

PLASTIC SHREDDER

Pietro Militello
Matricola: 895645
Relatore: Riccardo Gatti

Design&Engineering
A.A. 2019/2020
Politecnico di Milano
Scuola del Design



PLASTIC SHREDDER

PLASTIC SHREDDER

il tritarifiuti che semplifica il riciclaggio

Politecnico di Milano

Scuola del Design

A.A. 2019/2020

Progetto di tesi di laurea Magistrale di Pietro MIlitello

Relatore Professore Riccardo Gatti

PLASTIC SHREDDER

INDICE

ABSTRACT	7
1 RICERCA E ANALISI	
1.1 Introduzione al mondo del riciclaggio degli imballaggi	11
1.2 Soluzioni attualmente in uso per la selezione	14
1.3 Funzionamento di un impianto di selezione	16
1.4 Funzionamento di un impianto di riciclaggio	18
1.5 I polimeri degli imballaggi	20
1.6 Sviluppo dell'idea e posizionamento all'interno della linea di processo	32
2 ANALISI DI MERCATO	
2.1 Riferimenti e confronto preliminare dei competitors	36
3 REQUISITI E CARATTERISTICHE DI PRODOTTO	
3.1 Requisiti funzionali e tecnici	40
3.2 Funzioni prodotto	42
4 COMUNICAZIONE E MARKETING	
4.1 A chi è rivolto	46
5 SVILUPPO PROGETTUALE	
5.1 Il concept	50
5.2 Componenti esterni prodotto	58
5.3 Componenti interni prodotto	62
5.4 Lo shredder	66
5.5 Componenti elettroniche e motori	70
6 PRODUZIONE	
6.1 Lavorazioni dei componenti	74
6.2 Assemblaggio, disassemblaggio e manutenzione	80
6.3 Passaggi per il funzionamento	83
CONCLUSIONI E RIFLESSIONI	87
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	90

PLASTIC SHREDDER

ABSTRACT

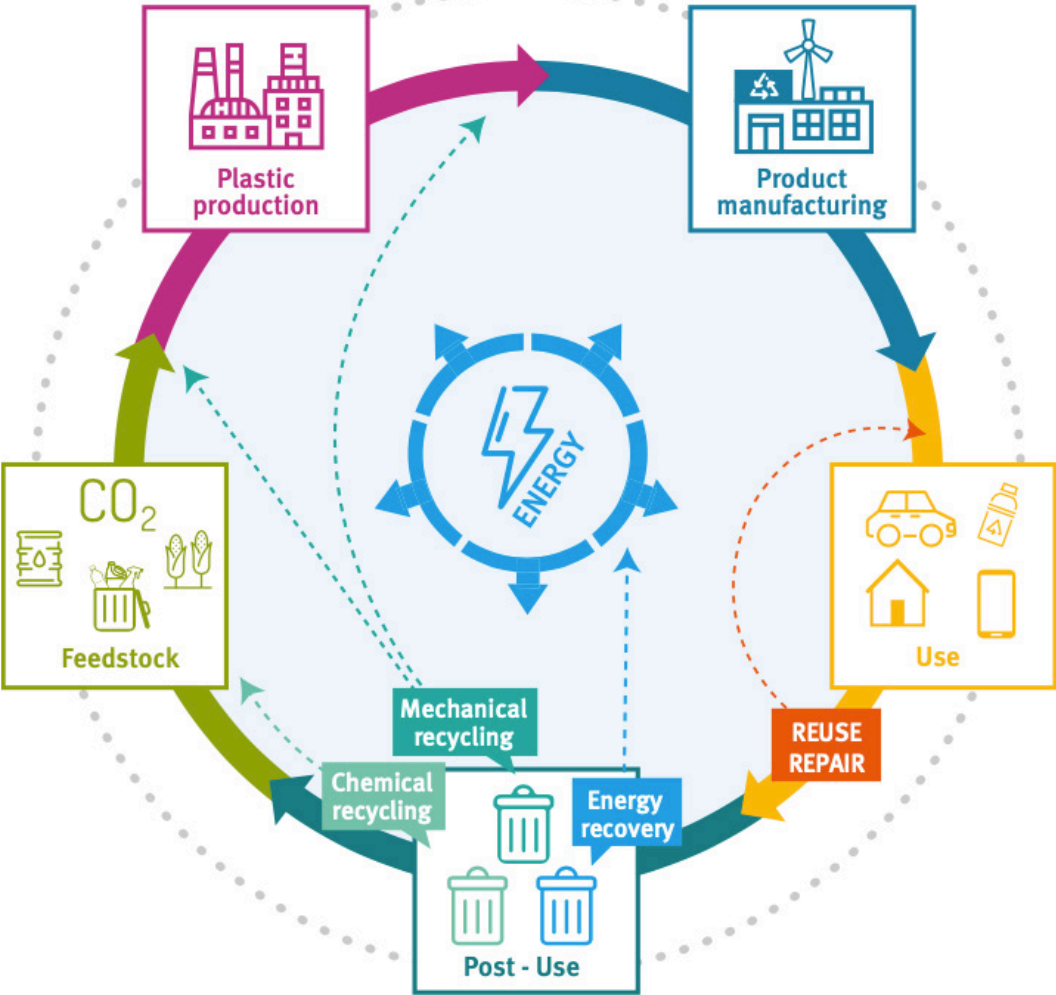
Ormai è da parecchio tempo che si sente parlare di plastica e di quanto sia dannosa per il pianeta. Ci mette centinaia di anni per biodegradarsi e compromette irreparabilmente gli ecosistemi marini e terrestri. È causa di decesso e avvelenamento di molti animali ed esseri viventi. È poco più di 50 anni che si produce e utilizza plastica e gli oceani ne sono già ricolmi; tuttavia la produzione non diminuisce, anzi, è previsto una raddoppiamento entro il 2050...

Ma la colpa non è della plastica, bensì dall'uso che ne facciamo e dello scorretto smaltimento. Non sempre è colpa delle cattive intenzioni, spesso c'è di mezzo la disinformazione e l'incapacità tecnica ed economica di riciclarla o smaltirla nel modo corretto.

Con la mia tesi mi propongo di sviluppare un prodotto che consenta di ridurre il volume di rifiuti generati e che incrementi il riciclaggio, sia in termini di qualità che di quantità. Prendo una sottocategoria all'interno dell'odierna raccolta differenziata della plastica, con l'intento di conferire agli impianti di riciclaggio un rifiuto già selezionato e differenziato nelle diverse categorie di imballaggi. Questo consentirebbe di disperdere meno materiale durante le prime fasi di separazione, ottimizzando e aumentando la quantità di materiale riciclabile con un conseguente risparmio di combustibili fossili ed energia.

RICERCA E ANALISI

Nella ricerca che ho svolto sui rifiuti e sul loro smaltimento mi focalizzo principalmente sugli imballaggi di plastica. Partendo dalla prima fase di raccolta da parte del consumatore, passando dalla fase di trasporto fino agli impianti di separazione, arrivando alla fase finale di pellettizzazione e riciclaggio del materiale.



1.1 Introduzione al mondo del riciclaggio degli imballaggi

Inizio riportando una lettera scritta dal presidente di CONAI Giorgio Quagliulo per fornire qualche dato e dando una panoramica generale sul mondo degli imballaggi in Italia:

“Nel 2018 sono stati avviati a riciclo e recupero quasi 10,7 milioni di tonnellate di rifiuti di imballaggio. Si tratta dell’80,6% dell’impresso al consumo, ben oltre i target di legge, un trend in costante e progressiva crescita. Questo dato è il risultato di oltre vent’anni di lavoro del Sistema Consortile la cui mission era, ed è, proprio quella di far evolvere la filiera da un modello di gestione fondato sul ricorso alla discarica alla “società del riciclo”, che fa proprio il modello di economia circolare. Mission che può dirsi rispettata visto che dal 1998 al 2018 il ricorso allo smaltimento in discarica dei rifiuti di imballaggio in Italia è passato dal 67% al 19%, recuperando oltretutto il gap nei confronti degli altri grandi Paesi europei. Gli imballaggi avviati a riciclo nel 2018 in Italia sono stati circa 9,3 milioni di tonnellate, pari quindi al 69,7% dell’impresso al consumo ed i quantitativi triplicati rispetto a quelli del 1998. Abbiamo voluto quantificare questi lusinghieri risultati anche in termini di ricadute positive che rappresentano per l’ambiente, l’economia e la società. E per farlo, abbiamo scelto una metodologia scientifica all’avanguardia, il Life Cycle Costing, che grazie ad una puntuale tracciabilità sui flussi di rifiuti di imballaggio gestiti dai Consorzi di Filiera, restituisce in maniera più fruibile il contributo che il sistema CONAI-Consorzi ha determinato in termini di esternalità positive.

Il tutto con un occhio ai nuovi obiettivi di economia circolare che pongono al centro il ruolo della progettazione come strumento per la prevenzione dell’impatto ambientale degli imballaggi. Motivo per cui nel Green Economy Report abbiamo voluto dedicare un approfondimento specifico sulle positive ricadute che gli interventi di eco-design, promossi dalle aziende e raccontate da CONAI come esempi di buone pratiche, hanno sull’ambiente”.

Cosa sono gli imballaggi, qual è la loro definizione?
Nati al fine di contenere, identificare, conservare, proteggere, raggruppare e trasportare i beni dai luoghi di produzione a quelli di

consumo, gli imballaggi hanno una presenza trasversale nelle attività industriali, di consumo e domestiche e sono un elemento costante nei nostri gesti quotidiani. Nella loro lunga storia, gli imballaggi hanno acquisito un numero sempre maggiore di funzioni che rappresentano oggi caratteristiche, ormai consolidate, necessarie per il loro corretto funzionamento, riconducibili a un principio generatore: far sì che un prodotto arrivi intatto al suo consumatore finale evitando così che possa diventare anzitempo un rifiuto.

Secondo la normativa, per imballaggio si intende "il prodotto, composto di materiali di qualsiasi natura, adibito a contenere determinate merci, dalle materie prime ai prodotti finiti, a proteggerle, a consentire la loro manipolazione e la loro consegna dal produttore al consumatore o all'utilizzatore, ad assicurare la loro presentazione, nonché gli articoli a perdere usati allo stesso scopo".

L'imballaggio ha portato anche a una riflessione sul suo impatto dal punto di vista ambientale, dato il tempo limitato nel quale, spesso, conclude la sua prima vita utile.

Con l'obiettivo di valorizzare i materiali e trasformare il rifiuto di imballaggio in una risorsa, l'Europa punta da sempre sulla prevenzione e sulla corretta gestione degli imballaggi una volta che diventano rifiuti. Per questo, sin dal 1994 ha stabilito importanti obiettivi di riciclo, incrementati poi nel 2004, e che sono ancora oggi in discussione all'interno di un più ampio e organico processo di revisione delle direttive comunitarie in tema di migliore utilizzo delle risorse, tutela dell'ambiente e gestione dei rifiuti, riassunto sotto il termine "Pacchetto per l'Economia Circolare".

"I risultati relativi al 2018 in Italia testimoniano l'impegno di COREPLA in campo economico, sociale e ambientale. Nel 2018, grazie alla collaborazione con le Amministrazioni locali la raccolta ha superato il milione e duecentomila tonnellate, con un'ulteriore importante crescita nel Sud Italia e un aumento della raccolta pro-capite media nazionale. Anche il quantitativo di imballaggi avviati a riciclo continua a crescere, superando le 640 mila tonnellate."

Antonello Ciotti, Presidente del Consorzio COREPLA.

(Tra gli obiettivi previsti dalla normativa vigente, oltre al riciclo

e recupero dei rifiuti di imballaggio, CONAI deve impegnarsi nella "prevenzione" pro- muovendo azioni volte ad accrescere la riciclabilità e la riutilizzabilità degli imballaggi, nonché la riduzione degli stessi. CONAI fa fronte a tale impegno attraverso la realizzazione di diverse iniziative rivolte alle aziende consorziate).

Purtroppo si pensa che il riciclaggio sia la soluzione al problema dei rifiuti e che basti riciclare la spazzatura che produciamo per chiudere il cerchio e non dover più dipendere dalla produzione di nuovo materiale, o quasi. Riducendo di conseguenza costi, impatto ambientale e utilizzo di energia. Sfortunatamente non è così semplice e bisogna considerare numerosi fattori che complicano il processo di riciclaggio, a partire da un limite tecnologico e chimico che rende complessa l'identificazione e la successiva separazione delle diverse tipologie di imballaggi plastici. Oltre a questo c'è un discorso di tipo economico e di qualità, la maggior parte delle aziende che producono manufatti in plastica, specialmente gli imballaggi per uso alimentare, preferiscono acquistare materiale vergine piuttosto che riciclato perché oltre ad essere spesso più economico, garantisce anche una qualità migliore rispetto a quello riciclato che invece può contenere tracce di sostanze del precedente utilizzo o impurità che ne compromettono le prestazioni finali. Per esempio i polimeri trasparenti riciclati tendono a perdere la trasparenza iniziale e ad ingiallirsi, o diventano meno resistenti alla permeazione di gas nel caso delle bottiglie di bibite gassate.

1.2 Soluzioni attualmente in uso per la selezione e il riciclaggio

Entrando più nello specifico è possibile suddividere il processo di riciclaggio in più fasi:

A monte di tutto c'è la fase di raccolta differenziata da parte del consumatore che genera il rifiuto e che getta l'imballaggio (bottiglia, vaschetta, tappo, sacchetto) nel bidone della plastica.

A seconda della regione, del comune e del tipo di abitazione il consumatore, una volta che ha riempito la spazzatura la svolta in un cassonetto più grande (come nel caso di un complesso abitativo o di un condominio) o posiziona il sacco davanti a casa o in un apposito luogo in attesa che un camion dei rifiuti passi a ritirarlo e lo porti al centro designato. Che sia un impianto di separazione e riciclaggio, un impianto di termovalorizzazione o una discarica. Così si conclude la fase 2.

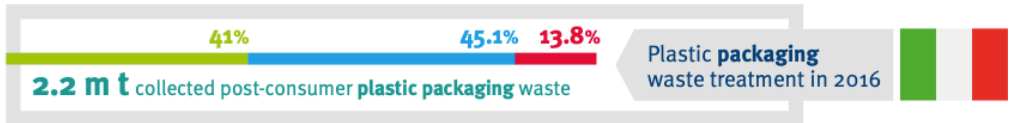
Se si considera il processo di riciclaggio, inizia ora la fase più complessa di selezione e successiva separazione delle diverse tipologie di imballaggi e quindi delle diverse categorie di polimeri che li costituiscono. Esistono infatti molte tipologie di polimeri, alcune con caratteristiche e prestazioni molto diverse le une dalle altre a seconda della funzione che vanno a ricoprire. Ma hanno tutti un aspetto in comune, sono leggeri, resistenti, facili da lavorare, tendenzialmente economici, hanno spesso buone proprietà ottiche (possono essere trasparenti o traslucidi) e hanno un ciclo di vita lungo (aspetto negativo dal punto di vista della biodegradabilità).

All'interno del mondo degli imballaggi ne identifichiamo 7 principali categorie.

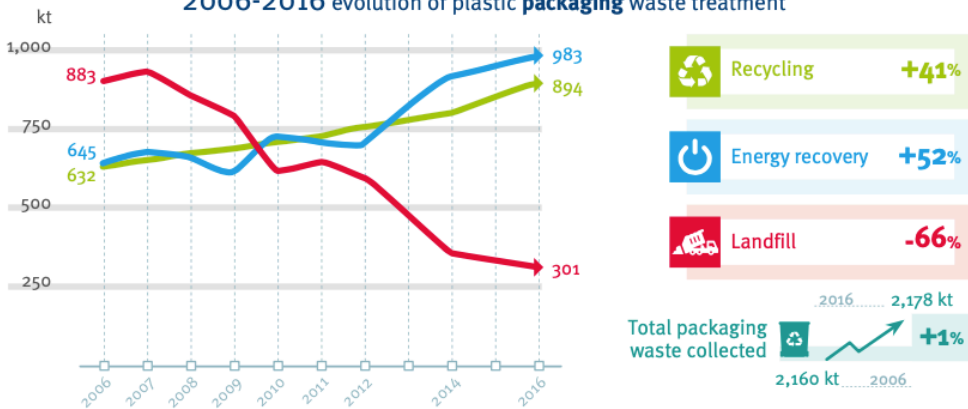
Alcune di queste categorie sono più semplici e convenienti da riciclare rispetto alle altre, sia in termini economici che di prestazioni del materiale una volta riciclate.

Plastic PACKAGING waste treatment in Italy

In 2016, 2.2 million tonnes of plastic post-consumer packaging* waste were collected through official schemes in order to be treated. From 2006 to 2016, the volume of plastic PACKAGING waste collected for recycling increased by 41%, and landfill decreased by 66%.



2006-2016 evolution of plastic packaging waste treatment



1.3 Funzionamento di un impianto di selezione

I centri di separazione dei rifiuti sono dei veri e propri impianti industriali, con enormi macchinari che utilizzano costose tecnologie.

Una volta arrivato al centro il camion svuota i rifiuti su un nastro trasportatore che a sua volta conduce i sacchi di spazzatura chiusi verso una lama che lacera i sacchi e riversa il contenuto in un enorme vaglio rotante. Questo grande setaccio ha le pareti forate e inizia con la prima selezione eliminando lo scarto fine (fino a 50 mm) dal flusso. Quello che rimane nel vaglio viene nuovamente riversato su un nastro trasportatore e prosegue con la selezione. Ora è il turno degli aspiratori che, risucchiando l'aria sopra al flusso, aspirano e separano i rifiuti più leggeri come film, buste o sacchetti.

La fase successiva è la selezione per polimero (nel caso del PET anche per colore). I contenitori per liquidi passano attraverso un primo gruppo di detettori a raggi infrarossi che individuano gli imballaggi di PET (la maggior parte bottiglie) e colpendoli con un getto d'aria li fanno saltare sulla prosecuzione del nastro trasportatore. I flaconi di HDPE non essendo colpiti dal getto d'aria cadono su un altro nastro trasportatore sottostante e proseguono su un'altra linea a loro dedicata.

Il secondo gruppo di detettori ad infrarossi impiega lo stesso sistema per separare gli imballaggi di PET in base al colore (il primo colore ad essere individuato è l'azzurro). A seguire vengono selezionati i contenitori e le bottiglie colorate. Al termine di questi passaggi rimangono per esclusione gli imballaggi in PET trasparente.

In aggiunta al controllo automatico il materiale in uscita dopo ogni fase di selezione subisce un ulteriore controllo manuale da parte di operatori specializzati.

Gli imballaggi selezionati escono dallo stabilimento sottoforma di balle di PET azzurrato, colorato e trasparente, balle di PE, balle di film e mix poliolefine. A questo punto il materiale è pronto per essere riciclato.



1.4 Funzionamento di un impianto di riciclaggio

Una volta consegnate all'impianto di riciclaggio le balle di PET vengono aperte e caricate su un nastro. La prima fase di riciclo del PET è il prelavaggio, gli imballaggi vengono inseriti in un mulino che con acqua calda a 90° e vapore rimuove le impurità superficiali e le etichette.

Sul materiale in uscita viene effettuato un controllo qualità tramite detettori ottici che scartano eventuali contenitori in PVC residui dal processo di separazione mentre un metal detector rimuove lattine e impurità metalliche. Al termine dei controlli automatizzati gli imballaggi di PET subiscono un ulteriore controllo manuale da parte di personale specializzato.

La fase successiva del riciclaggio del PET è la macinatura. Il nastro trasportatore riversa gli imballaggi all'interno di un mulino dotato di lame rotanti che ruotano in acqua calda e sminuzzano il materiale in fiocchi da 20mm. Le scaglie di PET così ottenute vengono sottoposte a un sistema di lavaggio a 3 stadi. Il primo stadio è la flottazione, il materiale viene messo in una vasca d'acqua e per gravità avviene la separazione tra il corpo della bottiglia in PET (affonda) e il tappo in HDPE (galleggia). Il secondo passaggio è il friction washer, le scaglie vengono introdotte in un'altra vasca di acqua e detergente, sfregano le une sulle altre si puliscono ulteriormente. Il terzo ed ultimo stadio è il risciacquo, le scaglie vengono lavate un'ultima volta per rimuovere le impurità.

Dopo le fasi di pulitura si rimuove la maggior parte dell'acqua con una centrifuga e successivamente le scaglie "scolate" vengono spinte con un ventilatore all'interno di un essiccatore per essere nuovamente macinate in fiocchi da 8mm. I fiocchi ottenuti vengono avviati verso l'ultima fase, la depolverizzazione che aspira dall'alto eventuali residui.

Il processo di riciclo del PET si conclude nel laboratorio chimico interno in cui si effettua un controllo qualità del materiale in uscita dall'impianto.

Il processo di riciclaggio del PE e dei mix poliolefine è praticamente identico a quello del PET. Una volta tritato e lavato le scaglie di materiale passano per un densificatore che per mezzo di una pala rotante fa rappareggiare il materiale tritato. Dopo l'a-

sciugatura si passa direttamente all'estrusione, e per mezzo di una lama rotante si formano dei piccoli pellet che vengono successivamente controllati in laboratorio come per i fiocchi di PET.



1.5 I polimeri degli imballaggi

Esistono moltissime tipologie differenti di polimeri in commercio, alcune più o meno performanti e riciclabili di altre. Per quanto riguarda gli imballaggi che si trovano sul mercato le tipologie sono 7, contassegnate dal simbolo in figura.

I numeri evidenziati corrispondono a quelli più utilizzati nell'industria degli imballaggi e sono anche quelli più semplici e convenienti da riciclare.



PET



HDPE



PVC



LDPE



PP



PS



ALTRI



PET (POLIETILENETEREFTALATO)

Proprietà

Resina termoplastica appartenente alla famiglia dei poliesteri. Polimero resistente agli urti e con buone proprietà meccaniche. Allo stato amorfo, si presenta trasparente e incolore e generalmente viene lavorato per stampaggio a iniezione, estrusione e stiro-soffiaggio.

Applicazioni

Produzione di bottiglie per bevande, vaschette e contenitori. Si possono ottenere bottiglie estremamente leggere e con un'ottima resistenza alla permeazione dei gas come l'anidride carbonica. Inoltre, il materiale presenta una buona resistenza allo stress cracking, come nel caso di prolungato stoccaggio. Le proprietà barriera possono essere incrementate ricorrendo a strutture multi-strato con altri polimeri o all'aggiunta di additivi.

Riciclo

Il materiale riciclato (r-PET) mantiene caratteristiche molto simili al polimero vergine. L'attuale tecnologia di selezione e riciclo fa sì che le bottiglie in PET siano tra le tipologie di imballaggio più facilmente selezionabili e riciclabili. Normalmente le bottiglie in PET vengono selezionate in tre flussi distinti: trasparenti, azzurre e colorate (mix dei vari colori).



HD-PE (POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ)

Proprietà

Resina termoplastica della famiglia delle poliolefine, ottenuta dalla polimerizzazione dell'etilene. L'HDPE è un polimero dall'elevata resistenza meccanica, con buona rigidità e barriera all'umidità e agli agenti chimici. Opaco, inodore e atossico, viene comunemente lavorato per stampaggio ad iniezione, estrusione e soffiaggio.

Applicazioni

Grazie alle sue caratteristiche di resistenza e rigidità si rivela particolarmente adatto ad essere utilizzato nel settore degli imballaggi per la produzione di flaconi, barattoli e contenitori rigidi per alimenti, tappi, detergenti e agenti chimici.

Riciclo

Le proprietà meccaniche del materiale riciclato sono simili a quelle del polimero vergine, anche se spesso sono presenti residui (pigmenti o additivi) derivanti dal precedente utilizzo che ne possono condizionare la qualità. Esistono numerose applicazioni per l'HDPE da riciclo.

Oggi le tecnologie di selezione e riciclo garantiscono un elevato grado di riciclabilità degli imballaggi in HDPE. In particolare, i flaconi in HDPE, largamente utilizzati per alimenti e prodotti per la cura della casa e della persona, per le loro caratteristiche, sono tra gli imballaggi più facili da selezionare e riciclare.



LD-PE (POLIETILENE A BASSA DENSITÀ)

Proprietà

Resina termoplastica della famiglia delle poliolefine, ottenuta dalla polimerizzazione dell'etilene. A differenza dell'HDPE è costituito da una struttura molecolare ramificata, caratteristica che lo rende un materiale leggero, trasparente, duttile e flessibile.

Possiede una buona resistenza chimica ad acidi e basi, elevata impermeabilità all'acqua ed eccellenti caratteristiche di isolamento elettrico e di trasparenza.

L'LDPE può essere sottoposto ai più comuni processi di stampaggio, soffiaggio e filmatura ed eventualmente accoppiato ad altri materiali.

Applicazioni

Largamente utilizzato nella produzione di manufatti come film, pellicole e sacchetti, o in generale imballaggi e componenti che richiedono caratteristiche di flessibilità e resistenza a deformazioni.

Riciclo

L'LDPE da riciclo mantiene le proprietà meccaniche del materiale vergine, anche se nei processi di riciclo e rilavorazione spesso viene a mancare la trasparenza originale. Il grado di riciclabilità degli imballaggi in LDPE è legato all'eterogeneità che contraddistingue le possibili applicazioni nel campo degli imballaggi. Ad esempio molti imballaggi flessibili in LDPE sono stampati all'esterno, metallizzati o accoppiati con alluminio oppure presentano strutture multistrato con altri polimeri.



PP (POLIPROPILENE)

Proprietà

Il PP è una resina termoplastica della famiglia delle poliolefine, ottenuta per poliaddizione del propilene.

Per la sua struttura molecolare è caratterizzato da una buona resistenza termica e da elevata rigidità ed è barriera alla permeazione di vapore acqueo, ma non ai gas. Caratteristica che lo rende, ad esempio, inutilizzabile per il confezionamento di bevande gasate. Il PP è un polimero che presenta caratteristiche di grande versatilità per quanto riguarda la lavorabilità che avviene attraverso i più comuni processi di trasformazione, grazie ai quali si può ottenere materiale flessibile o rigido, trasparente oppure opaco.

Applicazioni

Le caratteristiche del PP ne permettono l'utilizzo in svariati settori.

Può essere impiegato nella produzione di moltissimi oggetti di uso comune, a cominciare dagli articoli casalinghi e dai giocattoli, fino al settore medico e a quello degli elettrodomestici.

Nel settore degli imballaggi si ottengono vaschette e flaconi rigidi oppure film e nastri flessibili.

Riciclo

Il PP da riciclo mantiene le caratteristiche fisiche del polimero vergine senza particolari difetti estetici, purché correttamente separato per colore prima del processo di riciclo. Il grado di riciclabilità degli imballaggi in PP è legato alla eterogeneità che contraddistingue le possibili applicazioni nel campo degli imballaggi.



PS (POLISTIRENE O POLISTIROLO)

Proprietà

Il PS è una resina termoplastica ottenuta per poliaddizione dello stirene.

È un materiale leggero con caratteristiche di rigidità, brillantezza e trasparenza. Possiede ottima resistenza agli agenti esterni, ma è molto sensibile agli urti. Questo difetto può essere superato con l'aggiunta di gomme (HIPS) o trasformando il materiale in polistirene espanso (EPS), ottenuto attraverso un processo di inserimento di gas espandenti come il pentano. Il PS viene lavorato per stampaggio ad iniezione o prodotto in fogli e lastre di diverse densità destinate alla termoformatura.

Applicazioni

Il polistirene trova numerosi impieghi soprattutto nel settore degli imballaggi, nella realizzazione di stoviglie monouso, articoli da ufficio, contenitori monoporzione ed espositori.

La versione espansa è in uso nella realizzazione di imballaggi protettivi e antiurto, come le cassette, e di manufatti alleggerenti, isolanti e fonoassorbenti per l'edilizia.

Riciclo

La riciclabilità degli imballaggi in PS rigido conferiti nella raccolta differenziata domestica è condizionata dalla scarsa resistenza agli urti di questo polimero. Difatti, a causa degli stress meccanici che subiscono durante le fasi di raccolta e selezione (lacerazione dei sacchi, vagliatura), gli imballaggi in PS risultano frammentati in parti troppo piccole e leggere per essere selezionate in un flusso sufficientemente omogeneo da poter essere avviato a riciclo. Inoltre, molti imballaggi in PS espanso (EPS), come le vaschette utilizzate per confezionare carne o prodotti cremosi, sono contaminati da residui di prodotto e quindi difficilmente selezionabili per l'avvio a riciclo. Molto probabilmente i progressi nelle tecnologie di selezione renderanno possibile, in futuro, una maggiore precisione nella selezione in positivo di frammenti di piccole dimensioni, e quindi del loro avvio a riciclo. Sono in corso sperimentazioni in tal senso.

Il problema non si pone, o si pone in misura molto minore, se l'EPS

viene raccolto a priori in un flusso omogeneo e pulito, ad esempio mediante il conferimento di imballaggi non contaminati ad un'isola ecologica (come nel caso degli elementi di protezione di mobili ed elettrodomestici).



1.6 Sviluppo dell'idea e posizionamento all'interno della linea di processo di riciclaggio

Col mio progetto vorrei semplificare, velocizzare e ottimizzare il riciclaggio degli imballaggi plastici. Saltando la prima fase di selezione e differenziazione del rifiuto e conferendo all'impianto di riciclaggio un rifiuto già selezionato e macinato in scaglie da 8/10 mm. Pronto quindi, come descritto precedentemente, alla fase di prelavaggio per passare subito dopo alla fase di flottazione per separare il corpo in PET dal tappo in HDPE nel caso delle bottiglie per esempio. A seconda del tipo di plastica seguirà il rispettivo processo di riciclaggio e successiva pellettizzazione e controllo qualità.

Oltre a far risparmiare una notevole quantità di tempo e denaro, ipotizzare una sub-raccolta differenziata all'interno di quella della plastica consentirebbe di saltare la fase più critica e dispersiva di selezione iniziale del rifiuto nelle sue diverse categorie. Questo perché verrebbe svolta dal consumatore a monte dell'intero processo, cioè quando l'imballaggio termina il suo utilizzo e diventa rifiuto. Ho proseguito in questa direzione pensando al modo più semplice per l'utente di svolgere questa sub-raccolta senza stravolgere troppo le proprie abitudini e cercando di semplificare il più possibile il sistema di separazione e raccolta.

ANALISI DI MERCATO

2.1 Riferimenti e confronto preliminare dei competitors

Oggi il mercato dei prodotti che riducono il volume dei rifiuti e favoriscono il riciclaggio degli imballaggi non offre una grande scelta, soprattutto se si parla dell'ambiente domestico e in particolare degli shredder. Sicuramente uno dei motivi è rappresentato dal fatto che solitamente gli shredder sono prodotti costosi, ingombranti, pesanti e rumorosi. Ecco perché ad oggi le soluzioni disponibili nello scenario domestico riguardano il mondo dei compattatori più che quello degli sminuzzatori. Semplicemente comprimendo e compattando bottiglie e lattine per mezzo di leve azionate con la forza del braccio o del piede. Si tratta di prodotti basici ed estremamente semplici ma efficaci nello svolgere il loro compito di riduzione del volume.

Un esempio di compattatore è Ercolino, con un sistema di leve è possibile comprimere bottiglie e lattine riducendo notevolmente il volume. Molto simile è lo schiaccia bottiglie di Meliconi, due cilindri che scorrono uno dentro l'altro e che schiacciano la bottiglia posizionata al suo interno. O lo schiaccia lattine delle KitchenCraft azionato con una leva premuta col piede.

Un altro compattatore interessante l'ha realizzato Joseph&Joseph, un normale cestino che consente di comprimere la spazzatura con una leva posta nella parte superiore, comprimendo il contenuto direttamente nel sacchetto con la forza del braccio.

Allontanandosi dall'ambiente domestico iniziamo a trovare gli shredder, nella maggior parte dei casi si tratta di ingombranti, costosi e pesantissimi macchinari che possono tritare e contenere notevoli quantità di materiale. Questo è il caso degli shredder professionali come quello realizzato dalla Naser utilizzato all'interno degli stabilimenti industriali e usato per processare enormi quantità di materiale.

Simile nella tipologia ci sono le RVM (Reverse Vending Machine) che erogano soldi o buoni spesa in cambio di imballaggi vuoti come lattine, bottiglie e flaconi di detersivo. Molto popolari nel nord Europa.

Da qualche anno sono comparsi anche versioni di shredder più artigianali che i maker realizzano per auto-riciclarsi scarti di

lavorazione come per la stampa 3D. O al contrario che realizzano a partire dai rifiuti filamenti e materiale per essere poi lavorato. Alcuni di questi sono stati perfezionati e messi sul mercato, questo è il caso di PreciousPlastic, un'azienda olandese che ha realizzato un vero e proprio set di macchinari, tra cui uno shredder per plastica, più o meno professionali per riciclare il materiale e realizzare semilavorati o manufatti.

REQUISITI E CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

3.1 Requisiti funzionali e tecnici

Sulla base della ricerca svolta sono emersi i requisiti che il prodotto dovrebbe avere. In particolare, è stata evidenziata l'esigenza di un prodotto facile e veloce da usare, che consenta di fare una raccolta differenziata ordinata e che generi un volume di spazzatura ridotto rispetto a quella odierna. Per fare questo c'era la necessità di un prodotto che riducesse il volume dei rifiuti comprimendoli o sminuzzandoli in piccoli frammenti e che li separasse nelle loro diverse sottocategorie. C'era quindi anche la necessità di avere diversi contenitori, uno per ciascuna categoria di imballaggio. Ho deciso di adottare la soluzione che tritasse il materiale piuttosto che comprimerlo, sia per ridurre al massimo il volume dei rifiuti (una bottiglia d'acqua da 1.5 L se tritata in scaglie da 8/10 mm riduce il suo volume anche di 20 volte), sia per conferire al centro di riciclaggio materiale già pronto ad inserirsi nella linea di processo (più precisamente nella fase di separazione detta per flottazione).

Tra i requisiti tecnici rientrano la resistenza all'usura da parte delle lame dello shredder per garantire sempre un taglio netto e preciso del materiale. Ingranaggi robusti e un sistema di trasmissione del moto resistente, affidabile, silenzioso e che richieda minor manutenzione possibile. Dei contenitori resistenti, lavabili e capienti per contenere il materiale sminuzzato e che allo stesso tempo siano sufficientemente leggeri da essere facilmente movimentati dal motore che li fa ruotare. Un altro importante requisito riguarda la sicurezza dell'utente, sia durante il regolare utilizzo che per un ipotetico uso improprio. Per questo motivo ho deciso di introdurre una tramoggia con la duplice funzione di contenere l'imballaggio prima di essere tritato e di allontanare il più possibile le lame dalla mano mentre si gettano i rifiuti all'interno. Inoltre per isolare ulteriormente lo shredder ho pensato ad un coperchio posto sulla parte superiore che consente il funzionamento solo una volta che quest'ultimo viene chiuso.

E ultimo ma non per importanza il requisito di un motore elettrico potente e compatto per far ruotare i due alberi dello shredder, con una gearbox che massimizzi la coppia riducendo il numero di giri al minuto e aumentando la torque.

3.2 Funzioni prodotto

Sulla base dei requisiti che il prodotto dovrà soddisfare ho definito le funzioni che andrà a svolgere. L'elemento chiave sarà costituito dal trituratore o shredder a due alberi per ridurre l'altezza e mantenerlo il più compatto possibile. Su ciascuno dei due alberi saranno montate in sequenza una serie di lame in acciaio intervallate da un distanziale che consente l'azione di taglio dal movimento speculare dei due alberi. Il sistema di triturazione dei due alberi viene interconnesso con due ingranaggi movimentato da un motore collegato con una cinghia (ho scelto la soluzione della cinghia piuttosto che la tradizionale catena per ridurre il peso, attutire il rumore e ridurre al minimo la manutenzione).

L'altra funzione fondamentale per soddisfare i requisiti sono i bidoni che contengono le diverse tipologie di imballaggi triturati. Uno per ciascuna categoria di plastica. I bidoni saranno montati sopra a un piatto rotante movimentato da un piccolo motorino. La rotazione consente di scegliere il bidone corretto in cui far cadere per gravità le scaglie di plastica triturate e accumularle finché il bidone non è pieno e pronto per essere svuotato. Dal momento che i bidoni non sono visibili perché chiusi all'interno del prodotto, un sensore di peso posto ai piedi di ciascun bidone avvisa l'utente quando il contenitore è pieno ed è necessario svuotarlo.

Un'altra importante funzione è rappresentata dall'interfaccia del prodotto, necessaria per farlo funzionare. Per semplificarla e condensare tutte le funzionalità in un'unica area, ho pensato che uno schermo touch fosse la soluzione migliore. Facendo accendere lo shredder e indicando il tipo di imballaggio che si intende smiuzzare. Facendo di conseguenza ruotare il tamburo sottostante in corrispondenza del bidone contenente la categoria di plastica selezionata. Oltre a questo lo schermo, per mezzo del sensore di peso, avvisa l'utente quando un bidone si riempie e necessita di essere svuotato.

COMUNICAZIONE E MARKETING

4.1 A chi è rivolto

Il mio progetto come già riportato nei capitoli precedenti si propone di ottimizzare e incrementare il riciclaggio di un prezioso materiale con cui abbiamo a che fare tutti i giorni: la plastica. Con questo progetto mi piacerebbe valorizzare il materiale per non vederlo più come un semplice rifiuto, come qualcosa che abbiamo finito di usare e che quindi, non avendo più alcuna utilità e avendo perso la funzione iniziale di imballaggio, perde valore e viene considerato spazzatura. L'alta riciclabilità della plastica va compresa e bisogna cercare di favorirla il più possibile, incrementando la quantità di materiale processato e semplificando le operazioni di selezione e riciclaggio. Sulla base di quanto appena detto mi sento di dire che il mio progetto è rivolto a tutti coloro che hanno a cuore il destino di questo pianeta, desiderando un ambiente più pulito e un sistema che cerchi di ridurre al minimo lo spreco di risorse e materie prime, ma non solo. Questo progetto non è solo rivolto agli ecologisti, ma anche a coloro che hanno compreso l'importanza di ridurre gli sprechi e di ottimizzare le preziose risorse che abbiamo a disposizione nel rispetto di noi stessi, degli altri ma soprattutto delle future generazioni che hanno il diritto di ricevere gli stessi privilegi che abbiamo avuto la fortuna di avere. Doppia mente perché viviamo in un mondo sempre più popolato, in cui cresce la richiesta di manufatti e in cui soddisfare i bisogni (primari e non) delle persone sarà sempre più complesso.

Mi rendo conto che non basta riciclare più imballaggi per non dover più dipendere dalla produzione di nuovo materiale o che magicamente basti essere un po' più consapevoli per ripulire gli oceani dalle milioni di tonnellate di plastica, ma cerco di essere ottimista e voglio avere la speranza che gradualmente tutti si sensibilizzino all'argomento agendo, se non altro, con maggiore consapevolezza. In conclusione mi sento di dire che col mio progetto non mi propongo di risolvere il problema, ma voglio dare, anche se pur piccolo, il mio contributo.

SVILUPPO PROGETTUALE

5.1 Il concept

Dal momento che il prodotto andrebbe a sostituire il bidone della raccolta differenziata della plastica, ho volutamente conferito una forma da cestino per i rifiuti per mantenere una coerenza con la funzione che deve svolgere. Ho cercato di mantenere una linea semplice e pulita perché fosse inseribile in ogni contesto domestico, anche per gli stili abitativi più disparati tra loro. La scelta della forma e dei materiali lo rende adatto ad una abitazione dallo stile moderno e più minimal, come per uno più tradizionale.

Sia il coperchio in testa che lo sportello in basso sono integrati nella forma per non interrompere la continuità di curvatura della scocca esterna. Per lo stesso motivo ho deciso di non aggiungere maniglie, ma mi sono limitato a ricavarle con un incavo.

La scelta dei piedini, oltre che svolgere una funzione estetica di alleggerimento del volume, hanno lo scopo di alzare il prodotto quanto basta per consentire il posizionamento e la corretta ventilazione del motorino che movimenta il tamburo su cui sono appoggiati i bidoni.





SPORTELLO

COPERCHIO



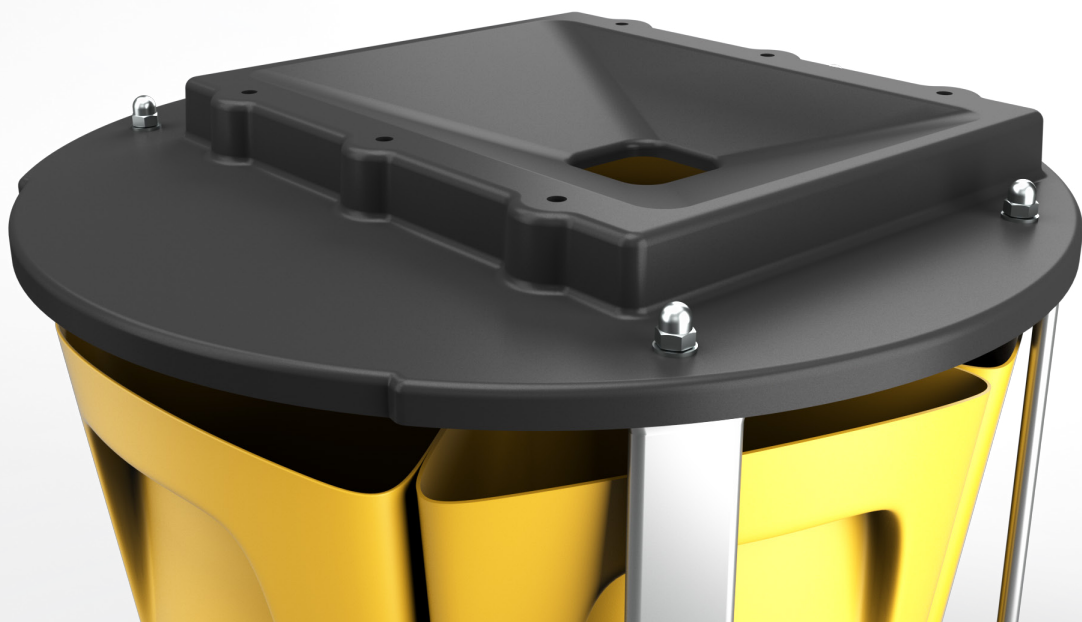
DIGITO,
APRO,
GETTO.



DIGITO,
APRO,
SVUOTO.



SCOCCA SUPERIORE

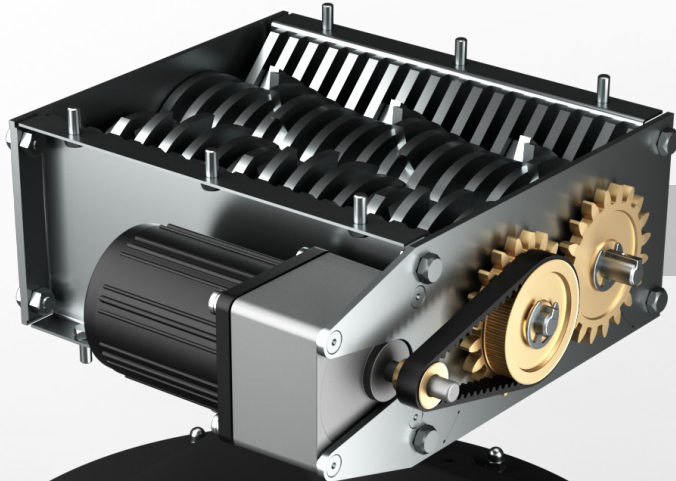


CONTENITORE

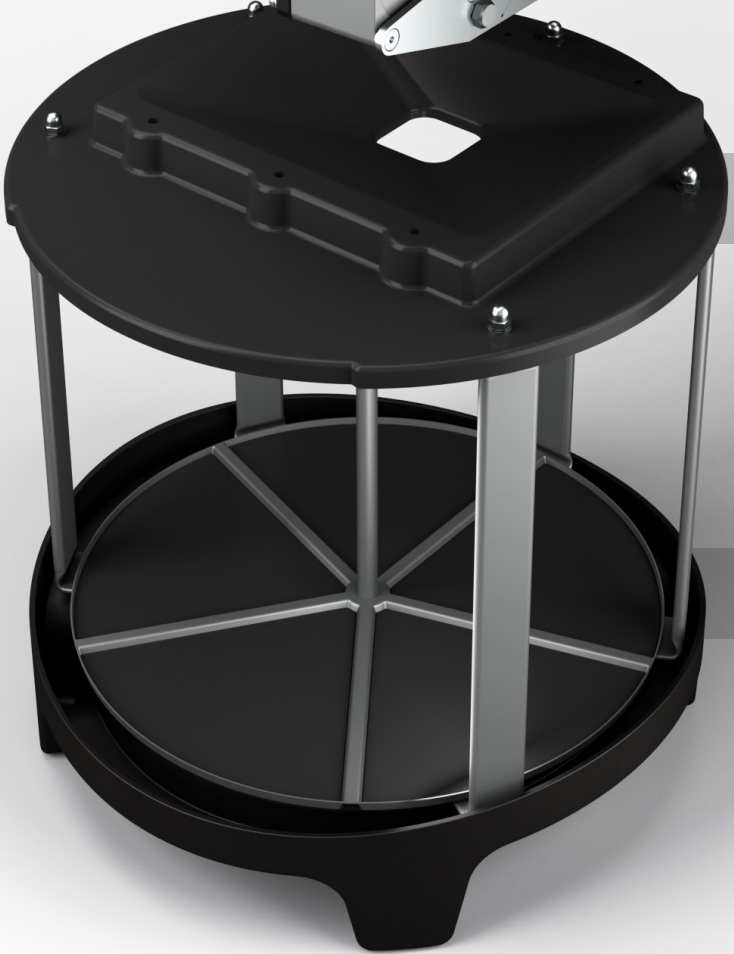




TRAMOGGIA



SHREDDER



STRUTTURA

TAMBURO



AMBIENTATO



5.2 Componenti esterni prodotto



La **scocca di base** in plastica coi 4 piedini su cui poggia l'intera struttura e in cui si infila il palo centrale col piatto rotante e il motorino che lo movimenta

Lo **sportello** in plastica termoformato montato su due braccetti rotanti consente di avere accesso ai bidoni riempiti dalle scaglie di materiale sminuzzato



Il coperchio in plastica termoformato montato su due braccetti rotanti che consentono una facile apertura



L'interfaccia costituita da uno schermo touch che consente di interfacciarsi col prodotto per la diversificazione del materiale in entrata e la rimozione dei bidoni pieni



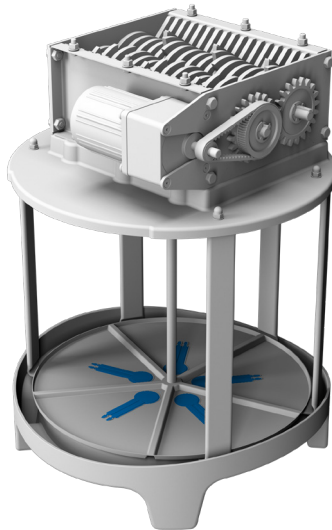
La **scocca esterna** realizzata in rotomolding costituita da un unico pezzo isola dal rumore provocato dal funzionamento dello shredder

5.3 Componenti interni prodotto



Il palo centrale e il piatto rotante costituiscono il **tamburo** che consente la rotazione dei bidoni

I 5 sensori di peso su cui poggiano i contenitori rilevano quando questi ultimi sono pieni ed è necessario svuotarli



Le 5 pedane coprono i sensori e consentono una corretta distribuzione del peso



I 5 **profilati** a sezione ovale piegati e forati che tengono insieme le due scocche su cui poggia l'intera struttura



I 5 **contenitori** termoformati che contengono il materiale sminuzzato

La **scocca di testa** in plastica che sovrasta la struttura di sostegno su cui poggia lo shredder e il motore che lo muove. Oltre ad una funzione di sostegno questo componente ha uno **scivolo** centrale che convoglia le scaglie di materiale appena sminuzzato nei contenitori sottostanti





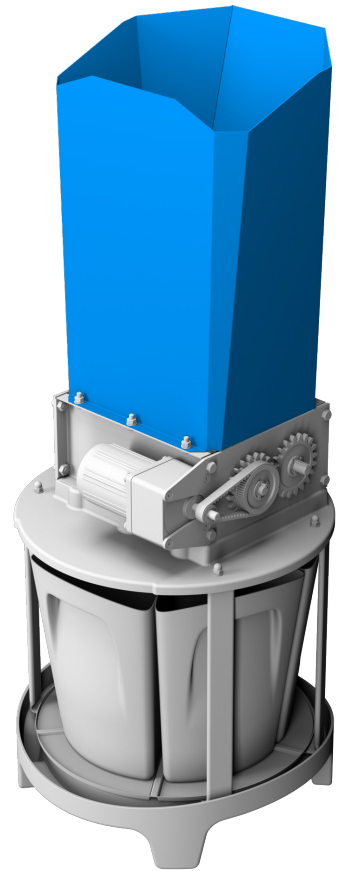
Il **motore** consente il funzionamento dello shredder e fa ruotare i due alberi con le lame. È avvitato su una flangia direttamente ricavata dal pannello frontale del box shredder

Il **motorino** posto ai piedi della struttura consente la rotazione del tamburo e fa ruotare i 5 contenitori sia in fase di sminuzzamento, che in fase di scarico quando i contenitori sono pieni



All'interno della **ferramenta** fanno parte giunti come viti e bulloni, cuscinetti a sfera, anelli elastici di tipo A

La tramoggia in lamiera piegata e avvitata aumenta la sicurezza in fase di utilizzo allontanando le mani dell'utente dalle lame dello shredder



5.4 Lo shredder

Lo shredder, o tritatore, è sicuramente il componente chiave del prodotto, gli conferisce identità, lo distingue dai tradizionali bidoni della spazzatura e aggiunge un'importante funzione di riduzione del volume dello scarto generato. Tenendo inoltre diversificate le categorie di plastica che costituiscono gli imballaggi. Come in generale durante tutta la fase di sviluppo ho cercato di semplificare e compattare il più possibile questo importante componente, escludendo la possibilità di avere uno shredder con un grande singolo albero rotante, ma optando per una soluzione a doppio albero. Riducendo così le dimensioni di questi ultimi e potendoli affiancare, avere la stessa superficie di taglio ma con un'altezza del box shredder notevolmente ridotta.



Scatola shredder

I pannelli laterali sono 2 lamiere piegate e avvitate ai 2 pannelli frontali tagliati a laser da una lastra di acciaio



Ingranaggi e cinghia

Collegano i due alberi rotanti con le lame e trasferiscono il moto dal motore



Setaccio

È una lamiera tagliata, piegata e forata con fori col diametro di 10 mm e consente di far riempire i contenitori con scaglie di plastica sminuzzata dalla dimensione uniforme

Le lame montate in sequenza su ciascun albero sono realizzate in acciaio inossidabile per garantire la massima efficienza di taglio e la minor manutenzione possibile. Entrambi gli alberi sono inseriti all'interno del box shredder e dei cuscinetti a sfera consentono una loro fluida e silenziosa rotazione massimizzando la potenza data dal motore e trasferita per mezzo di una cinghia. Sempre parlando di trasmissione i due alberi sono interconnessi tra loro da una coppia di robusti ingranaggi in acciaio.



Alberi e lame

Le lame sono ricavate dal taglio laser di una lastra di acciaio spessa 5 mm

Contro-lame statiche

Le contro-lame, o lame statiche, sono fissate allo scatolato dello shredder. Come le lame rotanti sono ricavate dal taglio laser di una lastra d'acciaio spessa 5 mm



5.5 Componenti elettroniche, motori e interfaccia

Anche per le componenti elettroniche ho cercato di utilizzare la stessa linea guida usata per la scelta e lo sviluppo dei componenti che costituiscono l'insieme del prodotto. Ossia cercare di semplificare dove possibile per ridurre il numero di componenti e di conseguenza abbassare i costi, aumentare l'affidabilità e favorire un'eventuale manutenzione. Il prodotto non contiene elementi particolarmente complessi, costosi o difficili da reperire.

Sicuramente per quanto riguarda le componenti elettroniche l'elemento chiave è rappresentato dal motore elettrico da 1.5 kW. Eroga una potenza nominale di 7.5 Nm e per mezzo di una gearbox con un rapporto di 32:1 è possibile ridurre notevolmente la velocità d'uscita massimizzando la torque per intensificare la potenza di taglio dello shredder.

Oltre al motore elettrico principale che movimentava lo shredder e consente la funzione primaria del prodotto, c'è un altro motore più piccolo che fa ruotare il tamburo su cui poggiano i diversi contenitori. Si tratta di un semplice motorino passo passo che fa ruotare una piccola ruota dentata.

Alla base di ciascuno contenitore ho deciso di posizionare un sottile sensore di pressione che avvisa l'utente del riempimento o del scorretto posizionamento dei contenitori.

Inoltre, per interagire col prodotto e scegliere la corretta categoria di rifiuto, ho pensato di inserire un piccolo schermo touch che funzioni da interfaccia per differenziare le diverse tipologie di imballaggi e in pratica scegliere il contenitore corretto nel quale far cadere le scaglie di materiale tritato.

Infine ci saranno i driver dei motori, le schede e i cavi di collegamento necessari al funzionamento e all'alimentazione dell'intero sistema.

PRODUZIONE

6.1 Lavorazioni dei componenti (shredder, scocche e lamiere)

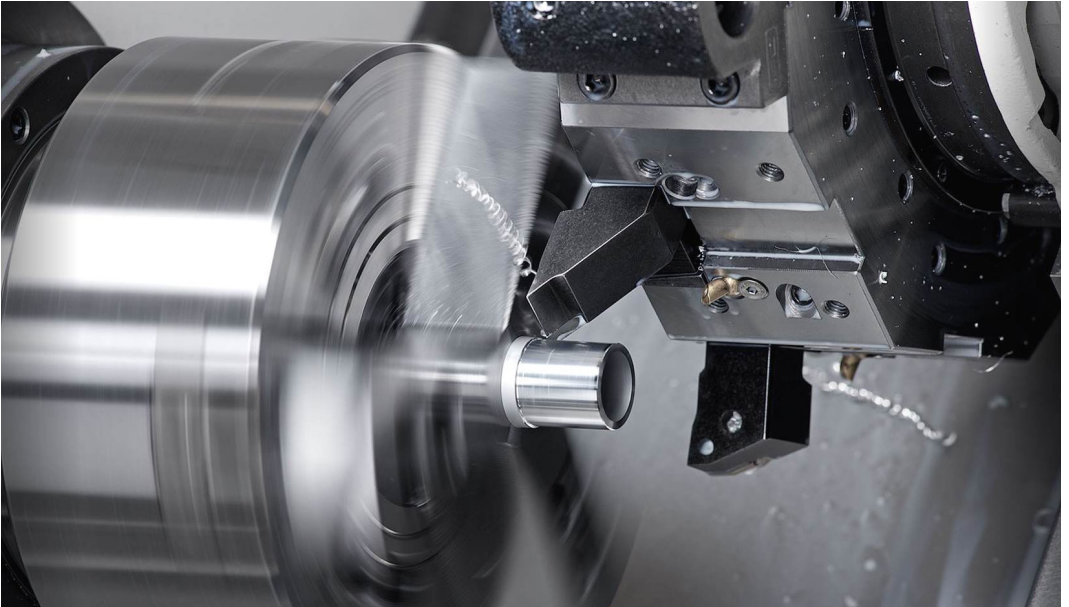
Shredder

Come precedentemente affrontato, la semplificazione dei componenti e dell'assemblaggio tra le rispettive parti ha di conseguenza portato ad una semplificazione anche per quanto riguarda le lavorazioni e la scelta dei materiali.

L'intero box shredder, compreso il setaccio sottostante coi fori da 10 mm, è realizzato a partire da una lamiera tagliata a laser e successivamente piegata. Andando in ordine di spessore c'è la lamiera che costituisce il setaccio posizionato sotto i due alberi, ha uno spessore di 0.8 mm ed è interamente forata con fori dal diametro di 10 mm, questo determina la dimensione massima delle scaglie di materiale tritato. Seguono i pannelli laterali del box shredder anch'essi realizzati a partire da una lamiera tagliata a laser e piegata in acciaio di spessore 1.2 mm. Poi viene il pannello frontale e quello posteriore, sempre ottenuti dal taglio di una lastra di spessore 3 mm. Dal momento che hanno una valenza strutturale e i due alberi ruotano inseriti al loro interno, necessitano di uno spessore maggiore e di una notevole rigidità paragonati agli altri pannelli. Il pannello frontale ha integrata la flangia necessaria a montare il motore principale e uno spazio per inserire i cuscinetti a sfera.

Gli alberi dello shredder sono della barre in acciaio a sezione esagonale, tornite alle estremità per conferire una sezione circolare da 10 mm di diametro per consentire l'inserimento dei cuscinetti, degli ingranaggi e il fissaggio davanti e dietro. La sezione esagonale della parte centrale delle barre consente di poter semplicemente inserire in sequenza le lame e i distanziali. La geometria del pezzo e il successivo assemblaggio e chiusura del box shredder terrà tutto in posizione senza che siano richieste ulteriori lavorazioni per il fissaggio.

Le lame e i loro distanziali sono lavorati a partire da una lastra tagliata a laser in acciaio inossidabile con spessore rispettivamente di 5 e 6 mm. Un successivo trattamento termico delle lame indurisce il filo riducendo l'usura durante la fase di sminuzzamento.



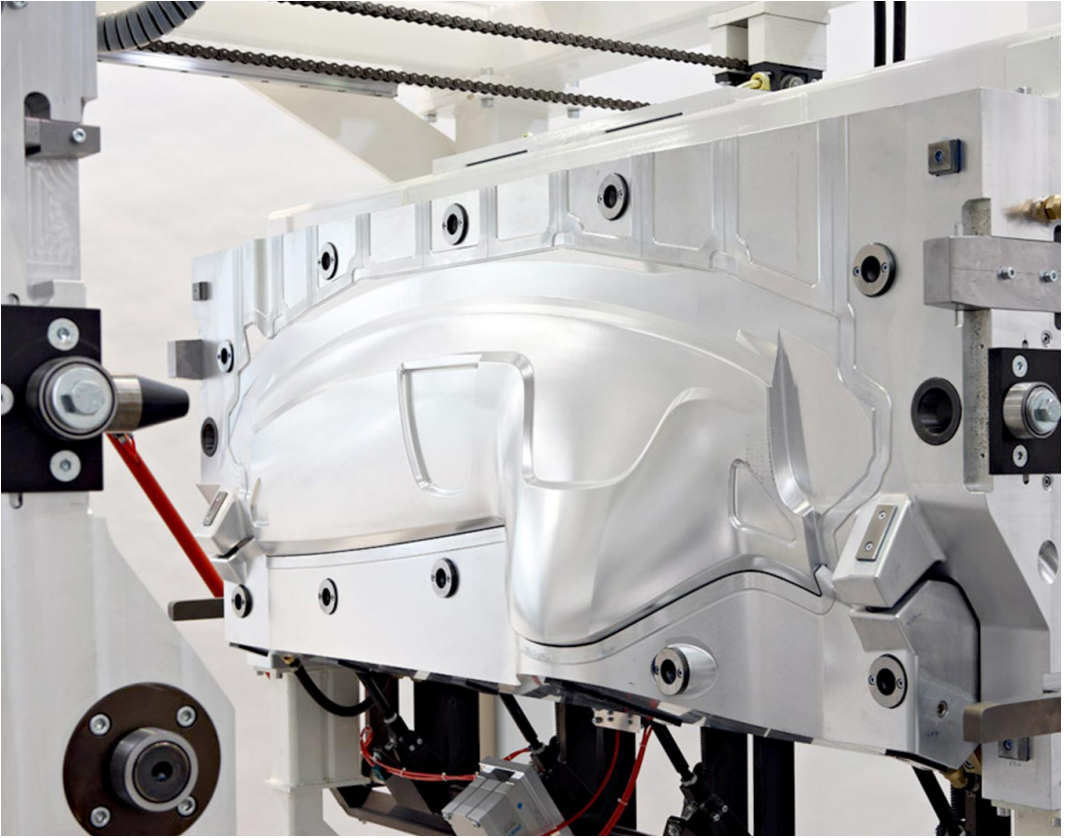
Scocche

Le scocche che costituiscono il prodotto sono 3, quella che ricopre la funzione di case esterno e le due che sostengono l'intera struttura.

La scocca del case esterno è realizzata in polietilene ad alta densità lavorata con stampaggio rotazionale. La sezione circolare consente di ottenere una scocca leggera e resistente in rapporto al ridotto spessore di 2 mm. Il fatto che sia realizzata in plastica conferisce un aggiuntivo vantaggio di miglior assorbimento acustico e di vibrazioni se paragonato ad una copertura in lamiera di alluminio o acciaio. Inoltre il tipo di materiale e la lavorazione impiegata sono relativamente economici, sia dal punto di vista del processo che dalla realizzazione dello stampo.

Le due scocche che costituiscono l'insieme strutturale sono invece realizzate in poliuretano con un processo di lavorazione di tipo RIM (Reaction Injection Molding). Entrambe le scocche sono pensate per semplificare il processo di lavorazione e non richiedono stampi particolarmente complessi o costosi. Le due componenti hanno grandi angoli di sforno, nessun sottosquadro, abbondanti raggature e spessore costante di 3 mm. La scocca che funge da base della struttura è la più semplice tra le due, è piatta e ha 4 incavi da cui si ricavano i piedini su cui poggierà l'intero prodotto e una vaschetta centrale in cui starà il motorino che movimenterà il tamburo coi contenitori. Oltre a quello sulla scocca ci sono i fori dove si avviteranno i 5 profilati e un bordino laterale per aumentare la rigidità del pezzo e mettere in posizione la scocca del case esterno infilando al suo interno.

La scocca strutturale superiore, quella su cui poggia lo shredder e il motore, ha una forma e una dimensione molto simile a quella inferiore. È leggermente più articolata perché ha uno scivolo integrato nella parte centrale del pezzo che serve a convogliare le scaglie una volta sminuzzate. Anch'essa, come quella inferiore ha 5 fori per avvitare i profilati di sostegno che uniranno le due scocche dando vita alla struttura che sosterrà tutte le componenti e l'intero insieme di prodotto.



Tramoggia

La tramoggia oltre ad avere la funzione di contenimento degli imballaggi prima che vengano sminuzzati, aumenta anche il livello di sicurezza dell'intero prodotto. Allontanando dall'utente la parte pericolosa del funzionamento dello shredder, ossia le lame in movimento. Per mezzo di un coperchio è possibile accedere alla tramoggia inserendo al suo interno l'imballaggio da sminuzzare. Il coperchio è direttamente collegato con lo shredder e ne attiva il funzionamento solo quando è chiuso. Isolando così i rifiuti e aumentando il livello di sicurezza, evitando un'accensione accidentale e che lo shredder si metta in funzione nel caso in cui l'utente avesse le mani all'interno della tramoggia. Un ulteriore beneficio di avere una "camera chiusa" è che si evita la dispersione di frammenti durante l'azione di sminuzzamento della plastica e che si aumenti l'isolamento acustico.



6.2 Assemblaggio/disassemblaggio ed eventuale manutenzione

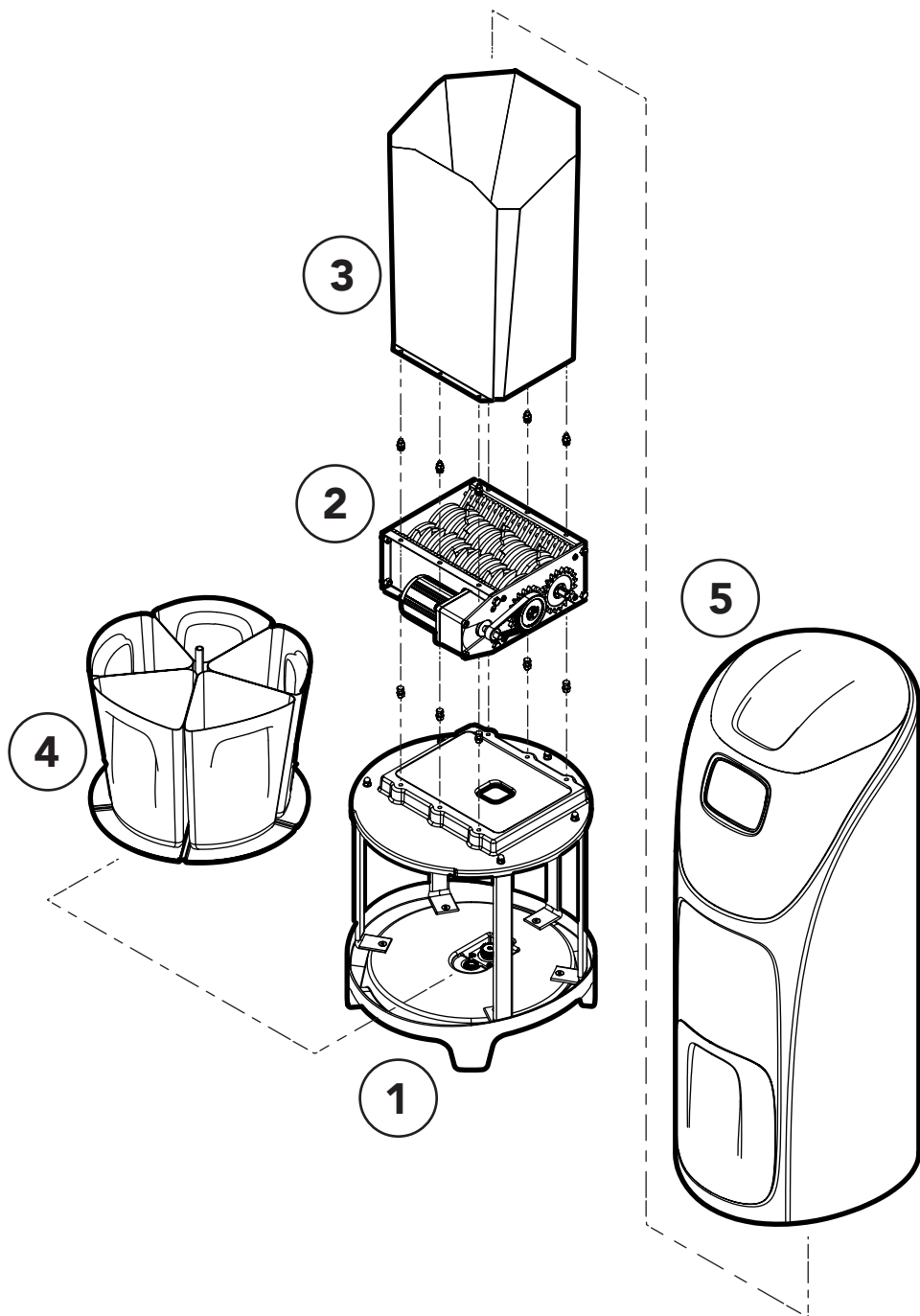
Come per lo sviluppo dei componenti e dei processi di lavorazione ho cercato di semplificare il più possibile anche la fase di assemblaggio e disassemblaggio del prodotto, anche nel caso fosse richiesta un'eventuale manutenzione o sostituzione di un elemento danneggiato. Aver cercato durante la fase di sviluppo di ridurre al minimo il numero di componenti ha conseguentemente favorito e semplificato la fase di assemblaggio dell'insieme di prodotto.

L'insieme generale di prodotto è formato dall'assemblaggio di 5 sotto-assiemi: quello di struttura, lo shredder col motore, la tramoggia, il tamburo coi contenitori e per ultimo il sotto-assieme delle scocche esterne.

Procedendo in ordine di assemblaggio si parte col sotto-assieme della **struttura** (rappresentato in figura dal numero 1), costituito da due scocche in plastica in Poliuretano realizzate in RIM e tenute insieme da 5 profilati in alluminio piegati e avvitati. Prima di avvitare i profilati si posiziona e si avvita nella scocca inferiore il motorino con la rispettiva ruota dentata. Poi si incastra un cuscinetto a sfera su ciascuna scocca, questo servirà ad ospitare l'asta con saldato il piatto sui cui ruotano i diversi contenitori di raccolta delle scaglie, il tamburo (4). A questo punto è possibile avvitare la scocca superiore ai 5 profilati per chiudere la struttura nel sotto-assieme.

Segue l'assemblaggio dello **shredder** (2) con tanto di motore ed elementi di trasmissione del moto.

Come già anticipato il box shredder è costituito da 4 lamiere avvitate tra loro a formare una scatola dove all'interno ruotano gli alberi con le lame: due pannelli frontali, uniti tra loro da due lamiere piegate, ospiteranno le due aste degli alberi dello shredder. Ciascun albero è assemblato infilando su ciascuna asta a sezione esagonale 20 lame da 5 mm di spessore e 20 distanziali da 6 mm che le tengono separate tra loro. Questo spazio consente la sovrapposizione delle lame dell'altro albero, assemblato nello stesso identico modo ma con un distanziale in più per creare il necessario intervallo.



È ora il momento, prima di chiudere il box shredder avvitando i pannelli alle lamiere laterali, di inserire la lamiera forata che svolge la funzione di setaccio delle scaglie. Una volta avvitato e chiuso il box shredder con all'interno i due alberi muniti di lame e rispettivi distanziali, è possibile procedere con l'installazione del motore, avvitato frontalmente sulla flangia ricavata dal pannello frontale del box shredder.

Si conclude l'assemblaggio del sotto-assieme dello shredder posizionando e fissando gli elementi di trasmissione. I due ingranaggi in acciaio sul pannello frontale che consentono di muovere all'unisono e collegare tra loro i due alberi muniti di lame e infine la cinghia di trasmissione con le rispettive pulegge.

È ora possibile mettere insieme i due sotto-assiemi appena assemblati, avvitando lo shredder sopra la scocca superiore della struttura. Fatto questo è possibile avvitare la tramoggia (3).

Al termine di tutto è possibile inserire dall'alto la scocca del case esterno (5) facendola scivolare all'interno della struttura e fissandola alla base con la scocca inferiore.

Ho deciso di posizionare insieme lo shredder, il motore e gli elementi di trasmissione del moto in un unico sotto-assieme separato e indipendente dagli altri per favorire un'ipotetica manutenzione e raggiungimento delle parti. Perché, soprattutto lo shredder e gli elementi di trasmissione, risultano essere i componenti più complessi e da cui dipende l'intero funzionamento e, dal momento che sono in movimento, rischiano di usurarsi e guastarsi prima rispetto agli altri. Per questo motivo ho scelto un sistema di giuntura delle parti con dei tradizionali bulloni e viti facilmente rimovibili per garantire una sostituzione veloce e con costi contenuti.

Seguendo la stessa filosofia ho scelto una cinghia di trasmissione in gomma piuttosto che la tradizionale catena in acciaio, è più silenziosa, leggera e non richiede di essere tesa periodicamente.

6.3 Passaggi per il funzionamento

I passaggi necessari per il funzionamento del prodotto da parte dell'utente possono essere schematizzati nel modo seguente:

- identificare la tipologia di polimero che costituisce l'imballaggio che s'intende buttare (nel dubbio controllando il numero nel simbolo triangolare)
- selezionare tramite lo schermo touch la tipologia di polimero che si desidera tritare
- il motorino fa ruotare il tamburo e mette il contenitore contenente la corretta categoria di polimero in corrispondenza dello scivolo dove lo shredder per gravità fa cadere il materiale sminuzzato
- aprire il coperchio
- gettare l'imballaggio o più di uno (purché chiaramente facciano tutti parte della stessa categoria di polimero)
- chiudere il coperchio
- a questo punto lo shredder si mette in funzione per un dato lasso di tempo, indicativamente un ciclo di una decina di secondi, triturando il materiale al suo interno. Nel caso un solo ciclo non fosse sufficiente a tritare completamente l'imballaggio, tramite l'interfaccia è possibile ripetere l'azione di sminuzzamento finché tutto il materiale non risulta essere tritato
- sempre per mezzo dell'interfaccia e con dei sensori di peso è possibile verificare lo stato di riempimento dei contenitori. Quando uno dei contenitori risulta essere pieno di scaglie tritare, il sensore di peso lo notifica per mezzo dello schermo
- selezionando il contenitore pieno, il motorino fa ruotare il tamburo portando il bidoncino da svuotare in corrispondenza dello sportello frontale
- apro verso l'alto lo sportello
- rimuovo e svuoto il contenitore pieno
- reinserisco il contenitore svuotato al suo posto
- richiudo lo sportello

CONCLUSIONI E RIFLESSIONI

Dal lavoro di tesi e dalla ricerca effettuata è emerso che oggi le tematiche riguardanti l'ambiente sono più trattate e una sempre maggiore sensibilizzazione all'argomento offre soluzioni a problemi che prima apparivano irrisolvibili. La popolazione mondiale cresce rapidamente e lo sviluppo tecnologico alza il tenore di vita, di conseguenza la domanda da parte del consumatore aumenta e con essa la produzione di rifiuti.

La scelta del mio progetto di tesi non è altro che la manifestazione di un personale crescente interesse nei confronti dell'ambiente e di cosa noi "responsabili" siamo in grado di fare per cercare di vivere nelle migliori condizioni ambientali possibili. Modificando le nostre abitudini e acquisendo maggiore consapevolezza per gli effetti che i nostri comportamenti, spesso senza una deliberata cattiva intenzione, hanno sull'ecosistema e sugli esseri viventi. Tutto questo nel rispetto di noi stessi e soprattutto delle future generazioni.

Durante la fase di sviluppo progettuale mi sono spesso trovato in difficoltà a gestire i parecchi componenti che costituiscono l'assieme di prodotto. Mi rendo anche conto che ci sono ancora delle soluzioni da approfondire e migliorare. Ma arrivato a questo punto mi sento di poter dire che il mio progetto di tesi è completo e sono molto soddisfatto del risultato raggiunto.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Bibliografia

Aglietto, M., Coltelli, M. B., Riutilizzo dei materiali polimerici (Vol. 11), Roma, Edizioni Nuova Cultura, 2015

Bertolotti G., Capitelli V., Dizionario delle materie plastiche, Milano, Tecniche nuove, 2007

Bianchi D., Il riciclo ecoefficiente, Milano, Edizioni Ambiente, 2008

Cavallo R., Meno 100 chili. Ricetta per la dieta della nostra pattumiera, Milano, Edizioni Ambiente, 2015

Commissione Europea per l'Ambiente, Verso un'economia circolare: programma per un'Europa a zero rifiuti, 2014

CONAI, Dossier Prevenzione 2013 – Progetti e soluzioni per imballaggi ecosostenibili. Milano, RCS Media Group, 2013

COTREP, Designing recyclable plastic bottles, 2004

Gallego J. L., Plastic Detox, Barcellona, Corbaccio, 2019

Istituto Italiano Imballaggio, Linee Guida per l'etichettatura ambientale degli imballaggi, 2007

Plastics Recyclers Europe, Plastics – the Facts 2015, 2015

Sitografia

CONAI, Consorzio Nazionale Imballaggi

- Bilancio e relazione sulla gestione 2018, 2018, <http://www.conai.org/download-documenti/#1>
- Sistema CONAI, 2020, <http://www.conai.org/chi-siamo/sistema-conai/>
- CONAI Green Economy Report 2019, 2019, http://www.conai.org/wp-content/uploads/2019/11/CONAI_Green_Economy_Report_2019_web.pdf
- Progettare riciclo, 2019, <http://www.progettarericiclo.com/docs/linee-guida-la-facilitazione-delle-attivita-di-riciclo-degli-imbballaggi-plastica>

COREPLA, sito ufficiale, 2018

- La storia della plastica, <http://www.corepla.it/la-storia-della-plastica>
- I polimeri degli imballaggi, <http://www.corepla.it/i-polimeri-degli-imbballaggi>
- I diversi tipi di plastica, <http://www.corepla.it/i-diversi-tipi-di-plastica>
- I vantaggi della plastica, <http://www.corepla.it/anche-vuoi-i-tuoi-imbballaggi-plastica-contengono-molti-vantaggi>

Craig L., A Plastic Ocean, Netflix documentary, 2016, <https://plasticoceans.org/about-a-plastic-ocean/>

Sarah H. J., Broken. Recycling Sham, Netflix documentary, 2019, [https://en.wikipedia.org/wiki/Broken_\(TV_series\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Broken_(TV_series))

Wikipedia, 2020

- Imballaggio, <https://it.wikipedia.org/wiki/Imballaggio>
- Plastica, https://it.wikipedia.org/wiki/Materie_plastiche
- Riciclaggio dei rifiuti, https://it.wikipedia.org/wiki/Riciclaggio_dei_rifiuti
- Industrial shredder, https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_shredder

