

ECOdesign e riciclo di DPI in una filiera industriale circolare

EcoDPI



Presentazioni Risultati del primo periodo di attività

WP – RI - 3

MODIFICAZIONE DEI PRODOTTI

A cura di: Valentina Beghetto

Obiettivi di R&S

Applicazione di metodi di trattamento superficiale ecosostenibili, ingegnerizzazione di nuovi materiali per DPI ed eventuale packaging e loro impiego come soluzioni combinate per la:

- (i) modifica, implementazione delle caratteristiche dei materiali secondo le specifiche necessità dei singoli produttori e in base alle normative vigenti
- (ii) Ecodesign per la produzione di prototipi di DPI: prodotti monomateriale, facilmente disassemblabili
- (iii) Messa a punto di processi e tecnologie per il riuso o recupero/riciclo dei DPI a fine vita e degli scarti di lavorazione, con la prototipizzazione di una linea pilota per pellettizzazione
- (iv) Definizione di un sistema di gestione dei rifiuti da DPI (selezione, pretrattamenti, sterilizzazione, riciclo).

Obiettivi di R&S

- 🌱 Task 8: Identificazione dei prodotti/processi per la funzionalizzazione dei DPI (Nov. 2020-Maggio 2021)
- 🌱 Task 9: Ottimizzazione dei materiali e funzionalizzazione dei prodotti (Marzo 2021-Dic. 2021)
- 🌱 Task 10: Ecodesign di prodotto e prototipizzazione di: i) capo in tessuto, ii) mascherina facciale, iii) materiali polimerici per scaffalature e iv) arredo urbano (Luglio 2021- Nov. 2022)
- 🌱 Task 11: Riciclabilità dell'intero prodotto (su prototipi di prodotto) (Luglio 2021- Nov. 2022)
- 🌱 Task 12: Caratterizzazione dei materiali di riciclo (Luglio 2021- Nov. 2022)
- 🌱 Task 13: Validazione e test dei DPI (Sett. 2021- Dic. 2022)

Obiettivi di R&S perseguiti

1. Identificazione dei prodotti/processi per la funzionalizzazione dei DPI:
mascherine, indumenti, camici
2. Implementazione delle caratteristiche di DPI mediante modifica superficiale
3. Ottimizzazione del processo di deposizione
4. Verifica dell'efficacia dei trattamenti

Obiettivi di R&S perseguiti

Deposizione di film di rame su DPI: Mascherine Facciali, Occhiali di Protezione

Metodologia adottata

Deposizione di film di rame su DPI in particolare Mascherine Facciali, Occhiali di Protezione

1. Deposizione di film di rame a diverso spessore tramite deposizione fisica da fase vapore nella modalità magnetron sputtering.
2. Valutazione della qualità del DPI rivestito (ad es, analisi visiva, al microscopio elettronico, ottico).
3. Quantificazione del contenuto di rame (ICP-MS: inductively coupled plasma-mass spectrometry) e dell'efficacia del trattamento (ISO 20743).

Risultati raggiunti



Deposizioni di rame su DPI FFP2 a 5 strati, trattamento di 10 minuti (sx) e 4 minuti (dx).

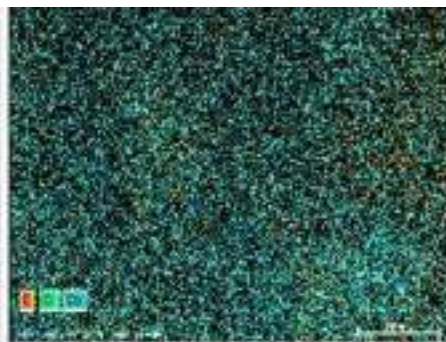
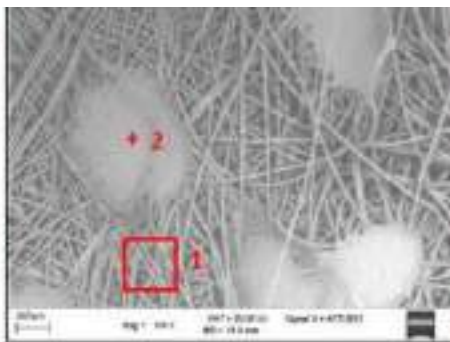
spunbond:50g
meltblown:25g
meltblown:25g
aircotton:40g
spunbond:30g



Deposizioni rame ed ossido di rame su DPI in policarbonato (trattamento: 24 sec – 45 sec)
Verifica trasparenza della lente: rame (sx) ossido di rame (dx).



Analisi al microscopio elettronico a scansione per l'esame della microstruttura del rivestimento e l'analisi semiquantitativa della sua composizione: risultati dell'esame sulla mascherina FFP2.



Element	Mass Norm. (%)	Atoms (%)	Element	Mass Norm. (%)	Atoms (%)
Copper	70.87	31.16	Copper	80.26	44.89
Carbon	27.23	64.63	Carbon	17.24	51.55
Oxygen	2.72	4.81	Oxygen	2.00	4.37
Gold	0.00	0.00	Gold	0.00	0.00
1	100.00	100.00	2	100.00	100.00

Risultati raggiunti

Applicazione del metodo dell'assorbimento secondo ISO 20743 su DPI trattati con rame

Percentuali di attività antibatterica ottenute su mascherine additivate con rame utilizzando i ceppi batterici di riferimento di *Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus aureus*.

DPI	Ceppi	Attività antibatterica %
Mascherina additivata con applicazione 10 minuti	<i>Klebsiella pneumoniae</i> - ATCC 4352	> 99,999
	<i>Staphylococcus aureus</i> - ATCC 6538	99,937
Mascherina additivata con applicazione 4 minuti	<i>Klebsiella pneumoniae</i> - ATCC 4352	> 99,999
	<i>Staphylococcus aureus</i> - ATCC 6538	99,968

Applicazione del metodo ICP-MS secondo EN16711-1:2015 su DPI trattati con rame

durata trattamento (min)	contenuto rame (mg/Kg)
0	4,8
4	3950
10	9490

Attività previste nel 2022

- Ottimizzazione delle condizioni per la deposizione di film di rame con riduzione della durata del trattamento per definire spessore minimo efficace
- Ottimizzazione del processo di deposizione affinché la temperatura non deteriori i materiali con cui sono realizzati i DPI, pur garantendo la crescita del film di rame;
- Riduzione dello spessore del deposito di rame in funzione dell'efficacia.
- Test funzionali Contro virus SARS-COV-2

Metodologia adottata

APPLICAZIONE DELLA TECNOLOGIA di COATING:

1. Superfici antimicrobiche



Antimicrobial activity

**Staphylococcus Aureus
ATCC 6538
(gram+)**

99.7%



**Klebsiella
Pneumoniae
ATCC 4352
(gram-)**

98.5%



Test AATCC 147



Staphylococcus aureus
(gram+)



Klebsiella pneumoniae
(gram-)



<https://www.youtube.com/watch?v=6lHigTAoBzk>

Obiettivi di R&S perseguiti

Dispositivo di protezione individuale innovativo con sistema Filtro-Tampone per la sicurezza degli operatori e il monitoraggio dell'esposizione a SARS-CoV-2 dell'ambiente di lavoro.



Attività previste nel 2022

- 🌱 Ecodesign di prodotto e prototipizzazione di: i) capo in tessuto, ii) mascherina facciale (Luglio 2021 - Nov. 2022)
- 🌱 Riciclabilità dei prototipi (Luglio 2021 - Nov. 2022)
- 🌱 Caratterizzazione dei materiali di riciclo (Luglio 2021 - Nov. 2022)
- 🌱 Validazione e test dei DPI (Sett. 2021 – Dic. 2022)

Attività previste nel 2022

- ✔ fabbricazione di un indumento lavoro con poliestere riciclato (camice, pantaloni, magliette)
- ✔ fabbricazione di una mascherina in TNT bio e/o riciclato
- ✔ accoppiamento materiale vergine e riciclato (Poliestere riciclato con membrana riciclata 70%) e paragonare le caratteristiche ad uno stesso articolo fabbricato con materiale completamente vergine

Nel contempo Crossing eseguirà il trattamento antimicrobico sul tessuto consegnatoci da Akkotex Srl per l'esecuzione dei test MOCA.

Una volta individuata la norma si può procedere inoltre con dei test di lavaggio.

Obiettivi

- Sviluppo di due applicazioni di mercato per l'utilizzo di materiale termoplastico rigenerato da DPI e riformulato con tecnologie a basso impatto ambientale.
- **manufatti strutturali per il settore delle costruzioni** evidenziando le potenzialità delle caratteristiche meccaniche del materiale .
- **manufatti di design per l'arredo urbano** evidenziando le potenzialità delle caratteristiche estetiche del materiale.

Metodologia

- Studio delle caratteristiche delle applicazioni finite (prestazioni meccaniche, viscosità, fluidità etc..).
- Sviluppo di formulazioni a basso impatto ambientale e nello specifico utilizzo di combinazioni tra DPI rigenerato, cariche minerali riciclate e leganti geopolimerici ottenuti dalla valorizzazione degli scarti industriali (risultati del progetto SARR).
- Produzione di polimero termoplastico caricato e di polimero termoplastico in fibra.
- Produzione di prototipi per il settore delle costruzioni e per l'arredo urbano: cassero a perdere per vespai areati, cestino per la raccolta differenziata.

Risultati Raggiunti

SVILUPPO POLIMERO TERMOPLASTICO CARICATO

Additivazione di polipropilene rigenerato (SIRPLENE EP1 M NERO) con carica minerale denominata TIONX FC le cui composizioni sono le seguenti: calcite (36%), gesso (17%), bassanite (4%), rutilo (24%), anatasio (6%), pseudobrookite (3%), amorfo (10%) polipropilene (89%), polietilene (5%), carica minerale CaCO_3





Lavorazione del materiale TIONX FC con una percentuale iniziale del 7 % in miscela con Sirplene EP1 M nero, spingendosi successivamente al 9 %. Dapprima con miscelazione meccanica e successivamente con miscelazione termica in estrusore monovite a temperature 220-235 °C -temperature di lavorazione standard per il polipropilene –, sistema di degasaggio attivo e con sistema di filtrazione a 600 micron.

Si ottengono in tal modo pellet uniformi di materiale plastico della misura di 5x3mm che agglomerano la carica minerale; Questi sono adatti a successive lavorazioni di stampaggio o estrusione di manufatti finiti.

Attività previste nel 2022

- Sviluppo prototipo prodotto finito Sintesy Plast: cassero a perdere per vespai areati con polimero termoplastico caricato.
- Produzione e sviluppo fibre da recupero DPI per rinforzo strutturale del calcestruzzo.
- Sviluppo prototipo prodotto finito Bellitalia Srl: cestino per raccolta differenziata in cemento geopolimerico con fibre plastiche termoplastico caricato.



Caratterizzazione del PP riciclato

Il PP riciclato facilmente reperibile sul mercato ha tre vie di approvvigionamento:

- Scarto industriale → Varia in base al tipo di canale di fornitura
- PP rafia di saccone → PP-H di grado da 1,8 a 4 il prodotto che si ottiene è un PP-H di solito di grado 3.
- Raccolta differenziata → In questo caso il PP-H deriva dalla produzione di film o per cast o per blow molding. I PP-H impiegati di solito hanno grado 0,8 – 1,0 per il blow e 8 – 9 per il cast. Il prodotto che si ottiene ha un grado tra 1 e 3.

Descrizione	Densità (g/cm ³)	MFR (230°CX2,16Kg)	Modulo Flessione (MPa)
PP macinato agricoltura	0,941	8,4	881
PP da rafia sacconi	0,911	2,2	958
PP film mix	0,905	0,6	1120

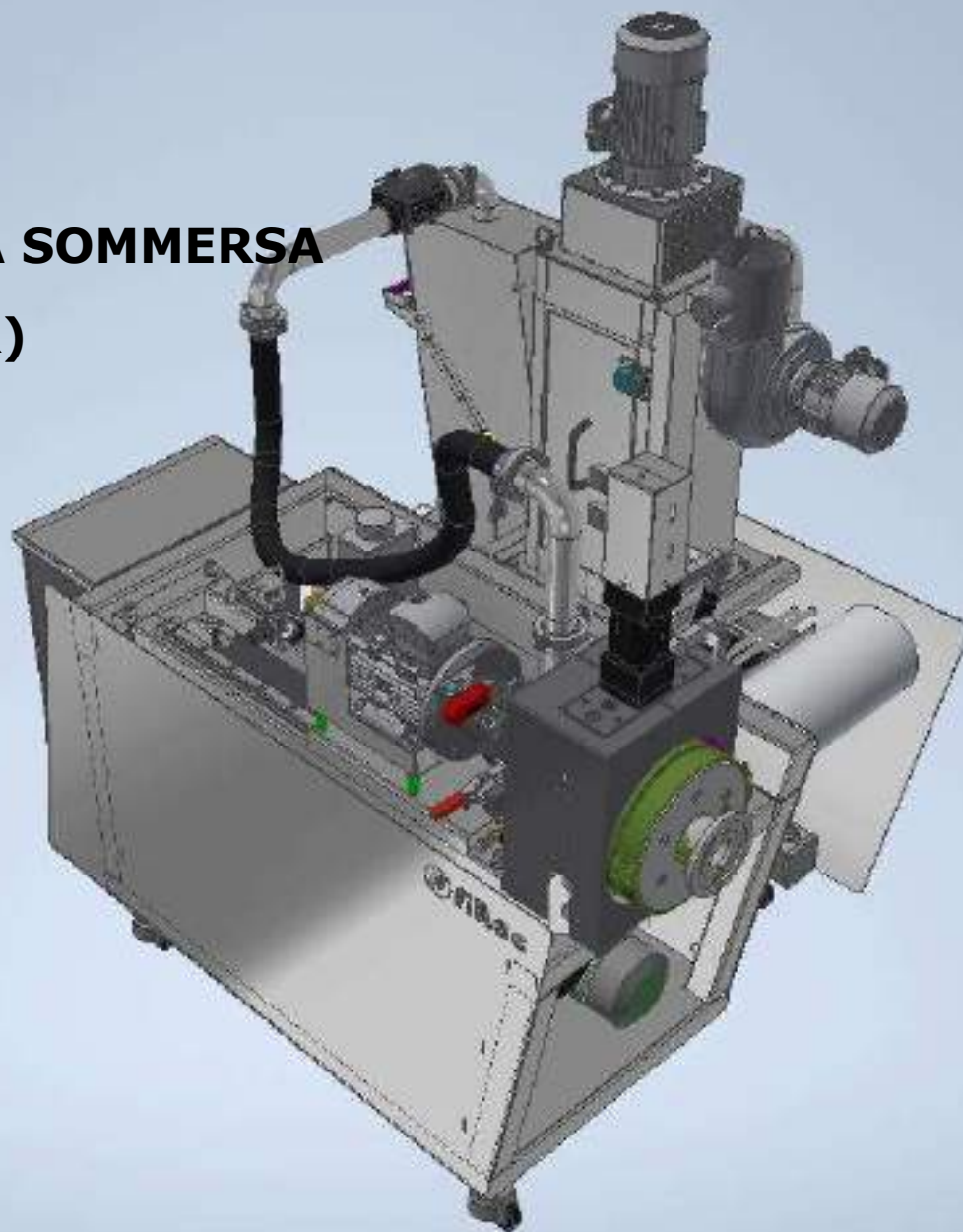
Caratterizzazione del PP riciclato

I processi di riciclaggio hanno due fasi principali:

- Gestione dello scarto:
 - Lavaggio o pulitura (in particolare parti metalliche)
 - Macinazione o Densificazione (nel caso di Film o TNT)
- Granulazione:

La scelta di un tipo di estrusore rispetto all'altro deriva dalla quantità di carica minerale che si vuole aggiungere al polimero di riciclo in fase di compoundazione.

**GRANULATORE TIPOLOGIA SOMMERSA
(UNDER WATER)**



Attività previste nel 2022

Si stanno compiendo i rilievi necessari per adattare la linea pilota di taglio UNDERWATER della FILTEC alla linea di granulazione BAUSANO ACI che già dispone di un taglio in aria ed un taglio a WATERING.

Con l'introduzione di un taglio UNDERWATER sulla linea si vuole rendere possibile il taglio anche di miscele di PP anche molto fluidi che tenderebbero ad essere di difficile gestione con tecniche tradizionali.



Obiettivi di R&S

- Applicazione di metodi di trattamento superficiale ecosostenibili, ingegnerizzazione di nuovi materiali per DPI ed eventuale packaging e loro impiego come soluzioni combinate per la lotta e la protezione da COVID-19:
- (i) modifica, implementazione delle caratteristiche dei materiali secondo le specifiche necessità dei singoli produttori e in base alle normative vigenti
 - (ii) Ecodesign per la produzione di prototipi di DPI: prodotti monomateriale, facilmente disassemblabili
 - (iii) Messa a punto di processi e tecnologie per il riuso o recupero/riciclo dei DPI a fine vita e degli scarti di lavorazione, con la prototipizzazione di una linea pilota per pellettizzazione
 - (iv) Definizione di un sistema di gestione dei rifiuti da DPI (selezione, pretrattamenti, sterilizzazione, riciclo).

Il progetto ha evidenziato l'assenza di una filiera territoriale evidenziando i punti di forza e di debolezza sia strutturali che strutturali e normativi che verranno affrontati per completare il disegno complessivo proposto.

Per informazioni

Valentina Beghetto

beghetto@unive.it

valentina.beghetto@crossing-srl.com

oppure

GREEN TECH ITALY rete d'impresa

Coordinamento e project management

dott. Enrico Cancino

email: enrico.cancino@greentechitaly.com