

SISTEMI AVANZATI PER IL RECUPERO DEI RIFIUTI

Compendio dei Risultati dei progetti dimostratori

Lingua	Parole Chiave
IT	Economia Circolare, Trattamento Rifiuti, Valorizzazione Rifiuti, Simbiosi industriale

Data: Marzo 2021

Autori: Vari

Green Tech Italy



SISTEMI AVANZATI PER IL RECUPERO DEI RIFIUTI

PROGETTO SARR cofinanziato dalla Regione del
Veneto nell'ambito del POR FESR 2014-2020
Azione 1.1.4

REPORT FINALE DEL PROGETTO SARR

SARR ha l'obiettivo generale di realizzare una piattaforma collaborativa fondativa per lo sviluppo del programma della Rete Innovativa Regionale Veneto Green Cluster. Il progetto intende dimostrare l'ampiezza degli ambiti di ricerca e innovazione perseguibili dalla rete, grazie alla realizzazione di sottoprogetti di R&S, concreti e industrializzabili, caratterizzati dalla collaborazione tra Imprese e Organismi di ricerca.

SOTTOPROGETTO - AZIONE 2.1

Valorizzazione delle scorie di acciaierie

1. Descrizione degli obiettivi di progetto

Il progetto affronta un tema di ricerca interessante per due mercati: edilizia e siderurgia. Se nel primo l'esigenza è di approvvigionarsi di materiali prestazionali ed economici, nel secondo c'è la necessità di una stabilità nella gestione del rifiuto. Ad oggi materiali e soluzioni alternative al cemento, come i geopolimeri, esistono ma non riescono ad entrare nel mercato dell'edilizia per il prezzo elevato e per la mancanza di applicazioni consolidate che garantiscano l'affidabilità del prodotto. L'utilizzo di rifiuti valorizzati nelle formulazioni cementizie può diventare un vantaggio competitivo nel costo finale del materiale. I rifiuti generati dall'industria siderurgica causano un forte degrado ambientale. In Europa vengono prodotte 4.8 milioni di tonnellate annue di scoria di fusione e solo in Veneto ne vengono prodotte 300.000 tonnellate all'anno. Considerato che l'attuale destinazione è la discarica diventa molto importante per le industrie che sono coinvolte nella produzione dell'acciaio cercare metodi che garantiscano lo smaltimento e il riciclaggio sicuri dei rifiuti. Il costo della gestione dei rifiuti (20-30 €/ton) ha anche un impatto negativo nel loro piano aziendale.



L'utilizzo di rifiuti valorizzati nelle formulazioni cementizie può diventare un vantaggio competitivo nel costo finale del materiale. I rifiuti generati dall'industria siderurgica causano un forte degrado ambientale. In Europa vengono prodotte 4.8 milioni di tonnellate annue di scoria di fusione e solo in Veneto ne vengono prodotte 300.000 tonnellate all'anno. Considerato che l'attuale destinazione è la discarica diventa molto importante per le industrie che sono coinvolte nella produzione dell'acciaio cercare metodi che garantiscano lo smaltimento e il riciclaggio sicuri dei rifiuti. Il costo della gestione dei rifiuti (20-30 €/ton) ha anche un impatto negativo nel loro piano aziendale.

2. Modalità di attuazione della ricerca

Sulla scorta di studi di fattibilità che avevano evidenziato delle interessanti prospettive di utilizzo nel mercato dell'edilizia per la produzione di polveri reattive, l'attività ha coinvolto due acciaierie e una fonderia di ghisa (Acciaieria Beltrame Spa, Acciaieria Safas Spa, Fonderia Corrà Spa) e sei end-user del mercato dell'edilizia (Metalco Srl, Sipe Spa, Novaedil Srl, Finbeton Srl, Ferrari Bk Srl, Sima Srl). Nel corso del 2018 le "scorie di fusione" dell'acciaio e della ghisa sono state studiate per ottimizzarne la loro reattività come leganti idraulici. Tali rifiuti si caratterizzano per una composizione ricca di CaO, MgO e SiO₂, un rapporto tra tali elementi >1 e la formazione durante il raffreddamento di fasi amorfe che inertizzano il rilascio di elementi inquinanti. La valorizzazione massima di tali materiali si è ottenuta con la loro applicazione in matrici geopolimeriche ossia formulazioni alternative e concorrenziali al cemento Portland. Da Aprile 2019 l'attività si è orientata allo specifico target delle fonderie di ghisa con cubilotto, poiché le caratteristiche della scoria consentono di convertirla da rifiuto a sottoprodotto senza interferenza di rilievo nel processo siderurgico. Nelle attività sono state, quindi, introdotte le collaborazioni con l'associazione di categoria Assofond, con l'Ente di certificazione CNR-ITC e con l'Ente Pubblico ARPAV, al fine di soddisfare le richieste autorizzative di gestione del rifiuto e le certificazioni a marchio CE del materiale.

3. Risultati ottenuti



Il principale risultato di progetto è la dimostrazione della possibilità di conversione del rifiuto prodotto dall'affinazione dell'acciaio in un sottoprodotto ad alto valore aggiunto: legante geopolimerico in sostituzione al cemento Portland. Nello specifico le attività di progetto hanno definito i processi e le formulazioni delle scorie di acciaieria e fonderia che consentano di correggere e stabilizzare la composizione delle stesse. Le fasi d'integrazione del processo siderurgico per la gestione ottimale della scoria sono quattro: rapido raffreddamento a secco della scoria; asciugatura, micronizzazione, miscelazione. CIRCE dell'Università degli Studi di Padova ha sviluppato 4 formulazioni geopolimeriche. Tali formulazioni si distinguono nel mercato per la mancanza di clinker e per una migliore prestazione in termini di

resistenza al fuoco, agli acidi e minor calore d'idratazione. Le formulazioni prevedono l'utilizzo di rifiuti prodotti da diverse industrie siderurgiche ma dedicate e customizzate a delle specifiche applicazioni in edilizia: materiali e manufatti cementizi strutturali e non strutturali e realizzati in opera e in stabilimento. L'analisi della filiera ha prodotto un business plan dell'iniziativa legato alla vendita di leganti idraulici alternativi al cemento prodotti dalla valorizzazione delle scorie siderurgiche e un piano d'industrializzazione a 5 anni. Da quest'ultima fase di progetto sono nati degli accordi commerciali tra i partner di progetto per lo sfruttamento dei risultati della ricerca. E le interessanti prospettive di diffusione dello stesso modello industriale in altre Regioni ha fatto nascere uno spin-off dell'Università degli Studi di Padova dedicato alla valorizzazione dei rifiuti minerali per lo sviluppo di nuovi materiali secondo i principi dell'Economia Circolare.

3.1 Nuove conoscenze acquisite

La ricerca ha escluso sia alcune applicazioni edili estremamente rigide nelle caratteristiche prestazionali e nella lavorabilità del processo, sia alcune scorie di fusione per una composizione troppo ricca di elementi da trattare per raggiungere il grado d'idoneità richiesto dalle normative. Tra le applicazioni edili rigide all'utilizzo di scoria di fusione nella miscela vi sono quelle dei cementi ad alte prestazioni strutturali dei manufatti. lavorazioni necessarie per valutarne la fattibilità industriale da un punto di vista tecnico-normativo. Contemporaneamente alle sperimentazioni sul materiale sin dall'inizio del progetto è stato analizzato il processo produttivo del metallo, approfondendo in maniera particolare i processi legati alle scorie definendo: le procedure specifiche di ogni produttore nel trattamento della scoria; la correlazione delle procedure e la tipologia di prodotto alle caratteristiche della scoria; i punti di intervento per il prelievo della scoria. Il progetto ha però evidenziato risultati della fattibilità d'impiego di alcune scorie di fusione. Le procedure di trattamento della scoria influenzano le caratteristiche della stessa, in particolare incidono sul gradiente di raffreddamento, determinandone così la reattività. Anche il tipo di prodotto metallico genera differenze: l'acciaio inox comporta una maggiore contenuto di cromo e un'eliminazione molto spinta del carbonio, pertanto la scoria



correlata a questi processi è diversa rispetto all'acciaieria al carbonio. Si è inoltre riscontrato un certo grado di differenza nelle scorie prodotte nello stesso stabilimento in base alla diversa composizione dei metalli per prodotti diversi.

3.2 Tecnologie impiegate

1. Impianto di micronizzazione di capacità produttiva di 100 kg/ora e curva granulometrica controllata $D_{95} < 50 \mu\text{m}$ e $D_{50} < 25 \mu\text{m}$, è stato utilizzato per ridurre i campioni di scoria ad una granulometria sufficiente per utilizzarli come polveri reattive nelle formulazioni geopolimeriche.
2. Impianto di miscelazione da 100 L per realizzare i diversi compound testati presso gli utilizzatori finali nei manufatti finiti.
3. Analizzatore granulometrico laser per campioni secchi e umidi da $0.1 \mu\text{m}$ a 1000, strumento per verificare la corretta dimensione delle polveri, requisito minimo per garantire la loro miscelazione nelle formulazioni finali.



4. Sistema di atomizzazione a secco per ottimizzare la gestione della scoria all'interno degli stabilimenti di produzione, aumentando reattività e migliorando la granulometria per facilitarne la lavorazione presso gli impianti di macinazione;
5. Calorimetro con sistema di acquisizione a 16 canali con una precisione delle termocoppie di $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ necessario per misurare il calore d'idratazione e quindi il grado di reattività del materiale.

3.3 Prototipi o impianti pilota sviluppati

La fase di prototipazione nel progetto ha coinvolto sia fonderie e acciaierie che utilizzatori finali dell'edilizia. Di fatto le acciaierie e le fonderie hanno investito nell'ottimizzazione del processo interno per la gestione della scoria come nuovo prodotto per l'edilizia. Negli stabilimenti è possibile visionare come la scoria viene raffreddata e stoccata per gestirne la sua massima reattività.

Per gli utilizzatori finali dell'edilizia la fase di prototipazione ha riguardato lo sviluppo delle miscele e di prodotti finiti di 5 industrie di produzione di materiali e manufatti cementizi. Sono state analizzate e controllate per dati di confronto le ricette dei singoli prodotti, ovvero: quantità e schede tecniche dei singoli componenti all'interno della miscela per metro cubo di prodotto; rapporto acqua/cemento; rapporto aggregati/leganti; eventuale utilizzo di additivi; fluidità della miscela. Sono stati effettuati test meccanici statici e dinamici con la rottura dei manufatti stessi.



Un moltiplicatore di opportunità.
Da non lasciarsi sfuggire.

4. Trasferibilità dei risultati all'interno della RIR o in altri contesti

- L'industria siderurgica può convertire i propri rifiuti in prodotti di mercato riducendo drasticamente i costi della gestione e inserendo dei profitti dalla vendita.
- I produttori di manufatti in cemento possono convertire la loro produzione con linee di materiali geopolimerici a basso impatto ambientale e a prezzi più competitivi rispetto a quelli di mercato delle specifiche applicazioni.
- Gli enti di ricerca e le RIR possono erogare servizi per la valorizzazione dei rifiuti e contribuire a creare nuove filiere locali di domanda e offerta di soluzioni che applicano i principi dell'Economia Circolare su tutto il territorio nazionale.

5. Partner di progetto

Imprese:



www.gruppobeltrame.com

www.safas.it

www.fonderiacorra.com



www.metalco.it

www.betonveneta.it

www.consorzionovaedil.com

www.simasrl.net



www.sipeprefabbricati.it

www.ferraribk.it

www.eliteambiente.it

Organismi di ricerca:



www.unipd.it

www.circe.dicea.unipd.it

6. Approfondimenti

www.venetogreencluster.it

www.opigeo.eu



SISTEMI AVANZATI PER IL RECUPERO DEI RIFIUTI

PROGETTO SARR cofinanziato dalla Regione del
Veneto nell'ambito del POR FESR 2014-2020
Azione 1.1.4

REPORT FINALE DEL PROGETTO SARR

SARR ha l'obiettivo generale di realizzare una piattaforma collaborativa fondativa per lo sviluppo del programma della Rete Innovativa Regionale Veneto Green Cluster. Il progetto intende dimostrare l'ampiezza degli ambiti di ricerca e innovazione perseguibili dalla rete, grazie alla realizzazione di sottoprogetti di R&S, concreti e industrializzabili, caratterizzati dalla collaborazione tra Imprese e Organismi di ricerca.

SOTTOPROGETTO - AZIONE 2.2

Recupero e riciclo del cartongesso in edilizia

1. Descrizione degli obiettivi di progetto

L'obiettivo principale è stato analizzare le diverse metodologie per il recupero del cartongesso e nobilitare il gesso riciclato (con proprietà fotocatalitiche, antimuffa).

L'enorme sviluppo e diffusione negli ultimi anni dei pannelli in cartongesso nell'ambito delle costruzioni, genera il problema dello smaltimento del materiale proveniente dalle demolizioni, il cui quantitativo è destinato a crescere sempre più nel corso degli anni. Fortunatamente, il gesso risulta un materiale facilmente riciclabile, in quanto il materiale estratto dalla cava risulta identico chimicamente al gesso posto in opera negli edifici o presente nei pannelli in cartongesso. Questa particolare caratteristica permette di effettuare il riciclo del materiale e reintrodurlo nei processi produttivi di polvere di gesso e pannelli in cartongesso.



Gesso

2. Modalità di attuazione della ricerca

I partner di progetto si sono periodicamente riuniti per definire il percorso di ricerca da seguire, evidenziando le criticità legate al recupero di cartongesso, all'applicazione delle tecnologie di recupero individuate alle diverse tipologie di cartongesso, e all'introduzione di modificazioni nobilitanti al cartongesso di recupero (attività fotocatalitica e caratteristiche antimicrobiche).

Sono stati analizzati tre differenti campioni di cartongesso da recupero, caratterizzandoli e definendone le caratteristiche principali. E' stato identificato un processo per la "nobilitazione" del cartongesso di riciclo per conferirgli proprietà fotocatalitiche. I campioni di gesso con proprietà fotocatalitiche sono stati ulteriormente "nobilitati" con deposizione di coating antimicrobici/antimuffa sulla superficie di lastre di cartongesso. Successivamente sono state trattate lastre di gesso di dimensioni crescenti con diverse tipologie di coating e verificato possibili alterazioni nelle caratteristiche merceologiche del gesso recuperato legate alla deposizione dei coating antimicrobici/antimuffa. Test di scale-up sono stati condotti per verificare la resistenza del coating a diverse condizioni atmosferiche e la comparsa nel tempo di muffe, avendo come riferimento lastre di cartongesso non trattate. Alcuni campioni di lastre di cartongesso trattate con un coating sono stati analizzati per verificare l'attività del coating verso batteri e muffe con test normati.

E' stato analizzato l'intero processo di recupero del cartongesso nobilitato, comparandolo con un processo tradizionale. Sono state poste le basi per condurre studi sul ciclo di vita del prodotto più approfonditi atti a valorizzare i processi di recupero e nobilitazione.



Gesso e Carta da cartongesso riciclato

3. Risultati ottenuti

Sono state analizzate due tipologie di cartongesso di scarto: “Standard” e “Armato”. Per la facilità di lavorazione e la composizione è stato deciso di procedere con i test di nobilitazione partendo da cartongesso standard. Il gesso recuperato è stato nobilitato con due tipologie di trattamento: conferimento di proprietà fotocatalitiche e deposizione di coating antimicrobici.

Il gesso fotocatalitico è ottenuto per miscelazione del gesso di recupero con TiO_2 , il processo di produzione è stato ottimizzato in base all’effetto catalitico osservato e alla qualità delle lastre di prova. Il valore ottimale di TiO_2 per caratteristiche meccaniche delle lastre e per efficienza delle proprietà fotocatalitiche è il 3% in



Cartongesso in impianto di recupero

peso rispetto al gesso. Le caratteristiche fotocatalitiche impartite al gesso hanno lo scopo di diminuire il carico di inquinanti presenti nell’ambiente attraverso reazioni che avvengono sulla superficie delle lastre grazie alla luce.

La deposizione di coating antimicrobici/antimuffa è adottata per conferire proprietà antimicrobiche alle lastre di cartongesso di recupero. L’innovazione del trattamento testato nel progetto SARR è duplice: l’ottenimento di lastre di cartongesso che contrastano la comparsa e il propagarsi di muffe e la tecnologia testata in cui l’agente antimicrobico è permanentemente ancorato alla superficie delle lastre.

L’importanza delle tipologie di nobilitazione testate riguarda la necessità di migliorare la salubrità degli ambienti, intesa ad ampio spettro nel progetto come qualità dell’aria e assenza di contaminazioni da muffe. I trattamenti sono stati anche testati in combinazione per ottenere un effetto sinergico dalle due tecnologie e le lastre di cartongesso di recupero con proprietà fotocatalitiche e antimicrobiche sono state analizzate per

verificare l’efficacia dei trattamenti.

Nell’ambito del recupero e valorizzazione del cartongesso di scarto è stata analizzata l’intera filiera produttiva, considerando il mercato potenziale delle nuove metodologie messe a punto e il ciclo di lavorazione in ottica del raggiungimento della circolarità dell’intero processo e della commercializzazione del cartongesso recuperato e valorizzato.

Studi preliminari di LCA hanno permesso di valutare i parametri che dovranno essere vagliati nelle future fasi di implementazione delle tecnologie. Si sono aperti nuovi scenari per la riqualificazione del cartongesso di scarto in termini di valore aggiunto (funzionalizzato) e poste le basi per future collaborazioni tra i partner di rete per l’implementazione delle tecnologie sviluppate.



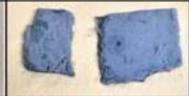
Gesso prima (a) e dopo (b) il recupero

3.1 Nuove conoscenze acquisite

1. Caratterizzazione di due tipologie di cartongesso per la rivalorizzazione dello scarto: cartongesso standard e armato. Da questa prima fase è stato selezionato come materiale di partenza per le successive nobilitazioni il cartongesso standard.
2. Ottenimento di gesso fotocatalitico. Il processo di produzione di lastre di gesso con proprietà fotocatalitiche è stato messo a punto, ottimizzando la quantità di catalizzatore inserito nelle lastre in funzione dell'attività catalitica e della proprietà meccaniche delle lastre prodotte.
3. Messa a punto di un coating con proprietà antibatteriche/antimuffa. La formulazione di una tipologia di coating da applicare al cartongesso di recupero ha previsto più fasi di scale-up, portando ad ottenere lastre funzionalizzate. Il trattamento è stato applicato anche su lastre di gesso fotocatalitico ed è stato osservata l'interazione dei due trattamenti.
4. L'analisi del processo produttivo del cartongesso e l'individuazione delle caratteristiche tecniche e merceologiche per la commercializzazione del cartongesso di recupero ha permesso di individuare le istruzioni di posa, le norme di riferimento e le caratteristiche prestazionali del materiale nobilitato.

3.2 Tecnologie impiegate

1. Caratterizzazione scarti di cartongesso per catalogazione: FT-IR (Fourier-transform infrared spectroscopy).
2. La nobilitazione con proprietà fotocatalitiche è stata condotta aggiungendo il gesso con TiO₂ P-25 Degussa.
3. Test di verifica dell'attività fotocatalitica: osservazione del cambiamento di colorazione del gesso fotocatalitico trattato con una soluzione di blu di metilene ed esposto alla luce.
4. La nobilitazione con coating antimicrobici/antimuffa è stata ottenuta per spruzzatura sulle lastre del coating o per miscelazione del formulato per coating con il gesso superficiale in fase di preparazione delle lastre.
5. Test di verifica dell'attività antimicrobica.
6. Test di verifica delle caratteristiche merceologiche e antimuffa dei campioni trattati con coating su lastre posate in cantiere: osservazione delle variazioni delle lastre trattate nel tempo, confrontate con lastre prive di coating antimicrobico.

24 h	120 h	+ % in peso di TiO ₂
		0%
		1%
		3%
		7%
		10%

Monitoraggio effetto fotocatalitico

4. Trasferibilità dei risultati all'interno della RIR o in altri contesti

La tecnologia sviluppata ha un livello di maturità tecnologica *TRL 7*. Nel corso del progetto sono stati coinvolti *end users* i quali hanno dato indicazioni sulle prestazioni del nuovo prodotto nobilitato, e provandone la posa su campioni a scala pressoché reale. Il più grande ostacolo attualmente è rappresentato dai produttori, che non impiegano abitualmente materiale da riciclo nei loro processi: in questa direzione una normativa che stimoli tale utilizzo risulta determinante. La possibilità di aggiungere funzionalizzanti, come il biossido di titanio, non influenza in modo decisivo il processo di fabbricazione o del riciclo del materiale, in quanto presente in percentuali ridotte. È possibile quindi sia applicare che riciclare materiale a base di gesso con additivi fotocatalitici con le tecnologie attualmente utilizzate nei processi produttivi di gesso tradizionale. L'esperienza è di particolare interesse per le imprese della RIR in quanto testimonia come anche un materiale povero può acquisire un valore aggiunto e il suo utilizzo può diventare per gli utilizzatori (in questo caso



piccole imprese di costruzione, dipintori, cartongessisti, ecc.) un vantaggio competitivo qualora opportunamente pubblicizzato.

5. Partner di progetto

Imprese:



www.catasicurezza.it



www.crossing-srl.com



www.eliteambiente.it



www.chimicambiente.net



www.studiogallian.it

Organismi di ricerca:



www.unive.it

6. Approfondimenti

www.venetogreencluster.it

www.icer-grp.com





SISTEMI AVANZATI PER IL RECUPERO DEI RIFIUTI

PROGETTO SARR cofinanziato dalla Regione del
Veneto nell'ambito del POR FESR 2014-2020
Azione 1.1.4

REPORT FINALE DEL PROGETTO SARR

SARR ha l'obiettivo generale di realizzare una piattaforma collaborativa fondativa per lo sviluppo del programma della Rete Innovativa Regionale Veneto Green Cluster. Il progetto intende dimostrare l'ampiezza degli ambiti di ricerca e innovazione perseguibili dalla rete, grazie alla realizzazione di sottoprogetti di R&S, concreti e industrializzabili, caratterizzati dalla collaborazione tra Imprese e Organismi di ricerca.

SOTTOPROGETTO - AZIONE 2.3

Valorizzazione FORSU per impianto integrato "biogas e alghe"

1. Descrizione degli obiettivi di progetto

Il progetto ha studiato la possibilità di valorizzare la FORSU a Km zero, ossia raccolta nell'ambito di utenze di piccole dimensioni (paesi o quartieri) attraverso un impianto di digestione anaerobica di nuova realizzazione caratterizzato dalle dimensioni compatte. In particolare, l'impianto è stato dimensionato per servire un'utenza di circa 2000-2500 abitanti. In aggiunta, il progetto ha valutato anche la possibilità di a) ottenere intermedi di reazione di interesse commerciale (acidi grassi volatili) attraverso il processo di digestione anaerobica a due fasi; b) di sfruttare i flussi secondari del processo di digestione anaerobica (digestato liquido e fumi di combustione prodotti dal cogeneratore) per la produzione di microalghe, allo scopo di valorizzare tali sottoprodotti.



Minidigestore utilizzato nella sperimentazione realizzato da Berica Impianti Energia srl

2. Modalità di attuazione della ricerca

Berica Impianti Energia srl ha progettato il minidigestore per la cui sperimentazione hanno collaborato:

- il Laboratorio di Ingegneria Chimica e dei Bio-processi, operante in seno al Dipartimento di Biotecnologie dell'Università di Verona (UNIVR) è stato il supporto all'avviamento dell'impianto dimostrativo di digestione anaerobica per la produzione di biogas a partire dalla Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani (FORSU) da raccolta differenziata realizzato da Berica Impianti. L'impianto ha trattato circa 1 tonnellata di FORSU al giorno. Una volta raggiunte le condizioni stazionarie, Labicab ha monitorato il sistema attraverso la conduzione di analisi chimico/fisiche dei flussi in entrata e in uscita dal digestore.
- L'università Ca' Foscari di Venezia ha inoltre valutato le migliori condizioni operative per l'ottimizzazione di Acidi Grassi Volatili, intermediari biologici usati nella produzione di diversi biomateriali ad alto valore aggiunto, quali le bioplastiche, e di biocombustibili. La produzione di Acidi Grassi Volatili è stata condotta attraverso digestione anaerobica in due stadi, che prevede la separazione della fase acidogenica per la produzione di Acidi Grassi Volatili, da quella metanigena per la produzione di metano.
- Il Centro Levi Cases dell'Università di Padova ha condotto lo studio relativo alla coltivazione di microalghe, effettuato mediante un fotobioreattore pilota affiancato all'impianto di digestione anaerobica, e alimentato dal digestato liquido e, in un secondo momento, dai fumi di combustione da esso prodotti.

3. Risultati ottenuti

La sperimentazione sull'impianto pilota ha dimostrato le buone performance della digestione anaerobica da FORSU. La produzione di biogas è stata di circa 25mc al giorno con un contenuto di metano di circa il 60% in volume, sviluppando una potenza di circa 6,4 kWe. Il grande vantaggio dell'impianto pilota è rappresentato dalla sua compattezza, che lo rende facilmente trasportabile in prossimità di piccoli centri urbani (o presso allevamenti zootecnici di piccola/media entità), per una gestione e valorizzazione locale dei rifiuti in biogas tramite digestione anaerobica. L'innovazione del progetto, pertanto, consiste proprio nell'evitare il trasporto dei rifiuti, prodotti nei piccoli centri urbani, verso l'impianto full scale di digestione anaerobica più vicino.

La produzione di intermedi di reazione come gli acidi grassi volatili (VFA) è stata ottimizzata in un processo di digestione anaerobica a due fasi, ovvero isolando lo stadio di fermentazione acidogenica da quello di metanazione. Gli elevati rendimenti ottenuti in termini di VFA prodotti a partire da FORSU gettano le basi per nuove possibili sperimentazioni maggiormente focalizzate sulla produzione di questi intermedi ad elevato valore di mercato.

La sperimentazione relativa alla coltivazione di microalghe ha dimostrato la possibilità di produrre biomassa utilizzando la frazione liquida del digestato e la CO₂ contenuta nei fumi prodotti dal cogeneratore, pur evidenziando i limiti legati alla torbidità del substrato, che necessita pertanto una chiarificazione/diluizione. La produttività ottenuta è risultata compresa tra 7-12 g per metro quadro al giorno, associata ad una parziale rimozione di nutrienti (azoto e fosforo) dal digestato. La biomassa prodotta potrebbe trovare impiego come biofertilizzante, oppure essere riciclata al digestore per aumentarne la resa metanigena. Tali applicazioni potrebbero quindi costituire l'oggetto di un nuovo studio.



Crescita microalgale nel raceway

3.1 Nuove conoscenze acquisite

1. L'ottimizzazione della digestione anaerobica della FORSU ha permesso di individuare le migliori condizioni operative per la produzione di un biogas ricco in metano in un impianto dimostrativo.
2. La digestione anaerobica a due fasi a partire da FORSU può consentire di ottenere un biogas ricco in metano oltre ad un residuo liquido di alto valore aggiunto particolarmente ricco in VFA, intermedi di reazione utilizzabili nell'industria chimica di sintesi, e che ad oggi sono ottenuti da fonti fossili.
3. La possibilità di accoppiare un fotobioreattore per la produzione di biomassa microalgale al digestore anaerobico, sfruttando i sottoprodotti di quest'ultimo come fonte di nutrienti e CO₂ per la crescita dei microrganismi.

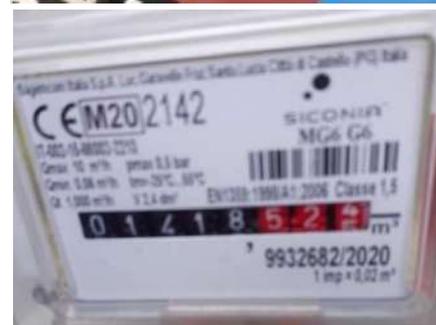
3.2 Tecnologie impiegate

1. Individuazione dei principali parametri operativi (Tempo di Residenza, Carico Organico Giornaliero) e della migliore miscela di alimentazione per l'ottimizzazione della produzione di biogas da FORSU, tramite il processo di digestione anaerobica, tecnologia già ampiamente usata in Europa per la valorizzazione dei substrati organici.
2. Individuazione dei parametri operativi ottimali (principalmente temperatura, pH, carico organico giornaliero e tempo di residenza) per la conduzione del processo di digestione anaerobica a fasi separate, ottimizzato per l'ottenimento di building blocks (acidi grassi volatili) o intermedi di reazione ad elevato valore commerciale.
3. Produzione di biomassa microalgale in un fotobioreattore open-pond operato in modalità semi-continua, e individuazione del miglior regime di alimentazione del digestato in ingresso.

3.3 Prototipi o impianti pilota sviluppati

La digestione anaerobica della FORSU è stata condotta su un impianto pilota realizzato da Berica Impianti Energia srl localizzato all'interno di un container standard da 40 piedi costituito da:

- Pre-digestore: circa 4 mc totali,
- Digestore: circa 35,5 mc ad altezza fissa di circa 2 mc;
- Vasca di post digestione: circa 10 mc;
- Il biogas prodotto viene accumulato nella parte superiore dell'ambiente unico costituito da digestore e vasca di post digestione. In questa maniera si cerca di
- garantire alla turbina una portata di metano che sia il più possibile costante, al fine di evitare fluttuazioni nella cogenerazione di energia elettrica e termica o, peggio, un suo continuo avviamento e spegnimento.
- Fotobioreattore: vasca di tipo "raceway" di 4.5 metri quadrati, con alimentazione di CO₂ (dal digestore anaerobico) comandata attraverso un regolatore di pH. La vasca può funzionare in modalità semi-continua o continua. Viene alimentata da digestato liquido opportunamente diluito, e produce una sospensione microalgale con concentrazione di solidi attorno ad 1 g/L.



Sistema di monitoraggio qualitativo e quantitativo biogas prodotto

La digestione anaerobica a due fasi (fermentazione + metanazione) è stata condotta su una piattaforma pilota attrezzata con 4 bioreattori da 2.3 m³, all'interno dell'impianto di trattamento acque di Treviso. Nello specifico, un reattore veniva alimentato con FORSU pre-trattata per l'ottenimento di acidi grassi volatili; un secondo reattore veniva alimentato con FORSU fermentata per l'ottenimento di digestato anaerobico (fonte di fertilizzanti) e biogas.

3.4 Pubblicazioni scientifiche

1. Barreiro-Vescovo S., Barbera E., Bertucco A., Sforza E. 2020. "Integration of Microalgae Cultivation in a Biogas Production Process from Organic Municipal Solid Waste: From Laboratory to Pilot Scale". ChemEngineering, 4(2), 25. DOI: 10.3390/chemengineering4020025
2. Valentino F., Munarin G., Biasiolo M., Cavinato C., Bolzonella D., Pavan P. Enhancing volatile fatty acids (VFA) production from food waste in a two-phases pilot-scale anaerobic digestion process. Submitted to Journal of Environmental Chemical Engineering (2021).



4. Trasferibilità dei risultati all'interno della RIR o in altri contesti

Il progetto è stato sviluppato grazie alla sinergia di enti aziendali e accademici che hanno realizzato un modello di bioraffineria per la valorizzazione della frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU). È stato, pertanto, offerto un esempio virtuoso di economia circolare dove i rifiuti diventano nuovamente materia prima per la produzione di bio-combustibili e bio-materiali. Nello specifico, Berica Impianti Energia srl, con l'ausilio dei vari enti accademici, ha realizzato un impianto prototipale in grado di essere immediatamente implementato nel ciclo di trattamento della FORSU. L'impianto, realizzato in container, è facilmente



trasportabile ed inseribile in contesti quali isole ecologiche, quartieri residenziali o paesi di piccole dimensioni, evitando il loro spostamento su grandi distanze. Il TRL testato lo rende di fatto pienamente commercializzabile. La gestione dell'impianto è stata monitorata dall'Università di Verona, che ne ha ottimizzato le condizioni operative per la produzione di un biogas ricco in metano. L'università Ca' Foscari ha verificato la flessibilità del processo adattandolo a una modalità di digestione anaerobica in "doppia fase" per l'ottenimento simultaneo di idrogeno e metano. Infine, l'Università degli Studi di Padova ha sfruttato i sottoprodotti dei processi testati, ovvero l'anidride carbonica del biogas e il digestato ricco Azoto e Fosforo, come nutrienti per la crescita di microalghe. Quest'ultime potranno poi essere sfruttate per la produzione di proteine e lipidi da convertire in bio-materiali ad alto valore aggiunto.

Eco.Bio.Energy - biodigestore a km 0



Un moltiplicatore di opportunità.
Da non lasciarsi sfuggire.

5. Partner di progetto

Imprese:

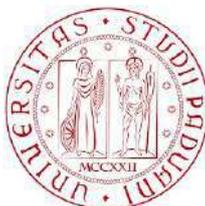


www.eliteambiente.it

Organismi di ricerca:



www.unive.it



www.unipd.it



www.univr.it

6. Approfondimenti

www.venetogreencluster.it

www.icer-grp.com





SISTEMI AVANZATI PER IL RECUPERO DEI RIFIUTI

PROGETTO SARR cofinanziato dalla Regione del
Veneto nell'ambito del POR FESR 2014-2020
Azione 1.1.4

REPORT FINALE DEL PROGETTO SARR

SARR ha l'obiettivo generale di realizzare una piattaforma collaborativa fondativa per lo sviluppo del programma della Rete Innovativa Regionale Veneto Green Cluster. Il progetto intende dimostrare l'ampiezza degli ambiti di ricerca e innovazione perseguibili dalla rete, grazie alla realizzazione di sottoprogetti di R&S, concreti e industrializzabili, caratterizzati dalla collaborazione tra Imprese e Organismi di ricerca.

SOTTOPROGETTO - AZIONE 2.4

Recupero di plastiche eterogenee per asfalti modificati

1. Descrizione degli obiettivi di progetto

L'obiettivo principale è stato recuperare plastiche eterogenee di scarto (che hanno come unico destino il termovalorizzatore) per la produzione di asfalto con caratteristiche prestazionali conformi al capitolato ANAS e confrontabili con le prestazioni del formulato di asfalto tradizionale, quali la capacità di drenaggio, la resistenza all'abrasione, all'invecchiamento e all'usura. L'asfalto, o più correttamente il conglomerato bituminoso, è un materiale comunemente impiegato per la realizzazione di superfici carrabili, come strade e aeroporti. È composto principalmente da aggregati di diversa granulometria e da un legante a base bituminosa. La ricerca ha indagato specificatamente la possibilità di sostituire i normali additivi/leganti a base fossile utilizzati per migliorare il prodotto con le plastiche eterogenee derivanti da un tradizionale processo di recupero, denominate di fondovasca (FV).



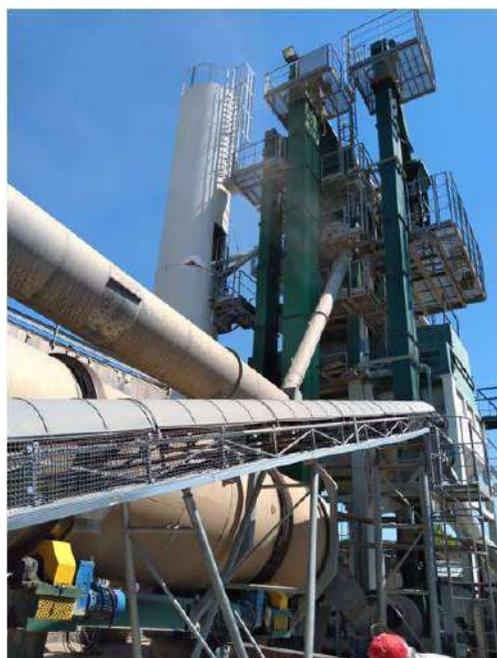
MPS a) in flakes, b) dalla pezzatura < 4 mm. FV c) in flakes, d) dalla pezzatura < 4 mm.

2. Modalità di attuazione della ricerca

I partner di progetto si sono periodicamente riuniti per definire il percorso di ricerca da seguire, evidenziando le criticità legate all'eterogeneità delle plastiche di scarto e alle strumentazioni impiegate. La plastica eterogenea, oltre ad essere pulita, senza residui organici, deve avere una granulometria limitata (< 4 mm) per favorire una miscela di asfalto omogenea e dalle prestazioni uguali o superiori rispetto l'asfalto tradizionale.

Sono state caratterizzate le miscele plastiche mediante analisi ATR FT-IR (Attenuated Total Reflectance) e DSC (Differential Scanning Calorimetry), evidenziandone una composizione ricca in polietilene, polipropilene, polietilentereftalato ed etilvinilacetato.

Nota la composizione delle plastiche eterogenee, la ricerca è stata condotta seguendo due differenti percorsi. Dapprincipio vari campioni di asfalto arricchito con percentuali di plastica eterogenea, a granulometria differente, sono stati confezionati e caratterizzati su scala di laboratorio. Da queste analisi preliminari, si è evinto che la miscela di asfalto con le caratteristiche fisiche migliori rispetto il bitume tradizionale fosse quella arricchita con il 4% in peso di plastica eterogenea. Sono state condotte le prove fisiche delle miscele di asfalto, misurando l'indice dei vuoti, la densità, il volume, la resistenza e il coefficiente alla trazione indiretta (ITC e ITS) ed eseguendo i test di Marshall per la valutazione della stabilità all'abrasione e all'usura.



Impianto di produzione asfalto presso IFAF spa

Successivamente, un batch di 6 t di asfalto modificato con il 4% in peso di plastica eterogenea è stato prodotto in impianto e posato su campi prova. Per un confronto diretto sono state posate anche una miscela di asfalto tradizionale e una

miscela di asfalto modificato con il 4% in peso di plastica eterogenea MPS, avente già un mercato come plastica di recupero. Sono state condotte le analisi delle emissioni in atmosfera dell'asfalto durante la fase di amalgamazione e, successivamente, ne ha eseguito anche i test di leaching. Le emissioni sono conformi ai requisiti previsti per legge. Sono state effettuate anche analisi di LCA e LCC della miscela modificata, evidenziando i benefici.

3. Risultati ottenuti

Dall'analisi preliminare condotta in laboratorio, si è evinto che la plastica eterogenea di recupero può essere impiegata come additivo plastico nelle miscele bituminose per la produzione di asfalto avente caratteristiche prestazionali. La plastica eterogenea di scarto, destinata al termovalorizzatore, conferisce alla pavimentazione stradale una buona resistenza all'usura e all'invecchiamento grazie ai valori di densità e all'indice dei vuoti paragonabili a quelli dell'asfalto tradizionale. La granulometria della plastica (< 4 mm) e la percentuale di aggiunta tipica di quella degli additivi (4% in peso rispetto il bitume) permette un'amalgamazione dei vari componenti della miscela di asfalto tale da ridurre la percentuale dei vuoti e aumentarne la densità, permettendone una stesura e una resistenza più efficaci. Le misure condotte per i test di Marshall e i valori di ITC e di ITS confermano la resistenza all'usura e all'invecchiamento. Questi risultati sono dovuti a due fattori che agiscono simultaneamente. La plastica eterogenea, infatti, è composta da differenti tipologie di plastiche che presentano un punto di fusione diverso. Lavorando alla temperatura di 160°C, alcune plastiche fondono, comportandosi come un'agente modificante di binder, migliorando le proprietà di flusso della miscela bituminosa e, quindi, i valori del test di Marshall; la



Campo prova al termine della stesa con asfalto modificato con plastiche FV

porzione non fusa, invece, rimanendo solida, riduce parzialmente la percentuale di vuoti nel bulk dell'asfalto, migliorando la resistenza alla deformazione permanente ed evitando il cracking prematuro della pavimentazione stradale. Dalla produzione di un batch di 6 t e dalla sua stesura in campo, invece, è stato possibile verificare le emissioni in atmosfera della miscela bituminosa per valutarne l'impatto ambientale. Le emissioni sono in conformità ai valori massimi definiti dalla legge italiana e sono migliorativi rispetto i valori di emissione dell'asfalto tradizionale. L'asfalto modificato è stato inoltre sottoposto a test di leaching. Con questo test si evidenzia l'eventuale inquinamento dell'acqua da parte della pavimentazione stradale. La prova non ha evidenziato alcun dato importante di rilascio, confermando ulteriormente il limitato impatto ambientale della miscela bituminosa arricchita con la plastica di recupero.

3.1 Nuove conoscenze acquisite

Il rilievo del progetto consta nella sua potenzialità per il recupero/riciclo di ingenti quantità di plastiche di scarto oggi inviate all'incenerimento e la riduzione del consumo di prodotti di origine fossile (additivi per asfalti). Ad oggi non ci sono esempi né a livello industriale né in letteratura che riportino l'impiego di plastiche eterogenee di scarto (termoplastiche e termoindurenti) per la produzione di additivi per asfalto; esistono metodologie per l'impegno di rifiuti come filler (riempitivi) per la produzione di asfalti (fibre naturali e sintetiche, vetro). In alternativa, polimeri termoplastici come la gomma degli pneumatici, il PET o il PVC possono essere impiegati come additivi per la produzione di asfalto a caldo (Hot Mix Asphalt o HMA). Tuttavia, queste tecnologie stentano a decollare a causa dell'elevato costo del materiale prodotto e in alcuni casi a causa della loro potenziale tossicità (PVC).

1. La plastica eterogenea, destinata al termovalorizzatore, è composta prevalentemente di polietilene, polipropilene, polietilentereftalato ed etilvinilacetato. Per la produzione dell'asfalto, si amalgamano i vari componenti a 160°C, temperatura alla quale alcune plastiche fondono, comportandosi come un'agente modificante di binder mentre la restante frazione solida si comporta da riempitivo del bulk della miscela bituminosa.
2. L'asfalto modificato con un 4% in peso rispetto il bitume di plastica eterogenea presenta una buona resistenza all'usura e all'invecchiamento grazie ai valori di densità e all'indice dei vuoti, paragonabili a quelli dell'asfalto tradizionale. Lo stesso è confermato dai test di Marshall, nonché dai valori di ITC e di ITS.
3. L'asfalto modificato è stato prodotto con un batch di 6 t e posato in campo. Sono state analizzate le emissioni in atmosfera e sono stati condotti test di leaching. I risultati hanno evidenziato un basso impatto ambientale.

3.2 Tecnologie impiegate

1. Caratterizzazione plastica eterogenea: ATR FT-IR (Attenuated Total Reflectance) e DSC (Differential Scanning Calorimetry).
2. Per la densità, l'indice dei vuoti, i test di Marshall, l'ITS e l'ITC, sono stati confezionati dei provini di bitume arricchito con la plastica eterogenea di scarto, mediante pressa giratoria. Le UNI specifiche sono state applicate per la misurazione dei vari test.
3. Per la valutazione delle emissioni in atmosfera, delle sonde sono state applicate sul camino di emissione dell'impianto di IFAF spa. CO e NO_x sono stati misurati con un analizzatore HORIBA PG350 E e quantificati mediante un Sensore Infrarosso non Dispensivo (NDIR) e la chemiluminescenza. Mediante FID si è misurato il carbonio organico totale. Le UNI specifiche sono state applicate.
4. Per i test di leaching si sono applicate le specifiche UNI. I metalli pesanti sono stati quantificati mediante ICP OES (spettrometria di emissione ottica al plasma). Sono stati misurati anche pH e conduttività.



Campione di fondovasca dopo lavaggio con Soxhlet



4. Trasferibilità dei risultati all'interno della RIR o in altri contesti

Il TRL attuale della tecnologia per il recupero/riciclo di RPO è 7. I risultati evidenziano la possibilità di raggiungere un duplice scopo:

1. ridurre l'impatto ambientale complessivo del ciclo di vita delle plastiche, impedendo che frazioni come il fondovasca, attualmente non riutilizzabili o recuperabili in modo economicamente conveniente, finiscano in inceneritore o in discarica;
2. creare un nuovo contesto industriale per il riutilizzo di tali scarti, tramite lavorazioni/tecnologie apposite. In questo modo, a fine ciclo di trasformazione, le plastiche eterogenee di fondovasca possono essere impiegati come additivi per asfalti (non più rifiuti End of Waste), con caratteristiche conformi con il capitolato ANAS.

Gli additivi per asfalti vengono aggiunti in percentuali variabili rispetto alla percentuale di bitume. In pratica per ogni tonnellata di asfalto prodotto impiegando un 4% di additivi in peso rispetto al bitume si ha un consumo pari a 2.2 kg. Se anche queste quantità possono sembrare poco rilevanti, è importante considerare che in EU sono presenti oltre 3.9MioKm di strade, e solo in Italia nel triennio 2016-2018 sono stati ripavimentati 14.500 km/anno di corsie stradali. Considerando che per asfaltare un km di strada, larga 4m, occorrono 960t di asfalto e conseguentemente 2.2t di additivi (4% sul 5% in peso di bitume) e supponendo di soddisfare almeno il 5% del mercato Italiano annuo, corrispondenti a 735 km di strada asfaltata, si stima un risparmio di circa 1 Mio € per l'impianto di riciclaggio e oltre 5.5Mio € per i produttori di asfalto.

5. Partner di progetto

Imprese:



www.ifaf-spa.com



www.crossing-srl.com



www.eliteambiente.it



www.chimicambiente.net



www.studiogallian.it

Organismi di ricerca:



www.unive.it

6. Approfondimenti

www.venetogreencluster.it

www.icer-grp.com



SISTEMI AVANZATI PER IL RECUPERO DEI RIFIUTI

PROGETTO SARR cofinanziato dalla Regione del
Veneto nell'ambito del POR FESR 2014-2020
Azione 1.1.4

REPORT FINALE DEL PROGETTO SARR

SARR ha l'obiettivo generale di realizzare una piattaforma collaborativa fondativa per lo sviluppo del programma della Rete Innovativa Regionale Veneto Green Cluster. Il progetto intende dimostrare l'ampiezza degli ambiti di ricerca e innovazione perseguibili dalla rete, grazie alla realizzazione di sottoprogetti di R&S, concreti e industrializzabili, caratterizzati dalla collaborazione tra Imprese e Organismi di ricerca.

SOTTOPROGETTO - AZIONE 2.5

Recupero molecole bioattive da scarti frutta

1. Descrizione degli obiettivi di progetto

Gli obiettivi principali sono stati:

1. -Recuperare e convertire delle biomasse vegetali solide residuo della lavorazione della frutta in una nuova risorsa per l'industria alimentare, attraverso la valorizzazione delle molecole ad alto valore aggiunto contenute in tali matrici.
2. -Ottenere una descrizione sistematica della composizione delle varie frazioni solide residue derivante dalla lavorazione di diverse specie di frutti al fine di valutare ulteriori possibilità di applicazione, in base alla composizione delle varie biomasse e ai bisogni del consumatore.
3. -Valutare l'attività biologica dei vari fitocomplessi ottenuti
4. -Progettare nuovi prodotti innovativi con i fitocomplessi ottenuti



Dall'alto verso il basso: frutta, residuo di lavorazione, spray dry

2. Modalità di attuazione della ricerca

Rigoni di Asiago lungo tutto il progetto ha fornito i vari residui di lavorazione oggetto di studio nonché i campioni "comparatori" (frutta di partenza e prodotto finito FiordiFrutta) ai partner scientifici (università e società di consulenza).

Le prime fasi del progetto sono state caratterizzate dalla messa a punto e valutazione:

- delle metodologie di recupero dei residui di lavorazione della frutta, dalla loro preparazione e conservazione della frutta nonché dalla caratterizzazione chimico fisica dei residui
- delle metodologie di preparazione dei campioni e delle metodiche di analisi per la caratterizzazione metabolomica. Caratterizzazione metabolomica di alcuni estratti e della loro attività biologica in particolare l'attività antiossidante
- dei metodi di coltura cellulari e dei metodi di analisi dei fattori legati ai processi infiammatori: stress ossidativo citosolico e mitocondriale, morfologia mitocondriale, autofagia, citotossicità per valutare le attività biologiche di estratti cellulari e delle varie biomasse ottenuti dai residui di lavorazione della frutta.

Nelle fasi successive i partner del progetto hanno analizzato i dati complessivi ottenuti ed hanno identificato i residui di lavorazione ritenuti più interessanti alla finalità del progetto al fine di concentrare le attività di ricerca e sviluppo. In particolare:

- Valutare le caratteristiche nutrizionali dei residui identificati e progettare almeno 2 prototipi di prodotti innovativi in linea con la visione e missione aziendale.
- Mappatura dei metaboliti principali (in particolare antociani), analisi quantitativi con HPLC-DAD. Proseguire con l'analisi metabolomica (analisi non mirata) dei residui identificati mediante spettrometria di massa ad alta risoluzione; analisi dell'attività biologica dei residui di lavorazione.



Mele detorsolate, residuo di lavorazione, spray dry

3. Risultati ottenuti

Nella produzione di preparazione a base frutta della linea FiordiFrutta (prodotto leader del mercato delle confetture e core business dell'azienda Rigoni di Asiago) la frutta caratterizzante è utilizzata in parte tal quale ed in parte trasformata in purea. Dalla setacciatura della frutta si ottiene un residuo di lavorazione che si presenta secondo la varietà di frutta considerata come:

- un residuo umido composto da bucce, polpa e semi
- un residuo più secco composto principalmente di semi

Questi residui sono ad oggi destinati al compostaggio.

Per la natura stessa degli scarti, abbiamo sempre pensato che potessero essere in realtà ricchi di sostanze bioattive tipiche delle varietà di frutta considerate.

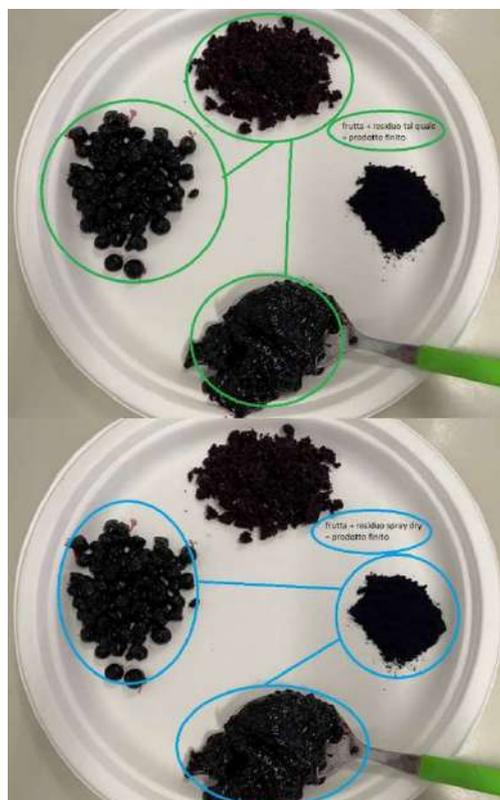
Questo progetto ha dimostrato a pieno

- la possibilità di recuperare questi residui dalla produzione e conservarli con vare tecniche. Rigoni di Asiago ne ha studiato la composizione chimico fisica nonché nutrizionale.
- la loro composizione in metaboliti secondari - molecole bioattive (lavoro svolto dal dipartimento di Biotecnologie dell'Università di Verona gruppo della Prof.ssa Flavia Guzzo)
- la loro attività biologica molto importante; tra queste l'attività antiossidante e l'inibizione degli enzimi MAO B. Ricordiamo che le sostanze antiossidante sono molto importanti per contrastare i radicali liberi e proteggere l'organismo dagli stress ossidativi mentre gli inibitori delle MAO sono stati proposti come potenziali agenti di protezione del sistema nervoso centrale.

Tutto questo ha confermato la possibilità ma soprattutto l'interesse a recuperare i residui di lavorazione per il loro utilizzo come nuova risorsa per la progettazione di prodotti alimentari innovativi attraverso la valorizzazione delle molecole bioattive ad alto valore aggiunto contenute in tali matrici.

La conclusione del progetto ha visto la Rigoni di Asiago impegnata nella progettazione di 2 prototipi di nuovi prodotti:

- una preparazione di frutta in particolare FiordiFrutta Mirtilli Neri arricchita in fitocomplessi derivati dai residui di lavorazione
- barrette di frutta sviluppate interamente con i residui di lavorazione della frutta



Riutilizzo di residui tal quale o residui spray dry nel prodotto finito

Inoltre, alla luce dei risultati ottenuti, soprattutto in termini di analisi metabolomica e attività biologica, riteniamo che i residui di lavorazione della frutta possano rappresentare delle materie prime molto interessanti anche per altri settori industriali. Tra questi possiamo sicuramente citare i settori della nutraceutica e della cosmesi.

3.1 Nuove conoscenze acquisite

1. caratterizzazione chimico fisica e nutrizionale dei residui di lavorazione
2. mappatura dei metaboliti principale (in particolare antociani) analisi quantitativi con HPLC-DAD
3. l'analisi metabolomica (analisi non mirata) dei residui di lavorazione della frutta identificati mediante spettrometria di massa ad alta risoluzione
4. attività biologica dei residui di lavorazione con saggi in vitro: attività antiossidante e attività inibitoria delle MAO-B
5. attività biologiche legate ai processi infiammatori (stress ossidativo citosolico e mitocondriale, morfologia mitocondriale, autofagia, citotossicità) su colture cellulari di estratti cellulari

3.2 Tecnologie impiegate

1. Setacciatura della frutta con turbo passatrice e raccolta residuo di lavorazione
2. Setacci/vibrotaglio con maglie di varie dimensioni
3. Congelamento
4. Macinazione con mulini
5. Tecnica Spray dry
6. Dispersione con ultra suoni
7. Essiccazione a bassa temperatura



Tubo estrattore e raccolta scarti di lampone

3.3 Prototipi o impianti pilota sviluppati

1° prototipo: FIORDIFRUTTA MIRTILLI NERI INTEGRATA O INTEGRALE

In questo prototipo abbiamo ipotizzato di poter ricostituire il prodotto finito FiordFrutta e riportarlo al suo contenuto iniziale di antociani totali (dati ottenuti dall'analisi metabolomica) in modo da offrire un prodotto con un'attività biologica (in questo caso attività antiossidante) equivalente alla frutta di partenza che non ha subito processo di trasformazione e offrendo così al consumatore un prodotto industriale completo o per meglio dire "integrale" pari all'ingrediente principale non trasformato. Senza modificare il processo in atto, con l'aggiunta del proprio residuo tal quale o ridotto in polvere attraverso lo spray dry, abbiamo ottenuto una FiordFrutta Mirtilli neri con un contenuto totale in antocianine almeno pari alla frutta di partenza senza modificarne le caratteristiche organolettiche in termine di sapore, profumo e texture.

2° prototipo: BARRETTA DI SOLO FRUTTA DERIVATA DA SOLI RESIDUI DI LAVORAZIONE

I prototipi sono stati progettati con i soli residui di lavorazione della frutta basandosi sulla loro funzionalità e pensandolo come snack da consumare anche fuori casa. Abbiamo utilizzato soprattutto i residui di lavorazione tal quale amalgamati con degli agenti/ingredienti leganti (miele, Dolcedì, succo di mela concentrato). Abbiamo ottenuto varie barrette unendo differenti residui di lavorazione (lamponi, ciliegie, more, mirtilli, mela) dando ad ognuno di essa una funzionalità specifica.



Prototipi di barrette ottenute

4 Trasferibilità dei risultati all'interno della RIR o in altri contesti

Dai risultati ottenuti in questo progetto, riteniamo che le modalità utilizzate e le conoscenze acquisite sulle materie prime e sugli aspetti tecnologici siano facilmente trasferibile/adattabili ad altre aziende del settore alimentare. In particolare laddove il processo sia rispettoso delle proprietà delle materie prime di partenza e il residuo di lavorazione sia edibile, l'opportuna mappatura metabolomica od altra caratterizzazione del residuo nonché la valutazione dell'attività biologica permette l'uso dei residui di lavorazione in prodotti alimentari innovativi.

Inoltre, come nel nostro caso, residui di lavorazioni di materie prime alimentari possono sicuramente diventare nuove materie prime destinate ad altri settori quali nutraceutica, cosmesi, coloranti naturali, ecc. Altre ipotesi di trasferimento tecnologico potrebbero essere l'utilizzo di residui di lavorazione da materie prime alimentari come componenti di altri bio-complessi o altri materiali non destinati all'alimentazione. Altra possibilità è l'uso di residuo di lavorazione alimentare quali catalizzatori di reazione nei nuovi settori tecnologici (biotecnologie, nanotecnologie, ecc)

5 Partner di progetto

Imprese:

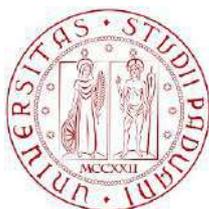


www.rigonidiasiago.it



www.eliteambiente.it

Organismi di ricerca:



www.unipd.it



www.univr.it

6 Approfondimenti

www.venetogreencluster.it

www.icer-grp.com