni di distanza l'intonaco dell'ottava sperimentazione si presenta solidale al supporto e ben compatto, nonostante una leggera cedevolezza da imputarsi a un indurimento ancora incompleto.

La sperimentazione con un quantitativo del 33% di cellulosa e l'uso di un uguale quantitativo di calce in luogo del cemento può essere considerata un successo.

Lo spessore dell'intonaco è rimasto invariato (1 cm) e il ritiro è stato perciò fortemente limitato.

Poiché lo spandimento della malta è avvenuto con i quantitativi indicati su una superficie di 0,03 m<sup>2</sup>, si può stimare che un intonaco di spessore 1 cm su una superficie di 1 m<sup>2</sup> renda necessario l'uso di 2 kg di calce, 2 kg di sabbia e 2 kg di cellulosa (più 8 kg circa di acqua).

Un normale intonaco rustico, quindi con una finitura simile a quella della sperimentazione, per lo stesso spessore richiederebbe 3 kg di calce – il 18,14% sul peso totale dei materiali impiegati – e 13,54 kg di sabbia – l'81,86% (più 8 kg di acqua)<sup>8</sup>.

Il plaspaper ottiene dunque il medesimo spessore a fronte di un peso totale che è solo il 36,36% del corrispettivo intonaco comune a base calce, utilizzando il 33,33% in meno di calce e l'85,19% in meno di sabbia. Questo alleggerimento finale si ottiene grazie alla rinuncia alla sabbia, sostituita da un elemento nuovo, leggero e isolante: la cellulosa, che ha riempito lo spazio – per quanto questo possa sembrare paradossale – attraverso vuoti, dalla funzione isolante.

Nel papercrete il quantitativo di sabbia è molto minore – anche

nullo – e la carta è percentualmente minoritaria rispetto al cemento (41,2% contro 58,8%)<sup>9</sup>: dato, quest'ultimo, che vanificherebbe il tentativo di risparmio economico dato dal minor uso di legante, notoriamente di incidenza elevata nel costo finale di un intonaco.

I risultati positivi dell'ottava sperimentazione spingono verso prove con quantitativi di legante ancora più bassi e, di conseguenza, con aumentate percentuali di sabbia e cellulosa.

Va sottolineato come la carta, pur derivante da rifiuti, potrebbe avere un valore di mercato e dovrebbe perciò essere usata in quantitativi idonei.

### 3.3.7 Note alla seconda fase di sperimentazioni (VIII-XI). Uso di carta di giornale non trattata

Per essiccare cellulosa derivante da carta a fibre nude, questa è stata stesa in un contenitore per tredici giorni e lasciata essiccare a una temperatura di 20° C circa. Dopo questo lasso di tempo si presentava completamente asciutta e aveva interamente assunto la forma del contenitore, come se questo fosse stato una cassaforma, mostrando un notevole legame tra fibre, non additivate da altri leganti che gli elementi chimici già presenti nella carta e negli inchiostri utilizzati per la stampa.

Questa osservazione ha dato luogo a una nuova ipotesi di sperimentazione: perché macerare la carta di giornale per ottenere un impasto da ridistendere, quando un foglio di carta già contiene le fibre intessute a livello meccanico, e quindi in una delle migliori combinazioni possibili?

È una soluzione che permetterebbe

**3.3.6 L'uso di 1/3 del peso in cellulosa permette di risparmiare 1/3 del legante di un intonaco a base calce e di usare l'85% in meno di sabbia**

<sup>8</sup> «Intonaco grezzo o rustico su pareti e soffitti anche a volta, interno o esterno, costituito da un primo strato di rinzaffo steso fra predisposte guide [...] e da un secondo strato della medesima malta tirato in piano a frattazzo rustico, steso con frattazzo o cazzuola, dello spessore complessivo non inferiore a 15 mm, [...] ogni altro onere e magistero per dare lavoro finito a regola d'arte: con malta comune di calce e sabbia. *Confezione malta (spess. cm 1,5 x mq)*. Calce idrata | q 0,0450 – Sabbia lavata kg/mc 1400 | mc 0,0145 – Acqua | mc 0,0120» (Gieri, 2009)

<sup>9</sup> Considerando anche la sabbia (le cui eventuali modalità d'uso vengono precisate ma sconsigliate) si hanno percentualmente in totale sul peso secco: 15% di sabbia, 35% di carta, 50% di cemento.

di compiere una fase di lavoro in meno, con minor spreco di acqua, che deve essere utilizzata in quantitativi elevati per creare la polpa<sup>10</sup> con la possibilità di recuperarla solo parzialmente, e deve essere nuovamente immessa nella lavorazione per creare la malta<sup>11</sup>.

Il problema più vincolante per l'uso di fogli è l'aggrappo a una superficie verticale. In una prima sperimentazione condotta in un cantiere si era empiricamente verificato come l'aggrappo di un intonaco di carta e cemento avvenisse facilmente su una superficie ruvida, come il tronco di un albero. La scelta non era stata casuale: in alcuni paesi a basso sviluppo umano le pareti delle abitazioni – di emergenza e non – sono dei tamponamenti di bambù o di materiale vegetale similmente intrecciato. In alcuni casi documentati<sup>12</sup> fogli di giornale bagnati vengono posti su queste pareti in modo da aderirvi e colmare le bucatore tra gli intrecci. Io pongo alcuni dubbi su questa soluzione che, da me sperimentata, ha mostrato di non aderire adeguatamente al supporto e ha visto rompersi troppo facilmente i fogli di carta.

In una seconda sperimentazione si erano usati tre strati di giornale imbevuti con un pennello di una soluzione di acqua e cemento, su entrambi i lati. Questo permetteva di movimentare i fogli – non ancora cedevoli – per appoggiarli.

Anche nella terza sperimentazione non veniva utilizzata sabbia e il legante era un composto di calce e cemento. Messa in opera sul tronco di un albero, la malta vi aderiva perfettamente, beneficiando dell'irregolarità della superficie. A un anno di distanza, dopo mesi estivi di piogge eccezionali per la stagione, alte temperature e un seguente, rigido inverno (2010/2011), la buona qualità dell'intonaco non era stata compromessa dagli agenti atmosferici. Anche versandovi direttamente dell'acqua l'intonaco non mostrava sostanziali cedimenti, se non vi si accompagnavano azioni meccaniche.

Questo intonaco, allora chiamato *carce* (come composizione di *carta* e *cemento*), messo a contatto con una fiamma per diversi secondi mostrava resistenza al fuoco.

Posti come elemento base fogli integri di carta di giornale, è possibile riproporre una sperimentazione che li ponga sopra un sottile strato di calce (o cemento) e sabbia, per avere un aggrappo alla superficie muraria, o li si impregnino di calce o cemento per conferire maggiore rigidità e resistenza, per poi completare questo corpo dell'intonaco con uno strato di finitura.

<sup>10</sup> Indicativamente 10 parti di acqua per 1 parte di carta a fibre nude

<sup>11</sup> Nell'ordine di 3-4 parti di acqua per 1 parte di carta, 1 parte di legante (calce o cemento) e 1 di sabbia

<sup>12</sup> «Sovente nelle aree marginali di Guayaquil è possibile vedere come gli abitanti delle *invasiones* apportino modifiche alle proprie abitazioni col fine di migliorare sensibilmente il comfort minimo.

Le pareti in *cana picada* (stuoie di bambù) vengono [...] tamponate all'interno mediante fogli di carta dei giornali, precedentemente inumiditi, e successivamente fissati sulle stuoie di bambù» con il fine di «impedire e limitare l'ingresso nell'abitazione di polvere, acqua e vento», anche se con questa soluzione «viene impedito all'aria di passare e di rinfrescare naturalmente l'ambiente interno» (Calcamuggi, 2010)

**La sperimentazione della *carce* non aveva previsto la macerazione della carta per ricavarne cellulosa, come nel caso del *plaspaper*: ecco perché la stesura di questo intonaco era difficile e il risultato mostrava una superficie molto irregolare, che avrebbe necessitato di un ulteriore strato di stabilità**  
[foto I. Caruso, 2010]





La prova del 3 maggio 2010 mise in luce le potenzialità della cellulosa derivante da carta a fibre nude unita a un legante. L'impasto venne messo in opera quel giorno e aderì in maniera soddisfacente al supporto, sul quale venne lasciato per testarne l'adesione e la durata.



Il 5 agosto 2010 vennero verificati eventuali cambiamenti occorsi alla malta a causa dell'esposizione agli agenti atmosferici, constatandone l'assenza.



Il 25 agosto 2010 venne nuovamente verificata l'adesione, procedendo contestualmente alla rimozione della malta. Dopo questa operazione si cominciò a studiare una nuova formula avente le stesse caratteristiche ma una composizione diversa, riproponibile a paesi a basso e medio sviluppo umano  
[foto I. Caruso, 2010]



**IX sperimentazione [1,5:1:1,5 cemento:carta:sabbia]**

16 marzo 2012

Si è proceduto con la nona sperimentazione cercando di mantenere lo stesso quantitativo di materiale dell'ottava, con 50 g di carta e 50 g di cemento (la sabbia è stata aggiunta solo in un secondo momento per lo strato di finitura).

Sono stati ritagliati 36 rettangoli di dimensione 20x15 cm di carta a fibre nude, per avere il quantitativo esatto di carta da impiegare sul supporto.

Non bastando la boiaccia preparata per bagnare i singoli fogli stesi sul supporto e verificando come l'aderenza degli stessi fosse notevole anche in presenza di sola acqua (come si può empiricamente verificare bagnando un comune giornale), si è impregnato della soluzione di acqua e cemento solo un foglio ogni due.

Dopo aver steso i fogli si è preparato lo strato di finitura, utilizzando 25 g di cemento e 75 g di sabbia (rapporto 1:3), in una soluzione acquosa che sopperisse alle capacità assorbenti della carta (seppure questo effetto dovrebbe essere minimo, essendo stati abbondantemente bagnati i vari strati).

Sul quantitativo complessivo la percentuale di carta è diminuita, ma si è ottenuto un intonaco avente uno strato di finitura. Nelle precedenti sperimentazioni si aveva invece l'equivalente di un rinzaffo, che si sarebbe dovuto - eventualmente, ma non obbligatoriamente - ancora rifinire.

Si può notare come la sabbia utilizzata si trovi solo sullo strato più esterno e non possa funzionare da conduttore verso l'interno dell'intonaco, che è composto da uno strato isolante - come è la carta - e ha nel cemento il solo legante.

Lo strato di finitura potrebbe essere ottenuto anche da altri leganti naturali, come l'argilla.

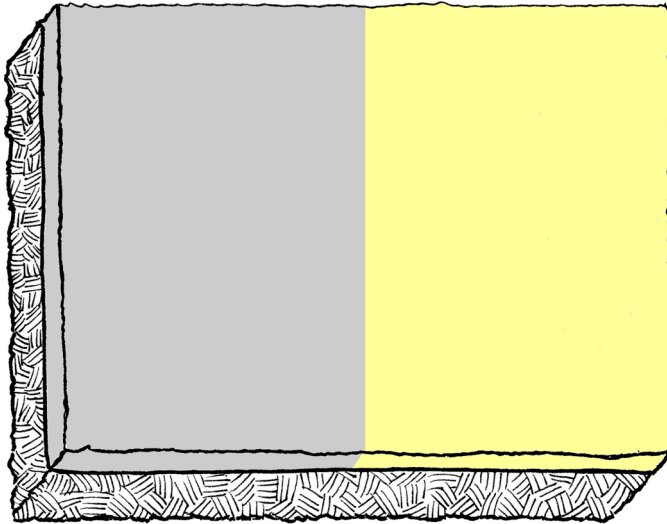
L'intonaco ha avuto un indurimento completo dopo 4 giorni, ma non ha avuto un'adeguata adesione al supporto.



### 3.3

CELLULOSA  
*Plaspaper*: un intonaco di calce o argilla più carta

#### IX sperimentazione



37,5% di cemento

25% di carta a fibre nude

37,5% di sabbia



75 g di cemento

50 g di carta a fibre nude

75 g di sabbia



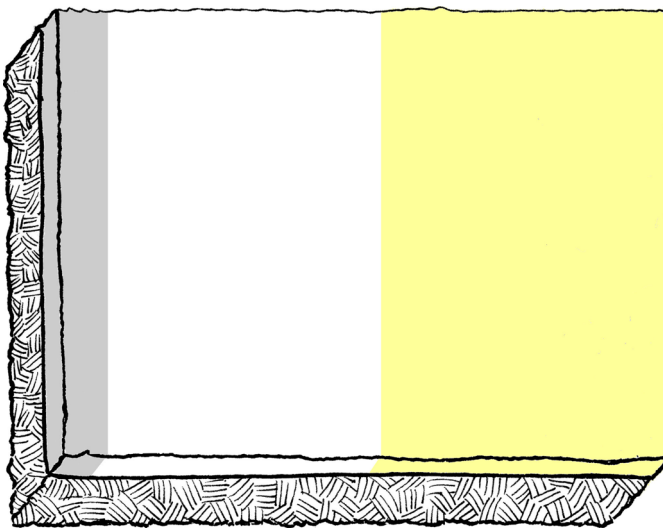
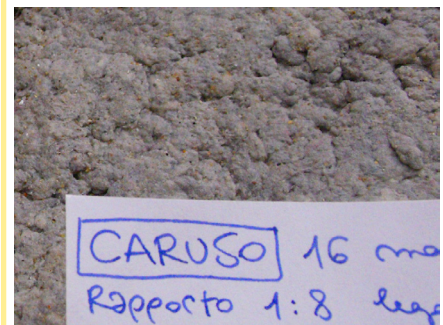
**X sperimentazione [1:2:25 cemento:carta:sabbia]**

16 marzo 2012

Con la decima sperimentazione si è tentato di spingere al limite il rapporto tra cemento e inerti.

Si è usata carta a fibre nude pesata a secco, la quale certamente mantiene ancora una certa quantità di acqua; ad essa sono stati aggiunti 50 g di sabbia e 12,5 g di cemento. Che la presenza di cemento sia significativa anche con un rapporto così basso (1:8) è ovviamente da verificare: certo è che la lavorabilità è risultata scarsa.

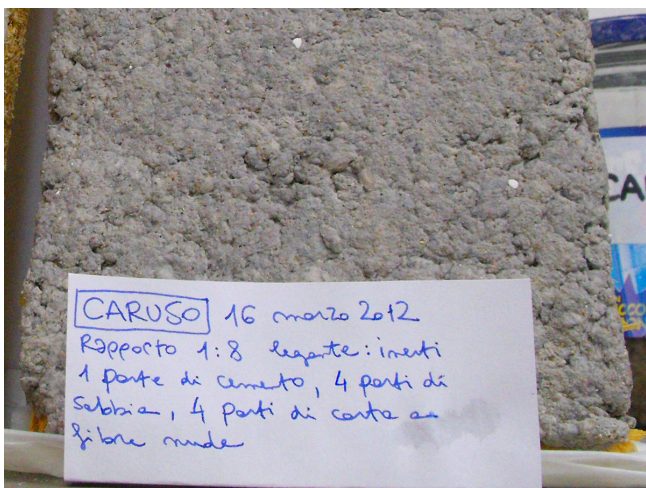
Dopo 4 giorni l'intonaco era ancora cedevole all'applicazione di una leggera pressione, mostrando infine un indurimento completo dopo tempi piuttosto lunghi.



11,11% di cemento

44,44% di carta a fibre nude

44,44% di sabbia



12,5 g di cemento

50 g di carta a fibre nude

50 g di sabbia



**XI sperimentazione [1:3 calce:carta]**

20 marzo 2012

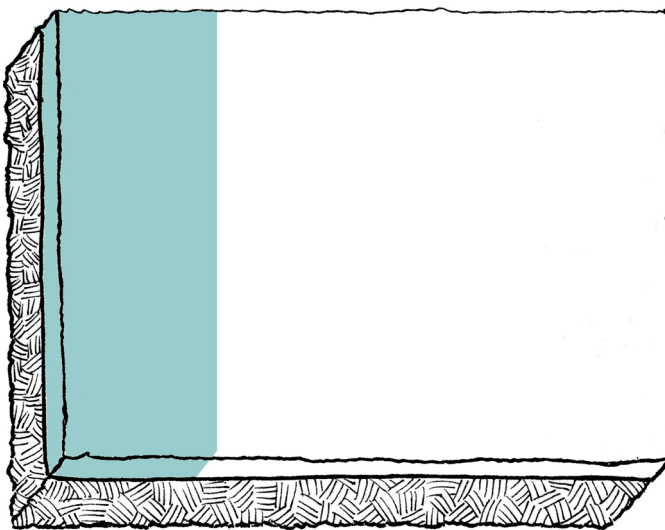
Anche l'undicesima sperimentazione è stata condotta con lo scopo di testare i limiti di un basso rapporto tra legante (in questo caso calce) e cellulosa, eliminando completamente l'apporto di sabbia.

In sostituzione della sesta sperimentazione (che, non dissimile da quelle che l'avevano preceduta per i quantitativi 3:4 di calce e sabbia impiegati, prevedeva l'uso di fiocchi di cellulosa) questa nuova sperimentazione ha voluto impiegare un alto quantitativo di cellulosa, pesato a secco, con l'idea che un materiale già efficacemente adoperato per l'isolamento potrebbe adempiere alla stessa funzione sotto un'altra forma, mettendolo in opera come un intonaco piuttosto che tramite insufflaggio.

Non facendo uso di sabbia, la miscelatura a secco ha riguardato la calce e i fiocchi nel rapporto di 2:3, cui è seguito l'apporto di acqua.

Ne è derivato un quantitativo abbondante di materiale, piuttosto difficile da stendere e impossibile da talocciare, facilmente sfaldabile.

Probabilmente questo tipo di impasto potrebbe essere più adeguatamente steso facendo uso di una macchina intonacatrice, che impieghi una notevole pressione per la messa in opera, mantenendo una funzione quasi esclusivamente isolante.



25% di calce

75% di fiocchi di cellulosa

50 g di calce

150 g di fiocchi di cellulosa



**XII sperimentazione [4:3:3 argilla:carta:sabbia]**

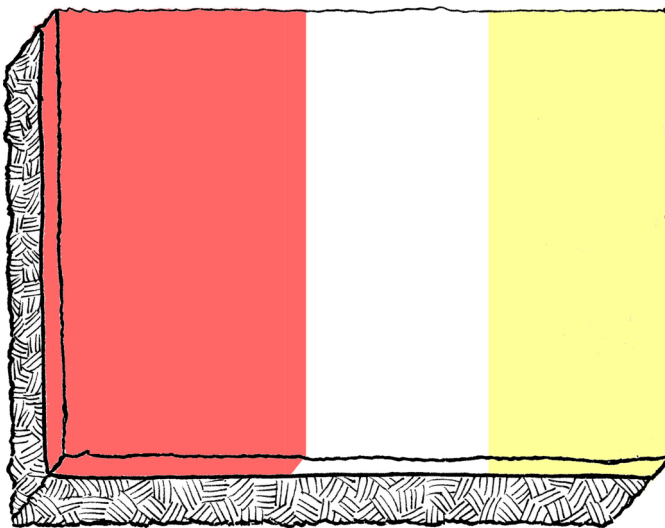
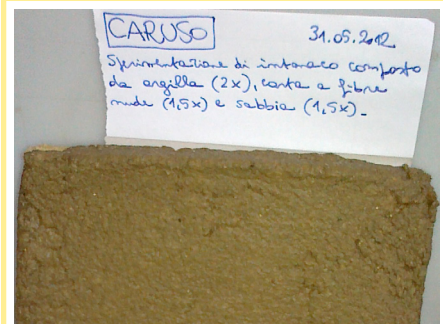
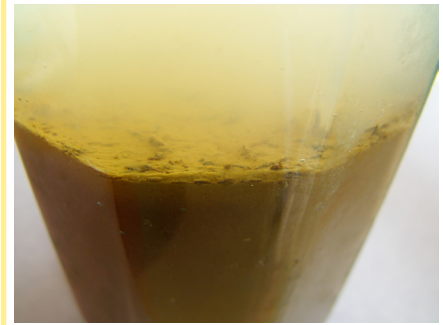
31 maggio 2012

La dodicesima sperimentazione ha previsto l'uso di argilla : carta : sabbia in un rapporto 4:3:3, con 67 g di argilla, 50 g di carta della tipologia a fibre nude e 50 g di sabbia.

In totale sono stati impiegati 250 g di acqua: circa il 75% solo per reidratare la cellulosa, il resto per rendere più fluida la malta e più agevole la messa in opera: l'impasto è risultato semplice da lavorare e facile da stendere.

Questo dato sull'acqua utilizzata rende evidente la convenienza, quando possibile, di una riduzione in cellulosa contestualmente alla formazione dell'impasto con l'argilla.

La preparazione della carta, la sua riduzione in granuli asciutti e la sua reidratazione sono passaggi che potrebbero essere adattati per permettere un agevole immagazzinamento e trasporto per la commercializzazione.



40,12% di argilla

29,94% di carta a fibre nude

29,94% di sabbia



67 g di argilla

50 g di carta a fibre nude

50 g di sabbia



### 3.3.8 Note alla terza fase di sperimentazioni (XII-XV). Uso di argilla come legante (*clay plaspaper*)

Nel definire queste ultime prove di *plaspaper* si è scelto di evitare la più generica terminologia di intonaco di *terra*, preferendo indicare nel nome il legante argilla (*clay*), come è avvenuto anche per le altre sperimentazioni. La terra ha infatti una composizione molto variabile ed è sempre necessario specificare il quantitativo minimo di argilla che deve contenere.

Contrariamente al pensiero comune, anche la terra è preziosa<sup>13</sup> e non può essere adoperata incautamente: va in particolare evitata la terra superficiale (scotico), che è sì ricca di sostanze organiche e quindi del tutto inadatta per costruire, ma è invece indispensabile per l'agricoltura.

La sperimentazione è volta a realizzare intonaci principalmente in autocostruzione, quindi il quantitativo necessario per una casa si può raccogliere da una buca di dimensioni non eccessive, poiché gran parte del volume dell'intonaco è composto di cellulosa. La terra fertile può essere messa da parte e poi impiegata per ripristinare i luoghi in cui è stata raccolta la terra argillosa.

A due settimane di distanza il *plaspaper* della dodicesima sperimentazione ha mostrato le stesse qualità di un normale intonaco di terra, ma impiegando quantitativi molto bassi di materiale (167 g in totale). La quota di argilla (67 g) si è rivelata sufficiente, probabilmente grazie anche alle capacità collanti che comunque la cellulosa mostra.

Non vi sono stati i temuti ritiri che avrebbero provocato un

ridimensionamento del provino, segno che il volume che l'acqua occupa nella cellulosa rimane vuoto dopo la sua evaporazione, alleggerendo l'intonaco.

A un indurimento del provino piuttosto lento ha fatto da contraltare l'eccezionale vantaggio dell'assenza di crepe, che negli intonaci di terra sono molto comuni in caso di presenza elevata di argilla (come in questo caso) o quando, con temperature ambientali troppo alte, l'asciugatura è avvenuta troppo in fretta e senza l'accorgimento di bagnare l'intonaco.

Il problema che si è posto per le successive sperimentazioni è la questione su che cosa si dovrebbe utilizzare in quantitativi maggiori: il legante a basso costo o il rifiuto raccolto e lavorato?

È più vantaggioso a livello economico e ambientale diminuire il quantitativo di legante (argilla o calce) a causa della sua eventuale scarsità o costo oppure converrebbe diminuire il quantitativo di carta riciclata perché ha un valore, anche a scapito della leggerezza e delle proprietà isolanti del *plaspaper*?

Comunemente gli intonaci di terra usano 1 parte di argilla per 3 parti di sabbia, più l'eventuale aggiunta di altri materiali, come la paglia.

Si è affrontata una sperimentazione con 1 parte di argilla, 2 parti di sabbia e 3 parti di cellulosa, confidando nel fatto che una quantità minore di argilla potrebbe essere compensata dalle capacità leganti della cellulosa.

Aumentare la quantità di sabbia, lasciando bassa quella del legante argilla finirebbe invece col far perdere del tutto le capacità isolanti della carta.

**3.3.8 Il clay+paper crea meno problemi di dosaggio dell'argilla rispetto a un comune intonaco di terra, risultando più leggero e usando meno legante**

<sup>13</sup> La terra è preziosa, il cemento è costoso: la prima, se fertile, per l'uso che se ne può fare in campo agricolo e per la sua scarsità in zone aride o popolate; il secondo per il prezzo a cui viene venduto





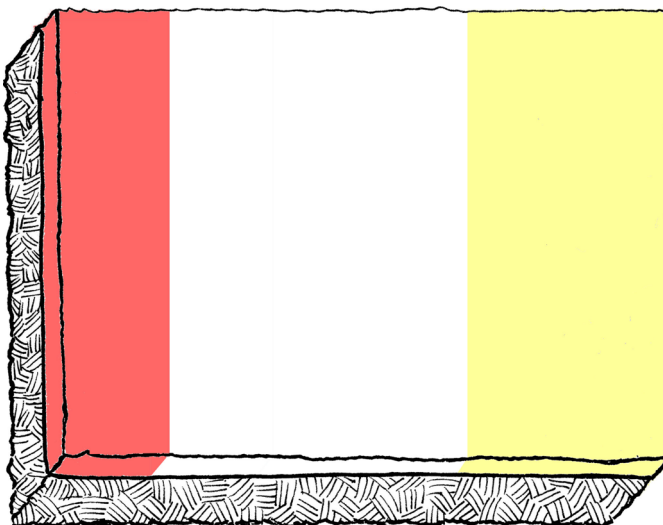
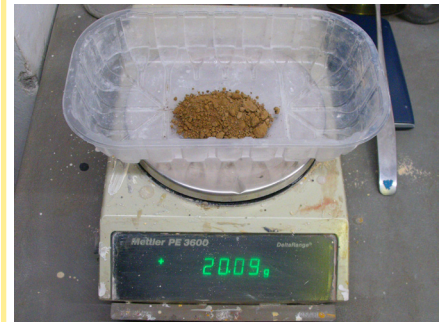
**XIII sperimentazione [1:3:2 argilla:carta:sabbia]**

13 giugno 2012

La tredicesima sperimentazione ha previsto l'uso di argilla : carta : sabbia in un rapporto 1:3:2; con un peso a secco di 20 g di argilla, 60 g di carta a fibre nude e 40 g di sabbia, così da testare il limite minimo di legante impiegato.

Come per precedenti sperimentazioni nelle quali il quantitativo di cellulosa era elevato, anche in questo caso si pongono problemi di lavorabilità dell'impasto e, soprattutto, di stesura.

A cinque giorni di distanza il campione continuava a mostrarsi molto cedevole ad una pressione anche leggera. Data l'elevata umidità nel Laboratorio Intonaci (90%) si è trasferita la sperimentazione all'esterno e in poche ore, a una temperatura più alta (circa 30°), il campione ha accelerato il suo indurimento fino a raggiungere, il giorno 29 giugno, caratteristiche di indurimento simili agli altri campioni, avendo anche lo stesso spessore, ma a fronte di una leggerezza notevole.



16,67% di argilla

50% di carta a fibre nude

33,33% di sabbia



20 g di argilla

60 g di carta a fibre nude

40 g di sabbia



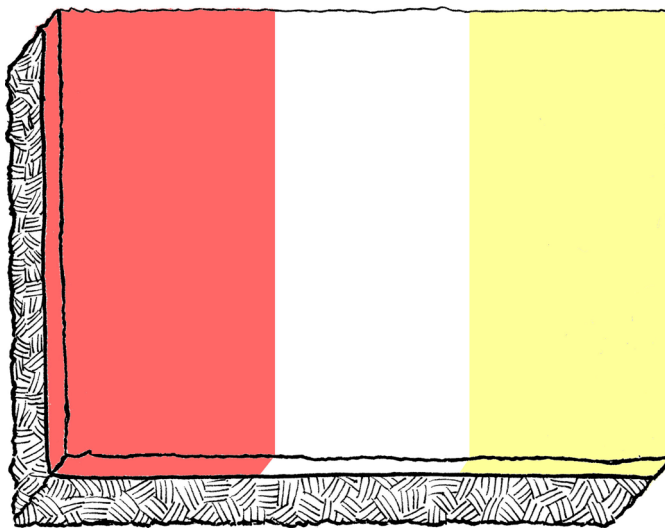
XIV sperimentazione [1:1:1 argilla:carta:sabbia]

13 giugno 2012

La quattordicesima sperimentazione – fatta contestualmente alla tredicesima – ha avuto lo scopo di riequilibrare attraverso il rapporto 1:1:1 la percentuale di argilla, cellulosa e sabbia. Si sono potute verificare eventuali differenze con la dodicesima sperimentazione e il suo rapporto, piuttosto simile, di 4 parti di argilla e 3 di sabbia e di cellulosa, avendo già constatato che si può diminuire il quantitativo di argilla senza inconvenienti.

A cinque giorni di distanza il campione si è indurito in modo soddisfacente.

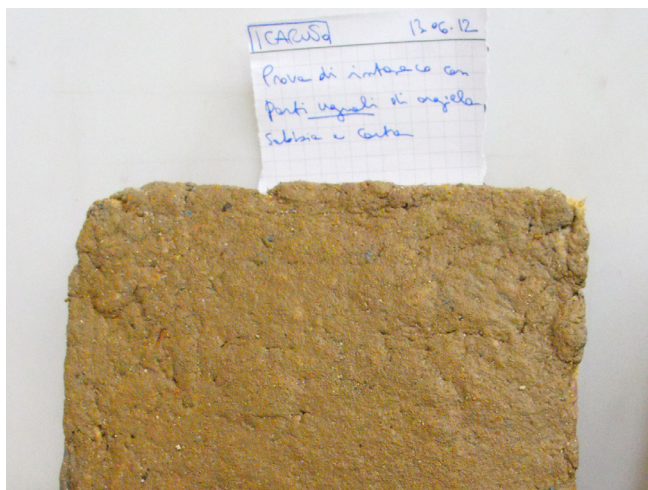
Trasferita la sperimentazione a una temperatura di circa 30° l'intonaco ha raggiunto un indurimento completo dal giorno 27 giugno.



33,33% di argilla

33,33% di carta a fibre nude

33,33% di sabbia



50 g di argilla

50 g di carta a fibre nude

50 g di sabbia



### 3.3.9 Note alla terza fase di sperimentazioni (XII-XV). La quantità ideale di argilla

A una settimana di distanza il plaspaper della quattordicesima sperimentazione ha mostrato un indurimento più rapido rispetto alla sperimentazione che prevedeva più cellulosa (3x) e sabbia (2x) piuttosto che argilla (1x), evidentemente a causa della igroscopicità della cellulosa e delle sue proprietà ritentive dell'acqua.

Le caratteristiche più notevoli della quattordicesima sperimentazione si riassumono nel fatto che:

- l'uso di argilla non è eccessivo e ciò va a favore di quei luoghi nei quali la terra ne potrebbe essere costituzionalmente povera;
- il rapporto tra l'argilla e gli altri costituenti è di 1:2 per evitare che quantitativi maggiori di sabbia

diminuissero le capacità isolanti;

- il quantitativo di cellulosa non è tale da inficiare la lavorabilità del plaspaper, ma essendo 1/3 del totale dà un grande contributo in termini di leggerezza e di volume occupato senza pregiudicare la resistenza dell'intonaco, e ne migliora quindi l'isolamento;

- il quantitativo di cellulosa è accettabile per i tempi di indurimento - comunque più lenti di un intonaco tradizionale in terra - e sembra sufficiente ad evitare il formarsi di crepe, tipico di malte ricche di argilla o dall'asciugatura rapida;

- il rapporto dei tre componenti è molto semplice da calcolare, adatto anche a contesti dove la precisione è lontana dalle possibilità di un laboratorio.

**3.3.9 La XIV sperimentazione con l'impiego di parti uguali di argilla, cellulosa e sabbia si è dimostrata la più promettente**

