



SAAD
Scuola di Ateneo
Architettura e Design
Università di Camerino

TESI DI LAUREA IN DISEGNO INDUSTRIALE E AMBIENTALE

GreenBrick, una mattonella in Pullayell
di Giulia Grattini

relatore: prof. Carlo Santulli
correlatore: prof. Roberto Giacomucci

Questo studio nasce durante il tirocinio formativo svolto presso l'azienda Grandinetti Srl, produttrice di rivestimenti in graniglia di marmo nella zona industriale "Maestri del lavoro" di San Severino Marche.

Si voleva sviluppare un materiale alternativo rispetto a quelli utilizzati nel campo dei rivestimenti, attraverso materiali di scarto industriale, agricolo e/o alimentare.

Il risultato è stato **Pullayell**, un materiale da costruzione composto prevalentemente di argilla, al cui impasto vengono aggiunti fanghi di depurazione e scarti di pulper di cellulosa dalla lavorazione della carta, e polvere di guscio d'uovo, dall'industria alimentare.

Desidero ringraziare tutti coloro che mi hanno aiutato nella realizzazione del progetto di tesi, chi mi ha guidato, aiutato, stimolato, e fatto riflettere, in primis, il professor Carlo Santulli, mio relatore, che ha avuto la pazienza di ascoltarmi e risolvere ogni dubbio, specialmente nella chimica ; il professor Roberto Giacomucci, che ha seguito la fase di progettazione della mattonella; Nello Mosca, dottorando della Facoltà di Chimica di UNICAM, e al direttore Claudio Pettinari, dello stesso dipartimento che mi hanno permesso di svolgere ricerche ed esperimenti nel laboratorio Unicam; al signor "Mattonaio" del mio paese che mi ha permesso di cuocere i prototipi nel suo forno per mattoni; e a tutti quelli che in un modo o nell'altro hanno cercato di rendere tranquilli questi mesi

INDICE

CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE.....	7
focus: CARBONATO DI CALCIO DAL GUSCIO D'UOVO.....	9
Esperimento: Precipitare il CaCO_3	10
La calce aerea.....	11
Il Carbonato di Calcio.....	12
Impieghi.....	13
Una soluzione troppo utopistica	14
UN NUOVO MATERIALE : PULLAYELL.....	17
Preparazione.....	19
MATERIALI	22
GUSCIO D'UOVO	25
PULPER DI CELLULOSA	26
ARGILLA	29
La cultura del mattone nelle Marche.....	30
PRODOTTO: UNA MATTONELLA OTTENUTA DA SCARTI	31
CONCEPT	32
Tipologie di mattonelle da esterno.....	33
GreenBrick	34
Disegni tecnici	35
Render e ambientazioni	36
APPENDICI	39
Rinverdire le zone aride della città.....	40
Il suolo nell'ambiente urbano	41
Progetti simili	42
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	46

focus :
Carbonato
di Calcio

CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE

focus

CARBONATO DI CALCIO DAL GUSCIO D'UOVO

Questo studio nasce dalla volontà di sostituire il Carbonato di Calcio di origine minerale (comunemente: polvere di marmo), con il suo equivalente di origine animale, proveniente da scarti di origine animale: il guscio d'uovo.

Il Carbonato di Calcio viene oggi utilizzato in moltissime applicazioni industriali: per lo sbiancamento della carta, come modificatore minerale per migliorare la qualità dell'industria delle plastiche; nel campo delle costruzioni: asfalto, calcestruzzo, ceramica, laterizi; per la salvaguardia dell'ambiente dove funge da filtro antinquinante; nel settore agricolo come additivo nella produzione di pesticidi e mangimi naturali.

Dal momento che il guscio d'uovo ne è composto per il 95% e che, chi ne consuma in quantità industriali deve smaltirlo separatamente nel minor tempo possibile per questioni igienico sanitarie, perchè non re-immettere questi scarti nel ciclo produttivo in modo da non dover dipendere totalmente dall'estrazione in cava?

Ovviamente, ad ogni applicazione industriale in cui questo viene utilizzato corrisponde una determinata granulometria e grado di purezza: è per questo che la polvere di guscio d'uovo non dovrebbe essere impiegata così com'è, ma necessita di determinati passaggi chimici.

In primis, deve essere fatta bollire in acqua per una decina di minuti, per facilitare la rimozione della membrana testacea (la restante parte organica), viene poi fatta precipitare in soluzione con acido cloridrico (HCl) e carbonato di sodio (Na_2CO_3).

Si pensava, quindi, di sostituirla all'impasto già utilizzato per la produzione di mattonelle in graniglia di marmo, dove il Carbonato di Calcio viene impiegato come filler ed è presente in rapporto 1: 3 rispetto al cemento, per realizzare una mattonella ecologica, che reimpiegasse nel ciclo produttivo, un materiale di scarto equivalente ad uno vergine, la cui estrazione è dannosa e dispendiosa.

In questo modo si volevano affrontare due importanti tematiche: in primis il problema dello smaltimento dei gusci d'uovo: basti pensare che, secondo i dati Coop, in Italia vengono consumati 12 mln di uova l'anno, e il consumo è in crescita.

In secondo luogo il problema dell'estrazione mineraria, che, come spiega Legambiente nel suo *Rapporto Cave*: in alcune regioni i permessi di concessione sono addirittura gratuiti, e molto spesso le cave dismesse vengono lasciate tali e quali senza provvedere ad un corretto recupero o riqualificazioni ambientali. In Toscana, sempre Legambiente ha lanciato l'allarme marmettola, ovvero lo sfrido della lavorazione del marmo, che inquina e ostruisce i corsi d'acqua, creandi seri problemi ambientali.

ABSTRACT:

in questo esperimento il precipitato di Carbonato di Calcio è stato ricavato con il processo del Carbonato di Sodio, usando la polvere di guscio d'uovo come materiale grezzo

Preparazione di precipitato di Carbonato di Calcio PCC, dissolvendo 1 M (mole) di acido cloridrico (HCl) in 100g di polvere di guscio d'uovo (ESP- Eggshell Powder) a temperatura ambiente. Dopo una continua agitazione meccanica il carbonato di calcio precipita dalla soluzione dissolta di polvere di guscio, usando 1 M di soluzione di Carbonato di Sodio.

MATERIALI:

gusci d'uova di gallina, Idrossido di Sodio ($NaOH$)
 acido cloridrico (HCl), Carbonato di Sodio (Na_2CO_3)

ESP (EggShell Powder) polvere di guscio d'uovo

PESP Precipitato di polvere di guscio d'uovo

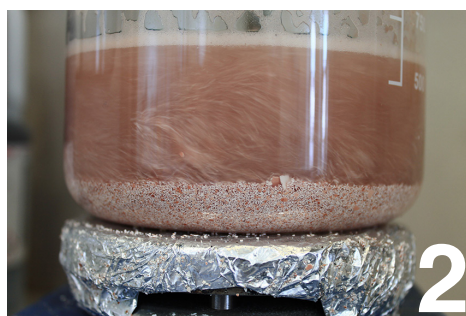
PCC Precipitato di Carbonato di Calcio

100g di ESP vengono disciolti in 1000 mL di 1 M di soluzione di Acido Cloridrico (HCl) (1) e messa in agitazione su piastra riscaldata a 35° per circa un'ora(2).

Una volta dissolta ESP, il pH della soluzione viene aggiustato con 0.3 M di Idrossido di Sodio ($NaOH$). la soluzione viene poi filtrata usando il filtro Buchner (3). Poi 1M di Carbonato di Sodio (Na_2CO_3) viene lentamente unita alla soluzione filtrata, mantenendo l'agitazione costante con la barra magnetica, fino a completa precipitazione.

ESP ormai precipitata diventa PESP (4), filtrata con un filtro vacuum e successivamente risciacquata con acqua distillata per rimuovere i residui chimici.(5)

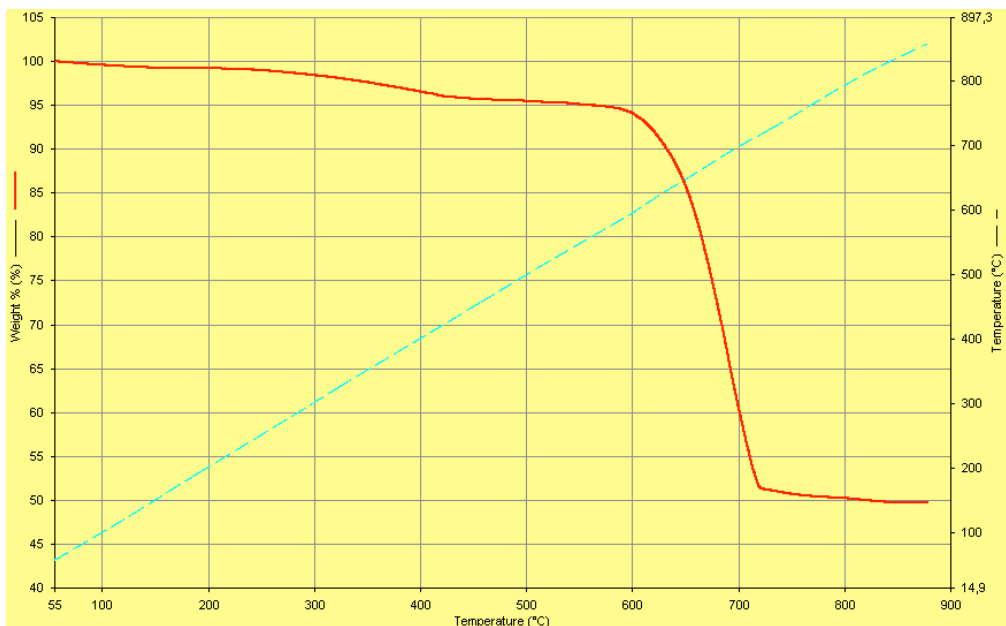
PESP viene poi asciugata in stufa a 60° per 24ore, e poi stoccata in un dissecatore vacuum a temperatura ambiente



TERMOGRAVIMETRIA (TGA)

è una metodica che serve a verificare se sono presenti ancora parti organiche nel campione portandolo ad alte temperature. Il risultato dell'analisi viene espresso solitamente con un termogravigramma che riporta in ascissa la temperatura o il tempo e sulle ordinate la variazione di massa come valore assoluto o percentuale.

Tale grafico viene anche definito *curva di decomposizione termica*.



Il grafico mostra come portando gradualmente la polvere di guscio d'uovo a una temperatura di 900°, la parte organica volatilizza facendo decomporre il CaCO₃ in Ossido di Calcio (CaO) e Biossido di Carbonio (CO₂), determinando una perdita di peso del 44%



Come gli altri carbonati, subisce decomposizione per riscaldamento o per contatto con sostanze acide, liberando anidride carbonica. Su questa sua caratteristica si basa il metodo per la sua determinazione, detto analisi calcimetrica.

dalla cottura del
carbonato di calcio:

LA CALCE AEREA

Così chiamata perchè indurisce per assorbimento di CO₂ dall'aria, è il prodotto della cottura di calcari più puri, rocce ad alto contenuto di carbonati di calcio.

Nell'ambito specifico delle calce da costruzione, con calce aerea si indicano due prodotti:

la calce *'viva'*, costituita prevalentemente da ossido di calcio; (CaO)

la calce *'idrata'* o *'spenta'* costituita prevalentemente da idrossido di calcio (Ca(OH)₂).

La calce idrata, impiegata per la realizzazione di malte, intonaci, finiture architettoniche ecc. è disponibile sul mercato in polvere o in pasta.

CARBONATO DI CALCIO



caratteristiche:

- contiene calcio per il 40%
- è a ph alcalino
- facile da integrare in tutte le formule

Il carbonato di calcio è il sale di calcio dell'acido carbonico.

Puro, a temperatura ambiente è un solido bianco poco solubile in acqua, cui impartisce una reazione lievemente basica: 100 grammi in un litro di acqua a 20 °C formano una sospensione il cui pH è circa 10.

Come gli altri carbonati, subisce decomposizione per riscaldamento o per contatto con sostanze acide, liberando anidride carbonica. Su questa sua caratteristica si basa

il metodo per la sua determinazione, detto analisi calcimetrica.

Il carbonato di calcio è il maggiore componente del calcare sciolto nell'acqua e il principale responsabile della sua durezza. In combinazione con il riscaldamento dell'acqua per usi civili dà origine all'incrostazione calcarea.

In natura, il carbonato di calcio è il materiale che costituisce, in tutto o in parte, una grande varietà di tipi di rocce: il marmo, le rocce calcaree, il travertino. I minerali costituiti dal calcio carbonato sono l'aragonite e la calcite.

Proprietà chimico-fisiche

<i>Densità (g/cm³, in c.s.)</i>	2,93
<i>Solubilità in acqua</i>	0,014 g/l a 293 K
<i>Costante di solubilità a 298 K</i>	$4,96 \times 10^{-9}$
<i>Temperatura di fusione</i>	>825 °C (>1 098 K) con decomposizione

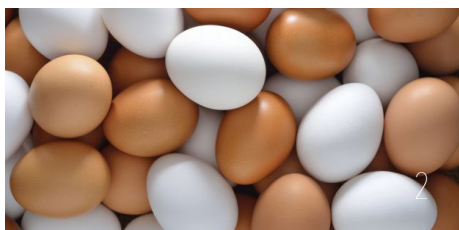


fig.1 grotte; le stalattiti si formano in seguito a fratture nella volta da cui fuoriesce acqua contenente carbonato di calcio; le stalagmiti si trovano all'interno delle grotte, si formano dalle gocce d'acqua contenente carbonato di calcio che cade dal soffitto delle cavità sotterranee.
fig.2, gusci d'uovo
fig.3, marmo
fig.4, conchiglie

SETTORE AMBIENTE

Addolcimento e trattamento di purificazione delle acque per uso potabile o industriale;

Trattamento gas di combustione e degli impianti industriali;

Neutralizzazione e precipitazione delle acque di scarico di impianti industriali;

Trattamento di rifiuti biologici e organici per il controllo e la crescita di agenti patogeni;

SETTORE FARMACEUTICO

Abbattimento delle impurità nel processo di produzione dello zucchero;

Regolazione dell'acidità nella produzione del latte e dei suoi derivati;

Assorbimento di CO₂ nei processi di conservazione della frutta in atmosfera controllata;

Preparazione del lattato di calcio per la produzione di medicinali;

Produzione di fertilizzanti.

SETTORE INDUSTRIA

Processo di produzione della carta di alta qualità;

Abbattimento di sostanze inquinanti, come zolfo e fosforo, nella produzione di acciai e di gas nocivi di SO₂ derivanti dalla produzione di metalli non ferrosi;

Carica inerte nella produzione di materiali plastici;

Produzione del vetro e dei suoi derivati.

SETTORE EDILIZIA

Utilizzo dei micronizzati per la preparazione dei premiscelati di alta qualità per intonaci;

Per la produzione di calce.



UNA SOLUZIONE TROPPO UTOPISTICA

ITALIA COME IL GROVIERA

Secondo l'editoriale di Luca Aterini: *"Meno cento cave: per costruire un'Italia migliore è ora di usare materiali riciclati"* « La mappa delle cave in Italia disegna un territorio punteggiato da buchi, come una forma di groviera: 2.500 le cave da inerti oggi ancora attive, 15mila quelle abbandonate (la maggior parte di sabbia e ghiaia), che aspettano di trovare nuova destinazione o di essere sottoposte a interventi di riqualificazione paesaggistica. Nel frattempo si continua a cavare, nel 62% dei casi per ottenere poi materiali da costruzione, per realizzare infrastrutture. Al contempo, ogni anno in Italia vengono prodotti 45milioni di tonnellate di rifiuti inerti: la Direttiva 2008/98/CE prevede che nel 2020 si raggiunga un obiettivo pari al 70% del riciclo dei rifiuti da costruzione e demolizione, ma oggi in Italia la capacità di recupero sfiora a malapena il 10% (anche se non mancano esperienze d'eccellenza); in Olanda, per prendere l'estremo più virtuoso d'Europa, siamo già al 90%."

ALLARME MARMETTOLA

Al danno paesaggistico, si somma quello ambientale dovuto alla **marmettola** : la polvere di Marmo proveniente dai tanti ravaneti (grandi mucchi di detriti e materiali di rifiuto) situati a monte sulle creste delle Alpi Apuane, conseguenza dell'estrazione e della lavorazione di tale materiale che avviene da secoli su queste montagne.

I ravaneti, che costituiscono il 75% del materiale estratto dalle cave, sono le principali fonti di inquinamento di suolo e sorgenti, poichè sono terre miste a marmettola che le cave scaricano a migliaia di tonnellate sulle scarpate delle vie d'arroccamento e abbandonano al monte in enormi cumuli esposti al dilavamento delle piogge.»

L'Arpat di Massa lancia l'allarme: «Non è da sottovalutare che l'acqua contenente marmettola in sospensione non può essere utilizzata, oltre che per l'uso potabile, neppure per quello irriguo in quanto avrebbe i medesimi effetti di cementificazione del suolo che si osservano nei corsi d'acqua da essa inquinati». «Se si rispettassero regole e autorizzazioni vigenti - continua Arpat - ci sarebbe molta meno marmettola e materiale di varia granulometria trascinato a valle. Il problema è che alle cave la cultura della gestione delle acque e dei materiali più fini è molto poco diffusa; per i titolari di cava, si tratta solo di costi imposti dalle autorità competenti che si tramutano in un mancato guadagno. Il pensiero da combattere è: "Perché fare tante storie per un po' di sassi lasciati lì?".» E intanto il Frigido, come tutti i suoi gemelli apuani, si colorano di bianco a ogni pioggia, ferendo la natura, ferendo la città e i suoi abitanti.



le acque contaminate di
marmettola del fiume
Frigido (LI)

Le spiagge di Rosignano
Solvay, acque contamina-
te da scarichi industriale.
sullo sfondo lo stabilimen-
to industriale (MS)



UNA SOLUZIONE TROPPO UTOPISTICA

Con questa operazione si voleva ricavare Carbonato di Calcio (polvere di marmo) dal guscio d'uovo, anche per far fronte allo smaltimento di questo scarto prezioso, consumato in grande quantità nel nostro paese, e che prevede anch'esso una precisa normativa per lo smaltimento.

Ma vista la grande facilità con cui in Italia è possibile non rispettare o aggirare la legge, si pensi ai canoni di concessione per l'apertura di nuove cave di Basilicata e Sardegna che sono praticamente gratuiti (come denuncia Legambiente nel suo *Rapporto Cave*), ricavare questa polvere di marmo dal guscio dell'uovo risulta troppo costosa rispetto al materiale già esistente : 1 € / etto-grammo contro i 6 € / quintale; che, per di più , risulta già essere uno scarto dal momento in cui viene prodotto; non poteva essere competitivo nello stesso settore di applicazione.

un nuovo
materiale

| **PULLAYELL**



pullayell

autarchia verde di un laterizio



Dalla ricchezza di una terra di lunga tradizione artigianale e variegata come le Marche, nasce un laterizio che rispetta il territorio e contribuisce a tenerlo pulito e ordinato.

Pullayell è un materiale da costruzione ecosostenibile, che utilizza materiali derivanti dagli scarti di lavorazione di due importanti tradizioni marchigiane: la manifattura della carta e l'allevamento di pollame; è ottenuto da argilla per laterizi con aggiunta di pulper e fanghi di depurazione dell'industria cartaria, e polvere di guscio d'uovo dell'industria alimentare.

Rifiuti, o meglio risorse, che troverebbero il loro fine vita in discarica o termovalorizzatori, pratica agevolata dalle normative vigenti.

Il nome è dato dall'unione e abbreviazione delle parole inglesi degli ingredienti che lo compongono: **Pulper** (scarto cellulosa), **Clay** (argilla) e **Shell**, da Egg Shell Powder (polvere di guscio d'uovo).

Il consumo di uova in Italia ammonta a 142 a testa, l'anno. Ciò significa che 12 mln di gusci d'uovo ogni anno diventano rifiuto e devono essere smaltiti. Non tutti sanno però che questo "scarto" è composto per il 95% di carbonato di calcio che in presenza di anidride carbonica (CO₂) e alle alte temperature si trasforma in calce viva.

Lo stesso fenomeno avviene durante la cottura del mattone di PULayELL e contribuisce a compattarlo e ad alleggerirne il peso.

Gli scarti di pulper di cellulosa ammontano a 110.000 t / anno, e insieme ai fanghi reflui di depurazione fungono da riempitivi dell'argilla, ovvero permettono di utilizzare meno materia prima, con conseguente riduzione dell'energia richiesta per la lavorazione, rispetto ai mattoni tradizionali.

preparazione



Preparazione dell'argilla

- rottura zolle
- eliminazione pietre
- macinazione
- vagliatura
- mescolatura
- bagnatura



Preparazione dell'impasto

miscelare insieme gli ingredienti, poi aggiungere poco acqua, fino ad ottenere una pasta plasmabile



Formatura del mattone

- Estrusione
- Pressatura ad umido
- Pressatura a secco
- A mano

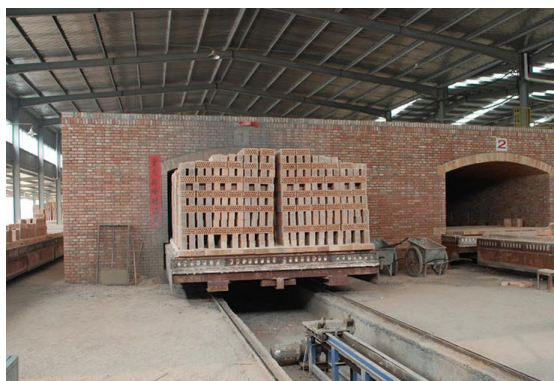


Essiccazione

- all'aria, sotto tettoie e protetti da teli
- industrialmente, in essiccatoi
 - in apposite celle, dette essiccatoi, in cui viene immessa una corrente d'aria inizialmente umida che progressivamente viene riscaldata e ridotta di umidità
 - in essiccatoi a tunnel in cui il materiale da essiccare si muove in una corrente



Il processo di essiccazione non può essere troppo rapido per non creare tensioni interne nel materiale che comporterebbero rotture in fase di cottura.



Cottura

- 900°C -1200°C
- Forno a tunnel
- Ciclo continuo

Fasi cottura

fino a 250°C	Evaporazione acqua
tra 400°C e 600°C	perdita acqua
tra 800°C e 900°C	decomposizione carbonato
tra 1000 e 1100°C	ritiro

ingredienti:



900 g argilla



450 g pulper di cellulosa



150 g ESP *



= 10% dell'impasto

ESP= EggShell Powder, cioè polvere di guscio d'uovo



Una volta ottenuto l'impasto, si aggiunge acqua e si cola all'interno dello stampo, pressato e lasciato a essiccare almeno 36 ore prima di essere cotto. La cottura avviene a 900°

CAMPIONI A CONFRONTO

Per ottenere il materiale finale, si sono sperimentati tutti gli abbinamenti; l'ultimo campione (riquadro giallo) risulta essere il più resistente in rapporto alla leggerezza



solo argilla

peso: 313 g



argilla + pulper

peso: 150 g



argilla + ESP

peso: 322 g



argilla + pulper + ESP

peso: 153 g



fase di preparazione del materiale

MATERIALI



POLVERE DI GUSCIO D'UOVO



SCARTI DI PULPER DI CELLULOSA



ARGILLA



IL GUSCIO D'UOVO

CHE COS'È?

È una struttura mineralizzata, rigida e fragile che dà all'uovo la caratteristica forma "ovoidale". La sua struttura porosa, permeabile ai gas e al vapore acqueo, è costituita essenzialmente da carbonato di calcio e da piccole quantità di carbonato di magnesio e fosfato tricalcico.

All'interno si trovano due membrane aderenti al guscio e sovrapposte l'una all'altra. Queste si separano solo in corrispondenza del polo ottuso dell'uovo andando a formare la così detta camera d'aria. Il guscio, unitamente alle membrane interne e alla cuticola, costituisce una barriera che si oppone all'ingresso dei microrganismi dalla superficie esterna verso l'interno dell'uovo.

NEL MERCATO

Prezzi bassi, qualità, etichette trasparenti. È una produzione interamente italiana.

Ne consumiamo 142 a testa e il loro acquisto è in continua crescita.

12 milioni l'anno, praticamente 13,8 kg a persona

E ogni giorno nel mondo si consumano 2 mld di uova, 700 mld ogni anno.

Messico, Giappone e Cina detengono il primato con circa 330 uova all'anno, per abitante

Non tutti sanno che il guscio d'uovo viene classificato come materiale bioceramico naturale, l'equivalente del carbonato di calcio, materia prima per la produzione della calce: che costituisce, ad esempio, la polvere di marmo

SMALTIMENTO

Quelli di gallina sono un materiale di scarto per l'industria alimentare e delle incubatrici e sono smaltiti nelle discariche; lo smaltimento è sottoposto a specifiche normative.

Il regolamento CE 1069/2009 del Parlamento Europeo del Consiglio del 21/10/2009 recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale e ai prodotti derivati non destinati al consumo umano obbliga gli esercenti e stati membri a carrogliere e smaltire i sottoprodotti animali nel minor tempo possibile.

UNA RICCHEZZA POTENZIALE

In realtà i gusci buttati contengono carbonato di calcio sotto forma di cristalli per il 95% del loro totale.

Il Carbonato di Calcio è un filler importante usato in una vasta gamma di applicazioni elastomeriche e termoplastiche, nella produzione e sbiancamento della carta

SCARTI DI PULPER

DA DOVE DERIVANO: LA CELLULOSA

Dalla cellulosa: un polimero biologico composto da lunghe catene di molecole di glucosio delle pareti cellulari delle piante e delle cellule batteriche. il polimero biologico più abbondante del pianeta. Allo stato puro si presenta come un materiale fibroso di colore chiaro, insolubile nell'acqua e nei comuni solventi organici. Allo stato secco è assai *igroscopica*, ossia lasciata all'aria assorbe notevoli quantità di umidità, anche oltre il 10% del suo peso.

PRODUZIONE

La cellulosa si ottiene industrialmente sottoponendo a trattamenti meccanici e chimici il legno di molte conifere e latifoglie e le fibre di numerose materie prime vegetali e di residui agricoli come la paglia; si ottengono così le cosiddette paste di legno. Con soli trattamenti meccanici si ottiene dal legno la pasta meccanica (con resa superiore al 92%); essa si prepara ripulendo i tronchi, scorteciandoli e poi sfibrandoli a mezzo di mole, in presenza di acqua; è formata da tutti i costituenti del legno, a eccezione dei sali solubili in acqua, ridotti in forma di fibra.

INDUSTRIA CARTARIA: SCARTI DI PULPER

Sono il residuo della prima lavorazione, nello spappolatore, della carta da macero proveniente dalla raccolta differenziata ed è costituito principalmente da plastiche, acqua e fibre di cellulosa.

DATI E NORMATIVE

Ogni anno se ne producono circa 100.000 tonnellate, che devono essere smaltite, e per farlo ci sono solo due strade: la discarica, o gli impianti di termovalorizzazione (a Brescia e Terni). Ma il Decreto Legislativo 36/2003 e il Decreto Ministeriale 13/03/2003 vietano, a partire dal 2009, il conferimento alle discariche di questo scarto, imponendone il recupero energetico. Tra Capannoni e Porcari vengono spesi circa 8 milioni di euro ogni anno per lo smaltimento del pulper. Spostare questi rifiuti significa movimentare ben 4000 camion ogni anno.

Recuperare energia dagli scarti di produzione della carta da macero serve alla raccolta differenziata. Non fare un termovalorizzatore per gli scarti da pulper da 110.000 t/anno costa al Paese 385 milioni di euro.

L'IMPIEGO DEI RESIDUI QUALE MATERIA PRIMA SECONDARIA IN ALTRI COMPARTI INDUSTRIALI È IN AUMENTO

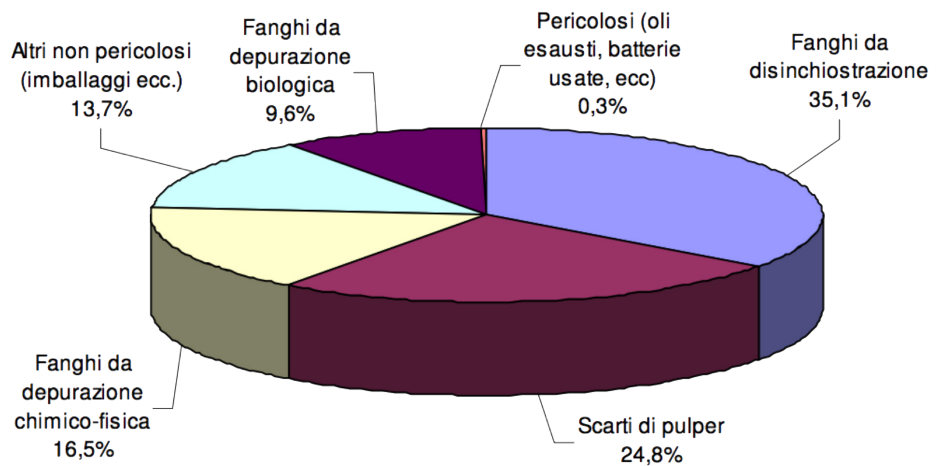
Grazie alla loro omogeneità e alla composizione ben definita, i residui dell'industria cartaria vengono sempre più spesso utilizzati quale materia prima secondaria in altri comparti industriali. I fanghi di disinchiostrazione, per esempio, vengono utilizzati come combustibile o come materia prima nella produzione del cemento, dei mattoni e delle tegole. Così come le ceneri di combustione.



L'UTILIZZO SUL SUOLO È AFFIDABILE

I residui sono anche utilizzati come fondo nella costruzione delle strade e nei ripristini ambientali. Per fare un esempio, una parte significativa del fango da disinchiostrazione è composta da carbonati e argilla che in pratica fungono da agente correttivo, regolatore dell'acidità, e da coadiuvanti in agricoltura. Le ceneri possono anche essere utilizzate per ripristini del terreno e come fertilizzanti.

grafico rappresentante
gli scarti di una cartiera

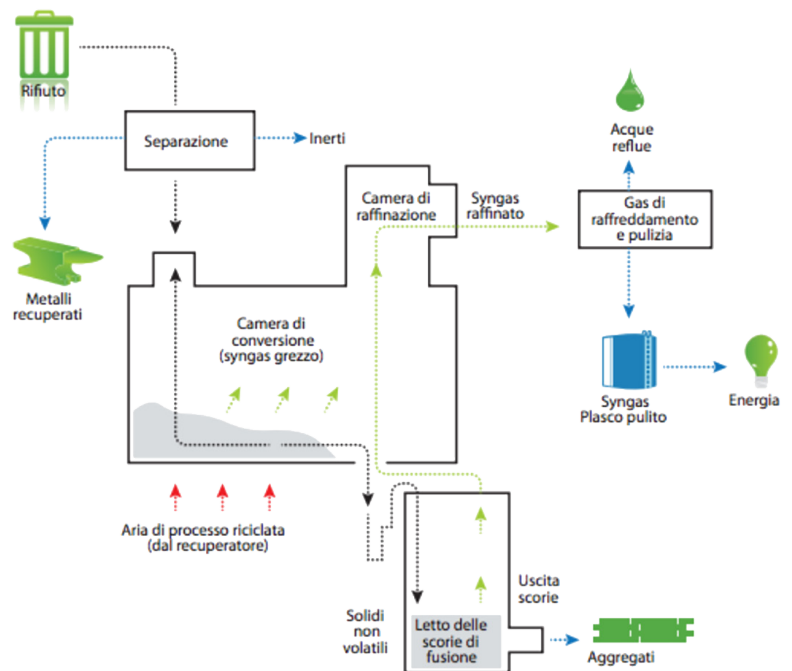


REQUISITI DI LEGGE ONEROSI

La legislazione UE considera i residui cartari come rifiuti veri e propri. Conseguentemente la loro gestione necessita di specifici permessi, rendendo spesso più semplice e conveniente lo smaltimento in discarica piuttosto che adeguarsi ai complicati adempimenti richiesti per il loro recupero.

PROGETTO LUCENS

è un progetto che nasce per il distretto delle cartiere di Lucca, il cui intento è trovare una soluzione definitiva che non crei rifiuti speciali che si debbano poi smaltire. Il trattamento termico proposto, (con gassificazione con torcia al plasma), consente di trasformare il rifiuto in due prodotti riutilizzabili in processi produttivi: la parte organica dello scarto di pulper (circa il 93%) dà origine a un gas di sintesi, molto pulito, ricco di idrogeno e di CO; mentre la parte inorganica del rifiuto si converte in un residuo vetroso inerte.



UN PULPER FERTILE

Quello della produzione di energia, però, non è l'unico modo di riutilizzare il pulper waste.

M.C.M. Ecosistemi ha proposto alla Comunità europea un progetto per l'utilizzo dei fanghi di cartiera nella rigenerazione dei terreni in via di desertificazione.

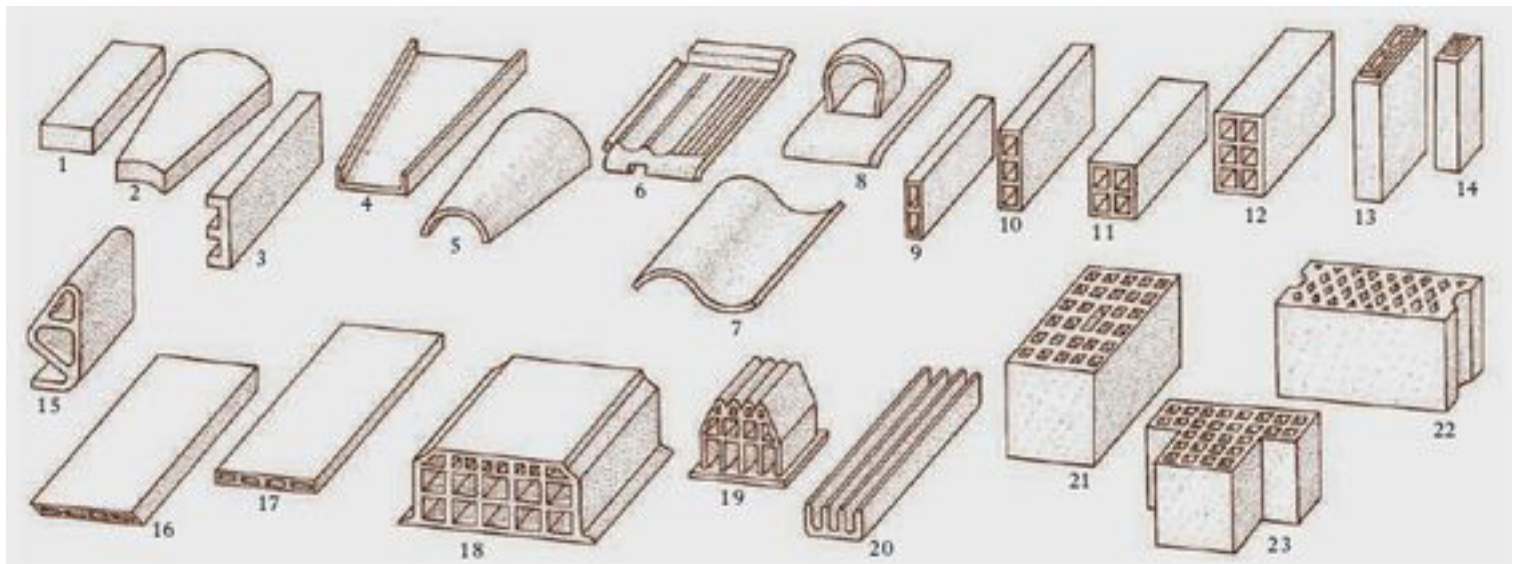
Il loro intervento consiste nel trattamento della terra: disgregazione, miscelamento con fanghi di cartiera e a successivi trattamenti di policondensazione con acidi umici e di ricostituzione meccanica, ottenendo un terreno completamente nuovo, fertile e consistente.

In questo modo si migliorano le capacità idrica e termica; ciò significa che i terreni così trattati non solo saranno in grado di mantenere meglio l'acqua e di renderla disponibile per i vegetali, ma saranno anche più tiepidi e, quindi, meno inclini a subire sbalzi termici a causa dei cambiamenti atmosferici

ARGILLA

LATERIZI

Prodotti di varie forme e dimensioni, che si ottengono mediante indurimento per cottura di argilla opportunamente preparata e modellata. Sono materiali da costruzione di notevole importanza e molto diffusi, specie nelle zone di pianura, dove abbondano convenienti ed estesi giacimenti di ottime argille, facilmente lavorabili.



Fabbricazione

PREPARAZIONE DELL'ARGILLA

L'argilla destinata alla fabbricazione dei laterizi è molto comune in natura, in strati e banchi siti, di solito, a poca profondità, sotto uno strato di terreno vegetale.

È costituita, in prevalenza, della cosiddetta sostanza argillosa, silicato di alluminio idrato, colloide, frammista a diverse impurità quali la sabbia (detriti di quarzo), gli ossidi e solfuri di ferro, la pirite, la calce, il gesso, ecc. La composizione dell'argilla ha influenza sulle sue proprietà e le sue applicazioni.

Il rapporto tra sostanza argillosa e il contenuto di sabbia, determina se essa sarà più o meno grassa; a parità di contenuto sabbioso, sarà tanto più grassa quanto più fini sono gli elementi sabbiosi. Ugualmente secondo che il contenuto di sostanza argillosa sia più o meno grande, essa sarà più o meno plastica, cioè più o meno idonea ad assorbire acqua e a prestarsi alla modellatura.

L'*ossido di ferro* non è in generale dannoso; esso impartisce alla massa cruda colore giallo o bruno e durante la cottura una colorazione più o meno rossa; rende però la massa più fusibile, e va perciò eliminato se si vogliono ottenere materiali refrattari.

Il *carbonato di calcio* non nuoce se è in quantità minore del 20% circa e disseminato nella massa in pulviscolo; se è in granuli grossi è necessario eliminarlo o sminuzzarlo, poiché diversamente dopo cottura darebbe origine, dentro gli elementi, a granuli di calce viva, che idratandosi possono macchiarli o produrne addirittura il disgregamento.

Gli ossidi di ferro ed il carbonato di calcio danno al laterizio dopo cottura la caratteristica colorazione giallognola

MODELLATURA ED ESSICCAMENTO

La modellatura o formatura serve a dare alla pasta la forma e le dimensioni volute. Anticamente veniva eseguita a mano, costipando fortemente il pastone entro forme senza fondo adagiate sopra un piano cosparso di sabbia per modo da evitare l'adesione dell'argilla al banco (per quest'ul-

timo scopo era necessario insabbiare anche la forma) e ancora oggi essa è così eseguita per particolari applicazioni e per mattoni pieni. Nella maggior parte dei casi e negli impianti di una certa importanza, l'operazione però viene eseguita a macchina, con pasta quasi asciutta o umida. Nello stabilire le dimensioni delle forme è necessario tenere conto del ritiro che subiranno i pezzi con l'essiccazione e con la cottura.

L'essiccazione è l'operazione durante la quale si fa perdere agli elementi parte dell'acqua d'impasto. Una tale operazione non è necessaria per gli elementi preparati con l'argilla quasi asciutta, i quali possono essere esposti senz'altro alla cottura. Agli elementi molto bagnati è necessario invece fare subire un'essiccazione graduale, lenta prima e poi sempre più rapida, man mano che diventano più asciutti.

COTTURA

La cottura si può fare all'aperto in cataste oppure in fornaci intermittenti e, meglio, in fornaci a fuoco continuo. Per diversi giorni, fino a 1000°.



LA "CULTURA DEL MATTONE" NELLE MARCHE

Gli aspri Appennini, i modesti rilievi collinari, le non ampie aree pianeggianti ai lati dei corsi d'acqua per lo più di variabile, e talora impetuosa, portata; queste in sintesi le salienti caratteristiche oro-morfologiche della regione. Una diffusa instabilità geologica connota poi le varie tipologie del paesaggio collinare

Le marne, i limi, le sabbie, ma più di tutto le argille o crete sono, in forma di elementi lenticolari così come in banchi di variabile spessore, la "materia" costitutiva di rilievi collinari e zone vallive.

La grande facilità dunque, sia nell'approvvigionamento del materiale sia, in fondo, nella definizione del ciclo produttivo, ha fatto sì che l'elemento laterizio, il mattone, diventasse l'unità di misura fondamentale per la realizzazione delle murature di gran parte degli edifici in vaste aree della regione. L'evoluzione tecnologica unitamente alla concretezza ed esperienza del fare quotidiano hanno favorito nel tempo il processo di adeguamento del prodotto laterizio alle necessità della costruzione con una definizione via via più accurata delle dimensioni e delle forme, oltre che della qualità delle argille e con l'individuazione delle procedure, da seguire nel ciclo produttivo, per conseguire il miglioramento delle caratteristiche di resistenza fisico-meccanica del materiale.

Progressivamente veniva ad essere abbandonata l'estrazione della pietra anche e soprattutto per la sua diseconomicità e significativa difficoltà di trasporto mentre invece, laddove era necessario costruire un manufatto si poteva costruire nei pressi una fornace per la cottura dei laterizi e quindi con un pressoché infinita possibilità di economico approvvigionamento di materiale da costruzione di buona qualità.

prodotto

MATTONELLA OTTENUTA DA ARGILLA E SCARTI



L'idea nasce per trovare una soluzione ai terreni urbani di aiuole, aree dedicate al gioco dei bambini, aree verdi delle scuole, inariditi dal continuo calpestio e dalle alterazioni chimico fisiche che avvengono in città: un suolo poco sano, saturo di inquinanti e compattato non assorbe il particolato delle aree densamente trafficate, non lascia defluire le acque nelle falde, provocando frane e allagamenti.

Una mattonella da giardino : **modulare, incastrabile** che si posa direttamente al suolo, dove il disegno che l'erba traccia diventa il vero elemento caratterizzante .

Un bordo sporgente su due lati della mattonella permette di isolare i quattro bordi ed evitare la crescita dell'erba lungo le fughe : non un reticolo monotono e ripetitivo, ma un groviglio organico di fili d'erba che spuntano dal suolo e crescono ordinati entro un percorso stampato sulla mattonella.

Per proteggerla, allo stesso tempo, dal continuo calpestio, la parte superiore presenta delle scanalature forate nelle quali l'erba risale e cresce espandendosi secondo il disegno



tipologie di mattonella da esterno

☐ posa a secco

■ adatta ad ospitare
vegetazione

☐ posa su massetto

■ piena



BETONELLE ■ ☐

I masselli autobloccanti in calcestruzzo sono la soluzione di riferimento per quanto riguarda la pavimentazione di aree esterne
caratteristiche: durabilità, design, economicità, ecocompatibilità



COTTO ■ ☐

Il cotto è un materiale edile di produzione artigianale o industriale atto a rivestimento, ottenuto da un particolare trattamento e cottura dell'argilla. A seconda del tipo di argilla utilizzato, lo spettro cromatico può variare dall'ocra gialla al rosso amaranto. prodotto che nasce da una particolare cottura dell'argilla; un tempo usato come materiale povero



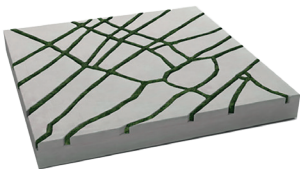
GHIAIA LAVATA ■ ☐ ☐

Ottenuto dalla miscela di cemento, ghiaia ed eventualmente miscele di ossidi coloranti, granulati di marmo, ghiaia spaccata oppure a ciottoli, ghiaie di varie pezzature:
caratteristiche : antiscivolo, antisdrucchiolo, antigelivo



GRIGLIATO IN CEMENTO ☐ ■

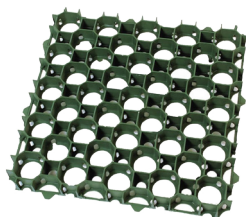
duro e resistente anche al passaggio dei camion.
peso: 9kg a mattonella, la perfetta alternativa al cemento



CEMENTO ☐ ☐ ☐ ■

mattonella in cemento caratterizzata da una trama organica le cui scanalature creano un microclima adatto alla nascita del muschio

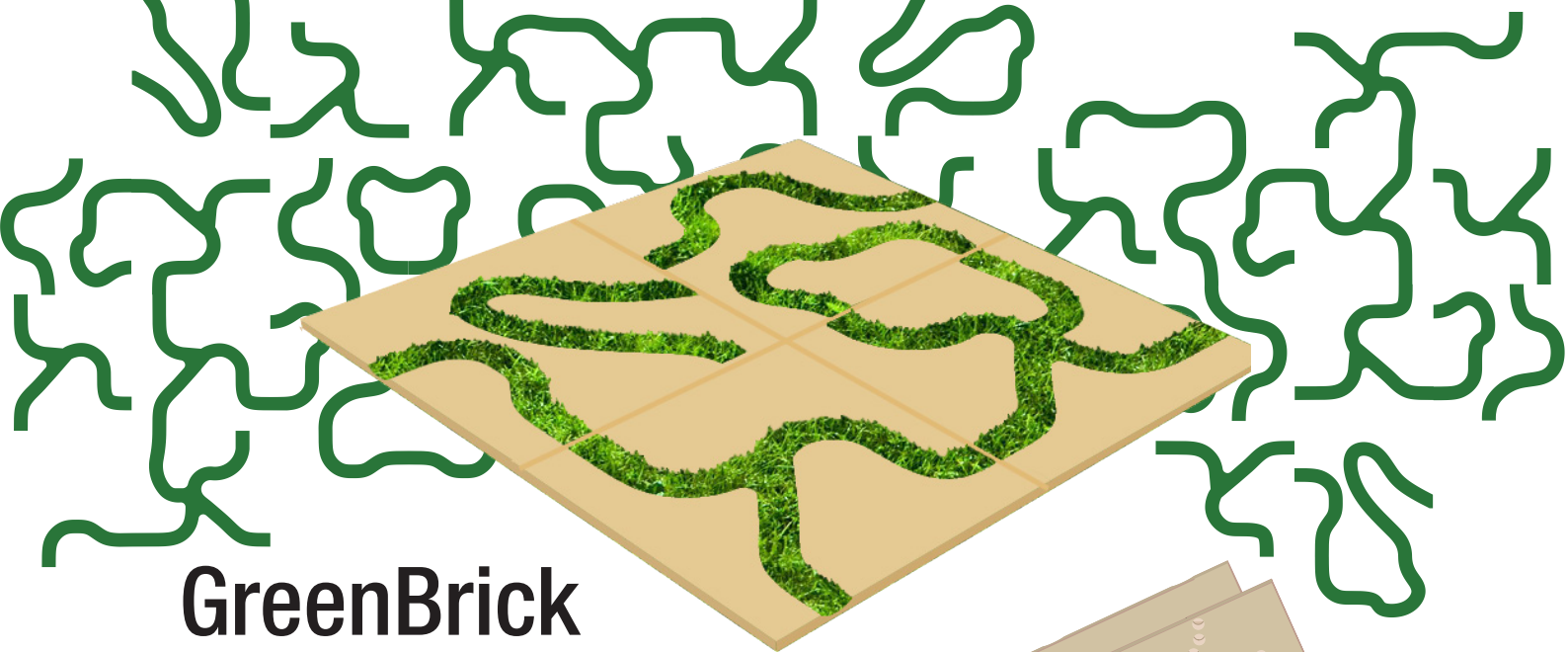
[ORTO LIVING di IVANKA]



GRIGLIA PER PAVIMENTAZIONI CARRABILI CON FINITURA A PRATO ☐ ■

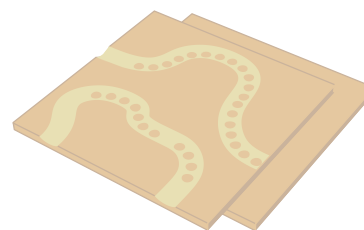
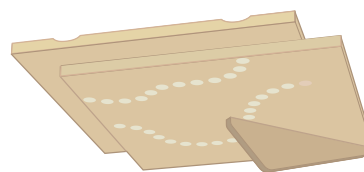
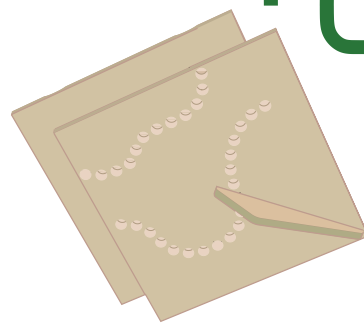
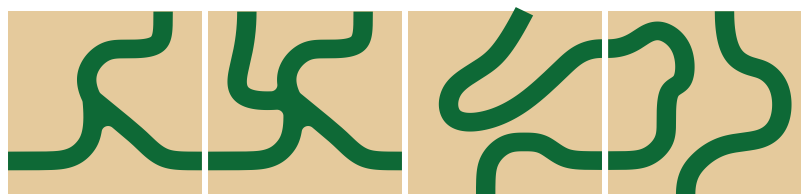
griglia modulare in plastica per esterni che consente di realizzare pavimentazioni carrabili con finitura a prato.

La particolare struttura protegge il manto erboso dalle sollecitazioni prodotte dal passaggio e dalla sosta automezzi e allo stesso tempo favorisce la crescita e la radicazione naturale del prato



GreenBrick

Greenbrick è una mattonella che controlla il disegno del verde sulla pavimentazione attraverso un sistema in grado di deviare la crescita spontanea dell'erba lungo i bordi, all'interno della mattonella stessa.



COME?

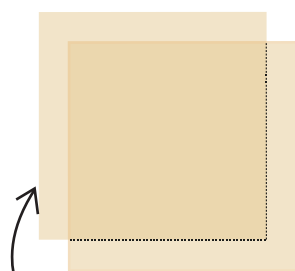
Attraverso fori e scanalature che permettono a erba e terra di attecchire alla mattonella, e grazie al bordo sporgente che invece ne ostacola la risalita.

La crescita dell'erba all'interno della mattonella è resa possibile da delle scanalature forate, grazie alle quali la terra risale invadendole, e l'erba può radicarsi.

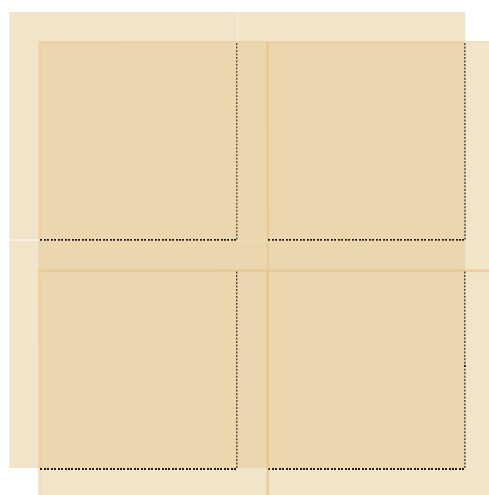
modulare ed incastrabile

POSA

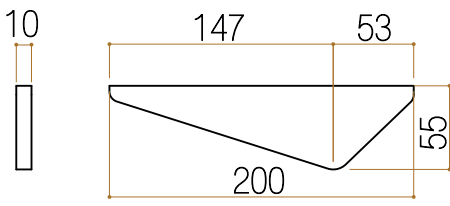
avviene direttamente a terra senza bisogno di un massetto; il sottosquadro fa sì che una volta posata, la mattonella, non possa più essere rimossa, perchè incastrata ad ogni lato; il suolo deve essere bagnato per agevolare l'inserimento della "pinna" inferiore, che si infila in maniera agevole nel terreno umido.



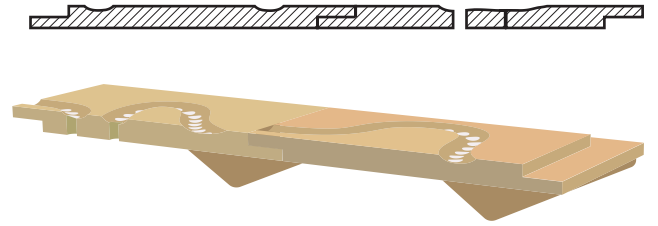
il bordo sporgente isola la parte superiore dal contatto col terreno



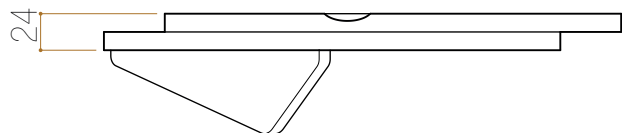
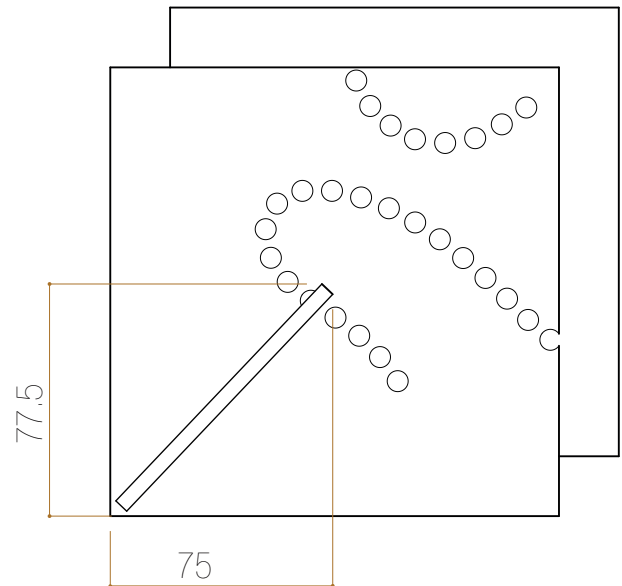
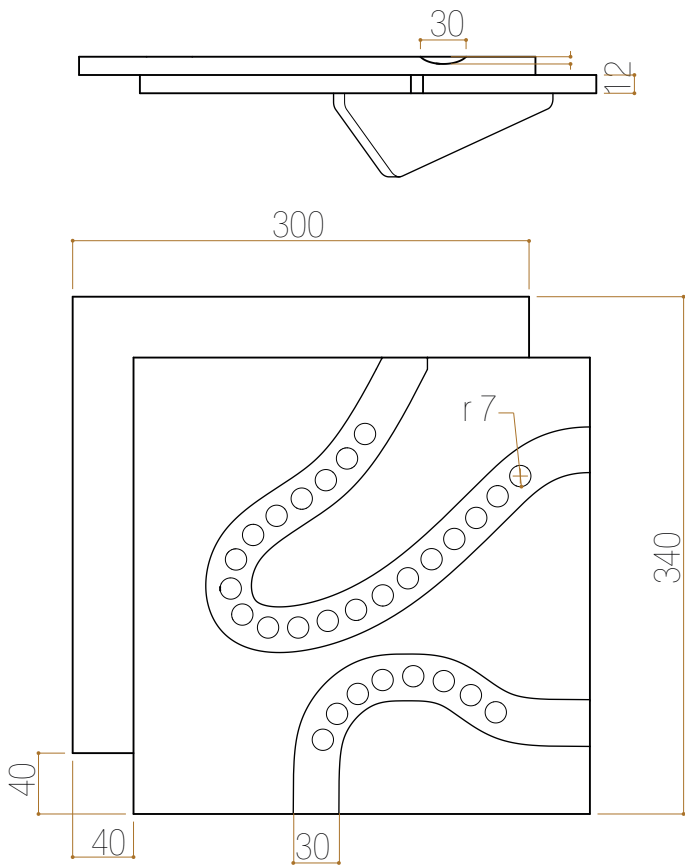
▼ elemento per il fissaggio al suolo



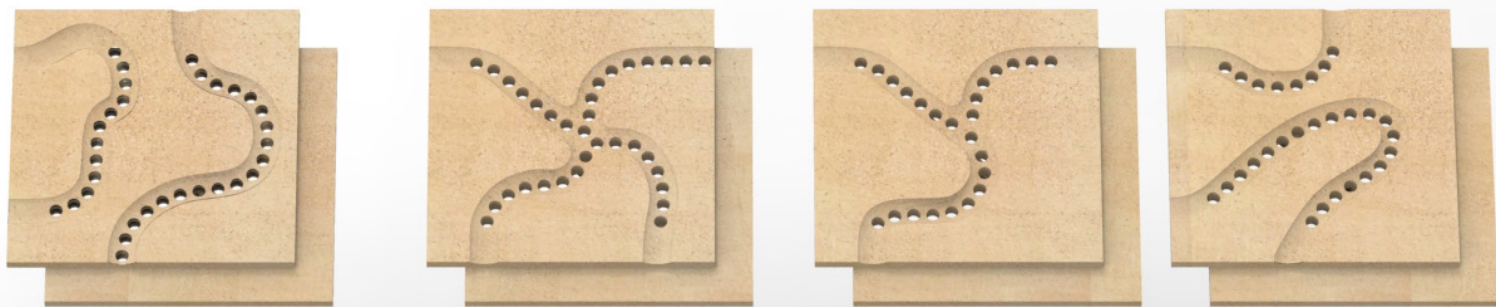
sezione



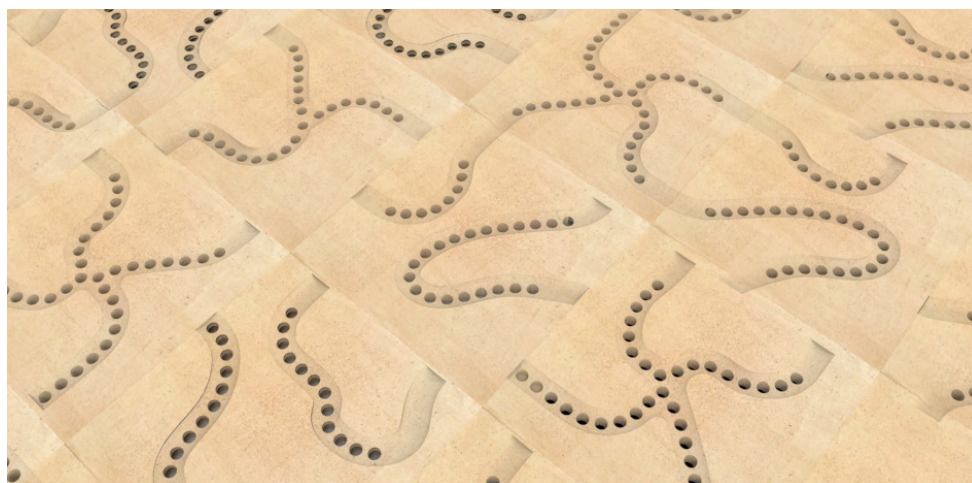
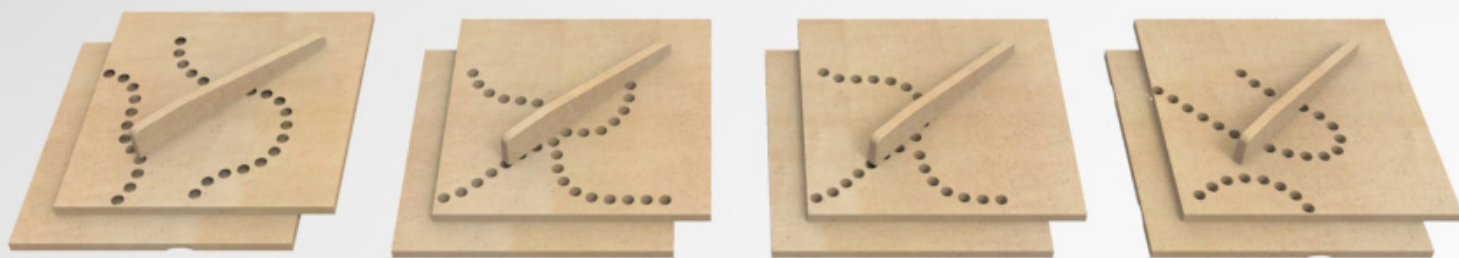
scala 1:10



sopra



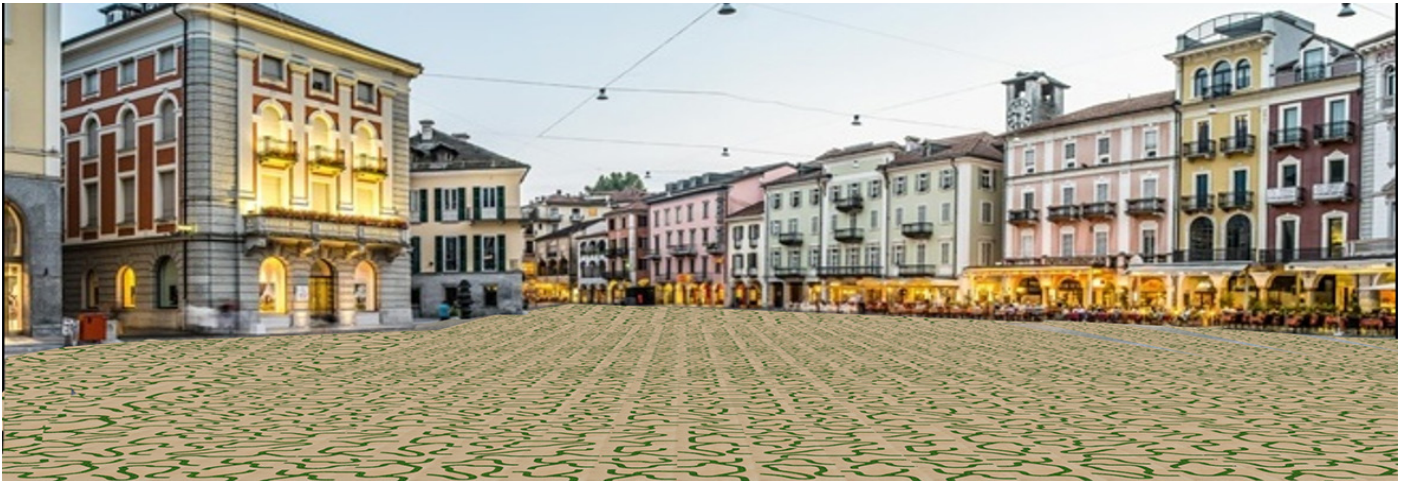
sotto



mattonelle appena posate



dopo qualche settimana le
mattonelle vengono invase dall'erba



appendici

Rinverdire le zone aride della città
il suolo nell'ambiente urbano
Bobe di SEMI
PROGETTI SIMILI

RINVERDIRE LE ZONE ARIDE DELLA CITTA



Sono le "armi" innocue degli "attacchi verdi" della **GUERRILLA GARDENING**, un gruppo che opera mediante piccoli atti dimostrativi per interagire positivamente con lo spazio urbano.

Le bombe di semi, o Nendo Dango, sono palline di argilla, terriccio e semi che con le giuste condizioni di suolo, terra e acqua, fanno germinare i semi; furono una delle intuizioni del botanico e filosofo giapponese **Masanobu Fukuoka**, pioniere dell'agricoltura naturale, che le usò principalmente nei progetti di rinverdimento del deserto. Fukuoka ricostruì la vegetazione delle aree desertiche in India, nel nord della Grecia, su 10 mila ettari attorno al lago Vegoritis, e anche in una zona sperimentale a Cisternino, in provincia di Brindisi; combattè l'*aridità* e la *desertificazione* spargendo semi di piante di vario genere (alberi e piante da sovescio, cereali, ortaggi) capaci di adattarsi a quella determinata zona, protetti da una capsula di argilla per difenderli da insetti, roditori e uccelli.

Poi lascia fare alla natura, quello che germoglierà sarà il meglio per quell'area geografica.

Questa tecnica prevede che un denso strato di argilla ricopra il seme. L'argilla è in grado di assorbire e conservare l'umidità ma è immune da muffe e batteri. Così il seme avrà una riserva di acqua disponibile al bisogno e anche una protezione dal freddo e dai predatori naturali.

CARATTERISTICHE
DEL SUOLO URBANO

COMPATTAZIONE DOVUTA ALLA
MODIFICA
DELLA STRUTTURA
DEL SUOLO

RIDOTTA AERAZIONE E DIFFICOLTÀ
O ECCESSO DI
DRENAGGIO

INTERRUZIONE
DEL CICLO DEI
NUTRIENTI E
MODIFICATA ATTIVITÀ
BIOLOGICA
DEL SUOLO

PRESENZA DI MATERIALI ANTROPICI
E ALTRI CONTAMINANTI

REGIMI DI TEMPERATURA DEL SUOLO
ALTERATI



IL SUOLO NELL'AMBIENTE URBANO

La ricerca della sostenibilità di un ecosistema urbano si basa sulla conoscenza delle proprietà e delle dinamiche dei comparti che lo compongono. Tra questi il suolo è essenziale sia per le sue caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, sia per la sua vicinanza con gli esseri umani.

Nelle aree urbane le funzioni ambientali del suolo assumono particolare rilievo, addirittura maggiore di quanto non ne possano avere in ambiti naturali, forestali o agricoli. Infatti le pressioni che qui il suolo deve sostenere sono molto più intense: è maggiore la quantità di inquinanti che ad esso arrivano per via diretta o indiretta ed è più ampia la varietà di **contaminanti** a causa delle differenti attività che si svolgono in una città.

Tra le fonti di contaminazione sono notevoli il **traffico** e le **emissioni industriali** ma contribuisce anche lo smaltimento di rifiuti, più o meno controllato.

Le pratiche agronomiche che possono conservare la fertilità del suolo sono scarse; il suolo può essere sovente rimaneggiato o mescolato a materiali estranei; infine, viene progressivamente impermeabilizzato dall'espansione delle aree urbane. Come risultato i suoli urbani possono avere caratteristiche chimiche e fisiche molto variabili poiché risentono dei rimaneggiamenti e dei rimescolamenti degli strati superficiali e della eventuale presenza di materiali vari di origine antropica.

D'altra parte la prossimità con l'uomo accresce il potenziale danno che dal suolo può derivare, anche in considerazione del fatto che più dell'80% della popolazione europea vive in aree urbane.

In primo luogo il notevole carico di inquinanti può diminuire la capacità del suolo di immagazzinarli o degradarli, accelerando il loro passaggio alla falda o alle piante.

Si pensi poi alla frequentazione dei parchi, all'uso delle aree dedicate al gioco dei bambini, alle aree verdi delle scuole: sono occasioni di **inalazione** e **ingestione** di particelle di suolo che possono trasportare inquinanti.

Non va inoltre sottovalutato il contributo che il suolo può dare al **particolato atmosferico**, specie se le condizioni chimico-fisiche (scarsa quantità di sostanza organica, scarsa struttura, compattazione, ...) lo rendono suscettibile all'erosione eolica.

La progressiva **impermeabilizzazione** altera i flussi idrici facendo confluire sul suolo scoperto acque ed elementi in esse contenuti in quantità superiori al normale favorendo la lisciviazione dei contaminanti verso la falda.

La funzione ecologica fondamentale di ecosistema tamponato viene indebolita anche dalla ridotta superficie di suolo scoperto su cui si concentrano i fattori di pressione. Infine, la **scarsa fertilità** pregiudica la qualità delle aree verdi le quali sono fondamentali per la **qualità** della vita urbana.

E' in ultimo da sottolineare come le trasformazioni urbanistiche, in particolare la de-industrializzazione, che ha lasciato libere vaste zone spesso molto contaminate, hanno posto notevoli **problemi di ripristino** delle qualità del suolo. Qualità che assume particolare rilevanza perché non si tratta soltanto di qualità agronomica, né solamente di qualità ambientale ma anche di qualità paesaggistica e ricreativa di grande importanza sociale e culturale.

Franco Ajmone Marsan, M. Biasioli
Università di Torino, DIVAPRA - Chimica agraria

PROGETTI SIMILI



ORTO LIVING COVERING di IVANKA

Rivestimento di superfici e pavimentazioni in cemento. La particolarità della mattonella sta nella sua trama: le scanalature dalla forma organica poco larghe e profonde creano un microclima in cui nasce spontaneamente il muschio



ECO-MATTONI

- risparmio energetico e di materie prime
- riduzione tempo necessario alla cottura
- conducibilità termica

I laterizi tradizionali sono costituiti da un impasto plastico di argilla e acqua, che una volta assunta la forma desiderata, in genere con l'impiego di una mattoniera (cioè di una macchina ad estrusione), viene poi fatto asciugare e cuocere in forno – una o più volte – per farlo essiccare completamente fino alla solidificazione. In tal modo acquista le caratteristiche

meccaniche indispensabili per l'impiego nell'edilizia.

I ricercatori della Escuela Politecnica Superior de Linares dell'Università spagnola di Jean stanno mettendo a punto un mattone composto di fanghi ederivanti dalle acque reflue della cartiera e residui dei processi di pulizia della cellulosa con la tradizionale argilla impiegata per produrre i laterizi, ha permesso di ottenere un impasto che una volta pressato è stato introdotto in una macchina ad estrusione dalla quale si ottengono i mattoncini.

LIFE+ ECO PULPLAST

Il progetto è stato approvato ed è finanziato dal bando Europeo LIFE+ ("LIFE Environment and Resource Efficiency" 2014), e mira a **dimostrare la possibilità di riciclare lo scarto industriale delle cartiere** che utilizzano **macero** attraverso la realizzazione di un impianto dimostratore su scala industriale volto a testare una tecnologia innovativa di recupero di plastiche miste (in prevalenza scarto di pulper) per la produzione di materiali e prodotti in "plastica seconda vita", utilizzabili dalle

aziende del distretto cartario.

Il partner che aderiscono al progetto sono

SELENE: capofila, tra le aziende leader in Italia nel settore degli imballaggi flessibili in plastica
LUCENSE, organismo di ricerca e soggetto gestore del Polo di Innovazione di Regione Toscana per il settore cartario, INNOPAPER, con al suo interno il laboratorio CQC – Centro Qualità Carta, riferimento in Italia per l'industria cartaria.

SERV.ECO., consorzio delle cartiere del Distretto Cartario lucchese che opera su tematiche di interesse ambientale.

ZERO WASTE EUROPE Foundation, rete Europea di soggetti che aderiscono al principio dei rifiuti zero e presieduta da Rossano Ercolini, vincitore nel 2013 del Goldman Prize award.

ECO CEMENTO DAGLI PNEUMATICI: L'INNOVAZIONE PARLA ITALIANO



Il progetto di ricerca SUN-CON (SUStainable, innovative and energy-efficient CONcrete, based on the integration of all-waste materials) ha permesso di sviluppare tecnologie che permettessero di riutilizzare materiali di scarto (come *plastiche miste* provenienti dalla selezione dei *rifiuti solidi urbani, pneumatici* a fine vita, schiume di poliuretano recuperate da *frigoriferi* dismessi, plastiche provenienti da *apparecchiature elettriche ed elettroniche* e sottoprodotti del processo di produzione dell'*acciaio*) destinati a essere smaltiti, per la realizzazione di nuovi prodotti da costruzione con alto valore aggiunto (in termini di prestazioni e tecnologie di processo messe a punto). Agli pneumatici fuori uso, il cui servizio positivo per l'ambiente e la tecnologia è già noto nel settore degli asfalti e dell'isolamento acustico, sono stati aggiunte plastiche miste provenienti dalla selezione dei rifiuti urbani, schiume di poliuretano recuperate dai frigoriferi e plastiche provenienti dai RAEE.



Risultato

Un prodotto cementizio leggero, ecologico ed economicamente sostenibile, in grado di assicurare l'isolamento termico e acustico, ovviamente verificato in termini di proprietà meccaniche e resistenza al fuoco, che può essere utilizzato sia per applicazioni premiscelate che prefabbricate. Quindi - di fatto - un prodotto che tipicamente appartiene alla tradizione del settore edile ma che ha in sé tutta la forza dell'innovazione.

SUN-CON, inoltre, è uno dei 5 progetti europei afferenti all'area tematica "**Low Embodied Energy**" di AMANAC (Advanced MAterial & NAnotechnology Cluster), un cluster di progetti di ricerca sulle nanotecnologie e i materiali avanzati per l'efficienza energetica degli edifici. Ogni materiale può essere definito attraverso la sua Energia incorporata (che si misura in MJ/Kg).

RAPPORTO CAVE 2011 e 2014 di *Legambiente*

RAPPORTO AMBIENTALE DELL'INDUSTRIA CARTARIA ITALIANA 2009-2011 di ASSOCARTA

RISVEGLIA LA CITTÀ di *Keri Smith*

LA RIVOLUZIONE DEL FILO DI PAGLIA di *Masanobu Fukuoka*

IL POTERE DEL RECUPERO. Gli scarti di produzione.
I residui di cartiera: una risorsa da utilizzare di *Raffaella Quadri*

Linee Guida sui rifiuti speciali : Cartiere _ Paper Industry Waste 2007.

Implementation and enforcement of the environmental Acquis focussed on industrial waste management

CHARACTERIZATION OF PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE FROM EGG SHELL POWDER

Wimonlak Sutapun^{1,2,a}, Yupaporn Raksakulpiwat^{1,2,b}, Nitinat Suppakarn^{1,2,c}, Rachasit Jeencham^{1,2,d}
and Ajcharaporn Aontee^{1,e}

¹School of Polymer Engineering, Suranaree University of Technology, Nakorn Ratchasima 30000, Thailand

²Center for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330 Thailand

nengo dango

http://www.strie.it/agri_naturale.html

PULPER

<http://perchebio.com/site/index.php/contenuti/ecocitta/279-la-eco-svolta-delle-cartiere>

TGA per caratterizzazione CaCO₃

<http://www.chemir.com/thermal-techniques-materials-characterization.html>

