

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

*Plaspaper (or +paper) is a plaster made by a binder (clay or lime) plus paper and sand. Plaspaper answers to low HDI need to have a low cost and insulating protection for internal walls, thanks to its use of waste paper and less binder – which is often expensive. To test this new plaster diverse trials were made using various kind of paper (printing and wrapping papers, cardboards), several binders (cement, lime, clay and gypsum) and different quantities of these ingredients mixed together. An EN 12664:2001 test was conducted to determinate thermal resistance of two plasters which have used clay and lime as binder and they were therefore called clay plaspaper and lime plaspaper.*

### **3.3.1 Regole di qualità: esigenze, requisiti e prestazioni per un paese a basso sviluppo umano**

La scelta di immaginare un nuovo tipo di intonaco si lega alla sua importanza per la protezione dei muri di una costruzione, nonostante nei paesi a basso sviluppo umano spesso vi si rinunci per gli alti costi del legante cementizio.

Un nuovo intonaco sperimentale dovrebbe rispondere a una serie di esigenze dell'utenza, anche considerando l'evoluzione che possono aver avuto rispetto al passato.

Alla necessità-base che l'elemento protegga le pareti si aggiunge l'esigenza di proprietà isolanti che migliorino il comfort interno, mantenendo il costo finale il più basso possibile.

Le tecniche di costruzione tradizionali, eredi di un sapere

millenario, sono molte e ben adattate alle condizioni climatiche, con il dimensionamento delle murature volto a garantire l'isolamento necessario.

La scelta e l'impasto dei materiali e le tecniche di posa in opera tendono a garantire la migliore risposta alle condizioni ambientali, usando solo materiali reperibili localmente.

La più recente rincorsa all'abuso del cemento e di tecniche costruttive occidentali (prodromo alla volontà di seguire stili di vita del nord del mondo) ha modificato notevolmente il panorama edilizio, spesso in autocostruzione, peggiorandolo nella maggioranza dei casi.

Anche le mutate condizioni di vita possono condurre al mancato uso dell'intonaco o all'uso del cemento nella sua preparazione, adoperando tecniche di posa diverse da quelle

**3.3.1 Un intonaco per i paesi a basso sviluppo umano deve garantire le prestazioni tecnologiche richieste a fronte di un costo basso**

**3.3.1 Essendo un componente essenziale delle abitazioni, deve poter essere realizzato semplicemente e in autocostruzione**

tradizionali. Negli slum delle grandi città del sud del mondo talvolta si ricrea un ambiente talvolta simile ai villaggi di origine degli immigrati: autocostruzione di case a un piano in luogo dei palazzi del resto della città, vita che si svolge sulla strada invece che nel chiuso di un appartamento, uso di materiali raccolti da sé al posto di cemento, mattoni, ferro. Ma le città non offrono possibilità di impiego degli stessi materiali

delle zone rurali, anche se ad esse vicine, come pietre o legno; persino la terra non è disponibile in quantità liberamente accessibili come avviene nelle campagne.

Gli unici materiali veramente a basso (o nullo) costo, disponibili nelle metropoli, sono i rifiuti: già oggi frequentemente usati per costruire le case negli slum, le loro potenzialità non sono però ancora state del tutto esplorate.

REGOLE DI QUALITÀ	Intonaco esterno	Intonaco interno
<b>Esigenze</b> dell'utenza che devono essere soddisfatte dall'edificio	Avere le pareti esterne della casa protette ad un costo basso	Avere le pareti interne della casa igieniche e protette ad un costo basso
<b>Requisiti</b> (esigenze, ma tradotte in termini tecnici)	Protezione della muratura esterna mediante una finitura superficiale dal basso costo e dalle proprietà isolanti, attraverso il riuso di un rifiuto	Protezione della muratura interna mediante una finitura superficiale dal basso costo e dalle proprietà isolanti, attraverso il riuso di un rifiuto
<b>Prestazioni</b> per rispondere ai requisiti	Trasmittanza termica <i>Prestazione di carattere igro-termico</i>	Trasmittanza termica <i>Prestazione di carattere igro-termico</i>
	Tenuta all'acqua <i>Prestazione di carattere fisico</i>	Pulibilità <i>Prestazione di carattere fisico</i>
	Resistenza alle aggressioni biologiche <i>Prestazione di carattere biologico</i>	Reazione al fuoco <i>Prestazione di carattere fisico-chimico</i>
	Resistenza alle aggressioni chimiche <i>Prestazione di carattere fisico-chimico</i>	Resistenza alle aggressioni chimiche <i>Prestazione di carattere fisico-chimico</i>
	Resistenza all'usura <i>Prestazione di carattere meccanico</i>	Potere fonoisolante <i>Prestazione di carattere fisico</i>
<b>Materiali</b> aventi le proprietà necessarie a rispondere alle richieste	Intonaco, composto da: Carta (derivante dalla raccolta dei rifiuti) Cemento e calce, come legante (o argilla) Sabbia	Intonaco, composto da: Carta (derivante dalla raccolta dei rifiuti) Cemento, calce e argilla, come legante Sabbia

<sup>1</sup> Anche se si sono evolute con semplificazioni e, oggi, con l'ausilio delle macchine intonacatrici (di frequente uso quasi esclusivamente nei paesi ad alto e medio sviluppo umano)

### 3.3.2 Proposta di materiali per un nuovo intonaco

Più che alle tecniche di posa dell'intonaco, che sono sostanzialmente le stesse fin da

tempi molto antichi<sup>1</sup>, offre più possibilità di innovazione lo studio di combinazioni diverse dei materiali che lo compongono.

L'uso di una strumentazione

complessa, infatti, limiterebbe l'uso nei paesi in via di sviluppo anche a fronte di alcuni vantaggi (come una velocità di esecuzione o una resistenza meccanica maggiori). Molti sono invece i materiali adattabili alla realizzazione di un intonaco, purché forniscano le prestazioni richieste e possano essere preparati e messi in opera con

relativa facilità.

Essi devono poter formare un impasto che garantisca la protezione e un legame con il suo supporto, che potrebbe essere una muratura o una parete realizzata con elementi vegetali (legno, bambù, etc.): per questo è indispensabile l'uso di un legante che renda solidali i componenti.

**3.3.2 Un costo basso non può essere raggiunto con nuove tecniche di posa, bensì con l'uso di materiali di recupero**

### Regole di qualità: esigenze, requisiti e prestazioni per un paese ad alto sviluppo umano

La possibilità di utilizzare un intonaco con una composizione differente da quelli tradizionali varrebbe anche per paesi ad alto sviluppo umano, sebbene altre e diverse esigenze - oltre a quelle comuni - possono presentarsi. La protezione della costruzione è un requisito minimo che, pur se a costi maggiori, può essere soddisfatto da elementi edilizi diversi dall'intonaco.

Se il costo ha infatti un'importanza relativa (a differenza della preponderanza che ha nei paesi in via di sviluppo), notevole importanza ha l'isolamento interno (sia in termini di comfort, sia di risparmio energetico), mentre si tende a considerare con favore l'uso di materiali ecosostenibili perché a basso impatto ambientale.

REGOLE DI QUALITÀ	Intonaco esterno	Intonaco interno
<b>Esigenze</b> dell'utenza che devono essere soddisfatte dall'edificio	Avere una casa sufficientemente fresca d'estate e calda d'inverno usando materiali ecosostenibili	Avere una casa silenziosa, sufficientemente fresca d'estate e calda d'inverno, usando l'uso di materiali ecosostenibili
<b>Requisiti</b> (esigenze, ma tradotte in termini tecnici)	Protezione della muratura esterna attraverso una finitura superficiale isolante termicamente e fonoisolante, realizzata con materiali bioecologici	Protezione della muratura interna mediante una finitura superficiale dal basso costo e dalle proprietà isolanti, attraverso il riuso di un rifiuto
<b>Prestazioni</b> per rispondere ai requisiti	Trasmittanza termica <i>Prestazione di carattere igro-termico</i>	Trasmittanza termica <i>Prestazione di carattere igro-termico</i>
	Tenuta all'acqua <i>Prestazione di carattere fisico</i>	Potere fonoisolante <i>Prestazione di carattere fisico</i>
	Resistenza all'usura <i>Prestazione di carattere meccanico</i>	Pulibilità <i>Prestazione di carattere fisico</i>
	Resistenza alle aggressioni chimiche <i>Prestazione di carattere fisico-chimico</i>	Resistenza alle aggressioni chimiche <i>Prestazione di carattere fisico-chimico</i>
<b>Materiali</b> aventi le proprietà necessarie a rispondere alle richieste	Intonaco, composto da: Cellulosa (derivante dallo scarto di lavorazione delle cartiere) per il suo potere isolante Argilla, come legante Sabbia	Reazione al fuoco <i>Prestazione di carattere fisico-chimico</i>
		Intonaco, composto da: Cellulosa (derivante dallo scarto di lavorazione delle cartiere) per il suo potere isolante Argilla, come legante Sabbia

**3.3.2 Ai tradizionali componenti dell'intonaco può essere aggiunta la cellulosa, con il fine di diminuire il quantitativo totale dei materiali**

<sup>2</sup> Per il Decreto Legge n. 397 del 9 settembre 1988 "Disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti industriali" le materie prime secondarie vengono descritte dall'art. 2 come «i residui derivanti da processi produttivi e che sono suscettibili, eventualmente previi idonei trattamenti, di essere utilizzati come materie prime in altri processi produttivi della stessa o di altra natura»

<sup>3</sup> Per una trattazione più esaustiva si veda il capitolo 3.1 Storia passata e presente della carta

Ad esclusione dell'intonaco a base gesso, negli intonaci tradizionali l'uso del cemento e della calce serve per legare la sabbia, che – presente in percentuali superiori al 60% – ne è il vero costituente. Una delle caratteristiche principali della sabbia è la facilità con la quale si può reperire o acquistare con costi molto bassi.

Un intonaco che presenti questa composizione di sabbia più un legante (cemento, calce, ma anche argilla), non avrebbe alcun elemento di novità.

La direzione verso la quale muove l'edilizia è quella di diminuire l'uso complessivo dei materiali, soprattutto quando hanno un costo economico e ambientale, riusandone altri derivanti dai rifiuti o impiegando materie prime seconde<sup>2</sup>.

La carta è uno di questi: avrebbe un valore maggiore se venisse riusata in ambito costruttivo piuttosto che riciclata, tanto più che in molte

realità di paesi a basso sviluppo umano questa possibilità è preclusa dall'assenza di un'adeguata industria del riciclo.

La carta, inoltre, è già adoperata per le sue qualità isolanti, ma non è mai stata inglobata in un elemento edilizio come l'intonaco.

### 3.3.3 La cellulosa per la sperimentazione

La materia prima che compone la carta di un giornale, di una rivista o del cartone è la stessa, ma diversi sono i trattamenti che le fibre di cellulosa subiscono per essere trasformate in uno di questi prodotti<sup>3</sup>.

Le sperimentazioni condotte in questa tesi hanno verificato che queste diverse lavorazioni non modificano le caratteristiche finali dell'intonaco, perché non vi sono sostanziali differenze tra la cellulosa derivante da carta a fibra nuda, da carta a fibra coperta (o carta

### Il significato e il logo di plaspaper



Il nome *plaspaper* deriva dall'unione delle parole *plaster* (intonaco in inglese) e *paper* (carta) e la pronuncia in inglese è la stessa delle parole *plus paper* (più carta).

Il logo gioca su questa assonanza usando il segno matematico + insieme al termine *paper*, scritto in un tipico carattere tipografico usato da giornali e libri, e racchiudendo la parola in un foglio di carta.

Per indicare le diverse composizioni di *plaspaper* si aggiunge la tipologia di legante impiegato: ecco dunque *clay plaspaper* (*clay+paper*: argilla più carta o intonaco di carta e argilla) e *lime plaspaper* (*lime+paper*: calce più carta o intonaco di carta e calce).

patinata) e da cartone, se non nella difficoltà – non troppo dissimile – di ridurre in poltiglia (e quindi a polpa di cellulosa) la materia cartaria.

Nei rifiuti di uno slum è presente in maniera preponderante la carta di giornale – o un analogo tipo di carta, non molto costoso e senza patine – mentre in un campo profughi si potrebbe facilmente ottenere la cellulosa necessaria a partire dagli imballaggi degli aiuti umanitari. Per ricavarla esistono vari sistemi, provati in questa sperimentazione col fine di velocizzare e semplificare il processo di ottenimento della cellulosa necessaria alle varie prove.

• **Cellulosa a partire da carta a fibra nuda**

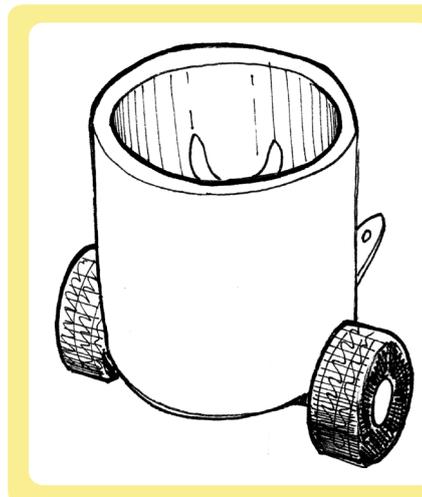
La cellulosa è stata ricavata dalla carta a fibra nuda di un giornale ed «è composta per il 55% circa di carta riciclata al 100%, mentre il rimanente 45 è composto per l'80% da riciclato e per il 20% da fibra vergine di cellulosa» (La Stampa, 2012); ciò significa che il 91% della carta di questo giornale deriva da fibre di recupero e solo il 9% da fibra vergine. Tale precisazione è importante, perché dimostra che il successo della sperimentazione non dipende dalla maggiore o minore qualità (perché vergine o riciclata) della cellulosa impiegata.

Per ridurre la carta in polpa di cellulosa la si è posta sminuzzata in un contenitore, si è aggiunta acqua e si è lavorato l'impasto con un pestello. La difficoltà a trasformare la carta in cellulosa può essere facilmente superata con l'aggiunta di acqua, seppure si sia cercato di farlo con parsimonia per evitarne un uso eccessivo, visto il proposito di utilizzare il *plaspaper* anche in luoghi del mondo poveri di risorse

idriche.

In totale sono stati utilizzati 0,5 l di acqua per 50 g di carta di giornale. Dopo 10 ore sono stati aggiunti altri 0,25 l di acqua, poiché a temperatura ambiente (21° C) l'acqua presente nel contenitore con l'impasto andava evaporando o veniva assorbita più in profondità dalle fibre della carta. Per la realizzazione su larga scala di papercrete si indica spesso la possibilità di usare un miscelatore, un largo contenitore cilindrico di dimensioni variabili (con una capienza di circa 750 litri) da riempire di carta, cemento e acqua, sul cui fondo sono installate delle lame.

**3.3.3 La cellulosa può essere ricavata da tipi diversi di carta (a fibra nuda o coperta) e cartone, con caratteristiche invariate**



Questo tipo di miscelatore viene trainato da una macchina e il movimento dell'asse delle due ruote, sulle quali il miscelatore si muove, aziona le lame che con un movimento rotatorio sminuzzano la carta miscelandola agli altri componenti. [disegno I. Caruso, 2012]

Su scala ridotta si è cercato di sfibrare la carta usando un frullatore manuale, che riprendesse il funzionamento del miscelatore del papercrete senza l'aggiunta di cemento.

Si è notato come l'adozione di un miscelatore contempli l'uso di quantitativi di acqua maggiori, pena il blocco e il rischio di rottura delle lame: questo spiega i lunghissimi tempi citati in letteratura per l'asciugatura dei blocchi di papercrete.

Per ovviare parzialmente a questo problema è possibile mettere la

**3.3.3 Si possono impiegare diversi metodi per creare cellulosa a partire da carta, a seconda dei quantitativi necessari**

carta a macerare prima di sfibrarla nel frullatore manuale. A partire dalla tredicesima sperimentazione si è adottato questo sistema, affinché le fibre potessero imbibirsi e si facilitasse il processo di sfibratura per via meccanica (schiacciando con le mani l'ammasso venutosi a creare o, per quantitativi più elevati, pestandola con i piedi). Rispetto all'uso di un pestello e di carta sminuzzata è necessaria più acqua, ma il tempo impiegato è molto minore, la lavorazione è meno macchinosa e l'acqua risultante può essere riadoperata per la macerazione di altra carta, se effettuata a ciclo continuo.

- **Cellulosa a partire da cartone**

Il cartone usato è stato del tipo a onda E semplice (due copertine e una micro onda > 1,2 mm), di uso comune per gli imballaggi.

L'uso di un tipo di cartone diverso non comporterebbe differenze sostanziali di composizione del materiale. Le differenze sono soltanto di natura fisica, potendo variare il numero di copertine e di onde o la loro altezza, ma non il trattamento subito dalla cellulosa.

A parità di massa il cartone impiegato ha necessitato di minori quantitativi di acqua per la produzione della cellulosa rispetto alla carta a fibre nude.

Il cartone è stato fatto a pezzi per lavorarlo più facilmente, suddividendo le due copertine dall'onda interna, con un procedimento più lungo e laborioso degli altri.

Questo passaggio non è indispensabile in caso di produzione di quantitativi maggiori di cellulosa, qualora il cartone venga messo a macerare per una decina di ore. Una volta impregnatesi le fibre - con

tempi maggiori rispetto a quelle nude, a causa dell'uso di collanti per l'imballaggio - si è notato l'attestarsi della polpa di cellulosa su un volume maggiore.

- **Cellulosa a partire da carta a fibra coperta**

La carta a fibra coperta subisce la stesura di uno o più strati di patina: a ciò si deve una blanda impermeabilizzazione, riscontrabile nella difficoltà che pone la sua riduzione in polpa, e il caratteristico odore di colla.

La carta patinata assorbe l'acqua gradatamente aggiunta in maniera crescente, fino ad attestarsi a quantitativi totali di acqua impiegata paragonabili agli altri tipi di carta e cartone.

- **Cellulosa a partire da fiocchi di cellulosa derivanti da scarti di lavorazione di cartiera**

I fiocchi di cellulosa utilizzati sono stati prodotti da Nesocell®, una società spin-off del Politecnico di Torino, la quale ha proposto come isolante termico e acustico per l'edilizia il riciclo di scarti di lavorazione di cartiera.

Non si tratta quindi di fiocchi derivanti dal riciclo della carta, bensì di un rifiuto derivante dalla sua produzione che - attraverso un processo, in parte a umido e in parte a secco - viene trasformato in fibra di fiocchi di cellulosa. In massa, esclusi gli additivi (idrossido di alluminio, verderame e calce idrata), la percentuale di cellulosa nel prodotto è maggiore del 99% e non vengono impiegati composti del boro, un bioinibitore con effetti dannosi per la salute<sup>4</sup>.

Essendo già sfibrati, i fiocchi di cellulosa non necessitano dell'aggiunta di acqua, se non per

<sup>4</sup> Nesocell, 2012

procedere alla macerazione: in questo caso una quantità in linea con le altre prove è sufficiente per un buon assorbimento.

- **Cellulosa a partire da carta di diversa origine**

Un ultimo preparato è stato approntato unendo parti uguali di cellulosa di diversa origine, perché ricavata da carta a fibre nude, a fibra coperta e da cartone.

Questa prova era ugualmente volta a verificare se sussistessero differenze tra un intonaco preparato con la cellulosa ricavata da una singola tipologia di carta e un altro che impiega cellulosa ricavata da una raccolta mista di rifiuti cartacei, dato che questa si presenterebbe come un miscuglio indifferenziabile di carta e cartone di diversa provenienza.

### 3.3.4 I leganti, il supporto e il laboratorio per la sperimentazione

- **Cemento**

Il cemento usato è un Portland bianco con resistenza a compressione iniziale ordinaria di 32,5 N/mm<sup>2</sup>.

- **Calce**

La calce idraulica naturale utilizzata è stata prodotta per calcinazione di calcari più o meno argillosi o silicei ed è composta prevalentemente da silicati e alluminati di calcio e da idrossido di calcio.

- **Argilla**

L'argilla è stata raccolta nelle vicinanze del rio San Secondo<sup>5</sup> a San Secondo di Pinerolo, in provincia di Torino. Sul posto era presente fino agli inizi del XX secolo una fornace per la produzione e la cottura di vasellame. L'argilla non ha subito nessuna raffinazione, ma si è posta

attenzione nel prelevarla dopo una scoticatura del terreno superficiale.

Per verificare quantitativamente l'eventuale presenza di ghiaia, sabbia e limo si è adoperata la prova di sedimentazione nella versione presentata da Roberto Mattone del Politecnico di Torino, prendendo a riferimento la proposta di Gernot Minke<sup>6</sup>. Essa prevede l'uso di una bottiglia di vetro, trasparente, a fondo piatto, riempita per un terzo di terra asciutta e per i rimanenti 3/4 del suo volume con acqua. Ad una prima, energica movimentazione del contenuto della bottiglia è stata fatta seguire un'ora di sedimentazione. Visto il carattere persistentemente torbido dell'acqua, si è aggiunto del sale<sup>7</sup> e si sono seguite le indicazioni previste per la prova: un secondo scuotimento e un riposo per la sedimentazione nell'arco di ventiquattro ore. Trascorso il tempo indicato si è appurato come non comparisse una sedimentazione in strati della terra (ghiaia, sabbia, limo e/o argilla) e come quindi la stessa fosse in realtà composta di sola argilla.

Qualora vi fosse stata della sabbia naturalmente presente se ne sarebbe dovuto calcolare il quantitativo, per evitare che la percentuale presente inficiasse le qualità leganti dell'argilla.

- **Sabbia**

La sabbia adoperata ha una granulometria dell'1% tra i 75 µm e i 150 µm, del 22,9% tra i 150 µm e i 300 µm, del 61,4% tra i 300 µm e i 600 µm, del 14,5% tra i 600 µm e l'1,2 mm e dello 0,2% tra l'1,2 mm e il 2,4 mm.

- **Gesso**

È stata utilizzata una tipologia di gesso per finitura, per uso interno

**3.3.3 Il misto di carta e cartone di natura diversa (tipico della raccolta carta) non pregiudica le caratteristiche della cellulosa derivante**

**3.3.4 Gli altri materiali impiegati per le sperimentazioni sono facilmente reperibili e di comune impiego anche nei paesi in via di sviluppo**

<sup>5</sup> Il rio San Secondo drena i rilievi situati a nord-ovest del comune omonimo ed è il principale affluente in sinistra orografica del torrente Chiamogna, nel quale confluisce presso frazione Solera (358 m di quota), andando infine nel Pellice e poi nel Po.

<sup>6</sup> Minke, 2000

<sup>7</sup> «The salt helps to separate the parts of clay and sand» (van Lengen, 2008)

**3.3.4 Il supporto per i provini è stato l'OSB, una superficie irregolare, simile alle pareti sulle quali potrebbe essere impiegato il plaspaper**

Tipo C7/20/2 (EN 13279-1).

• **Supporto per i provini**

Il supporto utilizzato è stato una tavoletta OSB (Oriented Strand Board) di dimensioni 200 mm x 150 mm x 20 mm e di superficie 0,03 m<sup>2</sup>. La tavoletta in OSB - composta da scaglie di legno di lunghezza compresa tra 60 e 150 mm, larghezza tra 10 e 35 mm e spessore tra 0,4 e 0,6 mm - è stata imbevuta d'acqua prima di ogni sperimentazione, affinché non assorbisse l'acqua del plaspaper necessaria a una corretta presa del legante utilizzato.

• **Laboratorio prove**

I provini della sperimentazione sono stati repertati, fotografati e lasciati a fare presa in posizione verticale nel Laboratorio Intonaci (all'interno del Laboratorio di Prove sui Materiali, locale S2QS10) del Dipartimento di Ingegneria Strutturale Edile e Geotecnica del Politecnico di Torino, ad una temperatura ambiente di

circa 20° C e a una umidità media del 57%.

A partire dalla tredicesima sperimentazione (13 giugno 2012) si è registrata una umidità relativa superiore al 90% dovuta al calore estivo, all'ubicazione sotterranea del locale e alla perdita per condensa dalle tubature che attraversano il Laboratorio Intonaci; poiché questa situazione falsava i tempi di indurimento dei campioni, allungandoli notevolmente, alcuni di essi sono stati portati all'esterno, a temperatura ambiente.

Per ogni prova è stato compilato un resoconto contenente le seguenti informazioni:

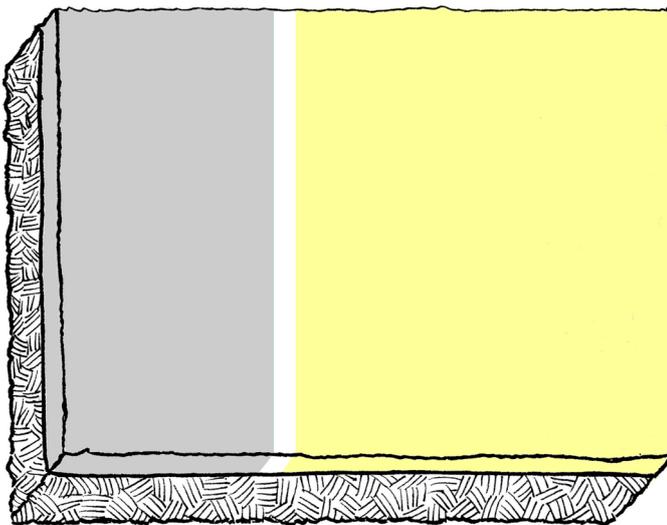
- a) il numero progressivo della sperimentazione, il luogo e la data;
- b) il metodo utilizzato per la produzione della cellulosa e l'origine della stessa;
- c) i tempi di presa e di indurimento;
- d) eventuali dettagli sui campioni di prova, se pertinenti;
- e) le osservazioni, se ve ne erano.

I sperimentazione [10:2:25 cemento:carta:sabbia]

21 febbraio 2012

Per la prima sperimentazione sono stati utilizzati 50 g di cemento, al quale sono stati uniti 125 g di cellulosa da carta a fibre nude, ancora imbevuta d'acqua, e 125 g di sabbia.

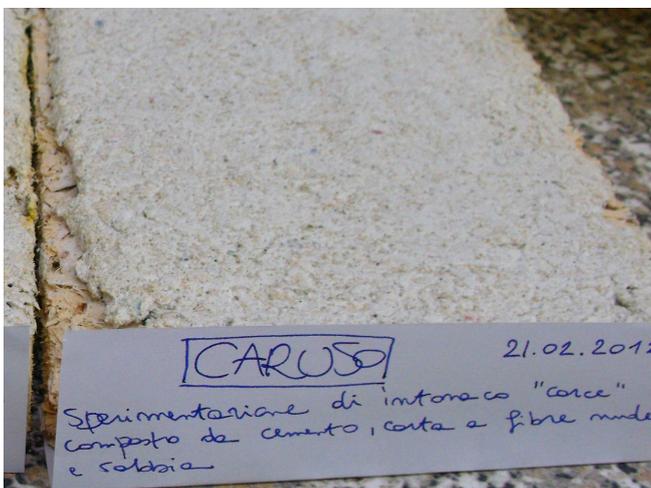
La scarsità di acqua è un problema per molti paesi a basso sviluppo umano, ma è necessaria per trasformare la carta in cellulosa. Per evitare sprechi si è perciò evitato di aggiungerne ulteriori quantitativi nella preparazione della malta, seppure questa scelta può influire negativamente sulla facilità di posa.



27,32% di cemento

4,37% di carta a fibre nude

68,30% di sabbia



50 g di cemento

8 g di carta

125 g di sabbia

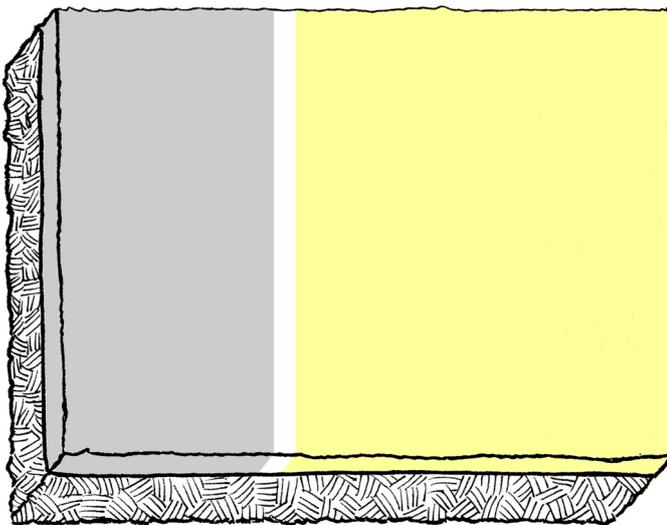


**Il sperimentazione [10:2:25 cemento:carta:sabbia]**

21 febbraio 2012

Nella seconda sperimentazione sono stati utilizzati 50 g di cemento, 125 g di cellulosa da cartone da imballaggio, ancora imbevuta d'acqua, e 125 g di sabbia.

A differenza della prima sperimentazione si è provveduto a miscelare la sabbia e il cemento a secco prima di unirli alla carta: questo ha facilitato la successiva mescola degli elementi.



26,88% di cemento

5,92% di cartone

67,20% di sabbia



50 g di cemento

11 g di cartone

125 g di sabbia

CARUSO  
21.02.2012  
Sperimentazione di un intonaco "cartonbeton"  
a base di cartone da imballaggio del tipo a  
base E semplice, cemento e sabbia

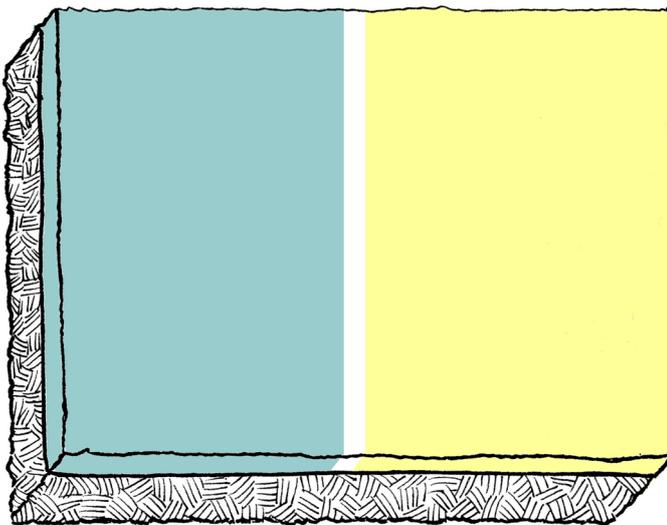


III sperimentazione [10:1:10 calce:carta:sabbia]

23 febbraio 2012

Per la terza sperimentazione si era previsto di utilizzare 100 g di calce idraulica naturale, 100 g di sabbia e 50 g di cellulosa da carta a fibre nude, ancora imbevuta di acqua.

Essendo la carta in larga misura minoritaria nel totale in peso (escludendo il peso dell'acqua) si è provveduto a modificare le proporzioni con l'uso di 1,5 parti di calce per 2 parti di sabbia.



41,43% di calce

3,33% di carta a fibre nude

55,24% di sabbia



75 g di calce

6 g di carta a fibre nude

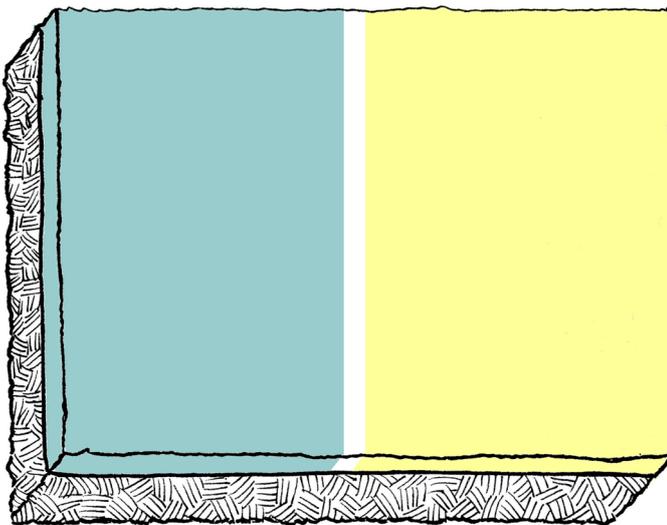
100 g di sabbia



IV sperimentazione [10:1:10 calce:carta:sabbia]

23 febbraio 2012

Per la quarta sperimentazione si sono utilizzate le stesse proporzioni di legante e sabbia (1,5 parti di calce, 2 parti di sabbia) della terza sperimentazione, ma la cellulosa è derivata da cartone.



40,76% di calce

4,89% di cartone

54,35% di sabbia



75 g di calce

9 g di cartone

100 g di sabbia

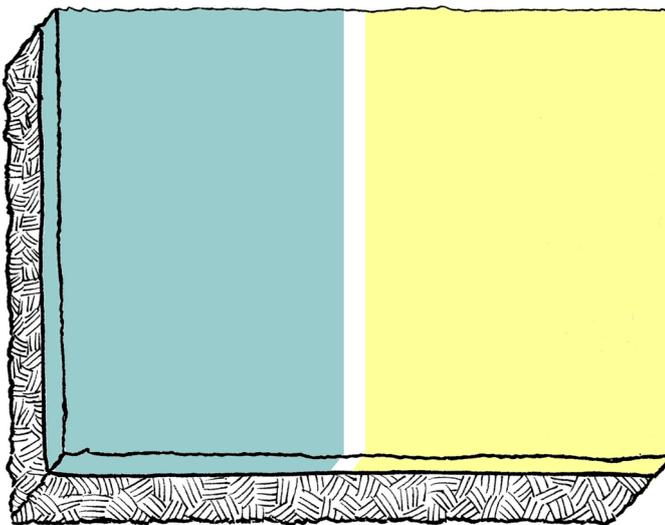
CAROSO  
Sperimentazione di un intonaco  
di cartone del Hp a onde E semplice  
calce



V sperimentazione [10:1:10 calce:carta:sabbia]

23 febbraio 2012

Per la quinta sperimentazione si sono utilizzate le stesse proporzioni (1,5 parti di calce, 2 parti di sabbia) della terza e della quarta sperimentazione, ma la cellulosa ha derivazione di diversa origine: carta a fibra nuda, a fibra coperta e cartone.



40,98% di calce

4,38% di carta mista

54,64% di sabbia



75 g di calce

8 g di carta mista

100 g di sabbia



**VI sperimentazione [10:1:10 calce:carta:sabbia]**

23 febbraio 2012

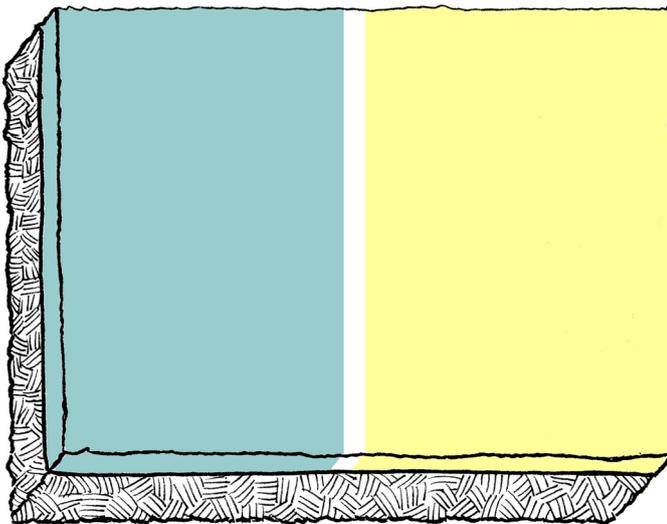
Per la sesta sperimentazione si sono utilizzate le stesse proporzioni (1,5 parti di calce, 2 parti di sabbia) della terza, della quarta e della quinta sperimentazione, ma la cellulosa derivata da fiocchi venduti sul mercato come isolante.

Per lavorare l'impasto è stato necessario aggiungere 30 g di acqua.

A circa un mese di distanza, il 20 marzo, il campione è stato distrutto per verificarne in maniera empirica la resistenza meccanica e l'adesione al supporto.

Nonostante il modesto quantitativo di fiocchi di cellulosa impiegati, l'intonaco si mostrava fibroso e non aveva legato adeguatamente con il supporto, sfaldandosi piuttosto facilmente.

Lo spessore dell'intonaco era di 3 mm.



39,06% di calce

8,86% di fiocchi di cellulosa

52,08% di sabbia



75 g di calce

17 g di fiocchi di cellulosa

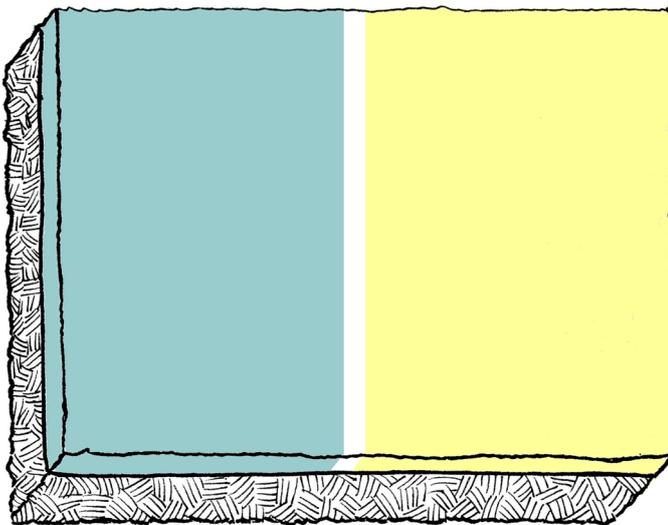
100 g di sabbia



VII sperimentazione [10:1:10 calce:carta:sabbia]

23 febbraio 2012

Per la settima sperimentazione si sono utilizzate parti diverse di materiale, che diminuissero il quantitativo di legante impiegato aumentando quello di materiali meno impattanti sotto il profilo economico, cioè la sabbia e la carta. Si sono perciò predisposte: 50 g di calce, 100 g di sabbia, 150 g di cellulosa di origine diverse, ancora imbevuta d'acqua.



29,76% di calce

7,14% di carta mista

59,52% di sabbia



50 g di calce

12 g di carta mista

100 g di sabbia



### 3.3.5 Note alla prima fase di sperimentazioni (I-VII). L'essiccazione della cellulosa

La polpa di cellulosa usata nelle prime sette sperimentazioni era composta per più del 90% sulla massa di acqua e questo dato ha mostrato il problema della definizione dei quantitativi usati nella produzione del plaspaper.

La questione non è risolvibile con una semplice proporzione, perché se si volesse usare il 25% di carta nell'impasto (nella prima fase delle sperimentazioni la percentuale è stata del 5%), non vi è la certezza che 250 g di polpa di cellulosa corrispondano a secco a 50 g. In più, se con il precedente dosaggio il quantitativo di acqua era già sufficiente per far iniziare la presa (tanto da rendere superfluo, se non controproducente, un'aggiunta), quel quantitativo moltiplicato per 5 sarebbe certamente eccessivo.

È quindi indispensabile usare la cellulosa asciutta, con l'obiettivo

di poter considerare il peso secco del materiale e senza eccessivi quantitativi di acqua nell'impasto. Per questo nel produrre cellulosa a partire da carta a fibre nude per le successive sperimentazioni, questa è stata macerata e poi lasciata asciugare a una temperatura di 20° C, pur con una certa difficoltà a causa della sua compattezza.

Dopo alcuni giorni questa cellulosa è stata manualmente ridotta in elementi di 3-5 millimetri di diametro, ancora umidi, non essendo possibile sminuzzare la carta in elementi ancora più piccoli senza utilizzare appositi strumenti.

Una volta raggiunta un'essiccazione considerata soddisfacente si è pesato il materiale secco per verificare la presenza residua di acqua, appurando come 50 g di carta fossero diventati 111 g a causa dell'umidità che evidentemente ancora impregnava la cellulosa.

Questo importante dato è stato considerato nelle successive sperimentazioni.

**3.3.5 La cellulosa accumula e ritiene grandi quantità di acqua e deve perciò essere sempre pesata a secco**

