

I seguenti protocolli descrivono i risultati raggiunti fino alla fase intermedia del progetto BIOMARMO, finanziato nell'ambito del POR Sardegna FESR 2014/2020 - ASSE PRIORITARIO I "RICERCA SCIENTIFICA, SVILUPPO TECNOLOGICO E INNOVAZIONE" Azione 1.1.4 Sostegno alle attività collaborative di R&S per lo sviluppo di nuove tecnologie sostenibili, di nuovi prodotti e servizi.

BIOMARMO è un progetto che si colloca nell'ambito delle tematiche trasversali della bioeconomia, includendo aspetti di chimica verde e di bioedilizia applicati all'utilizzo e alla valorizzazione di scarti industriali del settore della lavorazione delle pietre ornamentali nel territorio della Sardegna. L'obiettivo generale del progetto è quello di trasformare gli scarti di lavorazione dei materiali lapidei, le ceneri volanti, le plastiche riciclabili e altro materiale di scarto, da problema ambientale a risorsa economica attraverso la formulazione di una serie di prodotti ad elevato valore aggiunto.

PASTA MODELLABILE A BASE DI MARMO MICROMETRICO

Il protocollo seguente descrive la procedura per l'ottenimento di una pasta modellabile simile all'argilla che ha il vantaggio di indurire in poche decine di minuti e non subisce ritiro. La pasta è ottenuta a partire da una resina epossidica additivata con marmo micrometrico. La composizione della pasta è stata sviluppata cercando di massimizzare la quantità di marmo di scarto ed è basata su un rapporto in peso resina/marmo di 1:3,5. L'elevata quantità di marmo oltre ad essere vantaggiosa in termini economici, produce anche un notevole miglioramento delle proprietà meccaniche (resistenza a compressione e flessione) e termiche (aumento della temperatura di degradazione in aria e azoto) della resina stessa.

Materiali utilizzati: diglicidil etere del bisfenolo A (DGEBA), dietilentriammina (DETA), marmo micrometrico.

Procedimento. Nella metodica seguente vengono riportate le quantità necessarie per ottenere 70 g di pasta. Quantità diverse possono essere ottenute considerando che il rapporto in peso tra DGEBA e DETA è pari a 6.9:1, mentre il rapporto in peso tra i componenti della resina (DGEBA + DETA) ed il marmo è 1:3.5. **ATTENZIONE!** La DETA è un agente corrosivo, per cui durante tutte le fasi di preparazione si devono utilizzare gli adeguati dispositivi di protezione individuale (guanti, camice, occhiali, mascherina). Si scalda il contenitore della DGEBA con acqua calda in modo da fondere la resina e facilitarne il prelievo, e si pesano 17.7 grammi. Si aggiungono 70 g di marmo micrometrico e 2.3 g di DETA, e si mescola vigorosamente fino all'ottenimento di una pasta omogenea e facilmente modellabile. Si dà alla pasta la forma desiderata e si introduce il manufatto in una stufa o forno alla temperatura di 80 °C e si lascia per 20 min, tempo necessario per il completo indurimento della pasta. NB: una volta ottenuta la pasta si consiglia di utilizzarla entro un'ora, tempo oltre il quale la pasta inizia ad indurire anche a temperatura ambiente. Nella Figura 1 vengono mostrati degli esempi di manufatti prodotti.



Figura 1. Esempi di manufatti ottenuti con la pasta modellabile a base di marmo micrometrico.

MATTONELLA A BASE DI MARMO GRANULARE E METACAOLINO

Il protocollo seguente descrive la procedura per la preparazione di mattonelle adatte per la pavimentazione di interni. Le mattonelle hanno un'ottima resistenza meccanica e termica e sono costituite per buona parte da marmo granulare ottenuto da scarti di lavorazione. La quantità di marmo inglobata è maggiore rispetto alle mattonelle ottenute col marmo micrometrico. La metodica seguente è stata sviluppata per l'ottenimento di mattonelle delle dimensioni 30 x 30 x 1 cm.

MATTONELLA CONTENENTE 25% DI METACAOLINO E 75 % DI MARMO GRANULARE

Materiali utilizzati: metacaolino, marmo granulare, soluzione di silicato di sodio extrapuro (7.5-8.5% Na₂O, 25,5-28,5% SiO₂), idrossido di sodio, acqua distillata

PROCEDIMENTO

Preparazione di 1 L di soluzione di NaOH 8 M. *ATTENZIONE! La soluzione di NaOH è altamente corrosiva per cui durante le fasi di preparazione ed utilizzo si devono indossare gli appositi dispositivi di protezione individuale (guanti, camice, occhiali).* In un contenitore resistente alla corrosione (vetro, HDPE, PP) si trasferisce 1 L di acqua distillata, si pesano 320 g (8 moli) di NaOH e si aggiungono gradatamente al contenitore; si agita vigorosamente fino a completa dissoluzione della stessa. *NB: la dissoluzione di NaOH produce molto calore, per cui potrebbe essere necessario raffreddare il contenitore mettendolo in un bagno di ghiaccio o acqua fredda.* La soluzione deve essere conservata in un contenitore chiuso.

Preparazione della soluzione attivante. La soluzione attivante è la componente liquida dell'impasto della mattonella e si ottiene mescolando uguali volumi di NaOH e soluzione di silicato di sodio. Per la preparazione della mattonella è sufficiente mescolare 500 ml di soluzione di NaOH con 500 ml soluzione di silicato di sodio. La soluzione deve essere conservata in un contenitore chiuso e resistente alla corrosione.

Preparazione dell'impasto della mattonella. *NB: per la preparazione dell'impasto si consiglia di usare un'impastatrice o una piccola betoniera.* L'impasto è costituito da una parte solida (marmo + metacaolino) e da una parte liquida (soluzione attivante) e il rapporto in peso solido/liquido è 4:1. Si pesano 4500 g di metacaolino e si trasferiscono nell'impastatrice. Si aggiungono 1350 g di marmo micronizzato e si avvia l'impastatrice per ottenere una polvere omogenea. Si pesano 450 g di soluzione attivante, si avvia l'impastatrice e si aggiunge gradatamente la soluzione, fino all'ottenimento di un impasto omogeneo e senza grumi.

Ottenimento della mattonella. Si trasferisce l'impasto in uno stampo delle apposite dimensioni (materiali consigliati: silicone, legno teflon) posto in una superficie piana, assicurandosi che l'impasto sia omogeneamente distribuito in tutto lo stampo e che sia perfettamente livellato. In questa fase può essere utile scuotere e sbattere leggermente lo stampo così da favorire il livellamento dell'impasto e la fuoriuscita di bolle. Si copre lo stampo con un foglio di plastica in modo che la pasta in fase di indurimento non venga a contatto con l'aria, e si attendono 48 ore senza spostare lo stampo. Si toglie la mattonella dallo stampo e si lascia all'aria per 28 giorni per la maturazione. Nella figura 1 è mostrata la mattonella ottenuta.



Figura 1. Mattonella contenente 75% di marmo granulare e 25% di metacaolino.

MATTONELLA A BASE DI MARMO MICRONIZZATO E METACAOLINO

I due protocolli seguenti descrivono la procedura per la preparazione di mattonelle adatte per la pavimentazione di interni. Le mattonelle hanno un'ottima resistenza meccanica e termica e sono costituite per buona parte da marmo micronizzato ottenuto da scarti di lavorazione. Le metodiche seguenti sono state sviluppate per l'ottenimento di mattonelle delle dimensioni 30 x 30 x 1 cm.

MATTONELLA CONTENENTE 60% DI METACAOLINO E 40 % DI MARMO MICRONIZZATO

Materiali utilizzati: metacaolino, marmo micronizzato, soluzione di silicato di sodio extrapuro (7.5-8.5% Na₂O, 25,5-28,5% SiO₂), idrossido di sodio, acqua distillata

Procedimento

Preparazione di 1 L di soluzione di NaOH 8 M. *ATTENZIONE!* La soluzione di NaOH è altamente corrosiva per cui durante le fasi di preparazione ed utilizzo si devono indossare gli appositi dispositivi di protezione individuale (guanti, camice, occhiali). In un contenitore resistente alla corrosione (vetro, HDPE, PP) si trasferisce 1 L di acqua distillata, si pesano 320 g (8 moli) di NaOH e si aggiungono gradatamente al contenitore; si agita vigorosamente fino a completa dissoluzione della stessa. *NB: la dissoluzione di NaOH produce molto calore, per cui potrebbe essere necessario raffreddare il contenitore mettendolo in un bagno di ghiaccio o acqua fredda.* La soluzione deve essere conservata in un contenitore chiuso.

Preparazione della soluzione attivante. La soluzione attivante è la componente liquida dell'impasto della mattonella e si ottiene mescolando uguali volumi di NaOH e soluzione di silicato di sodio. Per la preparazione della mattonella è sufficiente mescolare 500 ml di soluzione di NaOH con 500 ml soluzione di silicato di sodio. La soluzione deve essere conservata in un contenitore chiuso e resistente alla corrosione.

Preparazione dell'impasto della mattonella. *NB: per la preparazione dell'impasto si consiglia di usare un'impastatrice o una piccola betoniera.* L'impasto è costituito da una parte solida (marmo + metacaolino) e da una parte liquida (soluzione attivante). Il rapporto in peso solido/liquido è 2:1. Si pesano 900 g di metacaolino e si trasferiscono nell'impastatrice. Si aggiungono 600 g di marmo micronizzato e si avvia l'impastatrice per ottenere una polvere omogenea. Si pesano 750 di soluzione attivante, si avvia l'impastatrice e si aggiunge gradatamente la soluzione, fino all'ottenimento di un impasto omogeneo e senza grumi.

Ottenimento della mattonella. Si trasferisce l'impasto in uno stampo delle apposite dimensioni posto in una superficie piana, assicurandosi che l'impasto sia omogeneamente distribuito in tutto lo stampo e che sia perfettamente livellato. In questa fase può essere utile scuotere e sbattere leggermente lo stampo così da favorire il livellamento dell'impasto e la fuoriuscita di bolle. Si copre lo stampo con un foglio di plastica in modo che la pasta in fase di indurimento non venga a contatto con l'aria, e si attendono 48 ore senza spostare lo stampo. Si toglie la mattonella dallo stampo e si lascia all'aria per 28 giorni. Nella figura 1 è mostrata la mattonella ottenuta.

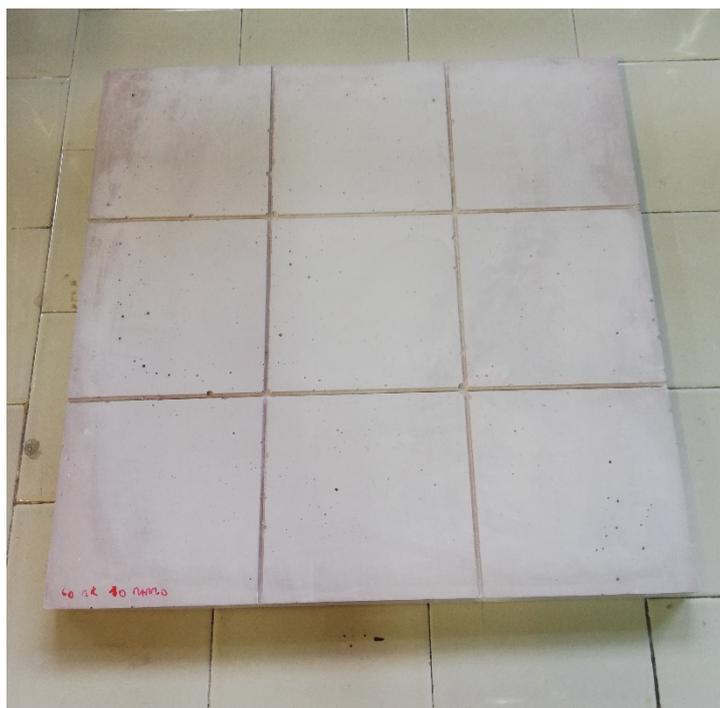


Figura 1. Mattonella contenente 60% di metacaolino e 40 % di marmo micronizzato.

MATTONELLA CONTENENTE 30% DI METACAOLINO E 70% DI MARMO MICRONIZZATO

Materiali utilizzati: metacaolino, marmo micronizzato, soluzione di silicato di sodio extrapuro (7.5-8.5% Na₂O, 25,5-28,5% SiO₂), idrossido di sodio, acqua distillata

PROCEDIMENTO

Preparazione di 1 L di soluzione di NaOH 8 M. *ATTENZIONE! La soluzione di NaOH è altamente corrosiva per cui durante le fasi di preparazione ed utilizzo si devono indossare gli appositi dispositivi di protezione individuale (guanti, camice, occhiali).* In un contenitore resistente alla corrosione (vetro, HDPE, PP) si trasferisce 1 L di acqua distillata, si pesano 320 g (8 moli) di NaOH e si aggiungono gradatamente al contenitore; si agita vigorosamente fino a completa dissoluzione della stessa. *NB: la dissoluzione di NaOH produce molto calore, per cui potrebbe essere necessario raffreddare il contenitore mettendolo in un bagno di ghiaccio o acqua fredda.* La soluzione deve essere conservata in un contenitore chiuso.

Preparazione della soluzione attivante. La soluzione attivante è la componente liquida dell'impasto della mattonella e si ottiene mescolando uguali volumi di NaOH e soluzione di silicato di sodio. Per la preparazione della mattonella è sufficiente mescolare 500 ml di soluzione di NaOH con 500 ml soluzione di silicato di sodio. La soluzione deve essere conservata in un contenitore chiuso e resistente alla corrosione.

Preparazione dell'impasto della mattonella. NB: per la preparazione dell'impasto si consiglia di usare un'impastatrice o una piccola betoniera. L'impasto è costituito da una parte solida (marmo + metacaolino) e da una parte liquida (soluzione attivante). Il rapporto in peso solido/liquido è 2:1. Si pesano 450 g di metacaolino e si trasferiscono nell'impastatrice. Si aggiungono 1050 g di marmo micronizzato e si avvia

l'impastatrice per ottenere una polvere omogenea. Si pesano 750 di soluzione attivante, si avvia l'impastatrice e si aggiunge gradatamente la soluzione, fino all'ottenimento di un impasto omogeneo e senza grumi.

Ottenimento della mattonella. Si trasferisce l'impasto in uno stampo delle apposite dimensioni posto in una superficie piana, assicurandosi che l'impasto sia omogeneamente distribuito in tutto lo stampo e che sia perfettamente livellato. In questa fase può essere utile scuotere e sbattere leggermente lo stampo così da favorire il livellamento dell'impasto e la fuoriuscita di bolle. Si copre lo stampo con un foglio di plastica in modo che la pasta in fase di indurimento non venga a contatto con l'aria, e si attendono 48 ore senza spostare lo stampo. Si toglie la mattonella dallo stampo e si lascia all'aria per 28 giorni. Nella figura 2 è mostrata la mattonella ottenuta.

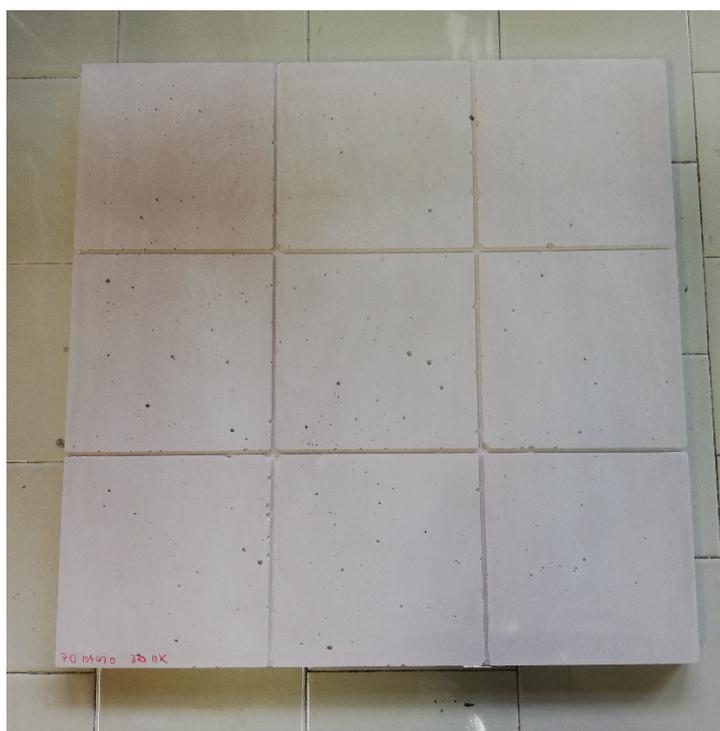


Figura 2. Mattonella contenente 30% di metacaolino e 70% di marmo micronizzato.