

ECOdesign e riciclo di DPI in una filiera industriale circolare

EcoDPI



Presentazioni Risultati del secondo periodo di attività

WP-RI-4

Sostenibilità dei cicli produttivi

A cura di: *Alberto Bertucco, Francesca De Rigo, Daniele Diotto*

Obiettivi di R&S perseguiti nel secondo periodo

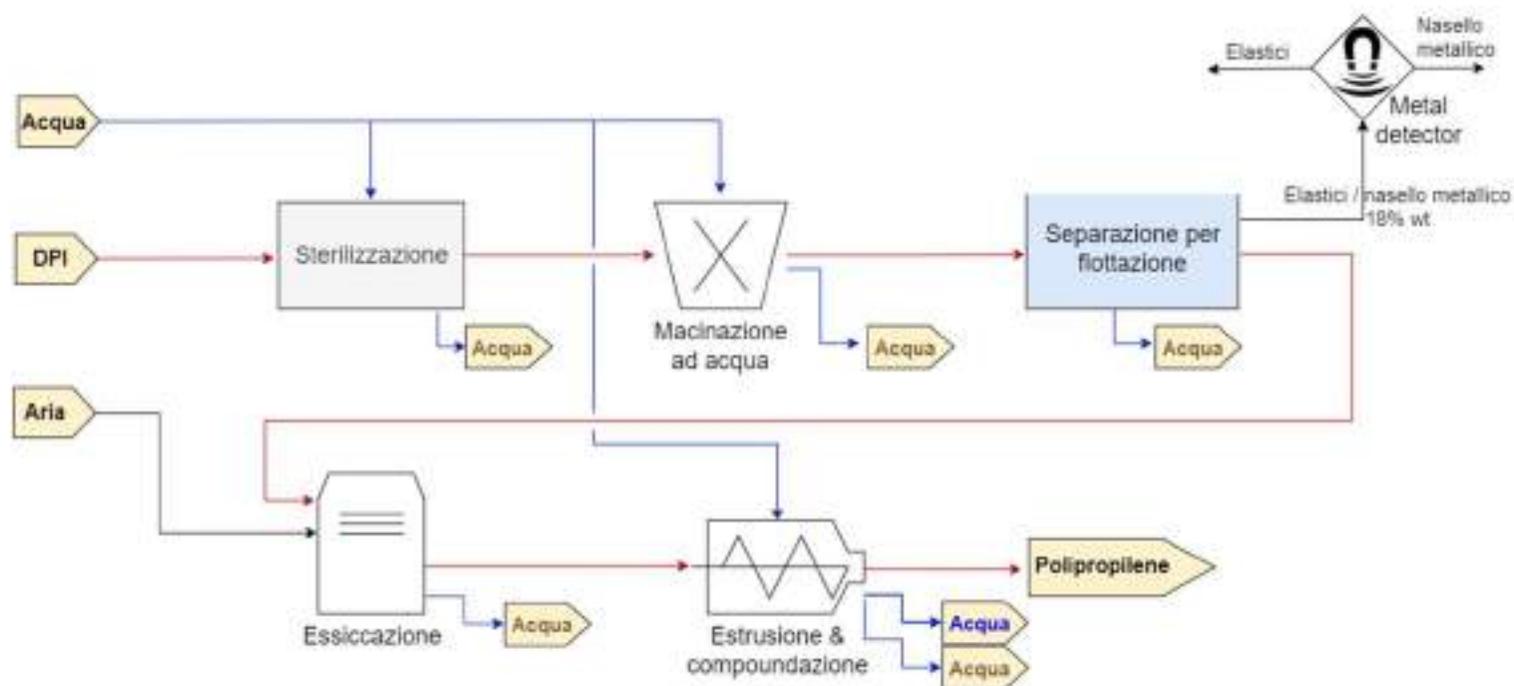
Messa a punto di una metodologia di simulazione degli impatti dei cicli produttivi coinvolti nella filiera (produttori DPI, impianti recupero di materia, impianti recupero di energia), che ne consenta il monitoraggio su base oraria. Gli impatti presi in considerazione sono: consumo energetico, consumo idrico, ed emissioni di CO2. Complementarmente, sviluppo di studi LCA, LCC e SLCA.

- **Sviluppo di un modello predittivo** per il monitoraggio dei consumi energetici e idrici e delle emissioni di CO2 di un ciclo produttivo.
- **Validazione del modello** attraverso il confronto con i dati raccolti dalle sperimentazioni condotte sui prototipi
- **Implementazione di una web application** usufruibile on-line, che renderà molto semplice il confronto tra i dati predetti e quelli acquisiti da campo
- **Studio LCA (Life Cycle Assessment)** su materiali e prodotti, **analisi LCC (Life Cycle Cost)** e **SLCA (Streamlined LCA)** di processo, ai fini di una complessiva valutazione della sostenibilità dei processi più rilevanti tra quelli indagati nel progetto

Metodologia adottata

- **Design** del processo di rivalorizzazione dei DPI giunti a fine vita
- **Identificazione** di 3 casistiche da analizzare:
 - solo riciclo meccanico
 - solo riciclo chimico
 - combinazione di riciclo meccanico e chimico
- **Acquisizione** dei dati fondamentali del processo, quali vettori energetici, materie prime e relative portate, potenze installate, consumi idrici, di corrente e combustibile, profili orari di attività delle singole apparecchiature
- **Trasferimento** delle informazioni in un modello (appositamente sviluppato per ogni casistica investigata) per la **simulazione** su base oraria dei consumi energetici, idrici e delle emissioni di CO₂ e per gli studi LCA, LCC e SLCA.

Casistica analizzata: **SOLO RICICLO MECCANICO**

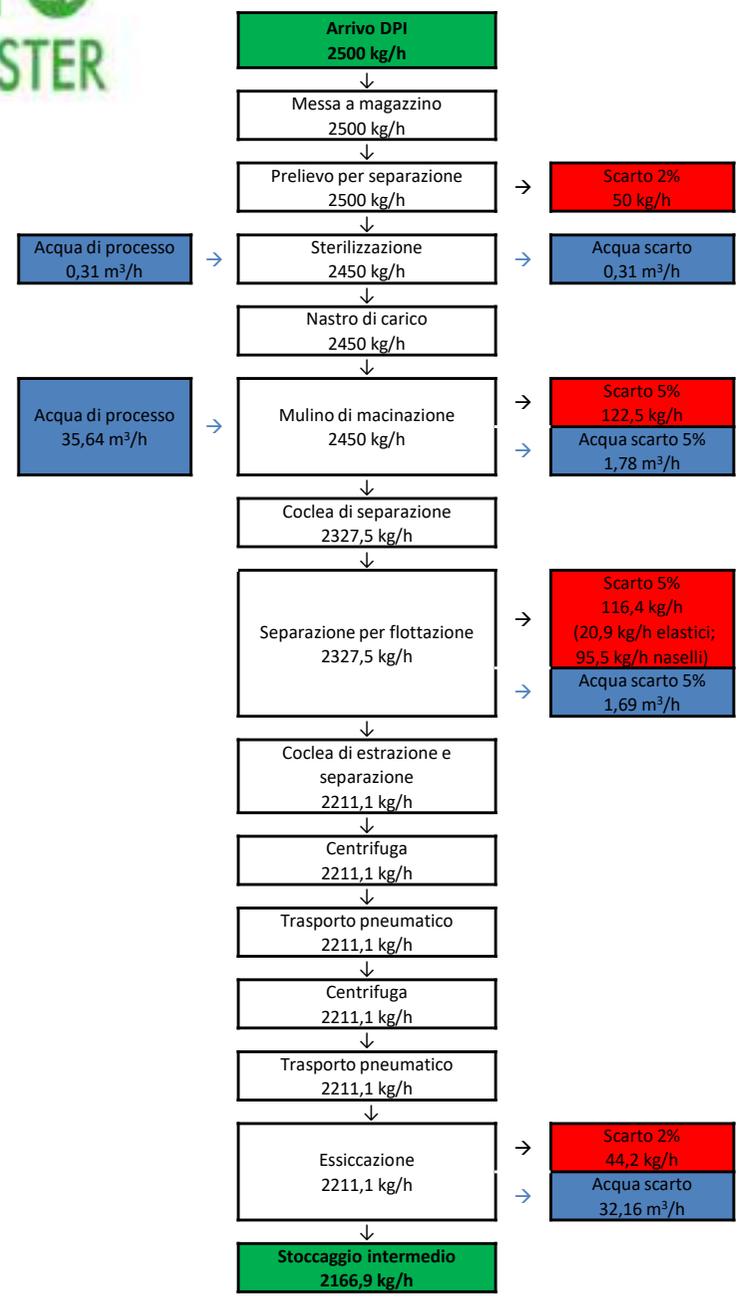


- Si tratta di un **processo ipotetico**, ideato all'interno di questo progetto, attualmente non implementato in alcuna realtà aziendale

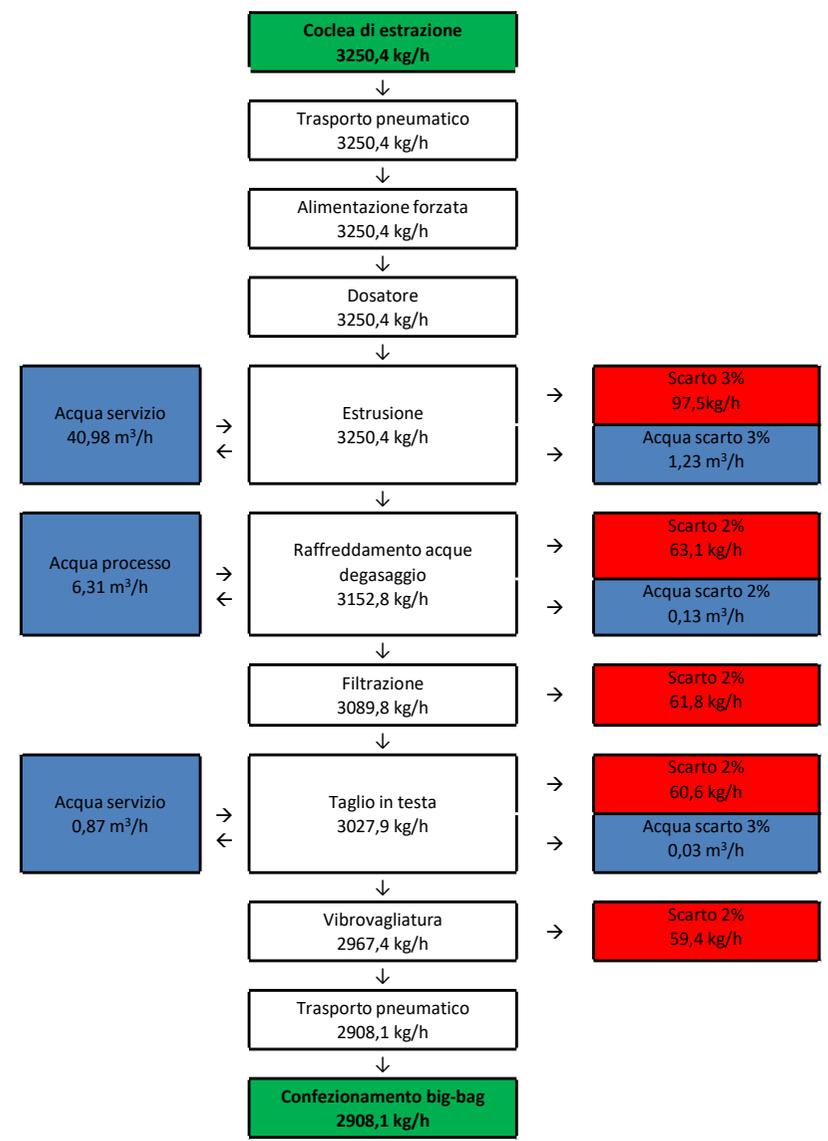
Assunzioni del modello:

- *La **matrice** in ingresso è quanto più **omogenea** possibile, costituita da **sol**i **polipropilene** e **polietilene**, a seguito di preselezione a monte*
- *Portata di **DPI** in entrata al processo: **2500 kg/h***
- *Il processo è diviso in **2 fasi**: **la prima** (sterilizzazione, macinazione, separazione ed essiccazione) opera per i **primi 3 giorni** della settimana, **la seconda** (estrusione) per i **successivi due giorni***
- ***Consumo acqua di raffreddamento** (di servizio) per evaporazione e/o perdite posto pari al **3% dell'acqua in circolo***
- ***Consumo acqua di processo** **proporzionale alla % di scarto di DPI** in ogni apparecchiatura*

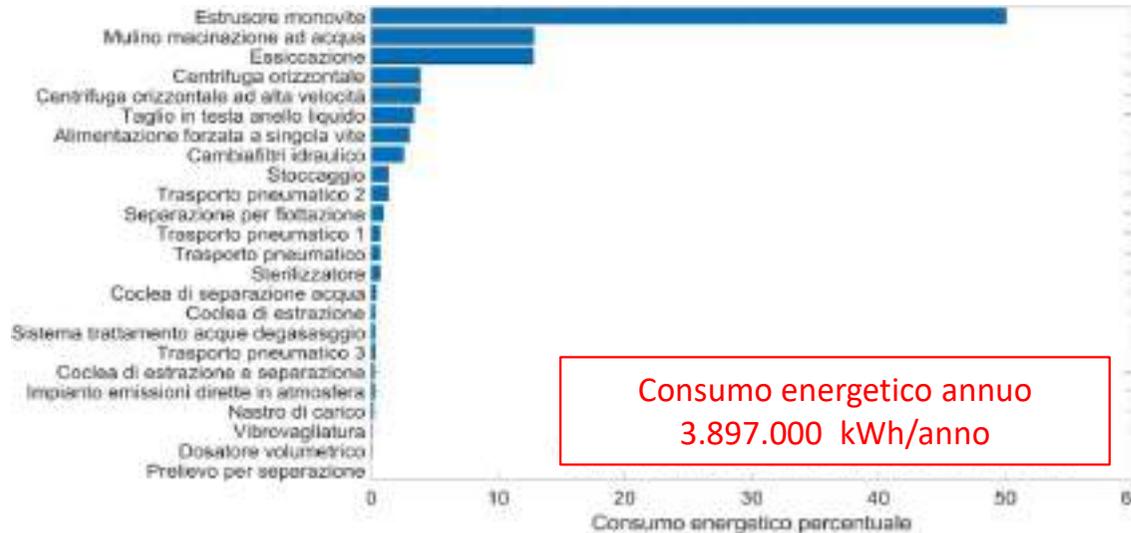
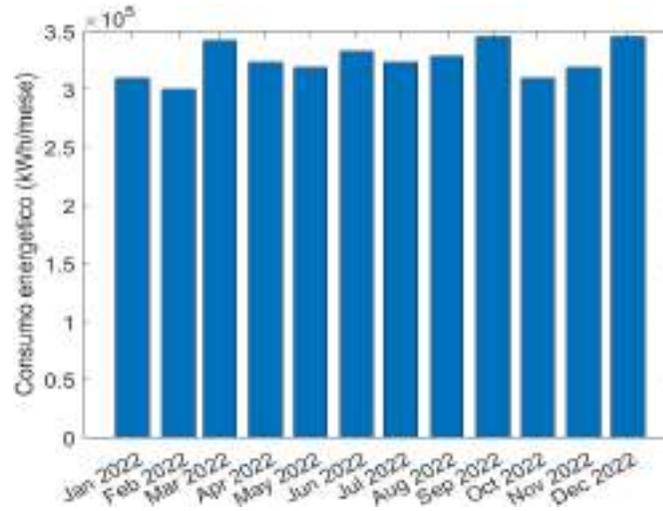
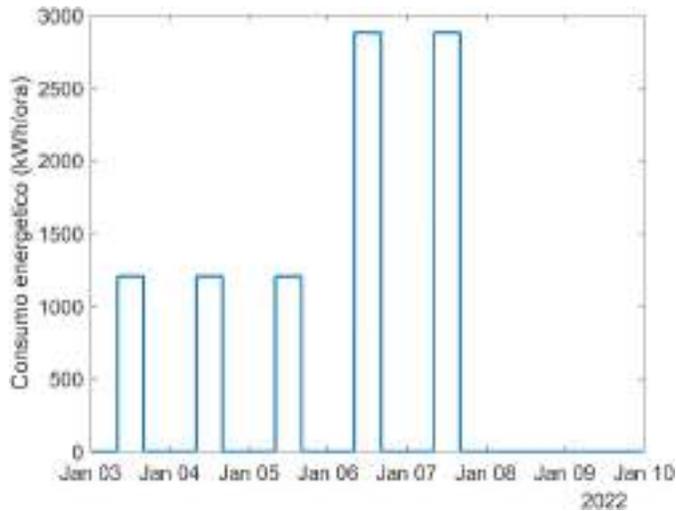
Fase 1
Primi 3 giorni della settimana



Fase 2
Successivi 2 giorni della settimana

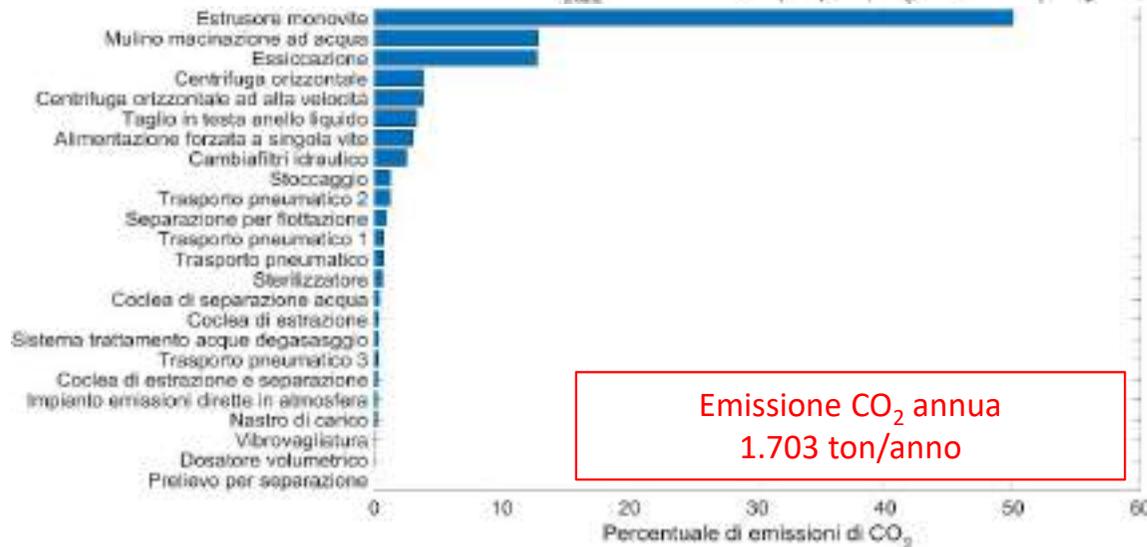
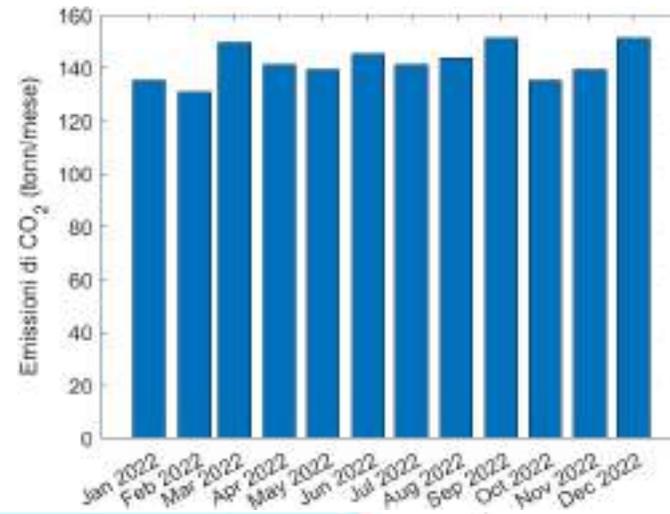
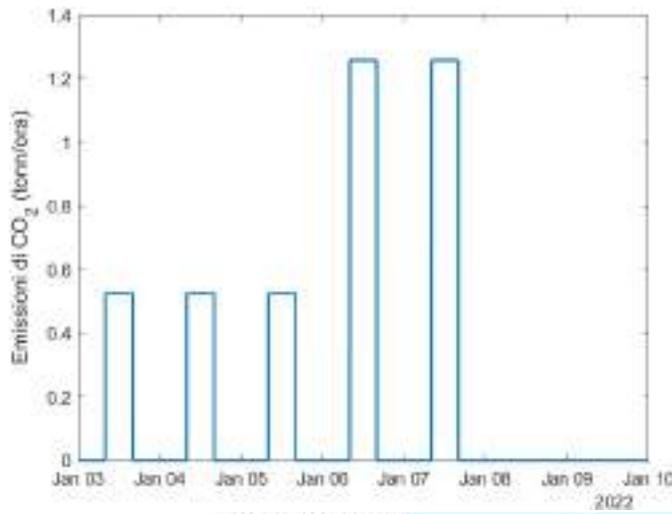


Predizione consumi energetici



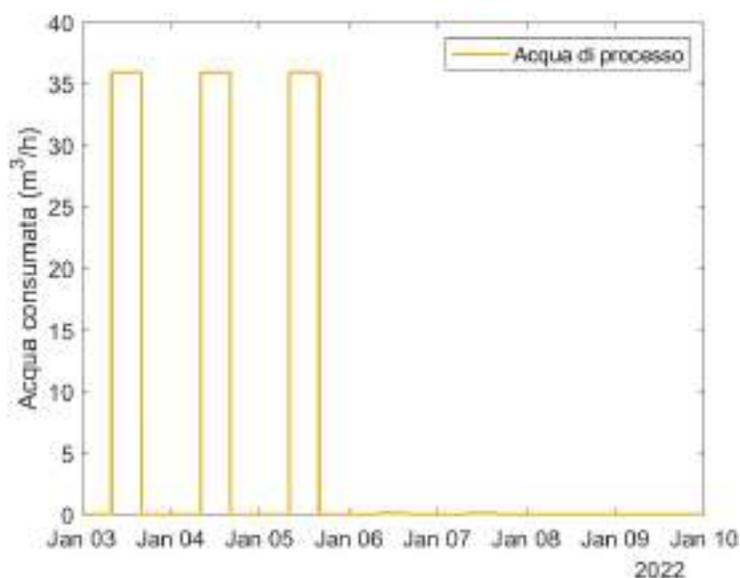
**Consumo energetico annuo
3.897.000 kWh/anno**

Predizione emissioni di CO₂

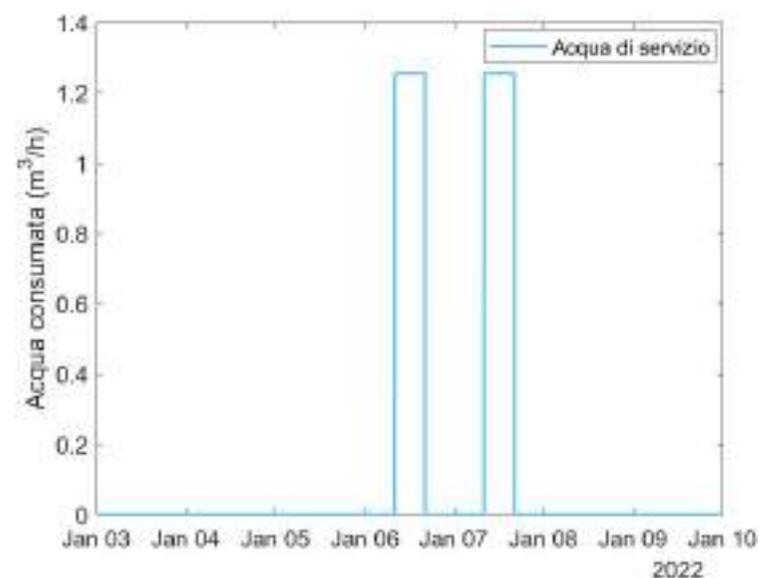


**Emissione CO₂ annua
1.703 ton/anno**

Predizione consumi idrici

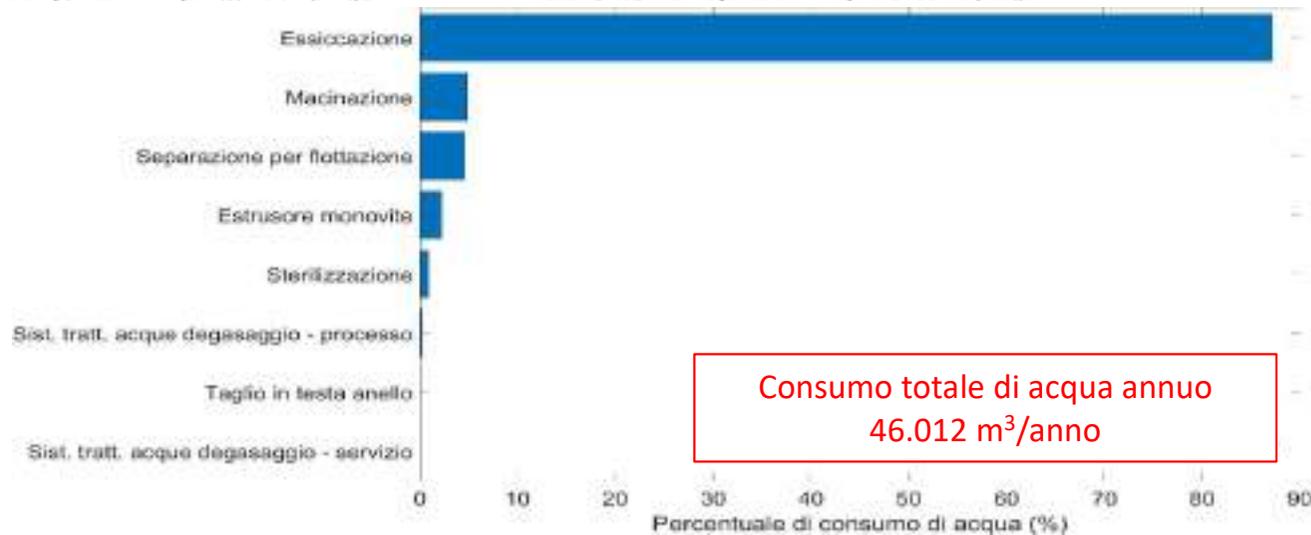
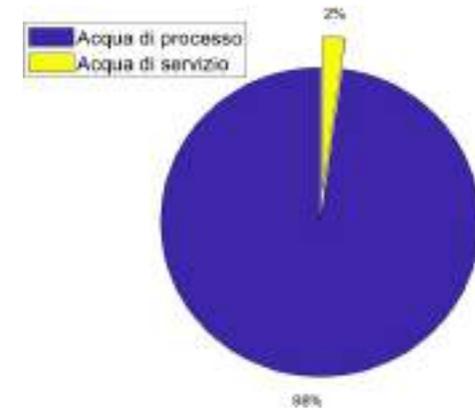
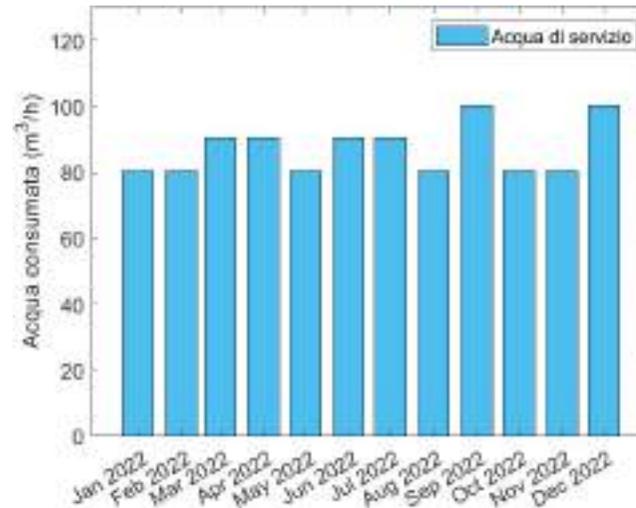
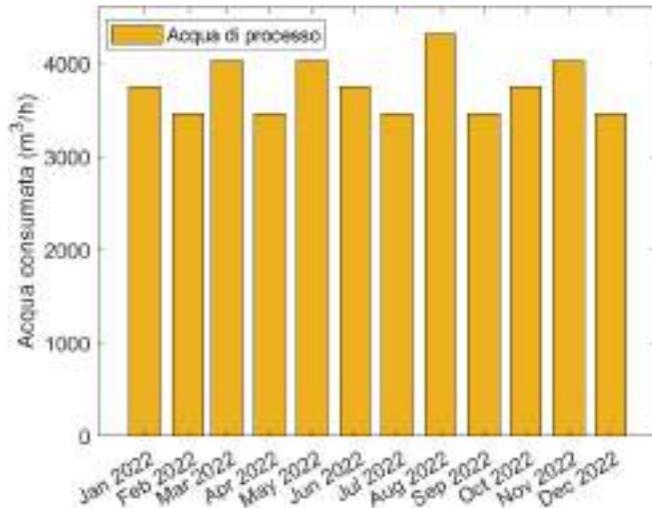


**Consumo annuo di acqua di processo
circa 45.000 m³/h**



**Consumo annuo di acqua di servizio
circa 1.000 m³/h**

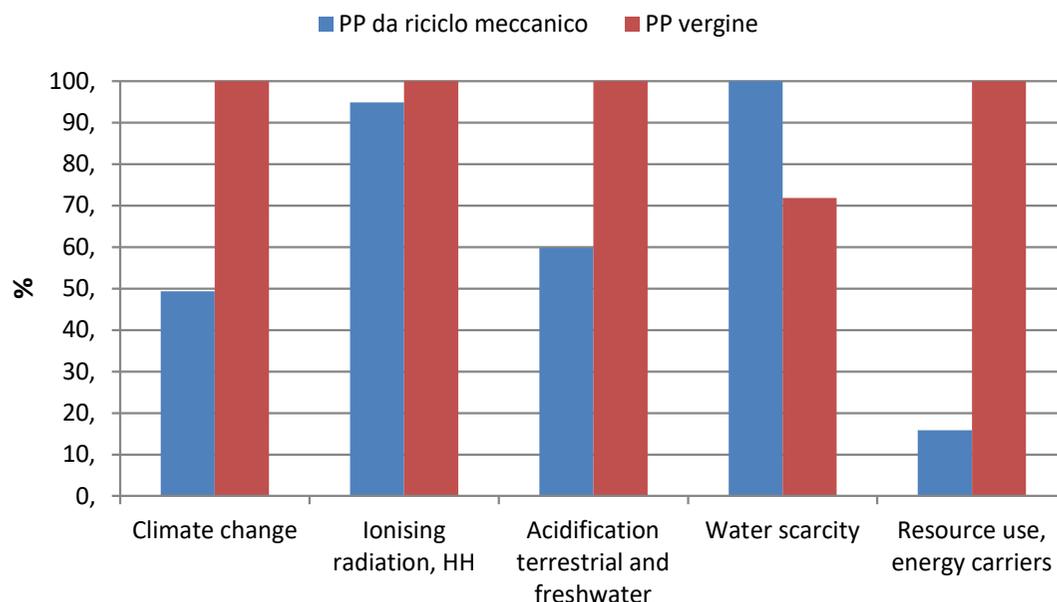
Predizione consumi idrici



Consumo totale di acqua annuo
46.012 m³/anno

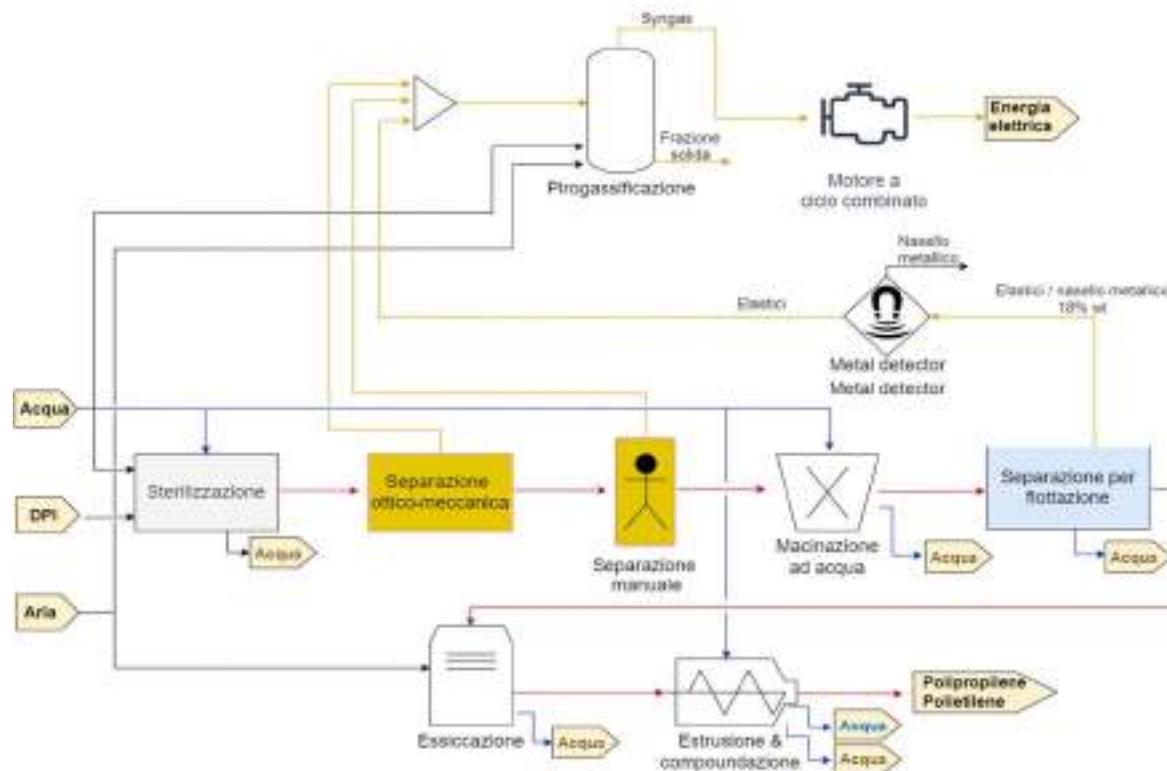
Studio LCA (Life Cycle Assessment)

- **Unità funzionale:** trattamento di 1 ton di DPI
- **Confini del sistema:** approccio «from gate to gate», che include la raccolta dei DPI, i consumi associati al processo di riciclo, gli scarti generati durante il processo e il recupero del polipropilene
- **Metodologia:** metodo della PEF (Product Environmental Footprint), 16 categorie d'impatto analizzate



Categoria d'impatto	Unità	Impatto totale
Climate change	kg CO2 eq	-6,27E+02
Ionising radiation, HH	kBq U-235 eq	3,90E+00
Acidification terrestrial and freshwater	mol H+ eq	-1,61E+00
Water scarcity	m3 depriv.	5,34E+02
Resource use, energy carriers	MJ	-4,13E+04

*Casistica analizzata: **Combinazione di riciclo meccanico e chimico***



- *Portata e matrice di partenza: **2500 kg/h di matrice mista***
- *Necessaria una **separazione della matrice in ingresso per eliminare ciò che non è PP e PE***
- *Mentre il processo di **riciclo meccanico** è ipotizzato, l'impianto di riciclo chimico mediante **piro-gassificazione** è stato sviluppato nel progetto*

Linea in esame: Riciclo meccanico

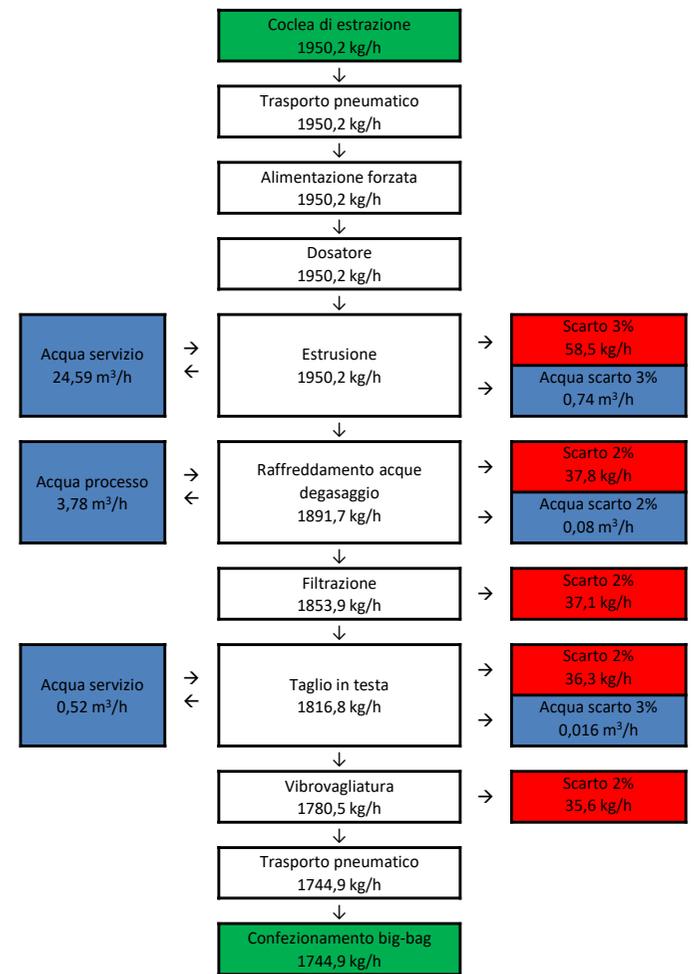
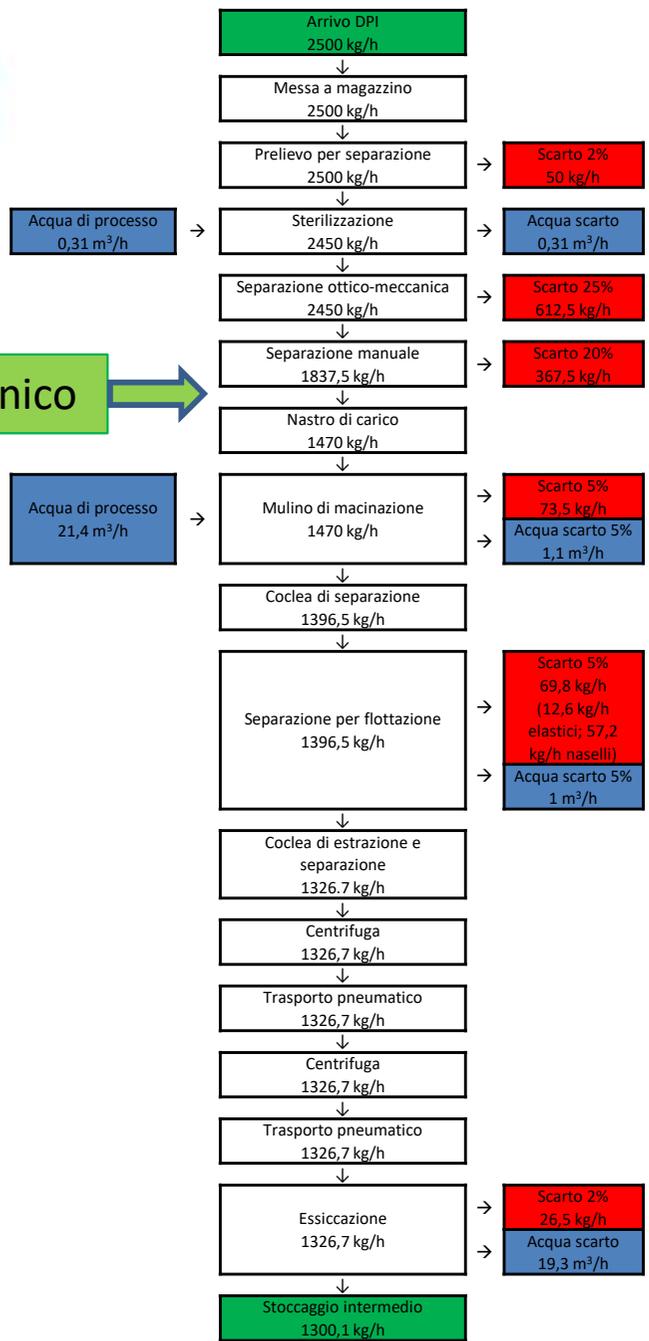
Assunzioni:

- La **matrice** in ingresso è mista, costituita non solo da **polipropilene e polietilene**, ma anche da lattice, NBR, policarbonato, altri polimeri... per un totale di circa il 35 %
- Si è ipotizzato che circa il **59%** della matrice in ingresso viene destinato **a riciclo meccanico**, il **41% a riciclo chimico**
- Il processo è diviso in **2 fasi: la prima** (sterilizzazione, macinazione, separazione ed essiccazione) **opera per i primi 3 giorni della settimana, la seconda** (estrusione) **per i successivi due giorni**
- **Consumo acqua di raffreddamento** (di servizio) per evaporazione e/o perdite posto pari al **3% dell'acqua in circolo**
- **Consumo acqua di processo** **proporzionale alla % di scarto di DPI** in ogni apparecchiatura

Fase 1
Primi 3 giorni della settimana

Fase 2
Successivi 2 giorni della settimana

da qui riciclo meccanico →



➤ Si riportano le **apparecchiature coinvolte** e i relativi **consumi energetici**

Apparecchiature		Potenza nominale (kW)	Fattore di carico* (%)	Potenza media* (kW)
M5	Coclea Sollevamento Rotazione Destra	1,5	20%	0,3
M7	Coclea Interfaccia Rotazione Destra	1,5	20%	0,3
M8	Coclea Polmone Caricamento Destra	0,55	100%	0,55
M9	Sollevamento Raschiatore Gassificatore	0,55	100%	0,55
M10	Raschiatore Gassificatore Destra	0,55	80%	0,44
M11	Pompa Gasolio Craking	0,2	5%	0,01
M12	Soffiante Interfaccia	2,2	5%	0,11
M13	Soffiante Gassificazione	4	60%	2,4
M14	Coclea Estrazione Ceneri Gassificatore	0,75	5%	0,0375
M15	Filtro1 Mescolatore Destra	0,25	10%	0,025
M16	Filtro1 Coclea Estrazione Ceneri Destra	0,25	5%	0,0125
M17	Filtro2 Mescolatore Destra	0,25	10%	0,025
M18	Filtro2 Coclea Estrazione Ceneri	0,25	5%	0,0125
M19	Coclea Raccolta Ceneri Gass_Filtri Destra	0,75	5%	0,0375
M20	Coclea Soll_Ceneri nel Polmone Destra	1,5	5%	0,075
M21	Mescolatore PolmoneCeneriDestra	0,25	5%	0,0125
M22	Pompa 1^ Scrubber	2	100%	2
M23	Pompa Piastra 1^ Scrubber	1,5	100%	1,5
M24	Pompa 2^ Scrubber	2	100%	2
M25	Pompa Piastra 2^ Scrubber	1,5	100%	1,5
M30	Drycooler Acqua Scrubber	0,37	50%	0,185
M31	Drycooler Acqua Intercooler Motore	0,37	50%	0,185
M32	Salita_Lavaggio 1^ Filtro Sentinella	0,25	1%	0,0025
M33	Salita_Lavaggio 2^ Filtro Sentinella	0,25	1%	0,0025
M36	Drycooler Acqua Motore 1^Ventil	0,37	50%	0,185
M37	Drycooler Acqua Motore 2^Ventil	0,37	50%	0,185
M38_220	Bruciatore Torcia	0,2	5%	0,01
M39	Ventilatore Sala Motore	0,25	20%	0,05
M40	Compressore PulseJet	1,1	50%	0,55
M41	Pompa Acqua intercooler Gas Motore	1,1	100%	1,1
TOTALE		26,93		14,3525

*Casistica analizzata: **Combinazione di riciclo meccanico e chimico***

- *La **campagna sperimentale** per la raccolta dati, fondamentali per lo sviluppo del modello, **verrà condotta a breve***

Principali risultati raggiunti in EcoDPI (modello)

Solo riciclo meccanico

- *La **Fase 2** è quella responsabile dei **maggiori consumi energetici***
- *L'**estrusione** è il processo **maggiormente energivoro**, responsabile di **circa il 50% del consumo energetico totale**, nonché di emissioni di gas serra*
- *Il **consumo di acqua di servizio** è notevolmente **minore** rispetto a quello **dell'acqua di processo***
- *Il **consumo di acqua di processo** avviene quasi interamente **nella Fase 1**, nelle operazioni di macinazione, separazione ed essiccazione*
- *Per la maggior parte delle categorie analizzate nello studio LCA il **potenziale impatto evitato** grazie al recupero di polipropilene è **maggiore del potenziale impatto generato** dal processo di riciclo*

Solo riciclo chimico

..... *Risultati in elaborazione*

Caso base (riciclo chimico & meccanico)

..... *Risultati in elaborazione*

Per informazioni

Alberto Bertucco
alberto.bertucco@unipd.it

oppure

GREEN TECH ITALY rete d'impresa
Coordinamento e project management
dott. Enrico Cancino
email: enrico.cancino@greentechitaly.com