



Proof of concept del riciclo del rifiuto cartaceo in ambito domestico

Valeria Bertaccini Roberta Guadalupi



Corso di Laurea Magistrale in Design Sistemico "Aurelio Peccei" A.A 2017/2018 Luglio 2018



Proof of concept del riciclo del rifiuto cartaceo in ambito domestico

RELATORE: Fabrizio Valpreda

CANDIDATE:

CORRELATORE: Marco Piumetti

Valeria Bertaccini s232402

Roberta Guadalupi s232422

Ringraziamo,

Fiorenzo e Beppe per averci aiutate nello sviluppo di questa tesi facendoci entrare nel mondo dell'artigianato e delle nuove tecnologie.

Il professor Fabrizio Valpreda per aver sempre creduto in noi e per averci spronate alla realizzazione di questa tesi nella sua interezza.

INDICE

Introduzione	
PRIMA PARTE	
Oonitala 4. Analisi dalla coononia	13
Capitolo 1: Analisi dello scenario	10
1.1 La Casa 2.0	15
1.2 Raccolta differenziata dei rifiuti in Italia	19
Capitolo 2: Il rifiuto cartaceo	25
·	07
2.1 Cenni storici	27
2.2 Caratteristiche della carta	29
2.3 Processo di riciclo industriale	35
2.4 Processo di riciclo artigianale e manuale	41
	45
Capitolo 3: Caso studio: Cartiera Cassina, Pinerolo (TO)	TU
3.1 Storia della Cartiera Cassina	47_
3.2 Processo produttivo	49
3.3 Criticità	54
Osnitala A. I. Lutanta	57
Capitolo 4: L'utente	
4.1 Gestione della raccolta differenziata	<u>59</u>
4.2 Questionario "Riciclo della carta in casa"	62
4.3 Conclusioni questionario	71_
	72
Capitolo 5: Gestualità dei rifiuti in casa	13
5.1 Tipologie di rifiuti cartacei prodotti in casa	75_
5.2 Modalità di smaltimento dei rifiuti cartacei	82
5.3 Predisposizione degli utenti al riciclo	86
	91
Conclusione prima parte	JI

SECONDA PARTE

Capitolo 6: Percorso progettuale	97
6.1 Percorso progettuale	99
1 8	100
Capitolo 7: Linee Guida per il progetto	103
7.1 Prestazioni progettuali	105
7.2 Casi studio analizzati	108
Capitolo 8: Sperimentazione del materiale	111
8.1 Tipologie di materiali	113
8.2 Sperimentazione sull'acqua di processo: il pH	115
8.3 Caratteristiche meccaniche e fisiche della carta	118
Grammatura	118
Osservazioni al microscopio	121
Capitolo 9: Il progetto	127
9.1 PAPER.O	129
9.2 Schematizzazione del progetto	131
1 8	100
Capitolo 10: Prototipo	135
10.1 Prototipazione	137
10.2 Elettronica e programmazione	147
10.3 Fasi del funzionamento automatico	152
Capitolo 11: Comunicazione	157
11.1 Comunicazione progettuale	159
	171
Capitolo 12: Prospettive future	
12.1 Prospettive future	173
Conclusioni	179
OUIIGIUSIUII	170
Fonti	183

Introduzione

"La Terra va considerata una navicella spaziale, nella quale la disponibilità di qualsiasi cosa ha un limite, per quanto riguarda sia la possibilità di uso, sia la capacità di accogliere i rifiuti, e nella quale perciò bisogna comportarsi come in un sistema ecologico chiuso capace di rigenerare continuamente i materiali, usando soltanto un apporto esterno di energia."

Kenneth Boulding, 1966

La frase con cui vogliamo introdurre la nostra tesi esprime un concetto di base fondamentale del pensiero che oggi definiamo sistemico. La metafora della navicella spaziale dopo cinquantadue anni rimane ancora attuale, per descrivere le necessità che ancora oggi definiamo "nuove" nonostante siamo tematiche che vengono trattate da tempo. Il concetto di risorse limitate su un pianeta finito, è ancora in fase di elaborazione e solo da pochi anni si stanno cercando di attuare politiche ambientali che permettano la valorizzazione dei rifiuti.

La nostra tesi è il culmine di un percorso universitario che ci ha introdotto in questa ottica

1 K. Boulding, *The economics of the coming Spaceship Earth*, in: H. Jarrett (editor), *Environmental quality in a growing economy*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1966, p. 3-14.



sistemica, accrescendo in noi la volontà di essere partecipi di questo cambiamento di prospettiva.

Il nostro progetto vuole essere una sfida lanciata verso il sistema attuale

di riciclo, in particolare quello della carta, che viene completamente gestito da terzi e di cui il consumatore non è reso partecipe. In questo senso, il progetto affida all'utente la responsabilità



Cartiera Cassina

8 Introduzione

completa del riciclo rendendolo parte attiva e imprescindibile del processo.

Si viene in questo modo a creare una nuova esigenza, che non vuole sostituirne una esistente, ma semplicemente vuole aiutare l'utente nella gestione dei suoi rifiuti cartacei e nella maggiore consapevolezza dei vantaggi relativi alla valorizzazione di questi.

La nostra tesi propone un percorso che inizia con un'analisi di scenario che spazia dall'analisi delle nuove case 2.0, al sistema di riciclo in Italia, alla produzione di carta riciclata artigianale e industriale fino ai casi studio riguardanti le nuove tecnologie di riciclo. Questa analisi ha portato alla costruzione di un quadro completo del riciclo della carta che ci ha fornito gli elementi fondanti per la realizzazione del nostro progetto.

Nella seconda parte di questa tesi è stato



sviluppato nel dettaglio il percorso progettuale che inizia con l'analisi chimico fisica del materiale cartaceo nella sua forma riciclata e si conclude con la realizzazione di un prototipo che vuole essere il proof of concept di una nuova sperimentazione tecnologica di riciclo del rifiuto cartaceo in ambiente domestico. E' stato esplorato inoltre l'aspetto comunicativo del progetto che vede lo studio di un'immagine coordinata (nome/logo, video, sito internet e social media) che permette una migliore contestualizzazione e fruizione del progetto.

PRIMA PARTE



Analisi dello scenario

1.1

La casa 2.0

L'ambito di questa tesi è sicuramente quello delle nuove case tecnologiche, che vedono al loro interno strumenti innovativi atti a migliorare la qualità della vita delle persone che vi abitano. Stiamo parlando di quella che viene chiamata *Casa 2.0* spesso associata al concetto di domotica.

La domotica, dall'unione della parola *domus*, che in latino significa "casa", e del suffisso greco *ticos*, che indica le discipline di applicazione, è la scienza interdisciplinare che si occupa dello studio delle tecnologie che portano al miglioramento della vita nella casa e più in generale negli ambienti antropizzati¹. La domotica è nata nel corso della

terza rivoluzione industriale allo scopo di studiare, trovare strumenti e strategie per: migliorare la qualità della vita; migliorare la sicurezza; semplificare la progettazione, l'installazione, la manutenzione e l'utilizzo della tecnologia; ridurre i costi di gestione; convertire i vecchi ambienti e i vecchi impianti.

Sicuramente queste nuove case tecnologiche non solo migliorano la vita degli utenti, ma spesso

ne cambiano anche le abitudini. La tecnologia entra dentro la casa per aiutare l'utente in molte mansioni, per permettergli di gestire l'ambiente domestico da lontano o semplicemente per dare più confort.

La prima automazione domestica è iniziata

con l'invenzione delle macchine salva-lavoro. Elettrodomestici a propulsione elettrica o a gas hanno preso sempre più piede intorno agli inizi del '900 con l'introduzione della distribuzione di energia elettrica. In questo periodo si ha l'introduzione di lavatrici (1904), scaldabagni (1889), frigoriferi, macchine da cucire, lavastoviglie e asciugatrici².

Nel 1975, fu sviluppata la prima tecnologia di rete per domotica ad uso generale, "X10". Questa tecnologia era un protocollo di comunicazione per i dispositivi elettronici. Utilizzava principalmente la trasmissione tramite cavi di energia elettrica per la segnalazione e il controllo, dove i segnali implicano brevi esplosioni di dati digitali a radiofrequenza. Nel 1978, i prodotti "X10" includevano una console

MIGLIORAMENTO DELLA VITA NELLA CASA E PIÙ IN GENERALE NEGLI AMBIENTI ANTROPIZZATI

¹ it.wikipedia.org/wiki/Domotica

² Adrian Forty, Objects of Desire, Thames & Hudson, 1986



Pubblicità The Hoover

di comando a 16 canali, un modulo lampade e un modulo *appliance*. Subito dopo è arrivato l'interruttore a muro e il primo timer X10. Fino al 2012, negli Stati Uniti, secondo ABI Research, sono stati installati 1,5 milioni di sistemi di automazione domestica³.

Secondo Li et al. (2016) ci sono tre generazioni di domotica:

- Prima generazione: tecnologia wireless con server proxy, ad es. Automazione Zigbee⁴;
 Seconda generazione: l'intelligenza artificiale controllai dispositivi elettrici, ad es. Amazon Echo⁵;
- Terza generazione: compagno robot che

interagisce con l'uomo, ad es. Robot Rovio⁶, Roomba⁷.

Proprio a Torino, sede in cui sviluppiamo questa tesi, è presente un buon esempio di casa tecnologica, il suo nome è *Casa Jasmina*⁸: un appartamento intelligente connesso, all'insegna dell'open source. I protagonisti dell'idea sono Massimo Banzi, co-fondatore di Arduino, e Bruce Sterling, famoso autore di fantascienza. Il progetto di Casa Jasmina è unico nel suo genere, non esistono ad oggi abitazioni sviluppate nella stessa direzione.

L'ambizioso progetto punta a conciliare proposte dal mondo dell'IoT con le reali esigenze abitative di tutti i giorni. L'idea che sta alla base di Casa Jasmina è di sperimentare realmente l'integrazione di oggetti e dispositivi elettronici connessi nel vivere quotidiano, evitando il rischio di incorrere in scenari che vedono il mondo dominato dalle macchine.

L'ingrediente fondamentale del progetto è il design open source, con un'attenzione particolare alla progettazione e alla realizzazione degli oggetti che andranno a costituire l'arredo. Le componenti di arredo saranno fabbricate localmente e connesse con hardwere e software, anche questi open source.

Il progetto si pone come esperimento a lungo termine, in cui l'interfaccia umana è al centro degli sviluppi e alla base delle idee. La casa, dunque, è un vero e proprio incubatore, con l'intento ultimo di concretizzare la domotica del domani.

Casa Jasmina è collocata all'interno dell'ex-distretto industriale di via Egeo a Torino, spazio che ospita anche Toolbox Coworking, Officine Arduino e il FabLab, laboratorio di sperimentazione digitale e materiale, il quale prende parte attiva alla realizzazione materiale del progetto.

Le funzioni di Casa Jasmina nelle intenzioni

³ en.wikipedia.org/wiki/Home_automation

⁴ www.zigbee.org/

⁵ www.amazon.com/all-new-amazon-echo-speaker-with-wifi-alexa-dark-charcoal/dp/B06XCM9LJ4

⁶ altadefinizione.hdblog.it/2010/12/15/recensione-il-robot-rovio-con-webcam-comandato-a-distanza-disponibile-in-italia/

⁷ www.irobot.it/roomba/

⁸ casajasmina.cc/

degli ideatori sono molteplici. Oltre a essere una dimostrazione concreta di com'è un appartamento connesso, vuole essere uno spazio di sperimentazione "real world" di prototipi di oggetti connessi e progetti innovativi di IoT e di "fabbricazione digitale", e uno spazio espositivo dei migliori manufatti e best practice sviluppati. Ma svolge anche le sue funzioni "primarie" di casa, per alloggiare ospiti occasionali di Toolbox, Officine Arduino and Fablab Torino, nonché chiunque voglia sperimentarlo, visto che Casa Jasmina è disponibile anche sul sito Airbnb.



Casa Jasmina

Ogni anno il numero di oggetti tecnologicamente avanzati aumenta sempre di più, aiutando notevolmente l'uomo all'interno della casa. Abbiamo voluto, con questa tesi, inserirci in questa tendenza di sviluppo e ricerca, proponendo un prodotto che bene si sposa con l'ambiente domestico di generazione 2.0, ma che potrebbe essere utilizzato ugualmente in una

casa tradizionale, non strettamente tecnologica. L'intento è quello di lavorare nell'ambiente domestico offrendo un aiuto alla gestione del volume dei rifiuti cartacei. Il progetto, a differenza di molte tecnologie che non richiedono attenzione da parte dell'utente, obbliga i soggetti a porre molta attenzione alla suddivisione dei materiali per l'attuazione di un corretto riciclo. L'uomo, in un certo senso, nonostante l'avvento della tecnologia, dovrebbe imparare a non perdere le sue qualità artigianali, quelle qualità che presuppongono di inserire la propria esperienza nelle cose. Interessante a questo proposito citare quello che Richard Sennett spiega nel suo libro L'uomo artigiano riguardo al ruolo dell'artigiano nella società. Egli spiega come l'artigiano sia la figura rappresentativa di una specifica condizione umana: "quella del mettere un impegno personale nelle cose che si fanno"9. L'autore parla di uomini esperti che devono essere in grado di tramandare il loro lavoro e la loro conoscenza alle nuove generazioni. Enfatizza come sia stata la rivoluzione industriale a minacciare sempre di più l'attività dell'artigiano, eclissando la sua caratteristica predominante: l'abilità. Lo sviluppo

delle abilità dipende da come è strutturata la ripetizione: egli spiega che si fa un cattivo uso delle macchine quando attraverso di esse si privano gli esseri umani dell'esperienza di imparare a loro volta dalla ripetizione. Si può applicare il pensiero di Richard

METTERE UN
I M P E G N O
P E R S O N A L E
NELLE COSE
CHE SI FANNO

Sennett alla nostra volontà progettuale che permea all'interno di questa tesi. Con l'avvento dell'industrializzazione e, ancor di più, con lo sviluppo delle nuove tecnologie, si è perso sempre più il tempo, la pazienza e l'abitudine di lavorare con le mani. Il progetto può essere considerato un elemento tecnologico e innovativo, ma ritrova aspetti, di manualità e di partecipazione attiva da

⁹ Richard Sennett, *L'uomo artigiano*, Feltrinelli: Milano, 2008.

Analisi dello scenario

parte dell'utente, che nel tempo sono stati persi. Riteniamo siamo molto importante sviluppare elementi tecnologici che sì, aiutino notevolmente l'uomo, ma che non ne prendano il sopravvento. Proprio per questo motivo vogliamo far viaggiare parallelamente la tecnologia e la manualità dell'uomo in un progetto che non solo deve aiutare l'utente all'interno della casa ma che gli deve anche far prendere consapevolezza delle azioni che sta svolgendo. Parliamo in questo ambito di sensibilizzazione alla corretta differenziazione dei rifiuti e al loro riciclo. L'uomo diventa essenziale per la tecnologia che altrimenti non potrebbe funzionare correttamente.

"Il bricoleur parla non solo con le cose, ma anche per mezzo delle cose. La sua volontà è di mettere all'interno di quello che fa qualcosa di sé stesso"10

Cluade Lévi-Strauss, 1962

L'antropologo Cluade Lévi-Strauss nel suo libro Il pensiero selvaggio introduce il concetto di bricoleur inteso come colui che lavora con le sue mani, il suo universo di strumenti è chiuso e le regole del gioco sono sempre accontentarsi di "tutto ciò che è a portata di mano". Il bricoleur deriva la sua poesia dal fatto che egli non si limita alla realizzazione e all'esecuzione, egli entra in contatto con le cose portando un po' del suo carattere in tutto quello che fa. Anche il pensiero di Lévi-Strauss suggerisce quelle che sono le linee guida progettuali che vedono interagire attivamente l'uomo con le macchine.

Tutte le caratteristiche del progetto verranno esplicitate nei capitoli seguenti, in questa istanza ci limiteremo a collocare l'oggetto in uno specifico ambito di lavoro e a darne delle piccole anticipazioni.

In questa prima parte di analisi indagheremo il processo di produzione, raccolta e smaltimento

dei rifiuti presente al giorno d'oggi nel nostro

paese. Come si vedrà in seguito l'analisi viene successivamente indirizzata verso lo specifico rifiuto cartaceo. Ma prima di addentrarci nel cuore di questa tesi, riteniamo sia importante avere ben chiara una panoramica su quella che è la situazione di riciclo dei rifiuti in Italia. A questo proposito seguono cinque capitoli dedicati esclusivamente alla ricerca e al reperimento di informazioni utili per il delineamento del progetto. In questo primo capitolo dedicato alla ricerca sulla situazione attuale verrà presentata una panoramica generale che vede al suo interno tutti i tipi di rifiuti. Se ne analizzerà, in seguito, il rapporto con gli utenti e infine, ci si concentrerà maggiormente sul rifiuto cartaceo.

¹⁰ Cluade Lévi-Strauss, La Pensée Sauvage, Plon: Parigi 1962

1.2

Raccolta differenziata dei rifiuti in Italia

In questa prima analisi abbiamo ritenuto importante restringere la nostra ricerca in ambito Italiano per questioni di comodità e di tempistiche e dal momento che tra i vari paesi Europei c'è molta differenza per quello che riguarda le modalità di gestione dei rifiuti. La maggior parte dei dati che vengono presi in considerazione in questa analisi fa riferimento all'anno 2015, in quanto non sono reperibili informazioni più dettagliate relative ad anni più recenti. Uno dei primissimi dati che abbiamo voluto analizzare è quello relativo alla produzione totale di rifiuti. In questo dato non viene fatta distinzione tra le varie tipologie di rifiuti e si arriva a un totale di 29.524.000 t/ annue¹¹. Di questi, 7.819.000 t vengono smaltite in discarica, 6.040.000 t vengono avviati a incenerimento, 7.649.000 t vengono avviati a processo di riciclaggio e 5.203.000 t vengono riutilizzati per compostaggio¹².

Quello che interessa alla nostra ricerca sono le 7.649.000 tonnellate di rifiuti che vengono riciclati ogni anno.

Grazie allo sviluppo di nuove tecnologie e grazie soprattutto alla maggiore



sensibilizzazione al riciclo, l'Italia vede aumentare ogni anno il numero di tonnellate di rifiuti riciclati. Naturalmente i processi di riciclo si differenziano molto a seconda della tipologia e quantità di materia che viene riciclata. Le 7.649.000 t di rifiuti vengono suddivise tra: frazione organica, vetro, plastica, carta e cartone, metallo.

Dal momento che si parla ancora di rifiuti in maniera generale è bene sottolineare che in Italia esistono diversi tipi di raccolta differenziata a seconda del comune in cui ci si trova. Qui di seguito vengono elencate le diverse tipologie con le rispettive caratteristiche:

Raccolta differenziata stradale: consiste nel conferimento dei rifiuti da parte del cittadino in appositi cassonetti pubblici posti sulla strada. Il conferimento dei rifiuti non ha vincoli di orario. La società di smaltimento svuota i bidoni in

¹¹ ISPRA, Rapporto Rifiuti Urbani_Ed.2017, p.4

¹² ISPRA, Rapporto Rifiuti Urbani_Ed.2017, pp.11-21

determinati orari della giornata.

Raccolta porta a porta: consiste in un servizio puntuale al cittadino dove il comune raccoglie i rifiuti lasciati fuori dalle case in giorni e orari è stato sottoposto a diversi soggetti, è emerso che le città che si sono avvicinate solo recentemente al concetto di separazione dei rifiuti e di riciclaggio, molto spesso adottano la tipologia "porta a porta" dal momento che risulta essere quella più



Cassonetti condominiali

prestabiliti. Il mancato conferimento rispetto delle modalità è sanzionabile ai sensi dei Regolamento comunale. Questa tipologia spesso prevede il conferimento di contenitori e sacchetti appositi ai cittadini. Qualche comune utilizza dei sacchetti tracciabili per controllare al meglio il comportamento degli utenti.

Raccolta condominiale: consiste in un servizio molto simile alla raccolta "porta a porta" ma il cittadino al posto di conferire i rifiuti fuori dall'abitazione, li deve inserire in appositi contenitori di proprietà del condominio, posti solitamente all'interno dei cortili o davanti al portone del palazzo. Anche in questo caso il mancato rispetto delle modalità è sanzionabile ai sensi dei Regolamento comunale. Inoltre si devono rispettare giorni e orari prestabiliti.

Riteniamo molto importante sottolineare che molte città Italiane adottano diverse tipologie di raccolta, all'interno della stessa città, a seconda del quartiere in cui ci si trova. Come vedremo anche in seguito grazie all'analisi di un questionario che

facilmente controllabile da parte del comune. Questo tipo di raccolta inoltre tende ad avere un risultato di separazione dei rifiuti più accurato. I comuni che invece applicano la differenziata da molti anni tendono ad attuare la raccolta "stradale" che prevede sicuramente meno costi di gestione¹³. La raccolta stradale ha molti vantaggi tra cui il non avere vincoli di orario per il conferimento dei rifiuti e non essere sanzionabili dal comune, ma in questo modo non è possibile avere una differenziazione dei rifiuti accurata come nella raccolta "porta a porta" o "condominiale". Un'altra negatività, non indifferente, è la maggior sporcizia delle città dovuta alla presenza di bidoni spesso troppo pieni o all'abbandono da parte degli utenti di oggetti che dovrebbero essere conferiti in ecocentri (es. elettrodomestici, mobili ingombranti).

Purtroppo lo stato Italiano, a differenza del resto d'Europa, non ha ancora adottato una gestione dei rifiuti urbani omogenea. Ogni città presenta specifici colori a seconda del materiale da riciclare,

¹³ www.repubblica.it/economia/rapporti/osserva-italia/trend/2017/03/02/news/la_raccolta_differenziata_in_italia_e_differente

senza trovare colori comuni per i cassonetti in tutta Italia. In molte città nazionali non sono solo i colori a cambiare ma anche le forme dei cassonetti. Per esempio a Roma il cassonetto verde è sinonimo di rifiuto indifferenziato, mentre vetro, plastica e metallo vanno nel cassonetto blu;

a Napoli il cassonetto verde è adibito alla raccolta esclusiva del vetro, mentre l'indifferenziato va nel blu; anche a Milano il vetro va nel verde

UNI 11686 SUI WASTE VISUAL ELEMENTS

ma in questo caso il cassonetto blu non esiste. Questo risulta controproducente ai fini della raccolta differenziata: raccogliere rifiuti separati correttamente, in modo che materiali di qualità possano essere avviati a riciclo per poi tornare con successo sul mercato come materie prime seconde. La necessità di maggiore uniformità è stata finalmente fatta propria anche dall'Ente nazionale Italiano di unificazione che, con la nuova norma UNI 1168614 sui Waste Visual Elements, ossia gli elementi visivi identificativi dei contenitori per la raccolta differenziata dei rifiuti, si pone l'obiettivo di mettere fine al paradosso. Questa normativa definisce i colori e gli ulteriori elementi di identificazione visiva per facilitare il riconoscimento del cassonetto giusto nel quale conferire la specifica tipologia dei propri rifiuti. In questo modo, grazie all'unificazione di forme, colori, scritte e icone, i cittadini possono andare a "colpo sicuro" ovunque si trovino. Purtroppo però questa normativa è a carattere volontario, rappresenta un supporto alla legislazione, ma finché la relativa legge non arriverà, a ognuno degli 8mila Comuni Italiani rimarranno ampi margini di discrezione.

Sfortunatamente i problemi non sussistono solo quando si parla di raccolta stradale, anche per quanto riguarda la raccolta "porta a porta" e condominiale, i comuni italiani non riescono ad adottare delle misure comuni di gestione. Primo

14 www.certifico.com/news/22-news-generali/4691-uni-11686-2017-waste-visual-elements

tra tutti l'utilizzo di differenti giorni di consegna per ogni comune, legati spesso alla disponibilità dei mezzi. Questo diventa un grande problema per quelle città che vedono la presenza di molti turisti durante il periodo di alta stagione. Non solo visitatori stranieri, ma anche italiani, si trovano in difficoltà perché non trovano la possibilità di differenziare nella maniera corretta. Proprio per questo motivo avviene una sbagliata suddivisione dei rifiuti o, ancora peggio, se ne registra l'abbandono. Inoltre in molti comuni, il sistema non è esclusivamente "porta a porta" ma è misto; ciò vuol dire che alcune tipologie di rifiuti sono gestite tramite raccolta stradale o condominiale, altre invece, tramite la gestione "porta a porta". Questo di conseguenza provoca nel cittadino una confusione che sfocia in una scarsa attenzione al riciclo.

Naturalmente non ci sono solo negatività sulla raccolta differenziata, quelle evidenziate sopra sono di carattere generale che evidenziano delle lacune a livello di gestione del servizio. I dati riguardanti le quantità di rifiuti riciclati, invece, sono molto positivi e mostrano come l'Italia si stia muovendo nella direzione giusta per migliorare la raccolta e la trasformazione dei rifiuti. Il vetro,



per esempio, una volta trattato e selezionato, viene trasportato nell'impianto di produzione, la vetreria, come materia prima seconda. Qui, grazie al continuo progresso delle tecnologie, il vetro riciclato viene impiegato in sempre maggiori quantità, tanto che alcune vetrerie ne garantiscono l'utilizzo – in sostituzione di materie prime – nella misura dell'80% e oltre¹⁵. Anche la plastica viene riciclata molto bene in Italia, nel

¹⁵ www.coreve.it/showPage.php?template=per_cittadini&id=3

22 Analisi dello scenario

2015 sono state riciclate circa 900.000 tonnellate di rifiuti di imballaggi in plastica provenienti dalla raccolta differenziata. A questo numero vanno aggiunte 327.000 tonnellate derivanti dal riciclo indipendente. Sono state inoltre recuperate 324.000 tonnellate di imballaggi che ancora faticano a trovare sbocchi industriali verso il riciclo meccanico e il mercato che hanno prodotto calore ed energia pulita. Inoltre, grazie alla raccolta differenziata della plastica e al suo riciclo, è stato possibile evitare l'immissione in discarica di circa 29 milioni di metri cubi di rifiuti¹⁶. Per quanto riguarda la carta, Comieco (Consorzio nazionale recupero e riciclo degli imballaggi a base cellulosica) ha registrato che nel 2016 in Italia, sono stati riciclati l'88% degli imballaggi a base cellulosica immessi al consumo e raccolti in modo differenziato¹⁷. I tempi di riciclaggio della carta, oltretutto, sono notevolmente veloci; durante un'intervista telefonica a un dipendete alle pubbliche relazioni di Comieco, fatta nel Novembre 2017, ci è stato detto che, per esempio, una scatola ritorna scatola in dieci giorni e un giornale ritorna ad essere tale in soli sette giorni.

Il processo di raccolta e riciclo della carta ci è sembrato molto interessante, ed è proprio per questo motivo che abbiamo approfondito questo argomento cercando un modo e una soluzione che

L'UTENTE DIVENTA IL PROTAGONISTA DEL RICICLO

ci permettesse di ridurre tutto il procedimento di riciclaggio della carta, che vedremo nei capitoli successivi, in un dispositivo che fosse accessibile a tutti in dimensioni ridotte. Vorremmo intervenire al fine di risolvere alcune di quelle che sono le criticità sopra elencate, presentando un progetto che si integri con quello che è il sistema attuale di riciclo, senza esserne di intralcio. La volontà è quella di rendere consapevoli gli utenti del valore del rifiuto, in questo caso quello cartaceo. L'utente diventa il protagonista del riciclo: dalla raccolta alla trasformazione per arrivare fino al prodotto finito.

¹⁶ www.corepla.it/anche-vuoti-i-tuoi-imballaggi-plastica-contengono-molti-vantaggi

¹⁷ comieco.media.mweb.pro/allegati/2017/6/22mo_rapporto_web_166168.pdf



Il rifiuto cartaceo

2.1

Cenni storici

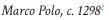
Nel primo capitolo abbiamo affrontato in maniera generale la raccolta differenziata in Italia, come questa viene svolta e le sue caratteristiche. Il questo secondo capitolo, affronteremo invece in maniera più specifica l'argomento della carta in ogni suo aspetto, in particolare come questa ha avuto origine, le sue caratteristiche e la sua trasformazione. Dal momento che la tesi si occupa nello specifico di carta riciclata, ci teniamo a sottolineare che il processo di lavorazione, preso in esame in questo capitolo, riguarda in particolare la trasformazione del rifiuto cartaceo.

La carta nasce in Cina nell'anno 105 a.C., da un'invenzione di un dignitario di corte di nome *Cai Lun*, che la fabbricò tramite dei brandelli di stoffa usata. Perfezionata da altri, la carta fu adibita, nei secoli seguenti, agli usi più disparati: carta per ornare case e templi, carte per scrivere bibliografie e cronache, tovaglioli di carta e persino carta igienica. Dal V secolo in poi la carta si diffuse per tutto l'Impero in forme svariate ed elaborate, ma rimase un segreto della Cina fino all'VIII secolo.

Una delle prime descrizioni in lingua italiana sull'abilità dei Cinesi di fabbricare la carta è fornita

da Marco Polo in un passo del suo *Milione*. Nel libro descrive come il popolo cinese utilizzava la carta come moneta, accennando alla materia con cui veniva fabbricata, riferendosi alla particolare qualità di fibra vegetale impiegata in quei tempi: paglia di tè o di riso, canna di bambù e stracci di canapa.

"Egli fa prendere scorza
d'un àlbore ch'à nome
gelso - èe l'àlbore le cui
foglie mangiano li vermi
che fanno la seta -, e
cogliono la buccia sottile
che è tra la buccia grossa
e 'l legno dentro, e di
quella buccia fa carte
come di bambagia; e sono
tutte nere.!"





^{1 &}quot;Egli fa prendere la corteccia di un albero chiamato Gelso, che è l'albero le cui foglie sono mangiate dai bachi da seta, e estraggono la pellicola interna che si trova tra la corteccia e il fusto dell'albero e da quella pellicola fa creare carte come cotone tutte nere"

² Marco Polo, *Il Milione*, a cura di Valeria Bertolucci Pizzorusso, Milano, Adelphi, 1975 (originale 1298)

Il rifiuto cartaceo 28

Sono state riportate diverse teorie su come la fabbricazione della carta sia stata tramandata in Italia. La più attendibile risale agli arabi, che molto tempo dopo la sua invenzione, appresero dai maestri cartai dell'Asia Centrale le tecniche di produzione della carta partendo da fibre vegetali, come paglia di riso o canna di bambù, per poi diffonderle nei Paesi Medio Orientali e in Europa³. È ormai certo che in Italia i primi maestri

È ORMAI CERTO CHE IN erano arabi. Essi ITALIA | PRIMI MAESTRI sperimentarono CARTAI DI FABRIANO, la ERANO ARABI.

cartai di Fabriano, realizzazione della carta con dei materiali più locali,

come lino e canapa e rivisitarono il processo, sviluppando delle tecniche che permettevano di produrre della carta più resistente nel tempo e di ottima qualità, che sostituì l'antica pergamena.



Raffigurazione di una gualchiera medioevale fabrianese

Punto di svolta dell'innovazione italiana fu la filigrana, ovvero un disegno, un emblema o una scritta ottenuti con un punzone, che trasferiva l'immagine a "sbalzo" nello spessore del foglio, visibile solo in trasparenza. Gli antichi fabbricanti di carta usavano la filigrana già nel 1200 come contrassegno per distinguere i loro prodotti e ancora oggi utilizzata su carte pregiate per aumentarne il valore e l'autenticità4. Furono proprio i cartai italiani a diffondere questa nuova arte nel resto dell'Europa⁵.

L'utilizzo di fibre di legno vergini divenne pratico

nel XIX secolo, con l'invenzione del procedimento meccanico per fare la polpa. Nel 1889 fu introdotto un metodo chimico realizzare per polpa, detto metodo Kraft, che



Pila a magli multipli

scioglieva la lignina presente nelle fibre di legno⁶. Ad oggi il processo di base della realizzazione della carta resta per lo più lo stesso, ma sono stati compiuti degli avanzamenti tecnologici sulle tecniche, che hanno permesso un miglioramento nella gestione del prodotto.

⁴ www.museodellacarta.com/docs/lacarta/ latecnicadellafiligrana.asp

⁵ www.treccani.it/enciclopedia/carta_%28Enciclopediadei-ragazzi%29/

⁶ www.raiscuola.rai.it/articoli/origine-dellindustriadella-carta/8558/default.aspx

2.2

Caratteristiche della carta

La carta è un prodotto sottile e flessibile, ottenuto per deposizione da una sospensione acquosa di materie fibrose (polpa) pressate e successivamente

essiccate. Viene realizzata utilizzando principalmente fibre vegetali, sia lunghe che corte.

Il principale componente della carta è la DI QUELLA PRODOTTA cellulosa, un polisaccaride costituente CON FIBRE VERGINI, della parete cellulare, cioè una struttura che sostiene e protegge i tessuti vegetali e che conferisce resistenza SONO LE FIBRE.

al tessuto fibroso di foglie, radici e tronco⁷. Per questo motivo la principale materia prima per la La carta

realizzazione della carta è il legno (o altre fibre vegetali), ricchissimo di cellulosa, o in alternativa la carta da riciclo. Insieme alla cellulosa, tuttavia, le fibre vegetali sono anche ricche di

LA CARTA RICICLATA le fibre vegetali sono anche ricche di lignina che conferisce alla carta un MANTIENE LE STESSE particolare colore giallastro non adatto PROPRIETÀ CHIMICHE a prodotti per i quali sono necessarie DI QUELLA PRODOTTA buone qualità estetiche (ad esempio CON FIRRE VERGINI, fogli bianchi da stampa).

Per questo motivo la qualità e quindi l'utilizzo finale dei prodotti della carta dipende sia dalla materia prima di partenza, sia dal processo produttivo utilizzato.

La carta riciclata mantiene le stesse proprietà



7 www.aulascienze.scuola.zanichelli.it/come-te-lo-spiego/2015/11/16/la-chimica-della-carta/

chimiche di quella prodotta con fibre vergini, ciò che si modifica sono le fibre. Con il riciclo, le fibre si accorciano e quindi la carta diventa meno resistente. Per questo motivo il riciclo di un prodotto cartaceo può essere praticato solo un numero limitato di volte che può variare dalle 5 alle 7 volte a seconda della letteratura di riferimento.

La materia prima utilizzata nella produzione di carta riciclata è costituita da tutta quella carta di scarto, chiamata carta da macero. derivante dalla raccolta industriale e dalla domestica. raccolta CEN, European Committee for Standardization9, un'associazione europea che

comprende 34 Stati europei, che sviluppa degli standard europei in relazione a diversi tipi di servizi, materiali prodotti e processi, ha definito nel 2013 una nuova versione dello standard EN 643, European List of Standard Grades of Recovered Paper and Board. Il documento classifica le

95 DIFFERENTI TIPOLOGIE DI CARTE E CARTONI DESTINATE AL RICICLO diverse tipologie di carta riciclabile comunemente commercializzate in Europa. La norma identifica 95 differenti tipologie di carte e cartoni destinate al riciclo, suddivise in cinque gruppi, e per ognuna di esse definisce le

quantità limite consentite per componenti non cartacei all'interno del macero destinato al riciclo e le sostanze che non devono essere presenti in esso anche in minime quantità.

Secondo Assocarta (Associazione imprenditoriale di categoria che aggrega, rappresenta e tutela le

aziende che producono carta, cartoni e paste per carta, in Italia) nell'anno 2015 le aziende cartarie

48,1% DI CARTA DA RICICLARE italiane hanno utilizzato come materia prima per la produzione 16,1 % di materie non fibrose, il 35,8% di paste per carta e il 48,1% di carta da riciclare¹⁰.

Questi dati evidenziano la scarsità italiana di materie prime di origine vegetale, in quanto sono presenti poche foreste da taglio. Per questo

> motivo molte aziende cartarie stanno investendo nella carta da macero e nelle sue tecnologie, per produrre della carta di una qualità sempre più alta.

> Nel 22° Rapporto Raccolta, Riciclo e Recupero di carta e cartone 2016, pubblicato nel giugno 2017 da Comieco

(Consorzio Nazionale Recupero e Riciclo degli Imballaggi a base Cellulosica), sono stati presentati i risultati di riciclo e recupero degli imballaggi a base cellulosica¹¹. Vengono riportati i dati riferiti all'anno 2016 e ai quantitativi di rifiuti gestiti da Comieco:

Imballaggi cellulosici immessi al consumo

4.709.045 t

Rifiuti da imballaggio cellulosici da raccolta differenziata congiunta (carta e imballaggi) riciclati in Italia

345.068 t

Rifiuti da imballaggio cellulosici da raccolta differenziata selettiva (solo imballaggi) riciclati in Italia

2.056.707 t

⁸ Lucia Rigamonti, Mario Grosso, Riciclo dei rifiuti, Analisi del ciclo di vita dei materiali da imballaggio, Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2009, p. 136

⁹ www.cen.eu/Pages/default.aspx

¹⁰ www.assocarta.it/it/dati-di-settore/materie-prime. html

¹¹ www.comieco.org/pubblicazioni/pubblicazioni-comieco/news/22-rapporto-annuale-comieco-sulla-raccolta-differenziata-di-carta-e-cartone-in-italia-.aspx#. Wl-H4ajiaUm

Macero derivante da rifiuti da imballaggio avviato a riciclo all'estero

1.349.922 t

Totale rifiuti di imballaggio avviato a riciclo

3.751.696 t

Imballaggi cellulosici recuperati come energia o CDR

403.762 t

Totale imballaggi cellulosici recuperati

4.155.458 t¹²¹³

Questi dati evidenziano un segnale positivo di ripresa dalla crisi economica. Aumentano in maniera significati (+4,7%) le esportazioni di macero derivante da rifiuti da imballaggio, al contrario del trend che fino al 2003 riportava l'Italia come importatrice di macero dall'estero. Il tasso di riciclo è 79,6%, ciò significa che in Italia si riciclano 4 imballaggi su 5.

IN ITALIA SI Riciclano 4 Imballaggi SU 5

Per favorire il riciclo degli imballaggi presenti sul mercato, questi sono stati classificati a



seconda del materiale di cui sono realizzati. Su di essi viene riportato un simbolo, denominato *International Universal Recycling Codes,* che sta ad indicare la tipologia di materiale e la riciclabilità

International Universal Recycling Codes dello stesso. Questa classificazione ha l'obiettivo di comunicare al consumatore il materiale con cui un prodotto è

imballato. Questo simbolo è volontario e riporta una sigla e un codice che corrisponde alla tipologia di materiale. In particolare gli imballaggi di carta e cartone possono riportare i seguenti codici:

- #20 PAP Cartone ondulato: scatoloni contenenti i mobili da assemblare;
- #21 PAP Cartone non ondulato: confezioni dei panini nei fast-food;
- #22 PAP Carta: confezione delle patatine nei fast-food, carta di giornale, sacchetti di carta;
- #23-#39: Altri tipi di carta.

In alcuni casi gli imballaggi sono poliaccoppiati, ovvero realizzati da strati di materiali differenti. Di seguito sono riportate le tipologie di materiali compositi contenenti carta e cartone:

- 80 C/PAP Carta e cartone/metalli vari;
- 81 C/PAP Carta e cartone/plastica: sacchetto dei biscotti confezionati;
- 82 C/PAP Carta e cartone/alluminio;
- 83 C/PAP Carta e cartone/latta;
- 84 C/PAP Carta e cartone/plastica/ alluminio:Tetra-pak;
- 85 C/PAP Carta e cartone/plastica/ alluminio/latta¹⁴.

Come abbiamo descritto sopra, questa indicazione non è obbligatoria ma volontaria. Per questo motivo alcuni marchi hanno personalizzato questo tipo di informazione, trasmettendo il messaggio in maniera più chiara e diretta, non utilizzando il simbolo ufficiale. Gruppi aziendali come Mulino Bianco, Barilla o Kinder, indicano sulla confezione dei loro prodotti marchi personalizzati sul sistema di riciclo, che riportano la tipologia di materiale e la modalità di riciclo. In questo modo l'indicazione diventa immediatamente percepibile dal consumatore.

Alcune aziende, inoltre, fanno uso delle

¹² Comieco, Rapporto Raccolta, Riciclo e Recupero di carta e cartone 2016, comieco.org, 2017

¹³ I dati pubblicati da Comieco riguardano esclusivamente la parte del rifiuto di carta e cartone gestita dall'associazione e non il rifiuto cartaceo totale

¹⁴ www.difesambiente.it/uomo_ambiente/raccolta_differenziata.html

certificazioni ambientali, ovvero dei mezzi di comunicazione e trasparenza, che forniscono informazioni sull'impatto ecologico di un determinato prodotto o di un servizio. Un'azienda può decidere di ottenere una certificazione, rispettando determinati parametri ambientali

L'IMPEGNO DELL'AZIENDA NEI Confronti dell'ambiente

imposti dal m a r c h i o , che possono riferirsi o al processo

di produzione o al ciclo di vita del prodotto. La presenza di queste tipologie di certificazione attestano l'impegno dell'azienda nei confronti dell'ambiente e cercano di trasmettere al consumatore la volontà di rispettare e mantenere questo impegno. Significa quindi, che anche il consumatore deve impegnarsi ad un corretto utilizzo e smaltimento del prodotto a fine vita. I marchi ambientali sono suddivisi in tre tipologie dalla normativa ISO 14020¹⁵:

ISO Tipo I: etichette ambientali (disciplinate dalla Norma ISO 14024, es. EU Eco-label), gestite da organizzazioni che stabiliscono delle regole e dei parametri esatti da seguire che riguardano il ciclo di vita del prodotto. Se questi non vengono rispettati il marchio non può essere esposto sul prodotto;

ISO Tipo II: autodichiarazioni ambientali (disciplinate dalla Norma ISO 14021, es. Mobius loop), cioè delle certificazioni che il produttore espone per dimostrare l'impegno verso alcuni regolamenti. Queste autocertificazioni non prevedono dei controlli di verifica periodici;

ISO Tipo III: dichiarazioni Ambientali di Prodotto (disciplinate dalla Norma ISO 14025), sono dichiarazioni ecologiche che riportano informazioni basate su parametri stabiliti che contengono una quantificazione degli impatti

15 ISO, Environmental labels and declarations How ISO standards help, iso.org, 2012

ambientali associati al ciclo di vita del prodotto¹⁶.

A queste tre tipologie si aggiungono altri marchi ed etichettature obbligatorie (es. etichettature di risparmio energetico) e non, che non sono classificate in nessuna delle precedenti categorie.

In particolare i prodotti realizzati in carta riciclata possono essere certificati da alcune tipologie di marchi ambientali europee. Sono state individuate quattro certificazioni ambientali: *Blue Angel* (ISO Tipo I); *Ciclo di Möbius* (ISO Tipo II); PEFC (non classificato); e FSC (non classificato).



Il Blue Angel, o *Der Blaue Engel*, è un marchio ambientale di origine tedesca, il primo ad essere stato creato. Questa c e r t i f i c a z i o n e riguarda molteplici tipologie di prodotti che rispettano dei

Marchio Blue Angel

requisiti ambientali, suddivisi in categorie. I prodotti in carta classificabili dal marchio sono: sanitary paper, recycled paper, wallpaper, recycled cardboard e printing e publications paper. Sul prodotto può essere esposto il marchio classico blu, accompagnato da una breve descrizione opzionale sui requisiti ambientali rispettati¹⁷.



Marchio ciclo di Möbius

Il Ciclo di Möbius è un'autocertificazione del fabbricante, che attesta la percentuale di prodotto riciclato o la riciclabilità dello stesso. Il simbolo è caratterizzato da un triangolo a tre frecce, nel cui centro viene espressa le

percentuale di riciclo, mentre nel caso in cui sia stata utilizzata carta riciclata al 100% compare la scritta *RESY*.

¹⁶ www.minambiente.it/pagina/certificazione-ambientale 17 www.blauer-engel.de/en/companies/basic-awardcriteria

I marchi PEFC e FSC sono invece entrambi marchi di certificazione forestale. Il primo,



Programme for Endorsement Forest Certification (PEFC¹⁸), è un marchio europeo che certifica che la materia prima legnosa per carta e prodotti in legno deriva da foreste gestite in maniera sostenibile. Per la carta riciclata è previsto un simbolo specifico che, oltre il logo del marchio, riporta

la scritta "Questo prodotto è realizzato con materia prima riciclata e da fonti controllate". Per l'utilizzo del logo viene richiesto almeno il 70% di materia prima riciclata e che questa provenga da fonti forestali controllate¹⁹.



Marchio FSC

Il marchio FSC, Forest Stewardship Council²⁰, è la certificazione principale negli USA che assicura che una foresta o una piantagione siano gestite nel rispetto di standard ambientali, sociali ed economici. Come per PEFC, anche FSC ha un marchio

specifico nel caso di uno di materiale riciclato, che indica che il legno o la carta di cui è composto il prodotto provengono da materiale di riciclo²¹.

Anche se non può essere classificata come una certificazione, Greenpeace, un'organizzazione non governativa ambientale e pacifista, sostiene una campagna ambientale chiamata "Deforestazione ZERO"²², con l'obiettivo di fermare la deforestazione delle foreste in tutti i Paesi in Via di Sviluppo entro il 2020. In particolare in Italia nel 2010 è stata pubblicata una "Classifica salvaforeste" con l'intento di

mobilitare gli editori ad utilizzare carta riciclata per stampare i propri libri. Attualmente esiste una lista di Scrittori ed Editori amici delle foreste, che utilizzano per i propri libri della carta che unisce alte percentuali di fibre riciclate con fibre vergini certificate FSC²³.

In questa ultima parte abbiamo ritenuto necessario esaminare i diversi tipi di carta e cartone, classificati secondo specifici regolamenti europei. Le varie tipologie di carta si differenziano per caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche risultando, quindi, prodotti di fatto differenti. Nella tabella nella pagina successiva sono riportate le proprietà misurabili della carta²⁴.

Una delle caratteristiche più importanti utilizzata per classificare i fogli da scrittura, è la grammatura che definisce il peso di un foglio in g/m²; il secondo è lo spessore. Questi valori generalmente variano tra 0.02 a 0.3 mm di spessore e da 10 a 150 g/m² di grammatura. La dimensione dei fogli definisce i differenti formati di carta secondo standard unificati ISO (International Organization for Standardization²⁵) i quali vengono adottati da tutti i Paesi ad eccezione di Francia, Gran Bretagna e USA. La serie fondamentale per il formato tipografico è la A, da cui derivano i successivi dimezzamenti dal formato base A0, 841×1189 mm. Le altre serie B e C si riferiscono ai formati di prodotti per imballaggio leggero (buste, cartelle etc..) e derivano per progressione geometrica sempre dal formato A0²⁶.

Il cartone ondulato è regolato dalla *Cepi ContainerBoard*²⁷, una lista europea delle qualità di carta per il cartone ondulato. Come indicato nel documento, i produttori di cartone ondulato

¹⁸ www.pefc.it/

¹⁹ www.pefc.it/logo-usage/elementi-etichetta-pefc

²⁰ www.it.fsc.org/it-it

²¹ www.it.fsc.org/it-it/certificazioni/le-etichette-fsc-01

²² www.greenpeace.org/italy/it/campagne/foreste/

²³ www.greenpeace.it/deforestazionezero/salvaforeste/index.html

²⁴www.editecnologia.altervista.org/Carta/ ProprietaCarta2012.pdf

²⁵ www.iso.org/home.html

²⁶ ww.sapere.it/enciclopedia/carta+%28lessico+e+industria%29.html

²⁷ www.cepi-containerboard.org/index.php

PROPRIFTÀ FISICHE

PROPRIETA HOIGHE	
Grammatura	peso della carta, espresso in g/m2
Spessore	Espresso in mm, si misura con appositi micrometri
Porosità e igroscopicità	Capacità della carta di assorbire e trattenere l'umidità e gli inchiostri
PROPRIETÀ MECCANICHE	
Resistenza alla trazione	Capacità di resistere alla tensione applicata agli estremi
Resistenza allo strappo	Capacità di resistere alla rottura per lacerazione nei due sensi
Resistenza alla piegatura	Capacità di resistere alla spiegazzatura localizzata
PROPRIETÀ TECNOLOGICHE	
Stampabilità	Capacità di essere stampata, assorbendo gli inchiostri
Cancellabilità	Capacità di sopportare cancellature e raschiamenti
PROPRIETÀ ESTETICHE	
Levigatezza	Aspetto della superficie, più o meno lisce, con nodini, punti colorati
Bianchezza	Le sfumature di bianco vanno dal bianco niveo delle carte più pregiate al giallino e al grigio (tipico delle carte riciclate)
Opacità	Contrario della trasparenza, è la capacità di non far trasparire da un lato del foglio quello che viene scritto o stampato dall'altro lato .

devono seguire e rispettare determinate caratteristiche tecniche che ne descrivono la qualità del prodotto. Sono classificati in quattro gruppi principali con le rispettive categorie interne:

- carte per copertina, suddivise in a base fibre vergini e a base fibre riciclate;
- carte da onda, suddivise in a base fibre vergini e a base fibre riciclate;
- mixed use;
- altre carte, che comprendono il cartoncino teso, utilizzato principalmente negli imballaggi, sia esso derivante da fibre vergini che da riciclo, la carta per stampa o scrittura e le carte kraft²⁸.

In questa parte del capitolo abbiamo voluto descrivere, seppur brevemente, il panorama attuale della carta, con particolare riferimento a regolamentazioni e classificazioni. Nei due paragrafi che seguono, sono stati invece descritti i due differenti processi di produzione della carta riciclata: il primo quello industriale e il secondo quello manuale e casalingo. Abbiamo ritenuto necessario descrivere singolarmente questi processi in quanto, avere conoscenza delle rispettive caratteristiche e fasi, ci ha permesso di considerare ogni aspetto del riciclo della carta.

Processo di riciclo industriale

L'industria cartaria italiana sta utilizzando in maniera crescente fibre secondarie, o di recupero, definite carte da macero. Il macero si distingue in: macero da raccolta industriale e commerciale, costituito da scatole di cartone ondulato, rese di riviste e quotidiani, rifili di cartotecnica, ecc.; e macero domestico proveniente dalla raccolta differenziata, contente prodotti cartacei derivanti da abitazioni, piccoli negozi e uffici.

Prima di definire il processo di lavorazione che trasforma la carta da macero in nuovi prodotti, bisogna esaminare come questa arriva alla cartiera.

Tutti gli scarti prodotti da un'abitazione o da un'industria, vengono raccolti dalla società di smaltimento rifiuti cittadina. La fase di raccolta è fondamentale ed influisce su tutto il processo, perché la carta è un materiale facilmente contaminabile e un eventuale inquinamento comprometterebbe l'intero lotto di lavorazione. Soprattutto da parte dell'utenza deve esserci attenzione e cura nella pratica della raccolta differenziata, evitando di inserire nel bidone prodotti non compatibili con la raccolta della carta.

Tuttalacartaraccoltavienespeditaalle "piattaforme di selezione", ovvero dei centri specializzati per



la primaria gestione del materiale. Nei centri viene effettuata una prima cernita del materiale eliminando le parti grossolane estranee alla carta, per rendere il prodotto meglio utilizzabile dalle cartiere. Infine la carta da macero viene pressata in grandi balle e spedite alle cartiere.

Nelle cartiere che acquistano le balle di carta, avviene tutto il processo di lavorazione. In alcuni casi le aziende, non completano l'intero processo ma vendono la materia prima, ovvero la



Piattaforma di selezione

polpa, ad altre aziende, che poi la lavoreranno e ne otterranno il prodotto finale²⁹. In altri casi le aziende producono un bobina che sarà poi trattata da aziende specifiche per la trasformazione del prodotto.

Di seguito sono riportate tutte le fasi di riciclaggio industriale di carta e cartone. Si sottolinea come il processo venga praticato in ugual modo sia per quanto riguarda la carta da macero sia per le fibre vergini. Per la carta da macero, in particolare, sono richiesti dei trattamenti specifici aggiuntivi finalizzati a rimuovere tutte le impurità del materiale, come ad esempio gli inchiostri, per ottenere un prodotto ad alta qualità.

Fase 1: La frantumazione

I processi industriali per la produzione di materia fibrosa hanno la funzione di ridurre le fibre delle piante in fibre allo stato elementare, le une separate dalle altre, eliminando parzialmente o totalmente lo strato di sostanze incrostanti che tengono cementate le fibre. La principale sostanza incrostante è la lignina ed ha la funzione di cementare le varie fibre tra loro, per dare corpo e rigidità al contesto legnoso.

La materia prima può essere ridotta in pasta secondo tre tipologie di trattamenti: meccanico,

chimico e semichimico. La pasta prodotta per via meccanica è ottenuta suddividendo la materia fibrosa tramite degli sfibratori. La pasta chimica è invece prodotta trattando le fibre con reattivi, che portano in soluzione gran parte della lignina presente nel materiale, lasciando intatta la cellulosa, recuperata poi sotto forma di fibre. Un esempio di processo, è chiamato processo Kraft. Questo utilizza una soluzione di soda caustica (NaOH e Na²S) e si pratica in autoclavi sotto pressione ad una temperatura di 170° C. La pasta semichimica è ottenuta trattando il materiale sempre con reattivi che però eliminano solo parte della lignina³⁰.

Fase 2: Spappolamento

La fase di spappolamento avviene nel macchinario chiamato pulper (o spappolatore), che ha lo scopo di separare il materiale fibroso in fibre allo stato elementare. Il macchinario è costituito da una vasca, spesso di forma cilindrica, e da una girante con lame, posta sul fondo del pulper. Le lame sono poste in rotazione da un motore elettrico e il moto vorticoso creato provoca lo sfaldamento dei fogli riducendo in fibre elementari la pasta. Esistono varie tipologie di pulper, suddivise a seconda della

³⁰ Lucia Rigamonti, Mario Grosso, Riciclo dei rifiuti, Analisi del ciclo di vita dei materiali da imballaggio, Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2009



Pulper industriale

densità (alta, media e bassa) che differiscono per energia e forma della lama. In particolare negli impianti di riciclo viene utilizzato il pulper ad alta densità³¹.

Il prodotto finale di questa fase è denominato sospensione e consiste in fibre in sospensione acquosa al 4% circa.

Fase 3: Battitura o raffinazione

La pasta in uscita dal pulper ha delle fibre allo stato elementare e la formazione del foglio con questa pasta può compromettere le caratteristiche meccaniche del foglio, oltre ad avere una superficie voluminosa e irregolare. Lo scopo della raffinazione è quella di aumentare i legami tra le fibre per sviluppare solidità e resistenza del foglio. In questa fase le fibre subiscono uno schiacciamento e una conseguente azione di taglio, che rende le fibre più lunghe e flessibili. Questo processo genera sulle pareti cellulari delle fibre dei sottili filamenti chiamati fibrille, che aumentando i punti di contatto tra le fibre, ne aumentano anche le proprietà meccaniche.

La pasta viene inserita in una macchina chiama raffinatore. Questa una vasca ellittica entro la quale sono poste delle pesanti barre con gli spigoli a coltello. La pasta viene mescolata con acqua e fatta passare attraverso l'olandese, o, nel caso di pasta destinata a giornali, attraverso un analogo sistema conico o a dischi rotanti ad alta velocità,

 $31\ www.cartierasrocco.it/it/produzione/preparazione-impasto$

detto "raffinatore".

Pigmenti o coloranti vengono aggiunti alla pasta a questo punto, insieme a materiali di riempimento che aiutano a conservare la carta o a darle una migliore opacità e un miglior grado di rifinitura. Le sostanze collanti, come resine, amido e gomme, che renderanno la carta più resistente all'acqua degli inchiostri a base di acqua, possono essere aggiunti durante la spremitura, mentre la carta destinata alla stampa, che usa comunemente inchiostri a base di olio o di alcool, può non richiedere l'impiego di collanti.

Fase 4: Miscelazione e diluizione

In questa fase avviene l'omogeneizzazione in maniera ottimale delle materie prime fibrose con le altre materie di natura non fibrosa. L'impasto ha una diluizione all'1%. Richiedendo enormi quantitativi d'acqua, in questa fase vengono reimpiegate le acque di lavorazioni successive. Ciò significa che si ha sia un risparmio ambientale che economico, in quanto i consumi di acqua vengono ridotti e dal filtraggio della stessa vengono recuperati fibre e sostanze.

La precisione della diluizione è una componente determinante per il successivo processo di formazione. L'accuratezza delle regolazioni assicura la costanza della grammatura al mq.

Fase 5: Epurazione

A valle del ciclo di diluizione, il flusso di sospensione fibrosa subisce un processo di epurazione, che permette l'eliminazione di eventuali impurità (sabbia, schegge, grumi). In questa fase vengono utilizzati dei sistemi fisici, attraverso la differenza di peso specifico. I moderni assortitori impediscono inoltre il passaggio dei pezzi grossolani grazie ad uno screen per assicurasi una migliore qualità del prodotto.

Fase 6: Disinchiostrazione (o deink)

Con questo trattamento speciale per la carta da

macero, vengono separate dalla carta le particelle di inchiostro secco. L'azione di disinchiostrazione ha inizio già nello spappolamento, in quanto le lame, appositamente sagomate, favoriscono la separazione degli inchiostri e delle patine dalla fibre.

La disinchiostrazione avviene in particolari macchinari, che operano un gorgogliamento di aria in ambiente pressurizzato, consentendo di seperare gli inchiostri dalle fibre con prestazioni elevate. Per migliorare l'efficienza di tale procedimento, e allo stesso tempo garantire una maggiore igienicità e pulizia del prodotto, l'impasto viene precedentemente riscaldato ad una temperatura di circa 100° C.

La pulizia successiva viene effettuata sempre utilizzando sistemi fisici che sfruttano le differenze di peso specifico tra le fibre e le parti residue di inchiostro.

L'ultima fase prevede un "lavaggio" delle fibre, attraverso un'azione meccanica di centrifugazione. Le acque di lavorazione sono riutilizzate più volte e prima di essere scaricate e sono depurate con un autonomo impianto di trattamento.

I residui solidi scartati durante il processo sono invece riutilizzati in altre attività manifatturiere o come materiale di riempimento in opere di ripristino ambientale. Alla fine di tutti questi trattamenti, in base alla qualità della carta da macero utilizzata, l'impasto può arrivare ad avere un grado di bianco, un contenuto in ceneri (residui minerali) ed una pulizia paragonabili a quelli della pura cellulosa.

Fase 7: Formazione

L'impasto fibroso risultante dalle fasi precedenti, viene portato su una macchina continua, un macchinario che trasforma la sospensione fibrosa in un nastro di carta continuo. La polpa viene inserita in una cassa di flusso già addizionata di sbiancanti ottici e sostanze di cariche. Questo recipiente metallico ha la funzione di distribuire uniformemente e in maniera regolare la la



Cassa d'afflusso

sospensione sulla tela formatrice, di tipo sintetico. La tela formatrice ha il compito di far prendere una parte consiste di acqua al materiale, favorendo allo stesso tempo, l'unione tra le fibre di cellulosa. Tramite un sistema di depressioni, viene eliminata parte dell'acqua che viene raccolta e rimessa nuovamente nel circuito. A questo punto il foglio può essere staccato dal piano anche se contiene ancora il 60%/80% di acqua.

Fase 8: Presse



Rullo per la pressatura

Quando il foglio viene staccato dalla tela, questo viene posto su un feltro, un tessuto sintetico a nastro continuo. Il feltro è un materiale soffice e assorbente e permette al foglio di non disintegrarsi durante la fase di pressatura.

Le presse sono costituite da coppie di cilindri contrapposte che sono regolabili a seconda della pressione che si vuole esercitare sul foglio. Alla fine del processo è presente sul foglio il 55-65% di acqua.

Fase 9: Essicazione



Seccheria

Dopo le fasi di pressatura, il foglio viene asciugato mediante calore. La carta entra in un complesso di cilindri chiamato **seccheria**, avente la funzione di disidratare il foglio quali completamente. Con una percentuale di acqua finale del 5%.

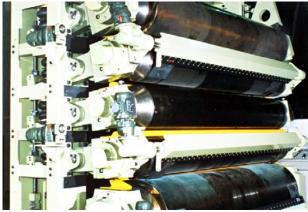
La temperatura deve mantenersi poco sopra i 100 °C, per far si che l'acqua si trasformi in vapore. Delle soffianti di aria calda eliminano il residuo di umidità ancora presente nelle maglie.

All'uscita dalla seccheria il foglio non ha ancora una superficie regolare, e la carta viene definita "naturale". Vengono in genere praticati ulteriori passaggi di raffinazione.

Fase 10: Calandratura e patinatura

La calandratura permette di correggere eventuali e piccole anomalie e aumentare il grado di lucido e liscio del foglio. Si effettua mediante dei rulli alternati che esercitano una pressione elevata e una microabrasione sul foglio, conferendo un aspetto satinato.

Nella *patinatura*, invece, viene conferito al foglio uno strato di patina, che ne aumenta le qualità (grado di bianco, durata maggiore e una superficie di stampa migliore). Lo strato è costituito



Macchina per la calandratura

principalmente da Caolino e Carbonato di calcio (CaCO3), a cui possono essere aggiunti ulteriori additivi. La patinatura può essere applicata a lama o a film. Nel primo caso la patina viene applicata e poi quella in eccesso viene raschiata, mentre nel secondo caso viene applicato uno strato dello spessore finale sul foglio.

À seguito di questa fase il foglio deve essere nuovamente trattato nella seccheria.

Al completamento del processo il foglio continuo viene arrotolato attorno ad un cilindro, creando la bobina del peso di diversi quintali.

Fase 11: Taglio e allestimento



Macchina bobbinatrice

Dopo delle analisi di controllo, la carta deve essere tagliata e avvolta a seconda delle esigenze del committente. Tramite un controllo elettrico il foglio viene tagliato cercando di sprecare il minor quantitativo di foglio, ottimizzando lo spazio.

Il rifiuto cartaceo

In genere ci sono sue conformazioni differenti: carta a rotolo e in formato, cioè in piano. Nel primo caso i fogli sono arrotolati con delle bobinatrici, mentre nel secondo caso una macchina a taglierina, ritaglia i fogli della forma richiesta³².

specifico dovuto agli scarti da pulper (ad esempio parti metalliche e plastiche) che vengono gestiti dal sistema di combustione.

Secondo un documento di Greenpeace Italia una tonnellata di carta riciclata consente di risparmiare (rispetto alla carta vergine) il taglio di 24 alberi, il consumo di 4.100 kWh di energia e di DI ENFRGIA E DI RISORSE 26 metri cubi di acqua, e le emissioni di 27 chili di CO233.

L'INDUSTRIA CARTARIA **È CARATTERIZZATA DA** UN ELEVATO CONSUMO **IDRICHE**

L'industria cartaria è caratterizzata da un elevato consumo di energia e di risorse idriche. Per questo motivo questo settore industriale, sta cercando di ottimizzare le risorse. Per le risorse idriche sono stati ottimizzati i processi per un ripiego in circolo dell'acqua con un sistema di filtraggio che ne elimina gli elementi contaminanti. In termini energetici sono stati sviluppati dei sistemi di cogenerazione energica tra ciclo continuo e centrali termoelettriche.

Per quanto riguarda gli output in uscita da una cartiera, un'azienda produce una ridotta tipologia di rifiuti classificabili come non pericolosi. I fanghi di cartiera, possono essere reimpiegati nello stesso ciclo produttivo per fare altra carta, oppure vengono utilizzati dalle industrie di laterizi, nei cementificazione, per i ripristini ambientali (come la copertura per le discariche) e nei conglomerato edilizi. Gli stessi fanghi se sottoposti ad essiccazione possono essere utilizzati per produrre energia elettrica contribuendo a favorire la richiesta energetica dell'azienda.

La produzione da macero comporta un rifiuto

³² Assocarta, Alla scoperta del pianeta carta, Progetto Scuola Piumetti Marco, Dispense del corso di "Processi di reimpiego e valorizzazione energetica", Politecnico di Torino, 2017 www.lucartgroup.com/index.php?id=99

³³ Greenpeace, La carta riciclata per proteggere le foreste, Greenpeace.it, 2013

Processo di artigianale e manuale

Nella produzione manuale della carta riciclata, si utilizzano come materia prima gli scarti casalinghi di carta e cartone, come ad esempio giornali, carta stampata o packaging.

Di seguito sono riportate le fasi di produzione della carta distinte tra il metodo artigianale, realizzato da mani esperte, e quello casalingo.

Prima fase: Preparazione delle carta



Macchina preparatrice

Nella prima fase della lavorazione, la carta di riciclo deve essere preparata prima di essere lavorata. Questa viene tagliata in piccole parti e ne vengono eliminate tutte le parti estranee alla materia da riciclare. In alcune lavorazioni, si preferisce lasciare in ammollo la carta per circa 12 ore per renderla più morbida e quindi più facilmente lavorabile. Altrimenti si passa direttamente alla fase dello spappolamento.

Seconda fase: La miscelazione e lo spappolamento



Miscelazione di acqua e polpa

A questo punto la carta è pronta per essere lavorata. A livello artigianale, la carta viene sminuzzata per creare una pasta piuttosto compatta. Nella pratica casalinga si utilizza in genere un mixer per creare una poltiglia più uniforme.

Successivamente viene diluito il composto

42

Il rifiuto cartaceo

con acqua in una vasca grande a sufficienza a contenere la miscela. I quantitativi di acqua e polpa dipendono dalla grammatura che si vuole dare al foglio.

Terza fase: Formatura del foglio



Formatura del foglio con il modulo di lavorazione

Lo strumento principale in questa fase, necessario per la produzione di carta sia essa derivante da fibre vergini o da carta riciclata, è il modulo di lavorazione. Questo è una sorta di telaio con una struttura composta da un *cascio*, la cornice esterna che da la forma al foglio, e la *forma*, un particolare setaccio composto da una rete di fili metallici che permette di filtrare le fibre e formare il foglio di carta. Con il telaio si preleva una determinata quantità di impasto che viene poi lavorata con dei movimenti attenti e sincroni in tutte e due le direzioni in modo da intrecciare le fibre e formare il foglio di carta. In questa fase il foglio è composto dal 90% di acqua.

Quarta fase: Distaccamento del foglio - Ponitura

Il foglio così ottenuto deve essere staccato dal modulo di lavorazione e spostato su un piano. Nella pratica artigianale il foglio si trasferisce su dei feltri, un tessuto sintetico che permette di assorbire acqua senza disperderla, disposto sullo strumento di *ponitura*. Questo strumento ha una forma definita a "schiena d'asino", ovvero ricurva. Applicando una pressione decisa e continua sul



Distacco del foglio dal modulo di lavorazione

telaio posto sullo strumento di ponitura, il foglio si stacca dal retino e si trasferisce sul feltro.

A livello casalingo questa fase si effettua su dei panni asciutti su cui si appoggia il telaio della parte della polpa. In questa pratica per facilitare il distacco viene eliminata l'acqua in eccesso tramite una spugna. Eliminata tutta l'acqua il telaio deve essere staccato molto delicatamente dal foglio.

Quinta fase: Pressa



Pressa manuale

In questa fase si cerca di eliminare circa il 50% di acqua dal foglio. Nell'artigianato, un gruppo di fogli, chiamato posta, si comprime tramite una pressa idraulica, che eliminando l'acqua, rende il foglio manipolabile.

Sesta fase: Asciugatura



Stendaggi

La fase di asciugatura è la più lunga di tutto il processo. Si lascia asciugare la carta all'aria con un tempo che va dalle 8 alla 12 ore, a seconda dell'umidità della stanza. In alcuni casi i fogli si lasciano negli "stendaggi", cioè appesi in grandi locali dove la circolazione dell'aria, alla temperatura ambiente, ne completa l'asciugatura. Una volta asciugata all'aria la carta presenta circa il 5% di umidità e deve essere ripressata per ovviare al restringimento della fibra e al conseguente accartocciamento del foglio.³⁴

Settima fase: Rifinitura

L'operazione di collatura, che si pratica con un bagno di gelatina animale, rende l'interno dei fogli impermeabile agli inchiostri e assicura una lunghissima conservazione nel tempo. A questo punto la carta è pronta per l'essiccazione definitivo che ha luogo nuovamente nello stendaggio. Infine si eseguono le operazioni di allestimento, con le quali la carta viene "rifinita" attraverso la "scelta", "contatura", "pressatura", "satinatura", "impaccatura" e "stagionatura" a magazzino³⁵.

³⁴ www.museocartamele.it/?page_id=1393

 $^{35\} www.museodellacarta.com/docs/lacarta/lacartaamano.$ asp

www.leonardo.tv/articoli/come-si-realizza-carta-artigianale-di-fabriano/



Caso studio: Cartiera Cassina, Pinerolo (TO)

Storia della Cartiera Cassina



Cartiera Cassina, 1902

L'industria più antica del pinerolese è quella della carta, vi è prova certa della presenza di cartiere a Pinerolo almeno fino dal 1370. La più importante di tali cartiere fu quella del Malanini presente fin dal 1400. Dopo diversi cambi di proprietà la cartiera passò nel 1869 in mano alla ditta Lebon-Cassina.

Nel 1900 lo stabilimento di Francesco Cassina venne acquisito dal figlio Enrico e nel 1941 dai nipoti Franco e Luigi. Lo stabilimento venne ulteriormente ampliato negli anni '50 a cui fecero seguito profonde modifiche al ciclo della lavorazione, sempre mantenendosi nel campo

delle carte e dei cartoni da impacco ed imballo.

Negli anni '60-'70 venne realizzato un nuovo fabbricato a cui seguirono ulteriori modifiche¹. Attualmente in cartiera, partendo da materie prime legate al recupero e riciclo di materiale cartaceo, si producono carte per l'industria del cartone ondulato.

Negli anni la cartiera ha fatto alcune modifiche a livello di macchinari, investendo su un processo sempre più automatizzato. Il sig. Cassina confessa però che l'apporto umano in un'industria è sempre necessario, egli spiega: "Le macchine non hanno la stessa sensibilità della mano umana, ecco perchè per noi il controllo manuale è fondamentale".

CONSIGLIO PROVINCIALE DELL'ECONOMIA CO	
The state of the s	Dott. Rag. Oreste (
203678 Denuncia di Società per Azioni	1 8 NOV 18
xX sottoscrittd CASSINA FRANCO & CASSINA LUIGI for Enrico (Copona une + patential) alità di legale rappresentante dichiara che con atto in data 21/8	/
notaio Poet Luigi si è costituita in Pinerolo	
orino via Sommariva N. 3	la Società per A
la ragione	

1 www.cartierecassina.com/la-storia

Grazie anche ai nuovi investimenti delle nuove Internet company sugli imballaggi, come quelli effettuati da Amazon² (che richiede scatole di ogni tipo e dimensione), la cartiera Cassina ha aumentato notevolmente la sua produzione trovando acquirenti nuovi.

La cartiera, come altre cartiere italiane, lavora sotto la supervisione di Comieco. Questo ente, come abbiamo già descritto nei capitoli precedenti, si occupa di gestire i rifiuti cartacei prodotti in Italia, facendoli viaggiare da una regione all'altra

I RIFIUTI CARTACEI SARDEGNA E DALLA **CAMPANIA**

per dargli una seconda vita. Alla cartiera Cassina, PROVENIENTI DALLA che come abbiamo già detto è sita a Pinerolo, rifiuti spettano cartacei provenienti

dalla Sardegna e dalla Campania, in particolare Benevento; solo una piccola percentuale di rifiuti provenienti dalla città di Pinerolo arrivano in cartiera (in particolare i cartoni provenienti dai negozi), tutto il resto viene spedito a Milano. Si vengono a creare così filiere lunghe di produzione che obbligano i produttori ad acquistare la materia prima da regioni molto lontane. I signor Cassina, storcendo un po' il naso, ci ha spiegato che le lunghe filiere che si creano sono dovute alla mancanza di cartiere nelle regioni meridionali. nuove normative, le cartiere, non Con le possono acquistare rifiuti cartacei da privati ma solo da rivenditori che prima ne devono fare un trattamento. Solitamente i rivenditori eliminano le parti grossolane, che non sono di materiale cartaceo, e imballano i rifiuti.

Vedremo nei capitoli successivi come lavora la cartiera, come gestisce il rifiuto cartaceo, come lo trasforma e quali sono gli scarti che produce.



Cartiera Cassina, vecchio stabilimento

Processo produttivo

Nel capitolo 2 abbiamo descritto le due diverse tipologie possibili di processo per la produzione di carta riciclata: industriale e manuale.

Nell'azienda Cassina viene seguito un tipico processo industriale, come quello descritto nel capitolo precedente, con qualche differenza. Reputiamo quindi necessario riportare le fasi del processo che abbiamo potuto osservare all'interno della cartiera durante la nostra visita.

Fase 1: La carta



Cartiera Cassina, stoccaggio rifiuti

All'azienda arriva la carta, derivante dalla raccolta differenziata, in balle pressate dalla piattaforma di

distribuzione. Si potevano distinguere due tipi di scarti: il primo quello comune, proveniente dalla raccolta differenziata casalinga; il secondo invece comprendeva imballi realizzati esclusivamente con cartone proveniente dalla raccolta commerciale. La carta era stoccata all'esterno dell'azienda e divisa a seconda delle tipologie di scarto. Gli operatori eliminano gli imballi prima di conferire i rifiuti all'interno del processo mantenendo sempre separate le due tipologie di scarto. Era evidente la mancata selezione degli scarti prima dell'arrivo in cartiera: buste e flaconi di plastica si trovano insieme a fogli e imballaggi, pronti per essere inseriti nel pulper.

Fase 2: Pulper

Attraverso una finestra, una ruspa con un braccio a pinza, realizzato ad hoc, inserisce la carta nel pulper. L'azienda prepara la polpa inserendo prima la carta comune e successivamente il cartone, utilizzato come rimpolpante per migliorare il prodotto finale. Il rapporto di acqua-polpa è di 97%-3%. Nella cartiera, viene utilizzato un pulper a bassa densità ad asse verticale, con una lama bassa ed una superficie grigliante forata.



Cartiera Cassina, immissione della carta nel pulper

Insieme alla carta viene inserita l'acqua, proveniente dall'acquedotto e dal processo di depurazione sito nell'azienda. Il processo produttivo di una cartiera necessita di notevoli quantità di acqua e, proprio per questo, l'azienda filtra e depura l'acqua di risulta del processo produttivo in modo da poterla riutilizzare più e più volte. A questo punto il pulper spolpa tutta la carta trasformandola in poltiglia.

La polpa, attraverso un condotto, viene portata in una vasca di raccolta sotterranea. Durante tutto il suo percorso, la polpa, incontra dei filtri sempre più fini che ostruiscono il passaggio di detriti estranei alla lavorazione.

Fase 3: Depurazione dell'impasto



Cartiera Cassina, denuratore

Il primo strumento di depurazione dell'impasto è un sistema "a filtraggio per scarti pesanti". Questa macchina prevede un processo di separazione basato sul peso specifico, che separa le parti più pesanti dell'impasto.

Successivamente utilizzate vengono delle macchine di depurazione "a ciclone", costituite da un cono rovesciato in cui viene pompata la polpa. Questa particolari macchine sono presenti in tutto il processo, raffinano la polpa eliminando parti estranee. I "cicloni" sfruttano il movimento centrifugo dell'acqua, generato dal pompaggio, che trattiene le particelle leggere della polpa in superficie, lasciando cadere verso il basso le particelle più pesanti. In questo modo vengono eliminati i contaminanti più piccoli che non sono stati trattenuti dai filtri presenti all'inizio del processo.

Questa attenzione al filtraggio e alla depurazione della polpa è dovuta all'alta percentuale di contaminanti presenti nei rifiuti, sono dunque dei passaggi fondamentali per la buona riuscita del prodotto.

Fase 4: Raffinazione



Cartiera Cassina, raffinatori

A valle del processo di depurazione, la polpa passa attraverso una serie di raffinatori, dove dei dischi rotanti tagliano le fibre rendendole più lunghe e flessibili.

Fase 5: Formatura



Cartiera Cassina, cassa d'afflusso della macchina continua

Alla fine di questi processi la polpa è pronta per essere stesa. La polpa viene inserita nella macchina continua tramite una cassa d'afflusso che la spruzza, tramite degli ugelli, su una tela formatrice che viaggia a una velocità di circa 145km/h; un labbro a regolazione millimetrica distribuisce la polpa in maniera uniforme sulla tela. Questa particolare tela formatrice è composta da una serie di strati: la superficie a contatto con l'impasto ha una maglia molto fine, mentre quella sottostante presenta una maglia più grossolana, perfetta per migliore lo scarico dell'acqua. è realizzata con il filo per il senso di marcia fatto di materiale con poco attrito. La struttura che sostiene la tela formatrice è composta essenzialmente da due parti che hanno lo scopo di eliminare l'acqua in eccesso durante la prima fase di formazione. La prima parte fa colare l'acqua per forza di gravità ed è costituita da lamelle con una particolare sezione, poste in batteria. La forma della lamelle permette all'acqua di defluire più facilmente. Nella seconda parte, invece, un sistema di risucchio riesce a eliminare buona parte dell'acqua presente nella polpa. Durante queste due fasi di eliminazione dell'acqua, la macchina rifila il foglio ad una dimensione di circa 2,5 m. A questo punto il foglio si stacca dalla tela formatrice per spostarsi su una serie di rulli. La tela formatrice viene poi risciacquata con acqua pulita per evitare la formazione di grumi nel susseguirsi delle lavorazioni.

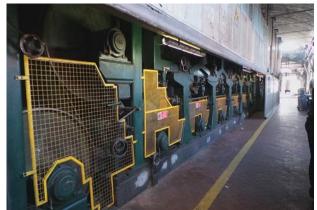
Fase 6: Presse



Cartiera Cassina, pressa

Il foglio viene pressato da dei rulli rivestiti in feltro, che assorbono ulteriormente l'acqua del foglio.

Fase 7: Essicazione



Cartiera Cassina, tunnel di essicazione

Il foglio, a questo punto, entra nel processo di essiccazione. L'azienda utilizza una serie di rulli riscaldati a diverse temperature, che vanno da 150/180 gradi nella prima fase, fino a 200/230 nell'ultima fase del processo. Un sistema elettronico controlla la grammatura del foglio e la sua uniformità, segnalando gli eventuali errori con dei livelli a semaforo. Producendo carta di ultimo livello, l'azienda non pone troppa attenzione a minimi livelli irregolari del foglio. La macchina si arresta solo in presenza di errori di alta importanza rilevati dal sistema elettronico.

Fase 8: Bobinatura



Cartiera Cassina, bobinatore

All'uscita del tunnel di essiccazione, la carta è pronta per essere bobinata su anime in metallo. La formazione del foglio avviene in pochi minuti grazie alle alte velocità, la carta viaggia ad una velocità di circa 145 km/h.

Fase 9: Misurazione della grammatura



Cartiera Cassina, misurazione della grammatura tramite la bilancia manuale

Per ogni bobina viene misurata la grammatura della carta. Oltre la misurazione elettronica automatica, un addetto misura con una bilancia manuale la grammatura della carta. Questa bilancia è tarata sulla specifica dimensione del foglio e fornisce immediatamente il valore di grammatura senza che sia necessario svolgere ulteriori calcoli.

Fase10: Ribobinatura



Cartiera Cassina, creazione della bobina finale

La bobina viene staccata dalla macchina continua e ri-bobinata con un'altra macchina. Qui l'avvolgimento del foglio viene controllato a "vista" da un addetto, che verifica la presenza di eventuali errori della carta. Nel caso in cui sia stata rilevata la presenza di imperfezioni, l'avvolgimento del foglio viene bloccato, la carta viene tagliata dove si è rilevato l'errore e viene fatta un'aggiunta con altra carta. Tutto questo processo viene eseguito a mano dagli addetti.

Solo in caso di richieste particolari da parte del committente, la bobina può essere tagliata dell'altezza richiesta. Questo processo deve essere effettuato in maniera molto precisa e attenta per non rischiare di rovinare il foglio durante il taglio. Alla fine della ribobinatura, la bobina viene chiusa e sopra ad ognuna viene segnata la grammatura del foglio con un timbro ad inchiostro. Questa operazione viene fatta ancora manualmente, e l'addetto alla ribobinatura, "firma" le sue bobina con una sigla.

Fase 11: Immagazzinamento

La bobina viene imballata e trasportata su una bilancia per essere pesata, anche il peso viene impresso sulla bobina tramite un timbro. Infine le bobine vengono stoccate nel magazzino.

Acqua



Cartiera Cassina, sistema di depurazione dell'acqua

L'azienda attinge l'acqua, utilizzata nel processo di lavorazione, da pozzi e dal processo stesso. L'azienda, infatti, utilizza un sistema di depurazione per filtrare l'acqua di processo. Con un sistema a soffiaggio, il depuratore elimina le parti estranee in salite in superficie e rimette l'acqua depurata nel ciclo.

Secondo le normative italiane, l'azienda pratica delle analisi sulla parte di acqua che deve essere smaltita nella fogna comunale (BOD5, COD, Solidi Totali).

Scarti



Cartiera Cassina, smaltimento carta da rifilo

Il processo produttivo produce differenti tipologie di scarti, a seconda del livello di depurazione. I primi output sono gli scarti estranei che non vengono spappolati dal pulper, come parti dure, plastica o grossi elementi.

Gli altri scarti provengono dai sistemi di filtraggio presenti nel processo, che contengono tutte le parti più piccole estranee alla carta. In particolare alla fine di tutto il processo si ottiene una sabbia molto fine, proveniente dai sistemi a ciclone.

Tutti questi scarti non possono essere riciclati e sono destinati ad essere smaltiti nell'inceneritore. La carta di rifilo della "macchina continua" invece, non viene trattata come scarto, viene infatti introdotta nuovamente nel ciclo.

Criticità

La visita alla Cartiera Cassina è stata molto utile al fine di entrare nel dettaglio della produzione di carta riciclata. Aver visto da vicino la produzione di carta ci ha aiutate a comprendere meglio alcune parti del processo, spesso spiegate in maniera vaga o di difficile comprensione sulla letteratura. Il sig. Cassina ci ha permesso di entrare nel dettaglio in molte fase del ciclo di produzione e le sue spiegazioni sono state del tutto esaustive.

In questa ultima parte del capitolo sull'esperienza in cartiera, riteniamo importante soffermarci su due aspetti che ci hanno fatto riflettere molto: la distribuzione dei rifiuti coordinata da Comieco e la presenza massiccia di elementi contaminanti non cartacei gettati nella raccolta differenziata della carta.

Il motivo principale per cui Comieco si trova a dover creare delle filiere molto lunghe di raccolta, distribuzione e riciclo dei rifiuti è dovuta molto spesso alla mancanza di cartiere attive in alcune regioni italiane, soprattutto nel sud Italia. In questo modo i rifiuti viaggiano da una regione all'altra per essere smaltiti o riciclati. Purtroppo



Cartiera Cassina, Pinerolo

però in questo modo le imprese, come succede alla cartiera Cassina, sono obbligate a ricevere rifiuti da altre regioni non potendo attingere da quelli generati dalla città in cui la cartiera è insediata. Il Sig. Cassina si è soffermato molto a parlarci della gestione dei rifiuti e su cosa questa comporti, era piuttosto amareggiato dal fatto che non potesse attingere ai rifiuti urbani della città di Pinerolo.

"Se questo fosse possibile" egli spiega "si ridurrebbero notevolmente i costi dei rifiuti, la carta non viaggerebbe da una città all'altra e ci sarebbe sicuramente una valorizzazione del territorio".

Abbiamo parlato capitoli precedenti nei dell'attenzione necessaria durante le operazioni quotidiane di riciclo. In cartiera è risultato evidente come ci fosse una scarsa attenzione al riciclo da parte degli utenti. Tra il materiale stoccato all'esterno della cartiera era facile individuare: scatolette di tonno, buste di plastica, palline di polistirolo, materiali plastici, vetro e tanti altri elementi estranei al rifiuto cartaceo. E' proprio per questo motivo che nella nostra tesi abbiamo dato molta importanza alla sensibilizzazione degli utenti. E' necessario, se non indispensabile, che la popolazione sia consapevole di quello che comporta la scorretta differenziazione dei rifiuti. Nel caso della cartiera, i rifiuti non cartacei vengono filtrati durante tutto il processo, per non inquinare il prodotto finale, ed infine espulsi. Diventano quindi un nuovo scarto che l'azienda deve smaltire come rifiuto speciale. Il sig. Cassina ha affermato che la percentuale di scarto asciutto

SCARTO ASCIUTTO NON CARTACEO È PARI A CIRCA IL 13,5%.

non cartaceo è pari a circa il 13,5%.

Purtroppo nel nostro progetto

non possiamo intervenire attivamente sulla distribuzione dei rifiuti effettuata da Comieco, ma possiamo intervenire sulla sensibilizzazione degli utenti. Vorremmo in qualche modo ridurre quelle percentuali di scarto che non possono essere smaltite dalle aziende di riciclo e che,

inevitabilmente, diventano un nuovo rifiuto non più riciclabile. Vorremmo impegnarci a far diventare partecipe l'utente nel riciclo in modo da permettergli di capire quali sono le conseguenze negative di un cattivo riciclo. Vedremo nei capitoli successivi quali sono le nostre intenzioni progettuali a questo proposito e come queste sono state sviluppate.



04 L'utente

Gestione della raccolta differenziata

In questo quarto capitolo ci sposteremo da quella che è stata fino ad ora una panoramica generale sullo scenario del nostro progetto, a una dimensione più specifica che fa riferimento al nostro ambito di progetto: la casa.

Si è parlato molto nei capitoli precedenti di quello che succede ai rifiuti una volta che vengono portati fuori dalla casa, ma non ci siamo ancora soffermati su quello che è l'attore principale di tutto il ciclo di produzione e raccolta dei rifiuti: il consumatore. Sono i consumatori che danno vita al processo di riciclo, acquistano oggetti che un giorno o l'altro diventano rifiuto e dunque responsabilità delle attività competenti al recupero e al riciclo. In casa, è proprio il consumatore che si deve occupare di separare correttamente i rifiuti in modo da ottimizzare al meglio il processo di riciclo.

In Italia ci sono diverse tendenze sul comportamento dei consumatori, che dipendono anche e soprattutto dalla tipologia di raccolta differenziata che viene effettuata nella città di residenza. Come abbiamo già visto nei capitoli precedenti, esistono diversi tipi di raccolta e, a seconda della tipologia, ci si deve comportare in maniera diversa. In alcuni casi i consumatori si trovano a dover cambiare alcune abitudini di

raccolta per andare incontro a quelle dettate dal comune di residenza.

R i m a n e n d o in ambito di rifiuto cartaceo, Comieco ha dichiarato, nel 22° Rapporto di raccolta, riciclo, e recupero di carta e cartone 2016 effettuato



nel giugno 2017, che nel 2016 ogni abitante ha raccolto in maniera differenziata 53,1 kg di carta e cartone.

In totale sono state raccolte 102.000 t in più del 2015, e sembra che questo dato ogni anno tenda ad aumentare¹. I dati forniti da Comieco sembrano indicare una tendenza in crescita negli anni, questo è indice di migliore comunicazione e migliore sensibilizzazione da parte degli utenti.

Per procedere con la nostra analisi, abbiamo ritenuto necessario capire meglio come questi utenti-consumatori, si rapportano con i rifiuti e

¹ comieco.media.mweb.pro/allegati/2017/6/22mo_rapporto_web_166168.pdf

60 L'utente

qual'è il loro comportamento a riguardo.

Il primo mezzo che abbiamo utilizzato sono stati i social networks. La pagina ufficiale del Consorzio Comieco² su Facebook, propone ai suoi followers video e questionari informativi che riguardano la raccolta differenziata della carta. Ci siamo soffermati sui commenti che gli



utenti hanno lasciato sotto questi post, per capire come un cittadino medio si approccia alla raccolta differenziata. Scorrendo velocemente i post ci si rende subito conto di una confusione generale e di un malcontento generato soprattutto dalle differenti modalità di smaltimento tra comune e comune. I post diventano luogo di scambi informativi in quanto ogni utente propone le proprie teorie sui vari argomenti proposti.

Un post del Consorzio Comieco che riteniamo utile analizzare, è datato 27 febbraio 2018, dove viene proposto un questionario sul riciclo corretto di fazzoletti e tovaglioli. Questo è un caso limite e infatti nei commenti si riscontra una confusione generale. E' evidente come i consumatori non siano sicuri sul corretto comportamento da seguire in casi come questo, dove i tovaglioli, ad esempio, hanno tre destinazioni diverse a seconda del loro stato o della loro composizione (cioè umido, indifferenziato o carta).

Questo caso è un chiaro esempio di come la comunicazione sulle modalità di riciclo debba essere il più trasparente possibile e meno articolata.

Comieco ha anche proposto ai propri consumatori un test da fare sul loro sito ufficiale chiamato "Che riciclatore sei", in cui vengono proposte una serie di domande che riguardano il comportamento dell'utente nei confronti della raccolta differenziata in generale.

A seguito della pubblicazione di questo test sulla pagina facebook molti utenti hanno lasciato i propri commenti, indicando i loro risultati. I commenti di due persone in particolare ci hanno permesso di individuare subito due tipologie di riciclatore. Nel primo commento un utente evidenzia che sarebbe utile ricevere uno sconto in bolletta a seguito della pratica della raccolta differenziata. Un secondo utente, invece, specifica che la sua mania per il riciclaggio derivi dal rispetto dell'ambiente. Ci troviamo davanti a due differenti atteggiamenti nei confronti del riciclo, entrambi molto comuni, che evidenziano una propensione al riciclo molto differente e con

³ www.comieco.org/mese-del-riciclo-di-carta-e-cartone/quiz-che-riciclatore-sei/

degli scopi finali diametralmente opposti. Da una parte c'è la necessità di un compenso o di un premio a seguito di un atto dovuto, dall'altra c'è una necessità più alta che non pretende niente in cambio e nessun merito.

Ci sono molte pagine facebook dedicate al riciclo dove utenti di tutta Italia si scambiano nozioni e informazioni. Avendo però riscontrato la



necessità di analizzare in maniera più sistematica e precisa gli utenti e non avendo trovato altre informazioni soddisfacenti su internet, abbiamo deciso di utilizzare un questionario per intervistare i consumatori. Nel capitolo successivo verrà spiegato come si articola il questionario e qual'è il suo scopo.

Nonostante le nostre basse aspettative, il questionario si è rivelato molto utile a definire un andamento generale degli utenti, lasciando loro spazio di partecipazione attiva. Molto soggetti hanno voluto dare il loro punto di vista su alcuni aspetti, altri hanno semplicemente condiviso delle esperienze.

Questionario "Riciclo della carta in casa"

Dal momento che, come già detto in precedenza, in rete e tramite un'intervista telefonica alla Comieco non siamo riuscite a trovare informazioni utili e specifiche sulle abitudini degli utenti riguardo il riciclo e la raccolta dei rifiuti, abbiamo deciso di creare un questionario tramite l'applicazione "Moduli Google" proponendo domande specifiche secondo le nostre esigenze di ricerca.

Volendo indagare più in profondità le idee ed abitudini dei consumatori riguardo al riciclo/riuso dei prodotti, abbiamo deciso di focalizzare la nostra analisi inizialmente sui loro diversi atteggiamenti nei confronti della raccolta differenziata e, successivamente, spostando l'attenzione sul rifiuto cartaceo.

La volontà è quella di conoscere quali sono i diversi comportamenti degli utenti all'interno della casa, quanto questi si interessino alla raccolta differenziata e quanto siano attivi nel farla. Alcune domande sono state pensate in modalità "aperta" in modo da permettere ai soggetti di scrivere liberamente la loro esperienza senza essere influenzati da rispose preimpostate. Questa soluzione ha avuto molto successo, gli utenti sono risultati interessati all'argomento e, in molti casi, hanno voluto esprimere il loro punto di vista.

Il questionario è stato diffuso tramite condivisione

sui social network e tramite il "passa parola". L'indagine ha raccolto un totale di 458 risposte complessive.

I dati sono analizzati e sintetizzati tramite grafici a torta, istogrammi e grafici a barre, che riportano i risultati delle risposte alle domande in termini percentuali e numerici.

DOMANDE GENERALI

Età



La fascia di età tra i 30 e i 50 anni è quella maggiormente rappresentata (38%). In ordine decrescente nelle altre fasce troviamo tra i 18 e i 30 anni (29%), tra i 50 e i 65 anni (26%), più di 65 anni (4%) e infine meno di 18 anni (3%).

► Area geografica

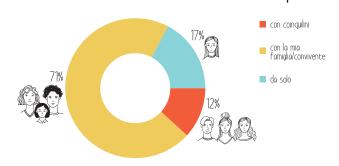
Le risposte al questionario provengono da buona parte delle regioni Italiane: Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Marche, Lazio, Molise, Campania, Basilicata, Puglia, Sardegna. La



maggior parte degli individui che ha preso parte al sondaggio appartiene al Piemonte (257 persone), alla Puglia (72 persone) e alla Toscana (63 persone). Ritroviamo anche qualche risposta da una piccola componente estera composta da 4 persone provenienti da Francia, Svizzera, Polonia e Svezia.

Con chi vivi?

Ai soggetti è stato chiesto di dichiarare con chi vivono in casa. Le possibilità di scelta erano tre: con la mia famiglia/convivente, da solo, con coinquilini. La maggioranza degli utenti ha dichiarato di vivere in casa con famiglia o conviventi (71%).

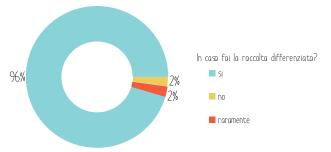


PRIMA SEZIONE : RICICLO DEI RIFIUTI GENERALE

► Raccolta differenziata

La prima domanda inerente all'argomento riguarda la raccolta differenziata. E' stato chiesto ai soggetti di dichiarare se praticano, praticano raramente o non praticano la raccolta differenziata.

Com'era nelle nostre aspettative la risposta più selezionata è stata quella affermativa dal momento che in quasi tutte le città italiane è diventato obbligatorio praticare la raccolta differenziata. Solo 11 persone hanno risposto "raramente" e 10 persone hanno risposto "no".



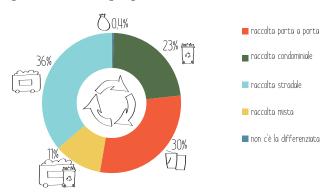
Si è inoltre fatta un'analisi incrociando i dati relativi alle età e all'impegno nel fare la raccolta differenziata. Nella tabella che segue vengono individuati attraverso dei numeri il quantitativo di persone che, rispetto a ogni fascia, pratica, non pratica o pratica raramente la raccolta differenziata.

64 L'utente

In casa fai la raccolta differenziata?	SI	NO	RARAMENTE	tot
B meno di 18	14		1	15
tro 18 -30 ami	125	5	4	134
💇 tra 30 - 50 ami	166	Ц	4	174
tra i 50 - 65	116		2	118
più di 65	16	1		17
tot	437	10	11	458

Che tipo di raccolta differenziata applica la tua città?

Successivamente è stata fatta una domanda riguardante la tipologia di raccolta differenziata presente nel proprio comune di residenza.



Abbiamo dato la possibilità di selezionare più di una risposta dal momento che molte città prevedono più tipologie di raccolta differenziata. Come si vede dal grafico a torta la maggior parte delle città applica un metodo di raccolta stradale (36%) o porta a porta (30%). Il 23% dei rispondenti vede applicata nella città e/o quartiere, la raccolta condominiale. L'11% dichiara che nella città sono presenti raccolte miste e infine solo lo 0,4% sostiene che nella città e/o quartiere di residenza non ci sia raccolta differenziata.

Abbiamo inoltre incrociato questo dato con la provenienza dei soggetti. In particolare abbiamo analizzato le tre regioni con più risposte: Piemonte,

 Toscana, Puglia. Risulta evidente come la raccolta stradale sia più presente nelle regioni del Nord dove, come vedremo nel paragrafo successivo, si fa la raccolta differenziata da più di 10 anni. Nelle altre due regioni è più presente la raccolta "porta a porta". Questo tipo di raccolta riesce a far avvicinare molto di più gli utenti all'ottica di riciclo dei materiali. Con questa tipologia, infatti, gli utenti sono costretti a rispettare delle regole e delle tempistiche precise di riciclo, cosa che con la raccolta stradale non avviene.

Se la risposta alla prima domanda della sezione "In casa fai la raccolta differenziata" è stata "si" o "raramente" si procedeva con il questionario, e si veniva sottoposti alle altre domande.

Ai soggetti che rispondevano in maniera negativa, alla fine della sezione, veniva sottoposta un'ultima domanda prima di concludere il questionario. La domanda, a risposta libera breve, era: "Perchè non fai la raccolta differenziata?" le risposte sono state:

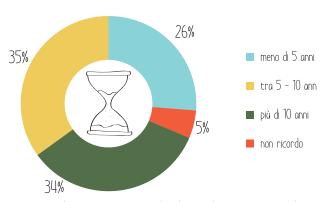
- Non è obbligatoria nel mio quartiere
- Perchè il condominio non è dotato
- Non è presente nel mio quartiere
- Inutile poichè solo il 20% viene effettivamente riciclato
- Non sono ben educata
- Perché non ho posto in casa
- Perche in centro non capisco bene come farla, alla fine tutto si mischia
- Non è ancora obbligatoria

Abbiamo ritenuto utile chiedere ai soggetti il motivo della mancata differenziazione dei rifiuti. Le risposte sono state del tutto inaspettate. Quella che crediamo essere la più particolare è la quarta che può denotare una cattiva informazione sull'importanza della raccolta differenziata e sul riciclo dei rifiuti.

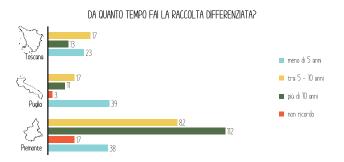
SECONDA SEZIONE : RICICLO DEI RIFIUTI

Da quanto tempo fai la raccolta differenziata? In primo luogo abbiamo fatto un'analisi sommaria che vede la maggioranza dei soggetti praticare la raccolta differenziata tra i 5 e i 10 anni (il 35% del totale, 156 persone). A seguire abbiamo il 34% (150 persone) che hanno selezionato l'opzione "più di 10 anni", il 26% (117 persone) hanno selezionato "meno di 5 anni" e infine solo il 5% (23 persone) hanno selezionato l'opzione "non ricordo".

TEMPO RACCOLTA DIFFERENZIATA



Per analizzare più nel dettaglio questo dato ci è sembrato utile incrociare le risposte alla domanda, analizzata sopra, con la provenienza dei soggetti. In questo modo è risultato evidente che la raccolta differenziata è presente da più di 10 anni in maggioranza nelle regioni del Nord (in particolare il Piemonte che è anche la regione da dove provengono la maggioranza dei soggetti). In tutte le altre regioni prevale la risposta "meno di anni" che denota una recente avvicinamento alle politiche di sostenibilità ambientale e di riciclo dei rifiuti. E' anche per questo motivo che come segnalato nel paragrafo precedente è più presente la raccolta differenziata "porta a porta" nelle regioni in cui la sensibilizzazione al riciclo è recente.



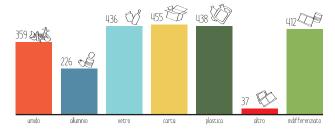
▶ Quale di queste tipologie di raccolta differenziata pratichi?

E' stato chiesto agli utenti di selezionare, tramite una selezione multipla, le tipologie di raccolta che vengono fatte. Nel questionario erano proposte le seguenti opzioni: umido, carta, plastica, vetro, alluminio. E' stata inserita anche l'opzione "altro" che permetteva all'utente di inserire altre tipologie di raccolta.

Di seguito il grafico rappresenta la tendenza delle risposte; è evidente come la carta sia il materiale più riciclato. L'alluminio è stato, invece, il meno selezionato.

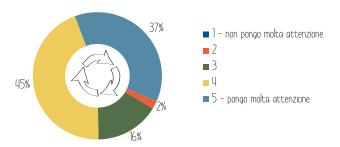
Nell'opzione "altro" sono emerse altre tipologie di raccolte. Molte sono in comune tra più utenti. Le più frequenti: RAEE, oli esausti, batterie, farmaci scaduti, sfalcio e verde.

QUALE DI QUESTE TIPOLOGIE DI RACCOLTA DIFFERENZIATA PRATICHI?



Per questa domanda si è deciso di utilizzare una risposta con scala numerica da 1 a 5. L'1 rappresenta "non pongo molta attenzione" fino ad arrivare al numero 5 che sta per "pongo molta attenzione". La maggior parte della popolazione intervistata

QUANTO SEI ATTENTO A PRATICARE IL CORRETTO RICICLO?

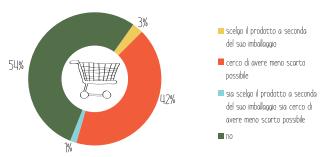


si ritiene attenta nel praticare correttamente la raccolta differenziata con livello medio-alto: i

66 L'utente

punteggi 4 e 5 raccolgono rispettivamente il 45% e il 37% delle risposte. È da notare che solamente il 18% non si ritiene attento al corretto riciclo. Abbiamo infatti il 16% che si è individuato nel punteggio 3 e solo il 2% nel punteggio 2. Il valore più basso non è stato selezionato da nessun utente.

Durante i tuoi acquisti fai attenzione alle tipologie di imballaggi dei prodotti?

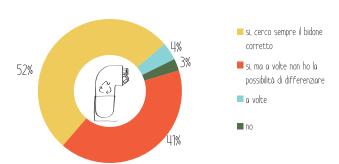


Successivamente è stata posta una domanda riguardante l'attenzione nei confronti degli imballaggi durante gli acquisti. La risposta era multipla. Come si vede dal grafico la risposta più gettonata è stata "no" (54%). Il 42% sostiene di comprare in ottica di un minor scarto possibile, il 3% sceglie i prodotti a seconda degli imballaggi. Il restante 1% sostiene di scegliere i prodotti a seconda dell'imballaggio e di avere meno scarto possibile durante gli acquisti.

Fuori di casa sei attento al riciclo?

E' stata anche indagata l'attenzione degli utenti nel corretto riciclo quando si trovano fuori da casa. Sorprendentemente il 52% sostiene di cercare sempre il bidone corretto dove differenziare.

FUORI DI CASA SEI ATTENTO AL RICICLO?

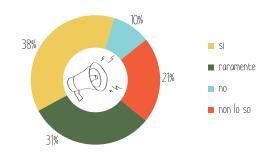


Un'altra buona fetta costituita dal 41% dice di essere incline a praticarla ma molto spesso non trova i bidoni dove poter differenziare. Solo il restante 7% sostiene di fare attenzione raramente o di non farne proprio.

Quanto è sensibile la tua città alla raccolta differenziata? Vengono eseguite delle campagne di sensibilizzazione?

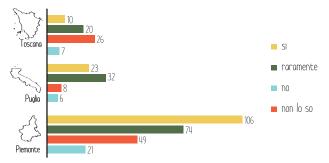
Abbiamo voluto indagare anche sulla differenziata sensibilizzazione alla raccolta presente nelle varie città. Una parte dei soggetti (38%) sostiene che nelle città sia presente una forte sensibilizzazione anche grazie a campagne pubblicitarie. Il 31% sostiene che si effettuino sensibilizzazioni solo raramente, il 21% non è a conoscenza di questo argomento, e infine solo il 10% ha risposto negativamente.

VENGONO ESEGUITE CAMPAGNE DI SENSIBILIZZAZIONE AL RICICLO NELLA TUA CITTÀ?



Abbiamo ritenuto interessante incrociare i dati sulla sensibilizzazione con le regioni di provenienza degli utenti. Ci è sembrato importante capire se ci sono differenze sostanziali tra Nord, Centro e Sud Italia. Sono state prese in considerazione le tre regioni che presentavano più utenti. Nella regione del Nord (Piemonte) risulta evidente l'attiva predisposizione da parte delle città alla sensibilizzazione sulla raccolta dei rifiuti. Nel Centro abbiamo pareri discordanti che vanno tra il "non lo so" e il "raramente". Infine al Sud la maggioranza dei soggetti ha sostenuto che solo raramente vengono effettuate campagne di sensibilizzazione, qualcun altro invece sostiene che ce ne siano. Crediamo che l'eterogeneità di queste risposte dipende dal luogo di residenza dei soggetti. Nell'analisi iniziale riguardo la città di provenienza sono emerse sia le grandi città che quelle più piccole. E' più facile che campagne di sensibilizzazione vengano fatte nelle grandi città piuttosto che nei paesi più piccoli. E' anche probabile che la sensibilizzazione vanga fatta maggiormente in città dove viene praticata la raccolta stradale dal momento che, attraverso questa modalità, non si è in grado di controllare il comportamento di ogni singolo utente nei confronti della raccolta differenziata.

REGIONE / SENSIBILIZZAZIONE



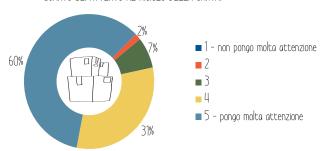
TERZA SEZIONE: RICICLO DELLA CARTA

Si entra a questo punto nel cuore del questionario. Vengono sottoposte agli utenti domande molto specifiche riguardo il riciclo della carta all'interno della casa. In questo spazio l'utente ha trovato risposte multiple, risposte singole, risposte aperte e risposte a scala numerica.

Quanto sei attento al riciclo della CARTA?

La prima domanda era a scala numerica e chiedeva di identificare in una scala da 1 a 5 (le caratteristiche della scala sono identiche alla

QUANTO SEI ATTENTO AL RICICLO DELLA CARTA?

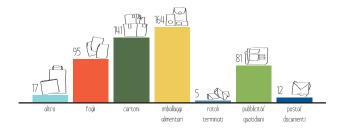


domanda sopra citata riguardante l'attenzione al corretto riciclo) l'attenzione del soggetto nella pratica della raccolta del rifiuto cartaceo in casa. Come si può vedere dal grafico la maggioranza dei soggetti si ritiene molto attento al corretto riciclo della carta (60%). Anche in questo caso il valore più basso non è stato selezionato da nessun utente. Se si mettono a confronto i risultati di questa risposta con quelli della precedente sul riciclo in genere, si nota come i soggetti si ritengono molto più attenti al riciclo nello specifico della carta, rispetto al riciclo generale. Concetto rafforzato ancora di più dalla domanda sulla tipologia di raccolta differenziata praticata dove quasi tutti gli utenti hanno inserito la carta come risposta.

Quale credi che sia lo scarto principale di carta in casa?

Successivamente l'utente si trovava a dover intervenire in maniera attiva identificando quale, secondo lui, è lo scarto in carta più presente all'interno della casa. Il grafico che segue rappresenta l'andamento delle risposte.

QUALE CREDI CHE SIA LO SCARTO PRINCIPALE DI CARTA IN CASA?



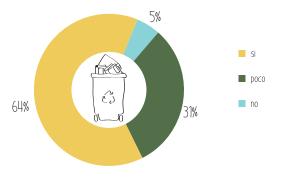
La maggior parte degli utenti sostiene di avere come rifiuto maggiore quello proveniente dagli scarti alimentari. Un'altra buona fetta di utenti (141 persone) sceglie il rifiuto di cartone in generale, che rappresenta diversi tipi di imballaggi. Significativi anche i risultati relativi a rifiuto derivato dalla pubblicità e dai quotidiani. Infine pochi utenti hanno segnalato rotoli terminati, posta e documenti vari. Riteniamo rilevante segnalare che nella categoria "altro" presente nella prima colonna del grafico, qualche utente ha inserito come scarto: scottex e tovaglioli. Lo

68 L'utente

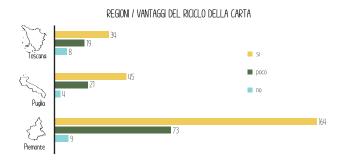
intendiamo come dato interessante dal momento che teoricamente questi tipi di rifiuti cartacei non dovrebbero essere gettati nella raccolta carta ma nella raccolta dell'umido. Come abbiamo rilevato in una delle domande precedenti, anche qui si denota una scarsa conoscenza di quelli che sono gli elementi cartacei che devono e che possono essere conferiti nella raccolta della carta.

Conosci i vantaggi del riciclo della carta?

Ai soggetti è stato chiesto se conoscono o meno i vantaggi del riciclo della carta. Le risposte possibili erano tre: si, no, poco. La maggioranza degli utenti ha affermato di conoscere i vantaggi del riciclo (64%), il 31% ha sostenuto di conoscerli poco e infine solo il 5% ha detto di non conoscerli affatto.



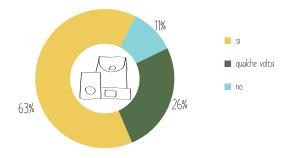
Anche in questo caso ci è sembrato rilevante incrociare questo dato con la provenienza dei soggetti. L'analisi è basata sempre sulle tre regioni che presentano il maggior numero di soggetti. Dal grafico risulta che nonostante le assunzioni fatte nei paragrafi precedenti, in questo caso non ci siano evidenti eterogeneità tra Nord, Centro e Sud. La risposta affermativa prevale in tutte e tre le regioni.



▶ Poni attenzione alle modalità di riciclo indicate sugli imballaggi?

Dal momento che al giorno d'oggi quasi tutti gli imballaggi presentano sulla loro superficie le corrette modalità dismaltimento, abbiamo ritenuto utile sapere se i soggetti durante il riciclo pongono attenzione a queste indicazioni oppure no. Più della metà (63%) ha risposto affermativamente, il 26% ha risposto che solo qualche volta fa attenzione alle caratteristiche di smaltimento e infine l'11% ha risposto negativamente. Riteniamo importante sottolineare che 47 persone su 458 hanno risposto "no". Questo significa che ancora buona parte delle persone non pone attenzione nel riciclare correttamente gli imballaggi secondo

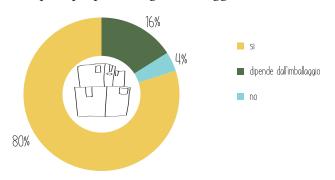
PONI ATTENZIONE ALLE MODALITÀ DI RICICI AGGIO INDICATE SUGLI IMBALLAGGI?



delle specifiche indicazioni. In questo modo probabilmente molti imballaggi finiscono nel bidone scorretto diventando un rifiuto non più in grado di essere riciclato. Si perde in questo caso molta materia di scarto che può essere trasformata in nuova materia prima.

In genere cerchi di ridurre i volumi degli imballaggi?

Sempre a proposito degli imballaggi è stato chiesto



se ne vengono ridotti i volumi prima di conferirli, in questo caso, nel bidone della carta. La risposta è stata molto positiva: l'80% degli utenti ha risposto si, il 16% ha dichiarato che riduce solo a seconda del tipo di imballaggio e infine il 4% sostiene di non ridurre i volumi. Risulta molto importante la riduzione dei volumi per il riciclo per permettere agli operatori di raccogliere più materiale possibile ogni volta che svuotano i bidoni della raccolta differenziata e di facilitare le operazioni successive di riciclo.

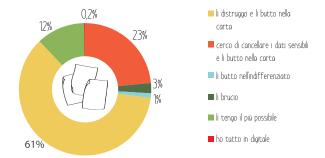
Come smaltisci i tuoi documenti cartacei con dati sensibili e/o personali?

Abbiamo ritenuto interessante indagare le modalità di smaltimento di tutti quei documenti che contengono dati sensibili. Da una delle analisi viste in precedenza è risultato evidente come molte persone abbiano identificato come scarto cartaceo più presente in casa documenti e corrispondenza.

Le risposte preimpostate erano tre:

- Cerco di cancellare i dati sensibili e li butto nella carta
- Li distruggo e li butto nell'indifferenziato
- Li tengo il più possibile

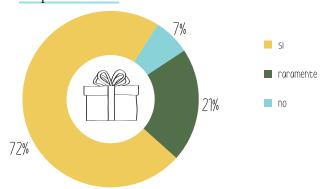
COME SMALTISCI I TUOI DOCUMENTI CARTACEI CON DATI SENSIBILI EVO PERSONALI?



E' stata lasciata la possibilità di inserire altre opzioni, e la possibilità è stata accolta con successo. Per quanto riguarda le risposte preimpostate, come si nota dal grafico, la maggioranza dei soggetti ha detto di distruggerli e buttarli nella carta, un'altra buona fetta cerca di cancellare

i dati sensibili per poi conferire il documento nella carta, e un buon 12% li tiene il più possibile. Molti utenti hanno sostenuto di bruciarli, altri di buttarli nell'indifferenziato e un solo soggetto ha sostenuto di non aver documenti cartacei ma solo digitali.

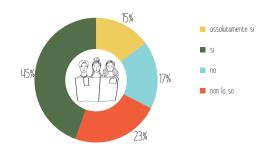
Ti capita di riutilizzare degli imballaggi per scopi differenti?



Nelle ultime due domande si voleva indagare la sensibilità dell'utente nel riuso e la partecipazione attiva nel riciclaggio della carta. In primo luogo veniva posta una semplice domanda a risposta singola che chiedeva l'impegno nel riuso degli imballaggi. Come si vede dal grafico buona parte degli utenti ha risposto "si" (72%), il 21% ha risposto "ramente" e il restante 7% ha risposto "no".

Ti piacerebbe essere coinvolto maggiormente nel riciclo della carta in casa?

TI PIACEREBBE ESSERE CONVOLTO MAGGIORMENTE NEL RICICLO DELLA CARTA IN CASA?



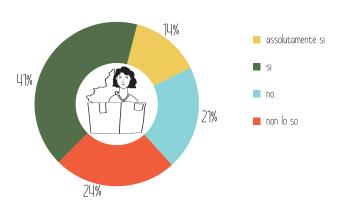
Al termine si veniva sottoposti a quest'ultima domanda, che voleva indagare sulla disponibilità dell'utente ad un coinvolgimento maggiore nella

70 L'utente

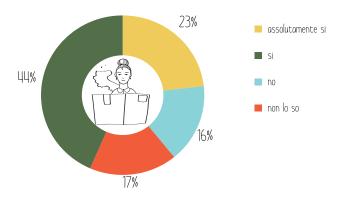
pratica del riciclo, in particolare della carta. Le risposte possibili erano 4: assolutamente si, si, no, non lo so. Come si vede dal grafico le risposte sono state ben distribuite. La maggioranza ha sostenuto di voler essere coinvolto rispondendo o "si" o "assolutamente si" (60%), il restante 40% si è diviso tra il "no" e il "non lo so".

Anche in questo caso abbiamo ritenuto interessante incrociare questi dati con la provenienza dei soggetti. In particolare si sono presi in analisi il caso del Piemonte e della Puglia. Dai grafici si vede come le risposte positive tra Nord e Sud abbiano percentuali diverse. Il Nord raggiunge, con la risposta positiva, poco più della metà degli utenti (55%). Al Sud, invece, le risposte "si" e "assolutamente si" superano di molto la totalità dei rispondenti (67%).

PIEMONTE \ COINVOLGIMENTO RICICLO CARTA



PUGLIA \ COINVOLGIMENTO RICICLO CARTA



Questa differenza di dati potrebbe denotare un dato positivo. Come evidenziato nelle risposte precedenti, le regioni del sud Italia praticano di meno e da meno tempo la raccolta differenziata, ma da questi dati emerge come ci sia la volontà di essere più impegnati e coinvolti nella pratica del riciclo.

Conclusioni questionario

Il questionario ha ottenuto un riscontro molto positivo con grande partecipazione da parte degli utenti. La possibilità di poterlo condividere sui social network in tempi così brevi ci ha aiutato notevolmente a raggiungere il maggior numero di utenti possibili.

Il questionario è servito alla nostra tesi per capire come scegliere il target del progetto e come il progetto si debba sviluppare in base alle attuali abitudini di riciclo. Le domande hanno fatto emergere aspetti molto interessanti che saranno ripresi e approfonditi nel corso di questa tesi, durante tutto lo sviluppo del progetto finale.

La volontà è quella di accrescere ancora di più quella consapevolezza al riciclo che al giorno d'oggi spesso sembra essere carente. Riteniamo sia fondamentale concentrarci sugli utenti per definire quali sono le linee di progetto. L'utente diventa parte integrante e fondamentale per il progetto. Deve essere istruito e reso consapevole di quello che si può fare con gli scarti e quello che questi possono generare. La materia non può e non deve rimanere un mero scarto, deve diventare per il consumatore una risorsa che può generare una materia prima seconda.

Proprio per questo, vedremo in seguito, come la parte comunicativa abbia un ruolo fondamentale nel progetto. Dal momento che l'utente e la macchina viaggiano parallelamente, è importante che il progetto sappia comunicare nel migliore dei modi, in tutti i suoi aspetti: modalità d'uso, frequenza d'uso, pulizia, gestione ecc ecc.

Ci teniamo in questa sede a ringraziare tutti coloro che hanno partecipato attivamente al questionario, dandoci visioni nuove ed inaspettate.





O5Gestualità dei rifiuti in casa

Tipologie di rifiuti cartacei prodotti in casa

SPECIFICHE REGOLE

DI SUDDIVISIONE E

SMALTIMENTO

DFI RIFIUTI

Per approfondire nel dettaglio quali sono i possibili rifiuti cartacei che si possono trovare in ambiente domestico, è stato necessario prima di

tutto analizzare le gestualità degli utenti all'interno della casa. E' importante capire che cosa si fa all'interno delle abitazioni, per capire quali tipologie di rifiuti vengono prodotti.

Come prima cosa abbiamo individuato una casa tradizionale e l'abbiamo suddivisa in base alle sue stanze, abbiamo preso in considerazione una casa tipo che potesse avere il maggior numero di tipologie di ambienti. Questo perché volevamo poter prendere in considerazione tutti i possibili rifiuti, senza tralasciarne nessuno.

La casa dunque è stata suddivisa in: soggiorno, cucina, bagno, camera da letto, ingresso, studio, lavanderia, ripostiglio, terrazzo.

Successivamente per ogni tipo di ambiente abbiamo individuato tutte le possibili gestualità, alcune davano come risultato un rifiuto, altre no. Abbiamo successivamente eliminato quelle che non generano rifiuti. Infine abbiamo indagato su tutti i rifiuti, non necessariamente cartacei, generati dalle diverse attività e abbiamo cercato di dare loro la collocazione più corretta all'interno

della raccolta dei rifiuti. Ogni gestualità dunque trova al suo interno diversi rifiuti che dovrebbero essere gestiti dall'utente in maniera differente a

seconda della loro specifica tipologia.

Ci teniamo a sottolineare che la nostra proposta di corretto smaltimento potrebbe non risultare sempre corretta (per qualche prodotto), questo dipende dal comune di residenza in cui ci si

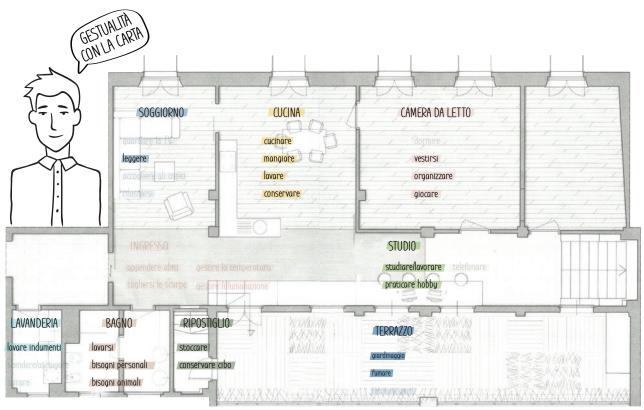
trova e dalle sue specifiche regole di suddivisione e smaltimento dei rifiuti. Il nostro esempio fa riferimento alle regole adottate nel comune di Torino¹, luogo in cui stiamo svolgendo questa tesi.

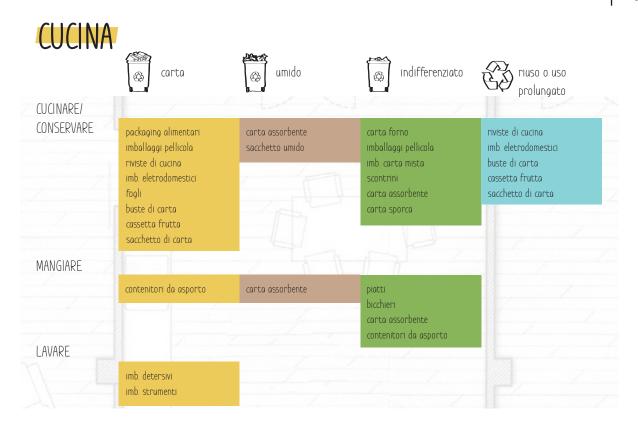


1 www.amiat.it/cms/servizi/51-raccolta-e-smaltimento-rifiuti/raccolta-differenziata

76 Gestualità dei rifiuti in casa



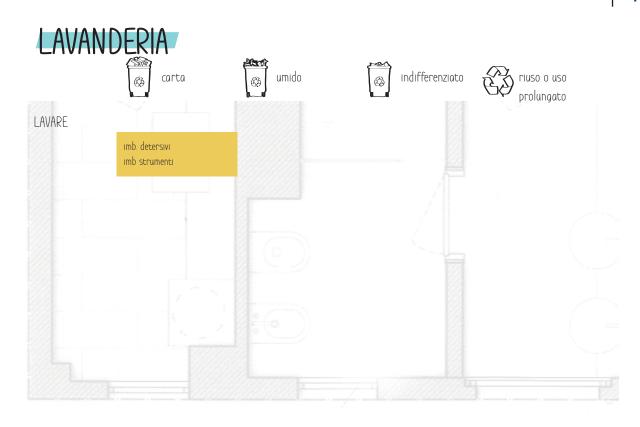


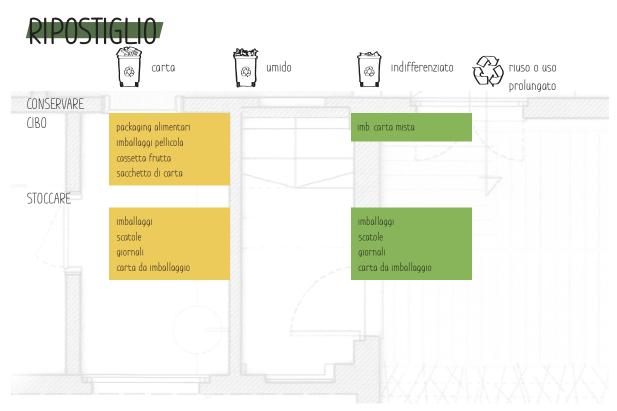


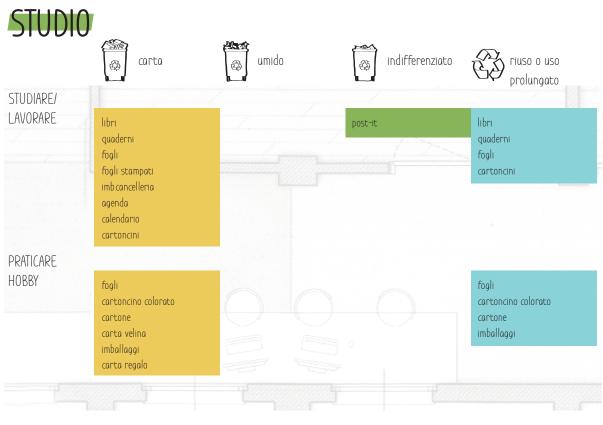


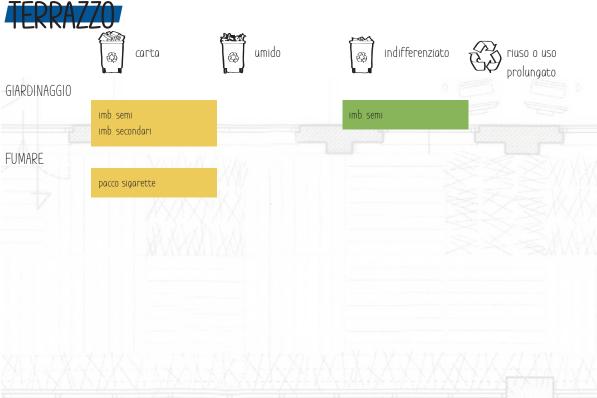












Il risultato di questa analisi preliminare ci ha dato conferma del fatto che il rifiuto cartaceo è molto presente all'interno della casa e viene generato da diverse attività e in diversi ambienti. Il luogo che sicuramente presenta un numero di scarti più elevato è la cucina, per la presenza dei packaging alimentari.

Incrociando questa analisi con il risultato del questionario, analizzato nel capitolo precedente, si scopre che molti utenti non gestiscono nel modo

MOLTI UTENTI <mark>non</mark> Gestiscono n<mark>el m</mark>odo Corretto i ri<mark>fiuti</mark>

corretto i rifiuti. In particolare modo per il rifiuto cartaceo, molti utenti conferiscono nella raccolta della carta molti

elementi che, nonostante siano in materiale cartaceo, non hanno le caratteristiche adeguate per essere riciclati. Un esempio è la carta assorbente usata (tipo scottex) che, per quanto sia in materiale cartaceo, non può essere conferito nella differenziata della carta ma deve essere conferito nella raccolta dell'umido. Allo stesso modo ci sono molti packaging che sono formati da poliaccoppiati (tra cui la carta) che diventano un problema per le cartiere che si devono occupare del loro riciclo. Proprio per questo motivo, nel prossimo capitolo, analizzeremo l'importanza di selezionare e gestire correttamente le componenti di ogni rifiuto cartaceo.

Modalità di smaltimento dei rifiuti cartacei

Come abbiamo spiegato nel capitolo 2, esistono diverse regolamentazioni che esprimono la composizionematericadi un determinato prodotto. L'azienda deve esprimere la composizione del packaging del prodotto, indicando la nomenclatura corretta espressa da regolamento. Questo però non vincola il produttore ad inserire

PUÒ VEICOLARE MESSAGGI SBAGLIATI AL CONSUMATORE le modalità di riciclo, anzi al contrario paradossalmente egli può veicolare messaggi sbagliati al consumatore.

Per comprendere meglio i packaging presenti nelle

case e come questi dovrebbero essere smaltiti, prenderemo in esame sette differenti prodotti di uso comune in casa e ne spiegheremo le caratteristiche e le modalità di riciclo corrette.

Barilla, Packaging pasta

Un prodotto molto comune nelle case italiane è la pasta, in molti casi marchiata Barilla. La confezione è caratterizzata dal classico colore blu e da altri colori utilizzati per tipologie e formati di pasta particolari. Il packaging è realizzato in cartone PAP 21 con la particolare finestra, da cui è possibile vedere la pasta all'interno.

Sulla confezione viene riportata la modalità di

smaltimento del packaging tramite un'indicazione realizzata dalla stessa azienda, che riporta la



tipologia di materiale e dove questo deve essere conferito. Non c'è però alcun riferimento alla parte trasparente: non viene riportato nè il materiale, nè dove questo vada smaltito, in particolare non viene indicato se questa parte deve essere staccata da quella in cartone. Il disaccoppiamento

delle due parti è molto semplice e non richiede nessuno strumento particolare.

Se questo elemento trasparente fosse realizzato in materiale plastico il suo eventuale conferimento nella carta, influirebbe negativamente sul processo di riciclo in quanto è una parte contaminante che difficilmente si riesce ad eliminare dalla polpa. Se la parte trasparente fosse realizzata in bioplastiche

(come ad esempio in PLA) non arrecherebbe alcun problema al riciclo della carta. Su questo punto è chiaro come una migliore comunicazione



dei materiali di cui è composto un prodotto e il suo packing aiutino in maniera concreta il consumatore ad effettuare un corretto riciclo.

► Misura, Packaging biscotti

Il secondo prodotto che analizziamo è un pacco di biscotti del marchio Misura. Questo marchio esibisce in chiare lettere sul fronte della confezione la scritta "Confezione amica dell'ambiente. 100% RACCOLTA CARTA". Sul retro della confezione è riportato la nomenclatura da normativa del materiale, ovvero C/PAP 81 un materiale composito costituito da una parte in carta e una in plastica.

Un materiale di questo tipo deve essere trattato in maniera specifica. Esistono oggi dei pulper specifici e particolari che sono in grado di trattare

questi poliaccoppiati, ma non tutte le cartiere hanno a disposizione queste macchine così avanzate. Come nel caso delle parti plastiche, anche queste contaminano la purezza del riciclo, andando a mischiarsi con la polpa di carta.



Come esempio è stato

preso il marchio Misura, ma vogliamo sottolineare che il problema è stato riscontrato in altre marche per la stessa tipologia di prodotti. Alcune di queste stanno lavorando per riuscire a produrre packaging in materiale poliaccoppiato con la più bassa percentuale di materiale plastico. La Comieco segnala come "Il Buon Packaging" quei marchi che si impegnano a realizzare confezioni poliaccopiate ottimizzate, ovvero con una bassa percentuale di plastica.

Kinder (Ferrero), Packaging merendine

Un altro prodotto immancabile nelle case sono le merendine, colazione per grandi e bambini. Nel nostro esempio prendiamo in esame prodotti con marchio Kinder, ma siamo contente di sottolineare come le stesse caratteristiche di questo packaging siano state individuate in molti altri marchi.

Le confezioni sono in genere divise in tre componenti principali: la confezione esterna e



delle singole monoporzioni, entrambe realizzate in plastica; e la base in carta che serve da struttura al prodotto.

Il messaggio di riciclo è veicolato molto bene con indicazioni realizzate ad hoc dall'azienda. Negli anni si è visto anche un miglioramento nella base in cartone: sono state eliminate alcune

grafiche, rendendo il materiale più pulito e meno inquinante.

C'è però da sottolineare che in questo particolare packaging le indicazioni di





riciclo si trovano solo sulla confezione esterna e non c'è alcun richiamo nelle singole monoporzioni del prodotto.

Cuki, Carta da forno

Abbiamo ritenuto necessario analizzare due tipologie di prodotti che riguardano più direttamente l'alimentazione, ovvero prodotti cartacei che entrano in diretto contatto con gli alimenti e\o la loro preparazione. Il primo prodotto analizzato è la carta forno, in particolare è stata esaminata la confezione dei prodotti Cuki.



La confezione r i p o r t a un'indicazione sul retro della

confezione che indica la modalità di smaltimento della confezione esterna. Attualmente il packaging è realizzato interamente in carta, anche la parte seghettata che permette di tagliare più velocemente la carta. Non viene riportata alcuna indicazione riguardo lo smaltimento della carta forno. Questa è una carta particolare realizzata



appositamente per resistere alle alte temperature del forno. In nessun caso questa può essere conferita nella raccolta carta,

ma deve essere conferita unicamente della raccolta indifferenziata.

Le confezione di altre tipologie di prodotto come pellicola ed alluminio, riportano indicazioni più specifiche: vengono indicate le modalità di riciclo del seghetto in alluminio dal packaging in cartone, che deve essere staccato e smaltito nella raccolta dell'alluminio.

Carta tissue

Il secondo prodotto che viene a contatto con gli alimenti è la carta da cucina. In nessuno dei

packaging esaminati si è rilevata alcune indicazione riguardante lo smaltimento della carta dopo l'uso. Tutti i prodotti riportano le modalità di smaltimento della confezione e del rotolo in cartone.

La carta da cucina, così come tutti i prodotti del genere tissue (fazzoletti, tovaglioli, carta igienica)



non devono essere conferite nella carta, siano essere pulite o sporche. Questi prodotti sono realizzate con tecniche speciali anti-spappolamento che

RACCOLTA DIFFERENZIATA



le rendono inadatte al riciclo anche se sono pulite. La carta tissue deve quindi essere conferita nell'organico o nell'indifferenziata a seconda della composizione dello

stesso: ad esempio se si utilizzano dei tovaglioli troppo colorati questi non possono essere conferiti nell'organico in nessun caso, perchè l'inchiostro usato per colorare potrebbe essere tossico per il compostaggio².

Riviste e volantini

Abbiamo deciso di esaminare tutti quei prodotti tipografici che molto spesso ci ritroviamo a



buttare senza neanche utilizzare. A differenza di quello che si può pensare comunemente, tutte le carte patinate possono essere

smaltite nella carta: la patinatura, come abbiamo visto nel processo, è una fase di raffinamento del prodotto finale che consiste nella stesura di additivi sulla superficie. Questi additivi una volta nel pulper si sciolgono nell'acqua distaccandosi dalle fibre.

Tutti gli altri tipi di carta, come ad esempio quella dei giornali, possono essere smaltite nella carta senza particolari accortezze. Nel caso particolare dei volantini pubblicitari multipagina, possono essere presenti delle parti contaminanti che possono essere eliminate senza troppi problemi in fase di riciclo, come le spille metalliche o le colle, che si dissolvono nell'acqua.

► Tetra Pack

Come ultimo caso abbiamo deciso di analizzare il Tetra pack. Queste confezioni alimentari sono prodotte dall'azienda svedese Tetra Pack³



e vengono
realizzate da
tutto il mondo
in varie forme
e dimensioni.
Le confezioni
in Tetra Pack
sono composte

- 2 www.comieco.org/cartoniadi/comuni/copia-edizione-2012-e-2013/comune-di-milano/cosa-mettere-nel-cassonetto-bianco.aspx
- 3 www.tetrapak.com/it

da un multistrato di cartone, polietilene e alluminio. Secondo un protocollo d'intesa con Comieco del giugno 2003⁴, Tetra Pack versa a Comieco il contributo ambientale per considerare l'imballaggio di tipo cellulosico. A seguito di questa intesa è stata avviata la campagna di sensibilizzazione sullo smaltimento del Tetra Pack⁵. Il processo di smaltimento consigliato prevede il lavaggio del prodotto con acqua corrente e lo schiacciamento, al fine di generare il minor ingombro possibile.

Questa intesa non viene però applicata da tutti i comuni italiani: ad esempio a Prato e Benevento la raccolta del Tetra Pack è prevista insieme a vetro e lattine. Per questo motivo su molte confezioni non viene riportata la modalità di riciclo, ma è il cittadino che deve informarsi sulle modalità di riciclaggio del suo comune di residenza.

Alla fine di questi esempi riteniamo utile riportare l'opuscolo informativo del comune di Torino e Amiat per la raccolta differenziata a Torino, in particolare della raccolta carta e cartone.



- 4 www.comieco.org/il-nostro-ruolo/l-attivita-dei-convenzionati/news/protocollo-intesa-tetra-pak---comieco.aspx#.WoRdm6jiaUk
- 5 www.tiriciclo.it/index.plp

Oltre ad opuscoli, la Provincia di Torino fornisce anche un "Dizionario dei rifiuti", che permette al cittadino di verificare in maniera veloce la tipologia di smaltimento di un prodotto.

 \bigcirc Dove lo butto Se ti capita spesso di chiederti in quale contenitore gettare un rifiuto, da oggi puoi contare sul Rifiutologo: lo strumento pensato da Amiat, società del Gruppo Iren, da consultare tutte le volte in cui hai dei dubbi sulla destinazione dei rifiuti domestici. Ogni rifiuto al suo posto In questa sezione puoi trovare le categorie di rifiuti e i contenitori in cui Cartone Imballaggi in plastica Vetro e imballaggi in metallo Rifiuti organici Rifiuti non recuperabili Altre raccolte* * presenti presso tutti i centri di raccolta cittadini ed eventuali punti territoriali dedicati

Con questo excursus abbiamo voluto mettere in evidenza che anche il packaging più comune necessita di attenzione nella fase del riciclo, per essere smaltito nella maniera più corretta. Questo non significa che praticare il riciclo sia una cosa difficile, ma che esso necessita di accortezze come ogni comune pratica quotidiana. I produttori, insieme agli enti che si occupano di riciclo, hanno il ruolo fondamentale di veicolare le modalità di riciclo nella maniera più trasparente possibile, per facilitare ogni utente nella pratica.

⁶ www.provincia.torino.gov.it/beataladifferenziata/cms/index.php/destino-rifiuti/riciclo/dizionario-dei-rifiuti.html

Predisposizione degli utenti al riciclo

Uno degli aspetti fondamentali di tutto il processo di riciclo è l'attenzione che deve porre l'utente

ATTENZIONE DURANTE LA SEPARAZIONE DEI DIVERSI MATERIALI durante la separazione dei diversi materiali. Questo aspetto incide molto sul risultato del riciclo, influenzando le percentuali

riciclato.

di materiale effettivamente Come si è visto dall'analisi del questionario, non tutti i soggetti sono realmente predisposti corretto riciclo, ci sono atteggiamenti diversi: qualcuno non differenzia, qualcuno lo fa perchè in alcune circostanze è obbligatorio, solamente pochi lo fanno perchè davvero credono ai vantaggi economici ed ambientali del riciclo dei rifiuti.

Molto spesso la cattiva informazione e la cattiva comunicazione da parte degli enti che si occupano di gestire i rifiuti, non danno riscontri positivi e non sensibilizzano in alcun modo

gli utenti. Ci sono davvero poche campagne di sensibilizzazione e, quelle che spesso si trovano nelle grandi città, non sono sempre così visibili, chiare ed efficaci. Abbiamo voluto riportare due esempi di campagne pubblicitarie riguardanti la sensibilizzazione alla corretta separazione dei rifiuti. Le due campagne hanno lo scopo di differenziare un messaggio ben veicolato da uno mal presentato.



Campagna pubblicitaria Amiat "Apri gli occhi", 2017

Un buon esempio di sensibilizzazione lo ha espresso l'Azienda Multiservizi Igiene Ambientale Torino (AMIAT), nel settembre 2017, con lo slogan "Apri gli occhi! #torinosi differenzia". Attraverso un linguaggio diretto ed immagini volutamente esplicative e curiose, vuole richiamare l'attenzione del pubblico sull'importanza di una corretta raccolta differenziata.

Un cattivo esempio è invece la campagna pubblicitaria nazionale di Comieco proposta nel mese di marzo 2018. La claim utilizza la similitudine tra i cani e la carta come migliori amici del consumatore, invitando al riciclo. Il linguaggio presentato è molto articolato e non è veicolato in maniera chiara. La grafica non richiama l'attenzione dei passanti e non viene percepito subito l'argomento principale della campagna pubblicitaria.



Campagna pubblicitaria Comieco, 2018



Campagna pubblicitaria COREPLA, 2017

Si fa però sempre riferimento al "come fare" la corretta separazione dei rifiuti ma quasi mai del "perché farla". Il consorzio COREPLA7 (Consorzio nazionale per la raccolta, il riciclo e il recupero degli imballaggi in plastica) offre da anni delle campagne pubblicitarie che mettono in evidenza la nuova vita dei prodotti riciclati, permettendo ai consumatori di capire un aspetto molto importante della raccolta differenziata.

Ma ci sono altri aspetti oltre questo che dovrebbero essere messi in evidenza. Un esempio potrebbe essere fatto sul vantaggio del riciclo della carta che, oltre a combattere il cambiamento climatico, aiuta a diminuire i disboscamenti, prevenire l'erosione del suolo, preservare i bacini idrici e proteggere la biodiversità. Ci sono davvero tanti dati che vengono forniti dagli enti di gestione dei rifiuti che fanno capire quanto

⁷ www.corepla.it/

38 Gestualità dei rifiuti in casa

sia importante riutilizzare e riciclare la materia in modo da inquinare di meno e sprecare meno risorse possibili. La raccolta differenziata è infatti oggi l'unico modo sostenibile di smaltire i nostri rifiuti. Perchè il riciclo sia efficace è necessario che l'utente, per primo, sia consapevole di quello che fa e del perchè lo fa. Con questo proposito, ci proponiamo di realizzare un progetto che aiuti l'utente a diventare partecipe del riciclo,

REALIZZARE UN PROGETTO CHE AIUTI L'UTENTE A DIVENTARE PARTECIPE DEL RICICLO

facendogli capire come funziona e quali vantaggi può dare. Come già accennato nei capitoli precedenti, una parte della tesi sarà dedicata alla comunicazione del prodotto, fondamentale per poter far comunicare nel modo più efficace l'uomo e la macchina. Dal momento che l'utenza del nostro prodotto non è necessariamente un'utenza di nicchia, è importante che la parte comunicativa non dia nulla per scontato, aiutando gli utenti passo passo durante il processo di riciclo.

La nostra volontà è stata quella di realizzare un oggetto che vuole essere un veicolo per diffondere la cultura del riuso, e non un oggetto che si inserisce in casa come un mero elettrodomestico.

Conclusione prima parte

In questi primi cinque capitoli abbiamo esaminato aspetti che riguardano la carta e il suo riciclo, in modo da inquadrare lo scenario attuale in cui ci inseriamo.

Come primo elemento è stata esaminata la casa, in particolare la casa 2.0 dove tecnologia e innovazione sono i principali aspetti che la caratterizzano. Questo modello di casa cambia le tradizionali abitudini delle persone, implementando e facilitando le più comuni azioni quotidiane. Ma in questa nuova visione domestica, l'uomo non deve perdere la sua centralità e la sua volontà di agire. Al contrario deve sfruttare la tecnologia a suo vantaggio e non come sostitutivo, diventando invece partecipe delle attività.

Ci siamo poi spostate sulla gestione dei rifiuti, in particolare sul riciclo della carta in Italia. Come abbiamo visto, il percorso di riciclo è un LUNGHI ITER Nazionali di Riciclo

panorama molto ampio di iter e di passaggi che vede coinvolti numerosi attori nelle varie parti dello Stato. I sistemi di raccolta sono scollegati a livello organizzativo e presentano delle notevoli differenze tra le diverse città, che non fanno altro che generare molta confusione nei cittadini.

Abbiamo in seguito, esaminato le varie proprietà della carta e ogni suo aspetto tecnico e pratico. Abbiamo percorso le fasi del percorso produttivo del riciclo della carta, sia nella produzione industriale sia in quella manuale, esaminando ogni passaggio. Possiamo adesso constatare che entrambi i percorsi esaminati, hanno delle fasi imprescindibili, fondamentali per l'ottenimento di nuova carta. Anche se questi passaggi possono sembrare semplici e facilmente replicabili, errore o malfunzionamento, minimo compromette l'intero procedimento. Un esempio di questo, ci è stato raccontato dal signor Cassina, che ci ha mostrato la sua azienda e spiegato nella pratica tutti i processi e i problemi che avevamo esaminato solo nella teoria.

Negli ultimi due capitoli della prima parte ci siamo spostate sull'utente e sul rifiuto in casa. Dopo aver fatto una ricerca, senza successo, di dati sugli utenti, abbiamo deciso di svolgere un'indagine online, che ci permettesse di reperire informazioni e pareri sul riciclo della carta da diverse tipologie di utente. Come abbiamo spiegato nel capitolo 4, dal test effettuato abbiamo ricevuto un riscontro

92 Conclusione prima parte

molto positivo, ottenendo informazioni utili per lo svolgimento della nostra analisi. Dal test è emersa, da parte degli utenti, la volontà di migliorare il rapporto con il rifiuto cartaceo; abbiamo quindi

ritenuto necessario rendere l'utente protagonista del nostro progetto di tesi.

In ultimo è stato esaminato il rifiuto cartaceo, in rapporto con l'utente e la casa. Abbiamo analizzato GLI UTENTI HANNO DIMOSTRATO LA VOLONTÀ DI MIGLIORARE IL LORO RAPPORTO CON IL RIFIUTO

le varie tipologie di rifiuto cartaceo che possono essere presenti in casa e come queste devono essere smaltite. Ci siamo anche soffermare sull'aspetto comunicativo, ovvero come i brand comunicano ai consumatori il riciclo. E' risultato evidente che molti marchi sono attenti alla sensibilizzazione, e che altri, invece, tendono ad aggirare le inefficienze e le problematiche presenti nei packaging dei loro prodotti. In conclusione abbiamo studiato le varie metodologie di comunicazione, nell'ambito del riciclo, attuate dai diversi enti di recupero e smaltimento dei rifiuti situati nelle diverse città italiane; a questo proposito purtroppo non se n'è registrata sempre un'elevata efficacia, legata soprattutto alla comunicazione.

Dalla nostra analisi è emerso che l'utente desidera ed è pronto a migliorare il suo rapporto con la raccolta differenziata, non solo cartacea. Ma come abbiamo visto ci sono molti problemi di gestione e comunicazione, che demoralizzano l'utente e fanno perdere loro la fiducia verso il sistema di riciclo. Abbiamo bisogno di una nuova visione e di costruire un nuovo rapporto con il rifiuto, trasformandolo in risorsa.

Nella seconda parte della nostra tesi ci sposteremo nell'ambito progettuale estrapolando, dalle nostre analisi, tutte le informazioni e gli aspetti necessari per la progettazione di un sistema di riciclo in casa.

SECONDA PARTE



Percorso progettuale

Percorso progettuale

In questa seconda parte della tesi ci dedicheremo esclusivamente a riportare tutto il percorso progettuale che ci ha portate ad arrivare al prodotto finale. In questo capitolo descriveremo le linee guida del progetto, come questo si articola e quali sono le sue prestazioni progettuali. Nei capitoli successivi analizzeremo nel dettaglio le analisi chimiche effettuate sul materiale cartaceo, descriveremo nel dettaglio il progetto, la realizzazione del prototipo e ne daremo delle possibili prospettive future.

L'analisi di scenario presentata della prima parte di questa tesi ha portato allo sviluppo di un concept tecnologicamente innovativo e nuovo. In questo ambito abbiamo voluto proporre un nuovo processo tecnologico di riciclo che deriva dal connubio tra lo storico processo manuale e quello industriale, estrapolando le fasi di produzione e adattandole all'ambiente domestico.

Il concept si inserisce in un nuovo contesto inesplorato che vede lo spostamento del processo di riciclo della carta dai lunghi iter nazionali di riciclo, all'ambiente domestico. Si viene in questo modo a creare una nuova esigenza, che non vuole sostituire una esistente, ma semplicemente vuole aiutare l'utente nella gestione dei suoi rifiuti

cartacei e nella maggiore consapevolezza dei vantaggi relativi alla valorizzazione di questi.

Abbiamo trattato molto del sistema di gestione dei rifiuti esercitato dall'ente Comieco, che necessita di numerosi attori al suo interno e di

SPOSTAMENTO DEL PROCESSO DI RICICLO DELLA CARTA ALL'AMBIENTE DOMESTICO

una gestione dei rifiuti che vede il trasporto tra regioni molto lontane tra loro.

Nei capitoli precedenti non ci siamo soffermate troppo ad analizzare quali sono le vere problematiche che derivano dall'attuale sistema di distribuzione e smaltimento dei rifiuti. Si può dire che i temi siano diversi e tutti concatenati tra loro, primo tra tutti la delocalizzazione dei rifiuti tramite il loro trasporto da una città all'altra. Secondo questa procedura il rifiuto cartaceo perde la sua territorialità, non viene valorizzato e non viene riciclato nella stessa regione/città in cui viene prodotto, aumentando notevolmente i costi di trasporto. I rifiuti possono diventare una grande risorsa per il paese, dal momento che è possibile creare nuove attività e nuovi posti di lavoro indirizzati al riciclo e alla trasformazioni

100 | Percorso progettuale

dei rifiuti in nuove risorse utili all'economia. Le tonnellate di rifiuti viaggiano da una regione all'altra tramite camion di distribuzione che, non solo allungano notevolmente le tempistiche di riciclo, ma hanno anche un forte impatto ambientale con emissioni di CO₂ nell'atmosfera. Le motivazioni per cui tutto questo avviene le abbiamo già accennate e derivano anche dal fatto che in molte città italiane, specialmente al Sud, manca la presenza di cartiere in grado di riciclare la carta.



Proprio per tutti questi motivi abbiamo voluto creare una soluzione che riduca, nel suo piccolo, le lunghe distanze attuali e che porti il riciclo a portata dell'utente. Abbiamo voluto rendere protagonista l'utente permettendogli di valorizzare i rifiuti che produce facendoglieli trasformare in modo autonomo.

Lo scopo finale dunque è soprattutto quello di avvicinare l'utente al mondo del riciclo della carta, un aspetto che al giorno d'oggi risulta ancora lontano dalla portata di tutti. L'obiettivo è quello di rendere più consapevole ogni utente del valore che possono avere i rifiuti che produciamo e come questi possano essere riciclati nella maniera più semplice e stimolante possibile.

Vedremo nei capitoli successivi quali sono le specifiche di questo progetto, come questo si articola e si sviluppa nel dettaglio.



O7Linee guida per il progetto

Prestazioni progettuali

A seguito di tutta l'analisi di scenario effettuata nella prima parte di questa tesi, è emersa la necessità di creare un oggetto che potesse essere d'aiuto all'utente durante le mansioni domestiche di riciclo e recupero dei rifiuti. Ci siamo poste l'obiettivo di seguire quelle che sono le caratteristiche delle nuove tecnologie presenti nelle nuove case 2.0 ma, allo stesso tempo, abbiamo voluto creare un oggetto che non rendesse estraneo l'utente, ma che, al contrario, lo coinvolgesse in tutto il processo di funzionamento della macchina. Abbiamo infatti parlato molto nei capitoli precedenti della necessità di un'attenta separazione dei rifiuti e, come sia necessario che l'utente diventi consapevole delle sue azioni a riguardo.

Per comodità abbiamo suddiviso questo capitolo in tre macro aree: utenti, materia e processi in modo da analizzare le specifiche prestazioni del progetto nelle singole aree. Vogliamo in questa sede dare una visione generale del concept di progetto, senza analizzarne le caratteristiche tecniche e meccaniche. Tutte i dettagli relativi al processo di produzione e del funzionamento di PAPER.O verranno spiegate dettagliatamente nei capitoli 9 e 10.

Utenti

E' stato necessario per prima cosa concentrarsi sugli utenti che detengono il ruolo fondamentale in questo progetto. Secondo la nostra idea di progetto, la macchina non può funzionare senza l'apporto manuale, uomo e macchina diventano indispensabili l'uno per l'altra. La prima domanda a cui abbiamo dovuto rispondere era "Perché può diventare necessario riciclare in casa?". La



risposta non è univoca e non è detto che per tutti abbia sempre una risposta positiva, ma, dal nostro punto di vista, abbiamo voluto creare una nuova necessità che potesse diventare utile

106 | Linee guida per il progetto

in ottica di sensibilizzazione, diminuzione dei volumi dei rifiuti in casa e soprattutto in ottica di consapevolezza al riciclo. I vantaggi di questo progetto non sono prettamente economici, in questo caso si parla di vantaggi concettuali ed etici che aiutano l'utente ad ottenere una consapevolezza superiore riguardo il riciclo degli scarti prodotti. Questo progetto non ha un target preciso che fa riferimento a una particolare fascia di età, un particolare sesso o particolari competenze, questo progetto è strutturato per poter essere utilizzato da chiunque voglia di mettersi in gioco e sperimentare con le proprie mani. PAPER.O non nasce e non vuole essere una macchina estranea all'uomo, richiede un intervento costante della mano umana durante il processo di riciclo. Nonostante la macchina richieda l'intervento umano, le fasi di riciclo sono molto semplici e non richiedono dunque mani esperte per poter essere attivate. L'intento è quello di ridurre il processo

industriale di riciclo, di cui abbiamo parlato tanto nella prima parte di questa tesi, in un processo che



si adatta, in ottica di semplicità d'uso e di dimensioni, ad un ambiente casalingo. In questo senso è stato progettato un oggetto che non solo è di facile utilizzo, ma che può aiutare gli utenti frequentemente durante le mansioni di stoccaggio dei rifiuti. L'utente diventa soggetto attivo nel riciclo, diventa l'ideatore del progetto finale con la possibilità di sviluppare la propria creatività.

Materia

Il secondo punto che abbiamo dovuto analizzare nel dettaglio è stato quello della materia inteso come materiale cartaceo. Abbiamo deciso di soffermarci sul materiale cartaceo per un motivo molto semplice, dettato dalla sua facilità di riciclo. Come abbiamo già visto, la carta per essere riciclata non richiede processi particolarmente complessi grazie alle sue proprietà intrinseche: per riciclare la carta è sufficiente dividere le fibre che la compongono e riaccoppiarle in un secondo momento. La carta è uno dei rifiuti più voluminosi presenti all'interno delle nostre case, ed è stato stimato sia anche quello più prodotto. L'intento, come già anticipato, è stato quello di aiutare gli utenti nella riduzione e nello stoccaggio dei rifiuti cartacei nell'ambiente domestico. Avendo quindi sviluppato un prodotto che permette all'utente



Campagna di sensibilizzazione amiat, 2017

di riciclare il proprio rifiuto cartaceo all'interno della casa, abbiamo voluto incentivare il riutilizzo prolungato della materia che, in questo caso, potrebbe essere riciclata infinite volte (la carta può essere riciclata infinite volte, l'importante è che durante il riciclo venga aggiunto sempre rifiuto cartaceo nuovo).

PAPER.O necessita dell'apporto umano soprattutto nella primissima fase di selezione. E' fondamentale che l'utente sia a conoscenza di quali sono le caratteristiche della carta e che sia in grado di distinguere un materiale cartaceo da uno che non lo è (il che può sembrare banale, ma assicuriamo che non lo è dal momento che molti prodotti ci vengono spacciati per cartacei quando invece non lo sono). L'utente infatti deve essere in grado di selezionare i rifiuti e inserirli nella macchina in quantità e tipologie dettate dal risultato finale che si vuole ottenere. L'utente dunque con l'utilizzo frequente di questa macchina diventa sempre più consapevole di questo particolare rifiuto dandogli una nuova vita.

Processi

Il processo di riciclo proposto non è altro che una

trasposizione e una semplificazione del processo industriale di riciclo del rifiuto cartaceo. In questo caso la semplificazione è stata eseguita anche a livello di dimensioni del prodotto dal momento che questo deve essere facilmente collocabile in un ambiente domestico. E' sorta la necessità di sviluppare un processo che fosse di facile utilizzo ma soprattutto di facile manutenzione. La fattibilità e il buon funzionamento di tutto il processo produttivo dettato da PAPER.O, sono una diretta conseguenza dell'attenta selezione degli scarti utilizzati dall'utente. E' per questo motivo che riteniamo importante sottolineare più volte la necessaria, se non fondamentale, attenzione da parte dell'utente durante la prima fase di selezione e di creazione della polpa. Come già accennato, non si può definire questo progetto portatore di vantaggi economici, i vantaggi che vogliamo proporre in questa sede sono di ben altra natura e fanno riferimento a vantaggi etici e concettuali che permettono all'utente di integrarsi a tutti gli effetti in quelli che possono essere i benefici di un riciclo "fai da te" o di quella che può essere la riduzione delle attuali filiere di: raccolta, controllo, stoccaggio, dismissione e riciclo dei rifiuti.

La caffettiera del masochista

PAPER.O a questo proposito non vuole in alcun modo essere un progetto che contrasta quello che è l'attuale sistema di gestione dei rifiuti, ma vuole essere di supporto integrandosi in maniera parallela. Il processo fornito da PAPER.O infatti non include la possibilità di poter riciclare autonomamente qualsiasi tipo di rifiuto, ma anzi è necessaria una cernita a monte di quelli che sono gli scarti più adatti da poter essere inseriti all'interno della macchina.

Casi studio analizzati

Prima di iniziare l'effettiva progettazione di PAPER.O è stato necessario fare una ricerca relativa a casi studio esistenti. Al giorno d'oggi sono ancora pochissimi i progetti relativi al riciclo autonomo della carta, quasi tutti fanno riferimento a un processo manuale che riprende l'antico sistema di riciclo. Dopo aver analizzato nel dettaglio la produzione industriale, di cui abbiamo parlato in maniera approfondita nel capitolo 2 e, la produzione artigianale, che si articola in tecniche differenti a seconda del paese in cui ci si trova, abbiamo iniziato una ricerca più approfondita legata a nuove tecnologie che potessero aiutare gli utenti nel riciclo autonomo della carta.

L'unico progetto che abbiamo trovato molto interessante dal punto di vista dell'automazione è la PaperLab¹, un sistema per il riciclo di carta presentato da Epson. E' un dispositivo concepito per l'utilizzo negli uffici, l'idea è quella di poter riutilizzare più volte la carta già usata. PaperLab è infatti in grado di produrre circa 14 fogli di carta nuova al minuto in formato A4 a partire da carta "di seconda mano". Può anche produrre diversi tipi di carta, fogli A3, carta spessa per



biglietti da visita, carta colorata e persino carta profumata. La macchina si presenta come una grande fotocopiatrice e polverizza fogli stampati in singole fibre utilizzando un processo che Epson chiama defibrating, un processo che sfalda i fogli in fibre più o meno lunghe grazie all'utilizzo di aria, abbattendo notevolmente le quantità di acqua necessaria. Il processo rimuove inchiostri e toner a getto d'inchiostro, riducendo i fogli stampati in fibre di carta. Il materiale riciclato viene trasformato in nuovi fogli di carta con l'aggiunta di un legante speciale e un po' d'acqua. Il legante aggiunge forza e sostanze chimiche e può anche

¹ global.epson.com/innovation/paperlab/

colorare i fogli migliorando il loro candore.

Il 12 Gennaio del 2011 la Epson ha brevettato² la parte significativa di questa invenzione e cioè il *defibrating*, una tecnologia di riciclaggio della carta che usa un metodo a secco, per frantumare la carta e ridurla in fibre, che, per quanto possibile, non utilizza acqua.

Il progetto è stato presentato per la prima volta Giappone alla fine del 2015 e il presidente della Epson Minoru Usui annuncia: "Prevediamo iniziare a vendere PaperLab in Europa entro l'autunno del 2018. Il nostro obiettivo è creare un nuovo ecosistema di stampa per ufficio in cui i clienti possano usufruire di stampanti a getto d'inchiostro alta velocità ad

utilizzando carta riciclata da PaperLab. PaperLab è l'ideale per le organizzazioni che devono distruggere in modo sicuro le informazioni riservate e riciclare la carta utilizzando un processo sostenibile." Egli inoltre sostiene che il mercato di questo macchinario è in via d'espansione: Epson calcola che ci vorrà circa un anno per preparare PaperLab per il mercato commerciale, un mercato che stimano valere 2 miliardi di euro. E questo è solo nel settore dell'ufficio. Le opportunità per Epson di distribuire PaperLab in mercati come la grafica, dove hanno una vasta esperienza in substrati e inchiostri, sono sicuramente enormi."

Come parte del suo impegno per la sostenibilità, Epson ha delineato la sua Environmental Vision 2050, mirando a una riduzione del 90% delle emissioni di CO₂ per tutto il ciclo di vita di tutti i suoi prodotti e servizi entro il 2050.

Questo che abbiamo presentato è risultato essere l'unico caso studio davvero innovativo

che avvicina notevolmente alla idea nostra progettuale: dispositivo che riduca notevolmente in termini dimensionali il riciclo della carta industriale, trasporti in un ambiente più vicino a tutti. Nel nostro caso ci sposteremo in un ambiente casalingo dando la possibilità agli utenti di poter riciclare qualsiasi tipo di carta e non esclusivamente risme

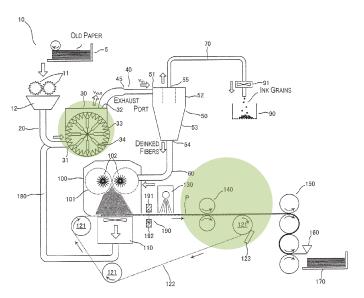
di carta utilizzate. Il sistema a secco di questo prodottoverràsicuramenterivisitatoavvicinandoci di più a quello che è il sistema industriale di riciclo

che utilizza l'acqua come elemento fondamentale. L'obiettivo è quello di creare un oggetto che sia di facile

utilizzo ma che abbia



un basso impatto a livello di consumi energetici e di risorse. Un sistema che sia in grado di creare uno scarto tendente allo zero.



Patent n. EP2664708A1 - Epson PaperLab

² patents.google.com/patent/EP2664708A1

³ www.epson.eu/insights/article/worlds-first-dry-process-office-papermaking-system-comes-to-europe

⁴ www.fespa.com/en/news-media/features/paperlab-market-worth-%E2%82%AC2-billion-epson



08 Sperimentazione del materiale

Tipologie di materiali

Per effettuare le nostre analisi ci siamo servite di diverse tipologie di materiale cartaceo. Abbiamo attinto da quelli che sono generalmente i rifiuti cartacei prodotti in casa: fogli di carta stampati, confezioni in cartoncino PAP21, cartoni delle uova, giornali, riviste ecc.

Abbiamo effettuato diverse prove con questi materiali: in alcuni casi li abbiamo trattati separatamente per tipologia, in altri casi abbiamo provato a mischiarli. Seguendo le modalità artigianali di produzione, spiegate nel capitolo 2.4, abbiamo creato dei fogli di carta di diverse tipologie, forme e spessori.



Fase di asciugatura nella produzione manuale/casalinga



Riviste

Le riviste illustrate sono generalmente realizzate in carta patinata (*coated paper*), cioè un tipo di carta caratterizzata da una superficie lucente e levigata. La patinatura viene applicata sulla carta tramite un trattamento superficiale, una soluzione di acqua, additivi, pigmenti e leviganti, generalmente caolinite, carbonato di calcio, bentonite e talco. Questo tipo di trattamento migliora la resa di stampa e viene classificata secondo i gradi di lucido¹.

¹ www.chimica-online.it/materiali/carta-patinata.htm it.wikipedia.org/wiki/Carta_patinata



Depliant pubblicitari

I depliant pubblicitari o le brochure sono spesso realizzati, come nel caso della carta rivista, in carta patinata. Nel caso particolare del volantini pubblicitari dei supermercati, sono realizzati in carta non trattata con una grammatura che varia tra i 40 g/mq e i 60 g/mq, come quella utilizzata per i giornali, in quanto non è richiesta un'elevata qualità di stampa².



PAP 21

Nel codice di riciclaggio PAP21 rientrano tutti i cartoni non ondulati, in particolare tutte le scatole di cartone per alimenti. è costituito ha un foglio piano di cartone che può essere realizzato in diverse tipologie di carte. La grammatura può variare da 150 g/mq a 500 g/mq³.



Fogli bianchi stampati

Le risme di carta bianca hanno una grammatura di 80 g/mq ma si può arrivare fino a 120 g/mq. Sono dei fogli trattati con agenti sbiancanti e altre sostanze chimiche che ne migliorano le caratteristiche meccaniche ed estetiche.



Carta mista

In questa categoria rientrano tutte le tipologie di carta e cartoni sopra citati ed altri prodotti generalmente presenti nell'ambito domestico come cartone delle uova, giornali o altre categorie di cartoni escludendo quello ondulato.

² www.paperonweb.com/grade.htm#c

³ www.paperonweb.com/grade.htm#c

Sperimentazione sull'acqua di processo: il pH

La parola pH è un'abbreviazione per "pondus Hydrogenium", che significa letteralmente il peso dell'idrogeno. Il pH indica l'acidità di una sostanza ed è determinato dal numero di ioni idrogeno liberi (H+) in una sostanza⁴. Il pH si misura su una scala che va da 0, che indica una sostanza molto acida (ad esempio l'acido idroclorico), a 14, che indica una sostanza basica (ad esempio l'idrossido di sodio). Al centro della scala con il valore pH 7, si indica una sostanza neutrale come l'acqua pura.



La misurazione del pH può essere eseguita con diverse metodologie. La più semplice è la misurazione tramite le strisce di colore, chiamate cartine

tornasole: la carta viene messa nell'acqua e questa cambia colore a seconda del suo valore di pH. Questo non è un metodo accurato e non è adatto a misurare valori esatti di pH (viene spesso utilizzato per misurare i livelli di pH dell'acqua degli acquari casalinghi).

Un altro metodo è l'utilizzo di un pHmetro, una

4 www.lenntech.it/ph-e-alcalinita.htm



PHmetro tascabile

strumentazione da laboratorio precisa calibrata. Un tipico pHmetro constituito da una sonda (un elettrodo vetro) collegata ad un dispositivo elettronico che raccoglie il segnale

della sonda, calcola il valore di pH corrispondente e lo rappresenta su un display⁵. Esistono differenti tipologie di pHmetro come da banco, portatile, tascabile e wireless⁶.

⁵ it.wikipedia.org/wiki/Piaccametro

⁶ www.hanna.it/phmetro/

Sperimentazione del pH in laboratorio

- Strumentazione: pHmetro da banco
- Campionii Cinque campioni di acqua non filtrata di scarto post processo di formazione del foglio. I campioni provengono da cinque differenti processi, dove sono stati utilizzati differenti materiali per realizzare la carta: riviste, depliant, PAP 21, fogli bianchi stampati e carta mista.

Procedimento

• Fase 1: Calibrazione e taratura del pHmetro

Prime di iniziare la misurazione è buona norma calibrare il pHmetro. Per farlo abbiamo utilizzato una soluzione buffer con pH 7 inserita in un becker, dove è stata immersa la sonda. Il sistema di calibrazione manda un segnale elettronico quando si stabilizza. Alla fine della calibrazione, la sonda è stata lavata con acqua distillata e l'operazione precedente è stata ripetuta con una soluzione buffer con pH 5. Alla fine della calibrazione il pHmetro è pronto per misurare il pH della nostra soluzione acquosa.



• Fase 2: Misurazione

Nella seconda fase sono stati misurati i pH di tutti i campioni. La sonda del pHmetro è stata inserita nella bottiglia contenente la soluzione acquosa; viene avviata la misurazione, fino a che il valore si stabilizza e lo strumento fornisce il pH della soluzione.



Risultati

Acqua carta riviste	pH 6,89
Acqua carta depliant supermercato	pH 7,06
Acqua carta bianca stampata	pH 7,14
Acqua cartoncino PAP 21	pH 7,24
Acqua carta mista	рН 6,86



Commento risultati

Per lo smaltimento delle acque nello scarico è necessario che il valore del pH sia compreso in un intervallo massimo di 5-9, ma l'optimum è compreso tra 6,7 ed 8,6⁷.

Dai risultati ottenuti dai cinque campione esaminati è emerso che i valori di pH si mantengono tutti intorno alla neutralità di 7, presentando delle oscillazioni sia verso la basicità (il valore più basico è il campione di acqua cartoncino PAP 21 con 7,24) sia verso l'acidità (il valore più basico è il campione di acqua carta mista con 6,86). Si desume che, secondo il valore di pH, le acque residue della lavorazione della carta, se non reintrodotte nel processo, possono essere smaltite nello scarico domestico.



Sperimentazione in laboratorio

⁷ Manfredi Tiziano, *Trattamento acque di scarico*, XI corso di tecnologia per tecnici cartari, edizione 2003/2004

Caratteristiche meccaniche e fisiche della carta

Grammatura

Come già anticipato nel capitolo 2, la grammatura di un foglio indica il peso della carta per g/mq. La grammatura può essere così classificata:

- Carta bibbia: 25-35 g/mq
- Carta leggera: 35-60 g/mq
- Carta da stampa: 60-115 g/mq (la carta da fotocopiatrici e stampa ink-jet ha tipicamente una grammatura di 80 g/mq)
- Carta ruvida o bouffant: 115-220 g/mq
- Cartoncino: oltre 220 g/mq⁸

La grammatura influenza anche la scelta della carta a seconda dell'utilizzo che se ne vuole fare: ad esempio per un foglio da disegno avrò bisogno di una grammatura di 100-120 g/mq per ottenere un risultato ottimale, mentre per un quotidiano vengono generalmente utilizzate grammature su 35-55 g/mq.

Per effettuare la misurazione della grammatura vengono prelevati dei campioni di precise misure, non inferiore ai 500 mq, dalla bobina di carta. Successivamente i campioni vengono pesati con una bilancia di precisione. Con il valore ottenuto di almeno due cifre decimali, viene calcolato la grammatura:

8 www.boscarol.com/blog/?p=6307

 $G = M : A \times 10.000$

In cui:

G = grammatura della carta, in grammi al metro quadrato;

M = massa della provetta,in grammi;

A = area della provetta,in centimetri quadrati⁹.



Il alternativa alla misura digitale si può utilizzare una bilancia meccanica per grammatura. Questo strumento prevede il taglio del campione da un cartamodello, che successivamente

dovrà essere appeso alla bilancia per grammatura. Il peso viene espresso in scale che dipendendo dal volume del campione. Il valore di grammatura è un risultato immediato e non necessita di ulteriori calcoli¹⁰.

10 www.pce-instruments.com/italiano/strumento-per-pesare/bilancia/bilancia-per-grammatura-jakob-maulgmbh-bilancia-meccanica-per-grammatura-mps-m-det_138511.htm?_list=kat&_listpos=2

⁹ www.paperwebstore.com/det_grammatura.asp

Sperimentazione della grammatura

- Strumentazione: Bilancia di precisione
- Campionii Sono stati prelevati due campioni di 2x2 cm da ogni foglio. Sono stati analizzati cinque fogli per ogni processo di carta realizzata con riviste, depliant, PAP 21, fogli bianchi stampati e carta mista. I fogli sono stati classificati per ordine di realizzazione e prevedono due diverse misure: i primi tre di dimensioni di circa 21x29 cm, gli ultimi due di dimensioni 21x14 cm. Ogni processo è stata realizzato con le stessa metodologia e gli stessi quantitativi di acqua e carta, ovvero 45 g di carta e 3,6 l di acqua.

Procedimento

• Fase 1: Misurazione

La bilancia è stata tarata ed è stato utilizzato un supporto in plastica dove mettere il campione di carta. Ad ogni misurazione è stata controllata la taratura dello strumento ed è stata registrata la misurazione con quattro cifre decimali.



• Fase 2: Calcolo della grammatura

Successivamente è stato calcolata la media del peso dei due campioni prelevati da ogni foglio. Su quel valore è stata calcolata la grammatura del foglio.



		Kisultat
a pap21		

Carta pap21	
foglio 1	171,87 g/mq
foglio 2	126,25 g/mq
foglio 3	110,75 g/mq
foglio 4	148,25 g/mq
foglio 5	143,25 g/mq

*I dati presentati sono la media dei due campioni esaminati.

foglio 5

1	
Carta riviste	
foglio 1	167,25 g/mq
foglio 2	119,12 <i>g/</i> mq
foglio 3	105,5 g/mq
foglio 4	136,37 g/mq
foglio 5	106,12 <i>g/</i> mq
Carta supermercato	
foglio 1	111,5 <i>g/</i> mq
foglio 2	114,75 g/mq
foglio 3	83,125 <i>g/</i> mq
foglio 4	180,5 g/mq
foglio 5	111,25 <i>g/</i> mq
Carta bianca stampata	108,87 g/mq
foglio 2	97,37 g/mq
foglio 3	83 g/mq
foglio 4	105 g/mq
foglio 5	130,25 <i>g/</i> mq
Carta mista	
foglio 1	136,25 g/mq
foglio 2	98 g/mq
foglio 3	93,25 g/mq
foglio 4	14,5 <i>g/</i> mq

130,75 g/mq

Commento risultati

Dai dati ottenuti dalle misurazioni dei campioni si assume che il numero di fogli realizzati, la tipologia di retino e la tipologia di carta, influiscono sulla grammatura dei fogli. Il primo foglio realizzato tramite la tecnica manuale, risulta avere una grammatura media di 139,148 g/mq, invece il terzo ha una media di 95,125 g/mq. La media invece del quarto foglio, realizzato con un retino ad una grana più sottile del primo, è di 136, 824 g/mq.

Inoltre la superficie del foglio risulta essere per lo più uniforme, ovvero i due campioni per foglio esaminati risultano avere un peso simile, tranne in alcuni casi.

Osservazioni al microscopio

Le osservazioni al microscopio ci permettono di esaminare delle caratteristiche e dei dettagli della carta non visibile ad occhio nudo. Al microscopio possono essere osservate le fibre e la loro distribuzione sulla superficie del foglio.

Esistono varie tipologie di microscopio a seconda della tipologia di osservazione da eseguire. Nel caso di osservazioni che non necessitano particolari caratteristiche, vengono utilizzati dei microscopi ottici, che utilizzano le lunghezze d'onda della



luce visibile. Sono costituiti da un sistema di lenti adatto a focalizzare la luce nell'occhio. L'ingrandimento tipico dei microscopi ottici, all'interno dello spettro di luce visibile, è fino a 1500x, con un limite di risoluzione teorica di circa $0.2~\mu m$.

Osservazioni al microscopio

- Strumentazione: Microscopio ottico con zoom 1000x
- Campioni È stato prelevato un campioni per ogni foglio. Sono stati analizzati cinque fogli per ogni processo di carta realizzata con riviste, depliant, PAP 21, fogli bianchi stampati e carta mista. A questi cinque campioni sono stati aggiunti un campione di foglio bianco A4 da stampa da 80 g/mq e un campione di foglio riciclato prodotto in cartiera da 100 g/mq.

 Sono stati prelevati tre campioni, rispettivamente di carta mista, carta riciclata prodotta in cartiera e foglio bianco A4 da stampa, dove sono state effettuate delle prove di inchiostro con un pennino.

Osservazioni

Osservazione 1 Distribuzione delle fibre

Il campione prelevato è stato osservato nel punto centrale per verificare la distribuzione delle fibre sulla superficie del foglio.

• Osservazione 2: Bordo a strappo

Il campione è stato prelevato strappandolo dal foglio in maniera casuale. Il campione ottenuto presenta un bordo irregolare e frastagliato da cui possibile osservare al microscopio le singole fibre del foglio.

• Osservazione 3. Prove di inchiastra

Le prove sono state effettuate esclusivamente su: carta bianca, carta cartiera e carta mista. Su ogni campione è stato tracciato un segno, con un pennino, di uguale dimensione ed è stato esaminato al microscopio. Si è osservato l'espansione dell'inchiostro sulla superficie del foglio.



Risultati

Osservazione 1 Distribuzione delle fibre



Carta PAP21



Carta riviste



Carta supermercato



Carta bianca stampata



Carta mista



Carta cartiera

• Osservazione 2: Bordo a strappo



Carta riviste



Carta bianca stampata



Carta mista



Carta cartiera

• Osservazione 3: Prove di inchiostro



Carta bianca stampata



Carta cartiera

Commento risultati

Osservazione 1: Distribuzione delle fibre con zoom ottico

Dall'osservazione al microscopio è risultato evidente come le fibre di carta bianca stampata, PAP21, carta mista e carta supermercato siano ben evidenti e distribuite in maniera uniforme. I risultati della carta della cartiera e della carta rivista dimostrano una distribuzione più irregolare e più difficilmente riconoscibile a causa della presenza di alcuni residui di carta non perfettamente sfaldati.

Osservazione 2: Bordo a strappo

Dopo aver strappato in maniera del tutto casuale i campioni di carta, abbiamo potuto notare dall'osservazione al microscopio che gli unici due campioni che presentano una distribuzione ordinata delle fibre sono la carta bianca stampata e la carta della cartiera. La regolarità di queste fibre è dettata dal fatto che la carta bianca presenta al suo interno delle fibre vergini più lunghe e la carta della cartiera invece, dal momento che prevede un processo di raffinazione delle fibre durante la produzione, presenta fibre che vengono sfibrate e che si legano meglio le une con le altre ottenendo così fibre più lunghe e flessibili.

Gli altri campioni: carta mista, carta rivista, carta supermercato e carta PAP 21 presentano fibre non ordinate e intrecciate tra loro, questo dipende dal fatto che queste fibre non sono state trattate durante il processo di riciclo.

Osservazione 3: Prove di inchiostro

Dall'osservazione è risultato evidente che la distribuzione dell'inchiostro è simile su carta mista e carta bianca stampata. Si osserva una distribuzione uniforme con piccole espansioni dell'inchiostro in alcuni punti. Per quanto riguarda la carta della cartiera invece si osserva un tratto di inchiostro regolare e netto che non presenta particolari espansioni.



Osservazione al microscopio della carta



09 Il progetto

PAPER.O

Il nostro progetto tiene conto dello sviluppo di un processo innovativo e non si articola sulla definizione di un oggetto definito interamente e dettagliatamente in tutte le sue parti. Il progetto che verrà analizzato in modo più dettagliato di seguito vuole essere un *proof of concept,* ovvero un abbozzo di progetto o metodo, con lo scopo di dimostrare la fattibilità o la fondatezza di alcuni principi o concetti costituenti. Nel nostro caso infatti, abbiamo voluto dimostrare la possibilità di

creare un connubio tra la scala industriale e manuale di riciclo della carta, entrando in uno scenario ancora inesplorato da questo punto di vista: la casa. Abbiamo ridotto



notevolmente i volumi necessari in modo da poterci inserire all'interno dell'ambiente domestico nel modo più semplice, intuitivo e stimolante possibile. Come già accennato diverse volte abbiamo voluto creare una nuova esigenza che si articola in un oggetto nuovo ed innovativo. L'obiettivo di questa tesi, dunque, non è stato quello di progettare un oggetto che si potesse inserire, in via definitiva, all'interno delle nostre case, ma anzi, vuole proporre un percorso

progettuale che fornisce un'analisi dettagliata di tutti i processi necessari per lo sviluppo di una nuova metodologia di creazione di carta riciclata.

Per motivi di carattere tecnico e meccanico prima di sviluppare il prototipo, non avevamo un progetto definito in tutte le sue parti, gli unici elementi di cui eravamo certe erano: le fasi indispensabili del processo di produzione della carta (spappolamento, distribuzione polpa e pressatura), e la volontà di realizzare un macchinario interamente composto da materiali di recupero.

Non essendo dunque partite da un disegno tecnico ma semplicemente da un sistema di flusso che ci indicava quali erano le varie fasi di produzione e in quale ordine dovevano essere sviluppate, abbiamo proceduto per tentativi, individuando grazie a vari esperimenti in laboratorio, quali erano le soluzioni e le applicazioni più indicate per il nostro prototipo. Vogliamo inoltre sottolineare, come vedremo nel capitolo successivo, che tutti gli elementi costituenti il prototipo sono stati realizzati artigianalmente e con pezzi di recupero. Nessun elemento è stato realizzato industrialmente ad hoc per il prototipo. L'irregolare e, a volte, impreciso funzionamento

130 | Il progetto

del macchinario dipendono sostanzialmente da questo approccio, che vede elementi realizzati esclusivamente a mano con l'aiuto di macchine utensili.

L'elemento fondante del nostro progetto, e ancor di più del nostro percorso di studi, è la filosofia del Design Sistemico che dà maggiore valore agli scarti trasformandoli in risorse utili al sistema stesso.

"Il progetto organizza ed ottimizza tutti gli attori e le parti all'interno dell'ambito, in modo che possano svilupparsi evolvendo coerentemente gli uni con gli altri. Le singole parti del sistema si intrecciano formando una rete virtuosa (autopoietica) di relazioni tra i flussi di materia, energia e informazione."

Questo concetto permea in tutto il nostro percorso progettuale, dallo scarto cartaceo che diventa un nuovo prodotto, alle parti del nostro prototipo che da oggetti di scarto diventano materiali recuperabili fondamentali per la realizzazione del nostro proof of concept. Si vuole in questo caso creare una circolarità all'interno del progetto che, non solo valorizza gli scarti dandogli una nuova vita, ma produce al tempo stesso un oggetto che produce scarti utili all'intero processo produttivo, arrivando così ad avere un prototipo finale che è fatto da scarti ma non produce scarto ma solo risorsa.

Sempre secondo quest'ottica abbiamo deciso di non aggiungere, all'interno del nostro processo, additivi sintetici o sostanze particolari, come colle o sbiancati. Questa decisione è strettamente legata alla produzione di scarti finali che risulterebbero inquinati e danneggerebbero l'intero sistema per l'impossibilità di poterli riutilizzare. Gli unici collanti che utilizziamo sono quelli già presenti all'interno di alcuni packaging cartacei, quelli costituiti da fibre pressate, che per essere realizzati in stampi necessitano di utilizzo di colle che sciogliendosi in acqua possono essere facilmente riutilizzate.

Inoltre, solamente la fase finale di asciugatura

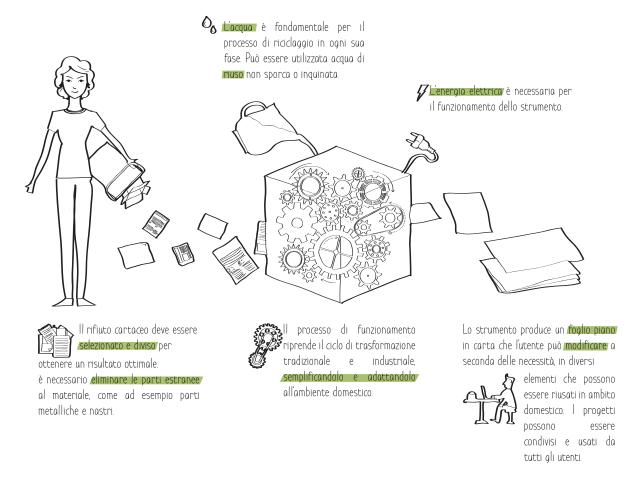
non è stata, per nostra decisione, esplorata maggiormente dal punto di vista tecnico e meccanico; questo perchè un dispositivo di essiccatura avrebbe previsto consumi elevati di energia elettrica. Dal momento che, per nostra filosofia progettuale, abbiamo deciso di valorizzare gli scarti in tutto e per tutto, realizzando un prototipo fatto esclusivamente di materiali di recupero, sviluppare un dispositivo complesso ad alto consumo risultava un controsenso. Come vedremo in seguito, la fase di asciugatura della carta è fatta esclusivamente all'aria, utilizzando fonti di calore naturali (es. sole) o fonti già esistenti in casa (es. caloriferi).

Vedremo nel capitolo successivo come si articola il progetto è come sono state sviluppate le singole parti del processo.

UN PROTOTIPO FINALE CHE È FATTO DA SCARTI MA NON PRODUCE SCARTO MA SOLO RISORSA

Schematizzazione del progetto

Lo schema che segue riporta tutti gli aspetti che analizzeremo in questo capitolo, dagli input per il funzionamento dello strumento, all'output e la sua destinazione d'uso.



Input

Come abbiamo visto nel capitolo 2 per realizzare la carta sono necessari due elementi fondamentali: l'acqua e la carta da riciclare. Questi due elementi devono essere inseriti nello strumento nelle giuste proporzioni per ottenere un risultato ottimale.

L'acqua è la componente maggiore del composto ed è quindi, importante per la buona riuscita del prodotto finale, che essa non sia sporca o inquinata con particelle estranee. Possono però essere utilizzate acque di riciclo, come ad esempio l'acqua di scarto del processo, che può essere reinserita all'interno del ciclo nonostante contenga parti di polpa.

Abbiamo voluto dare la possibilità al futuro utente di poter riciclare quanti più scarti possibili: riviste, giornali, packaging o fogli stampati, ad esclusione di cartoni molto spessi, in quanto richiederebbero delle lame più grosse per essere sfaldati. Giocare con le diverse tipologie di carta presenti in casa permette di ottenere risultati diversi: ad esempio una grande quantità di inchiostro sul foglio influisce sul colore della carta, oppure delle carte particolari possono dare al foglio delle caratteristiche meccaniche migliori. Come abbiamo analizzato nel capitolo 3, la cartiera del caso studio utilizza cartoni per rimpolpare il prodotto e per renderlo più consistente. Nel nostro caso i cartoncini più comuni presenti in casa, come quelli delle confezioni dei vari prodotti, aiutano ad ottenere un risultato più compatto. La migliore soluzione rimane in ogni caso, quella di utilizzare contemporaneamente le varie tipologie di carta presenti in casa, dalle riviste ai packaging dei prodotti alimentari.

Ci poniamo come punto fondamentale, quello di non utilizzare agenti chimici di alcun tipo, come sbiancanti e colle. Possono però essere utilizzati additivi di tipo naturale come coloranti derivati da frutti e fiori. La scelta di non utilizzare agenti chimici ci permette di non avere a che fare con ulteriori agenti inquinanti, che altererebbero la qualità dell'acqua di scarto del processo. Come già accennato, le uniche colle che utilizziamo sono quelle già presenti all'interno di alcuni scarti cartacei; queste colle sciogliendosi in acqua, possono essere facilmente riutilizzate.

Un ultimo input necessario è l'energia. La scelta di utilizzare l'energia elettrica è fondamentale per il funzionamento dello strumento. Alla base del progetto c'è il concetto dell'automazione e della semplificazione del processo di produzione della carta. L'energia elettrica diventa quindi il mezzo necessario per il funzionamento ottimale della macchina, che altrimenti funzionerebbe solo con il supporto manuale dell'utente, facendo decadere i principi di base del progetto.

Processo

Il processo dello strumento si divide in tre parti, la prima di miscelazione e triturazione, la seconda di distribuzione, e la terza di pressatura.

Nella prima parte lo strumento deve preparare la polpa tritando e miscelando le due componenti di carta e acqua in maniera omogenea. La carta deve essere spappolata con acqua in quantità definite, che sono quelle utili ad ottenere una buona polpa. Nel nostro caso specifico utilizziamo 780 ml di acqua e 15 g di carta riciclata di qualsiasi genere. La polpa ottenuta deve essere mantenuta omogenea e mescolata fino al momento della distribuzione. La soluzione carta/acqua non è una miscela in soluzione ma mantiene separati le sue componenti: in un lasso di tempo molto breve la carta si deposita sul fondo e l'acqua sale in superficie. La prima fase di miscelazione e la seconda di distribuzione, devono avvenire quindi in maniera consequenziale e senza che trascorra molto tempo tra una fase e l'altra.

Nella seconda parte, la polpa deve essere trasferita su una superficie piana delle dimensioni del foglio che si vuole ottenere. La distribuzione deve avvenire in maniera uniforme su tutta la superficie del foglio. Nel nostro caso la parte di

distribuzione è quella che ha richiesto più tempo per la progettazione. Come vedremo nel capitolo relativo al prototipo, per arrivare alla soluzione ottimale di distribuzione è stato necessario effettuare numerose prove con tecniche diverse. Il problema di questa fase è stata la necessità di trovare un metodo che ci permettesse di distribuire la polpa, che come abbiamo detto non è un composto omogeneo ma facilmente divisibile, in maniera uniforme. Nelle cartiere utilizzano le "macchine di afflusso", grandi macchine che durante la distribuzione della polpa tramite ugelli, tengono in continua agitazione la polpa in modo tale che le sue componenti non si dividano. Oltre al mantenimento della polpa in uno stato di omogeneità, è stato necessario trovare il modo di distribuire la polpa nel minor tempo possibile in modo da rendere la distribuzione il più omogenea possibile. Vedremo nel dettaglio il sistema di distribuzione che abbiamo sviluppato nel capitolo successivo dedicato al prototipo.

Il foglio ottenuto deve essere lasciato scolare per un certo periodo di tempo in modo tale da permettere all'acqua in eccesso di scolare via. Si è stimato che dell'acqua utilizzata per la miscelazione, ne viene espulsa durante lo scolo, circa l'65%. Tutta l'acqua che diventa scarto del processo, viene recuperata e riutilizzata per un nuovo e successivo processo.

Infine la terza parte del processo prevede la pressatura che viene effettuata tramite un rullo ricoperto in feltro, un materiale sintetico, tra i pochi materiali adatti alla pressatura della carta ancora bagnata. Il feltro ha la particolarità di assorbire l'acqua dalla polpa senza attirare a sé le particelle di carta. La pressatura è necessaria se si vuole ottenere un foglio di spessori omogenei e con una buona finitura superficiale. Un foglio di carta non pressato presenta sulla superficie con molte irregolarità che potrebbero essere di intralcio in alcuni utilizzi successivi del foglio.

Una quarta fase del processo di produzione della carta, che nel nostro caso non entra a far parte della macchina, è l'asciugatura. Come già accennato,

non volendo utilizzare fonti di energia elettrica per permettere al foglio di asciugare, abbiamo optato per una asciugatura naturale che prevede il posizionamento del retino, su cui è stato formato il foglio, vicino a una fonte di calore esistente: il sole, se si tratta di una buona giornata, o una fonte di calore, ed. un calorifero, se si tratta di giornate più fredde. I tempi di asciugatura dipendono dalle condizioni climatiche e dal tasso di umidità presente nell'aria.

Il foglio, una volta essiccato, puó essere facilmente rimosso dal retino ed utilizzato.

Prodotto finale

Il prodotto finale è un foglio piano di dimensioni definite, che può essere utilizzato in qualunque modo dall'utente.

Le caratteristiche estetiche e meccaniche del foglio ottenuto, influiscono nell'utilizzo del foglio stesso. L'utente quindi può modificare le caratteristiche del foglio dall'input a seconda del prodotto che vuole ottenere. Si forniscono all'utente degli spunti progettuali che possano aiutare ad utilizzare i fogli, e la possibilità di



condividere le idee con altri utenti che utilizzano PAPER.O, così da realizzare una rete di scambio progettuale. La volontà di creare un foglio piano e non un oggetto finito, ci ha permesso di lasciare all'utente la possibilità di creare il suo prodotto finale, permettendo così a chiunque di liberare la creatività.



10 Prototipo

Prototipazione

Nel capitolo precedente abbiamo esposto il nostro progetto, riferendoci in particolare al processo e all'aspetto etico del proof of concept. In questo capitolo affronteremo l'aspetto progettuale, ovvero la nostra interpretazione rispetto alla nuova necessità di riciclo e il percorso che ci ha portato alla sua realizzazione.

Il prototipo è interamente realizzato con materiali di recupero e alcune parti sono state adattate alle esigenze progettuali. In questo capitolo esamineremo il prototipo e il suo processo di realizzazione, sottolineando le prove più significative effettuate durante questa fase di prototipazione.

Il prototipo è stato realizzato artigianalmente in un laboratorio privato con l'aiuto del signor Fiorenzo e del signor Beppe, che ci hanno aiutate sia nella progettazione che nell'utilizzo degli attrezzi.

La fase di prototipazione del progetto è iniziata sviluppando le tre fasi principali del processo di produzione, che dovevano essere adattate alla nostra idea, ovvero miscelazione, distribuzione della polpa e pressatura. Oltre le fasi del processo, è stato progettato e prototipato il retino per la creazione del foglio. Riproponiamo, in ordine di

funzionamento, queste tre fasi fondamentali, che hanno portato alla realizzazione dello strumento e del retino. Analizzeremo, infine, la realizzazione della scocca e la parte di programmazione elettronica del funzionamento della macchina. Per la realizzazione artigianale del prototipo sono

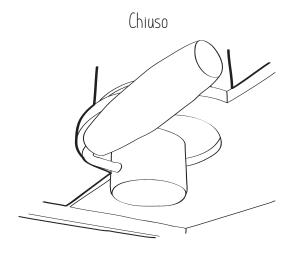
stati utilizzati molteplici strumenti e macchinari come: tornio da ferro, mola, sega circolare, saldatrice, sega a nastro e trapano a colonna. Di seguito sono riportate le descrizione delle fasi del processo che ci hanno portato alla realizzazione del prototipo.



Miscelazione

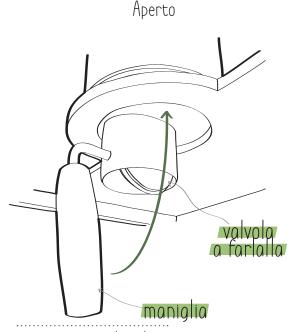
La prima fase della produzione è il miscelazione, cioè la frullatura nelle giuste proporzioni di carta ed acqua. Le esigenze di questa fase erano due, ovvero la necessità di avere un contenitore a tenuta per l'acqua e delle lame, che permettessero di spappolare la carta. Il primo punto è stato risolto utilizzando un tubo edile dell'acqua del diametro di 13 cm, con un riduttore a 6,5 cm. Questo è stato chiuso con una valvola a farfalla realizzata con un disco in nylon e un o-ring (cioè un anello di elastomero a sezione circolare) come guarnizione. La chiusura e l'apertura della valvola avvengono tramite una manopola esterna in legno ad azione manuale.

La seconda necessità di questa fase, erano delle lame per tritare la carta. Nelle fase di pre-test di produzione della carta è stato utilizzato un frullatore domestico, che emula un pulper industriale, di cui abbiamo parlato nel capitolo 2. Per una migliore fruibilità era necessario che il motore di azionamento fosse posizionato in alto, per facilitare la successiva fuoriuscita della polpa dal tubo. Per questo motivo è stato installato un frullatore ad immersione nel tubo in PVC tramite una staffa in metallo.





Il minipimer è stato automatizzato, bypassando il pulsante principale tramite un ponticello. Il frullatore è stato successivamente collegato ad un relè elettronico optoisolato (che trasferisce un segnale fra due circuiti mantenendo l'isolamento galvanico tra gli stessi¹) che sostituisce il vecchio interruttore ed è gestito direttamente dall'elettronica



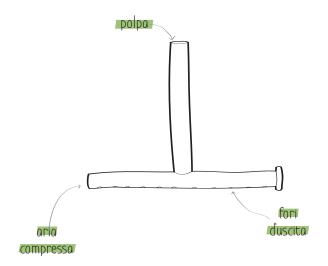
1 it.wikipedia.org/wiki/Optoisolatore

Distribuzione

Per questa fase, molto influente per il prodotto finale, sono stati fatti dei test per delle valutazioni di funzionamento. Sono state fatte tre prove principali con tre differenti metodologie di distribuzione: a spruzzo, a rotazione e a versamento. L'esigenza fondamentale di questa fase era la distribuzione uniforme, ottenuta in parte dalla velocità di distribuzione non incorrere nella separazione dei componenti o la miscelazione continua delle parti.

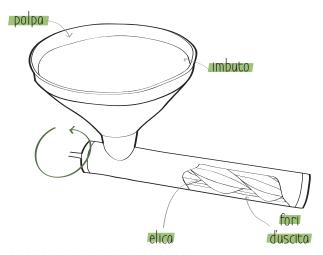
Primo test

Il primo test effettuato prevedeva una distribuzione a spruzzo, ovvero con dei getti di polpa. Questo test prende spunto dal funzionamento industriale delle macchina continue, che come abbiamo visto, sono costituite da piccoli ugelli che spruzzano la polpa sul retino. Nella nostra prova è stato utilizzato un tubo forato con due ingressi uno per la polpa e uno per l'aria compressa. Il risultato del test è stato negativo, in quanto la polpa dopo poco tempo ostruiva i buchi e non permetteva la distribuzione. E' stata fatta una controprova con un'apertura unica, per verificare il sedimento della polpa ed è stato comprovato come la quasi immediata separazione dei due elementi influiva sul risultato finale.



Secondo test

Nel secondo test è stata data molta attenzione al problema della miscelazione. Prendendo spunto da sistemi di miscelazione di componenti fluide come per le passate di pomodoro, è stato quindi previsto un sistema a miscelazione continua con un'elica senza fine. Per costruire questo sistema è stato utilizzato un tubo edile in pvc dal diametro di 5 cm con all'interno un'elica senza fine stampata in 3D realizzata in PLA(Acido polilattico)².



Disegne del funzionamento del primo secondo test con elica

Il tubo è stato chiuso da entrambi i lati con due dischi in nylon e un cuscinetto, dentro cui è stata inserita un'asta di sostegno per l'elica, mentre per il riempimento è stato installato nella parte superiore un imbuto. La fuoriuscita di polpa avveniva tramite una feritoia posta nella parte inferiore del tubo. Il test prevedeva il riempimento del tubo con la rotazione dell'elica interna e la conseguente distribuzione della polpa.

I risultati ottenuti sono stati discreti: ovvero la polpa fuoriusciva ma non in maniera uniforme e con dei problemi a metà della fase. Funzionava bene appena il tubo veniva riempito ma iniziava ad avere problemi quando la polpa stava per terminare. Successivamente è stato poi riscontrato anche un problema di sedimentazione della polpa nel tubo e nei cuscinetti, che si bloccavano e non permettevano la rotazione dell'elica. Un

² it.wikipedia.org/wiki/Acido_polilattico

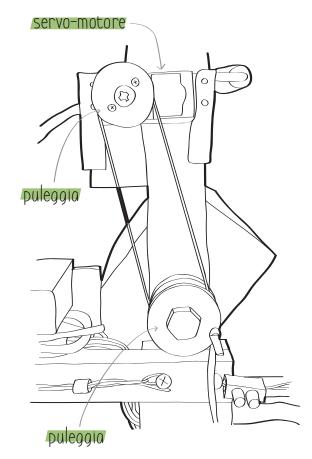
140 | Prototipo

ulteriore problema è stato trovato nel materiali di realizzazione dell'elica, che avrebbe dovuto essere più morbido nelle estremità per aderire meglio al tubo.

► Terzo test

Per l'ultimo test, abbiamo esaminato il gesto manuale del versare la polpa su una superficie tramite un recipiente. E' emerso quindi un sistema che prevedeva l'utilizzo di una vaschetta e di una rotazione della stessa in maniera graduale. E' stata quindi realizzata una vaschetta in metallo da un cestino per i rifiuti. il risultato del test è stato alquanto positivo: la polpa veniva distribuita in maniera uniforme se il movimento era veloce e costante. In questo test sono stati riscontrati dei problemi legati alla miscelazione uniforme del composto, in quanto parti poco spappolate e agglomerate, influiscono sul prodotto finale.

Di conseguenza ai test è stata quindi prototipata una struttura a vaschetta, partendo da uno scanner A3. E' stata utilizzata la struttura interna di uno scanner, composta principalmente da due barre di acciaio calibrate e dalla cassa esterna in metallo. Sono stati realizzati dei sostegni in nylon



Disegno del funzionamento della rotazione della vaschetta

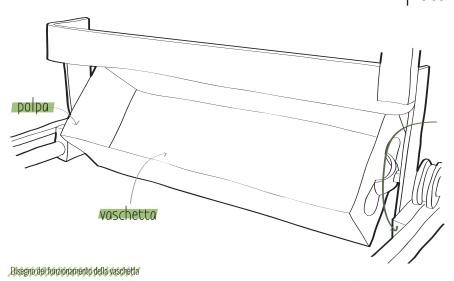


Prototipo in elaborazione

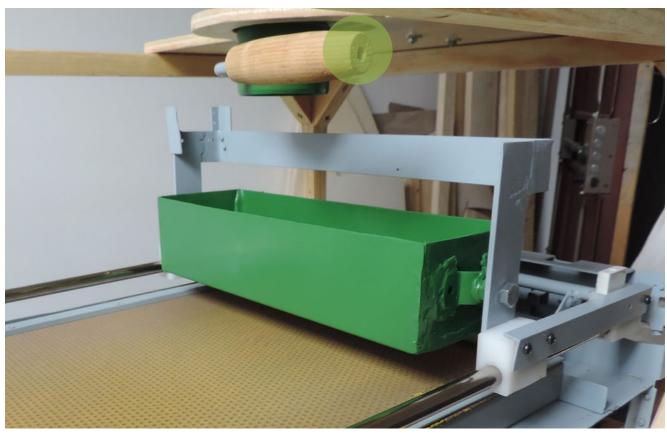
forati, dove è stata attaccata una staffa in metallo a C. Su questa staffa è stata installata la vaschetta in metallo, ricavata da un cestino dei rifiuti che misura 29x8x9,5 cm. Questa è stata bullonata alla staffa tramite dei sostegni, in modo da lasciarla libera di ruotare. Tutto il sistema viene inserito sulle barre calibrate dello scanner tramite i fori presenti nei sostegni di nylon. La rotazione della vaschetta è attivata da un servomotore, cioè attuatori che permettono di controllare la posizione angolare

e di mantenerla. Tramite due pulegge ed un cavo, il servomotore ruota in maniera graduale la vaschetta, permettendo la fuoriuscita della polpa mentre viaggia sulle barre calibrate.

L'utilizzo del sistema a vaschetta è limitato dalle quantità, ciò significa che per funzionare



correttamente il sistema prevede l'inserimento di un'esatta quantità di carta e acqua, rispettivamente 15 g e 780 ml.



Prototipo, particolare della vaschetta

Pressatura

Per ottenere un foglio con una superficie liscia e non scabrosa, è necessaria una fase di pressatura. Era necessario che il foglio fosse pressato con un materiale repellente alla polpa. Sono stati fatti vari test con molteplici materiali, come plastica e metallo. La soluzione migliore è stata ricavata analizzando i rulli pressanti delle macchine continue industriali. Questi rulli sono rivestiti interamente in feltro, cioè un materiale sintetico di natura fibrosa che assorbe l'umidità ed è igroscopico³.

Per realizzare il rullo è stato usato un tubo forato e ad entrambe le estremità è stato inserito un bullone, per ridurre l'ampiezza del foro. Nel foro è stata inserita una barra che è stata agganciata ad una staffa in metallo. Come per la vaschetta, tutto il sistema è stato inserito nelle barre calibrate dello scanner tramite altri due sostegni in nylon. Per il rivestimento in feltro, è stato realizzato un tubolare che può essere infilato sul tubo. Il sistema di pressatura, è stato infatti realizzato, in modo che il tubo possa essere sganciato facilmente,



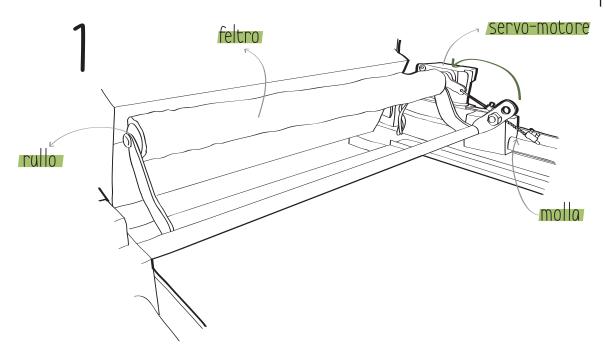
Prototipo, particolare rullo permettendo così la sostituzione del feltro.

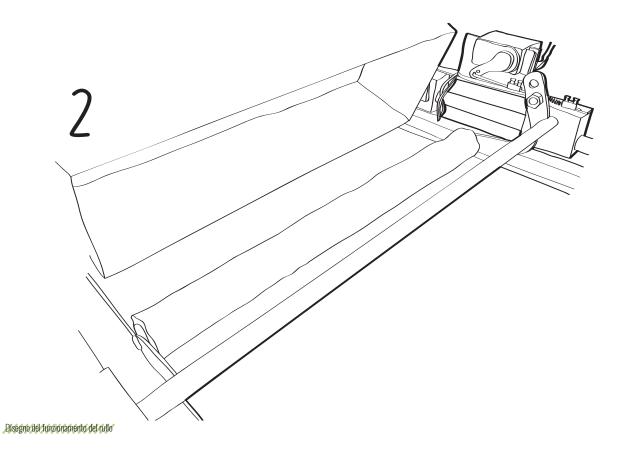
Il sistema di distribuzione e di pressatura sono stati agganciati insieme tramite una barra di metallo sui sostegni in nylon. Tutto il sistema è attivato da un motore a step, sfruttando quindi il meccanismo già presente nello scanner di recupero. Il motore a step è collegato tramite una cinghia dentata ad una ruota dentata e su questa ruota sono stati agganciati due cavi in acciaio che,

con un sistema di pulegge, muovono i sostegni in nylon, che viaggiano sulle barre calibrate. I due sistemi di distribuzione e pressatura viaggiano insieme vengono attivati in due momenti differenti.

Anche i1 sistema pressatura è attivata da un servomotore che alza e abbassa il rullo. All'inizio della fase, il servomotore abbassa in rullo, applicando un'ulteriore forza tramite una molla che schiaccia rullo sul retino, permettendo una migliore pressatura. Alla fine della fase, il servomotore riporta nella posizione alta il rullo.



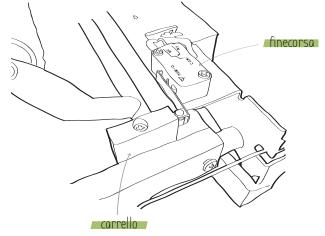




Prototipo

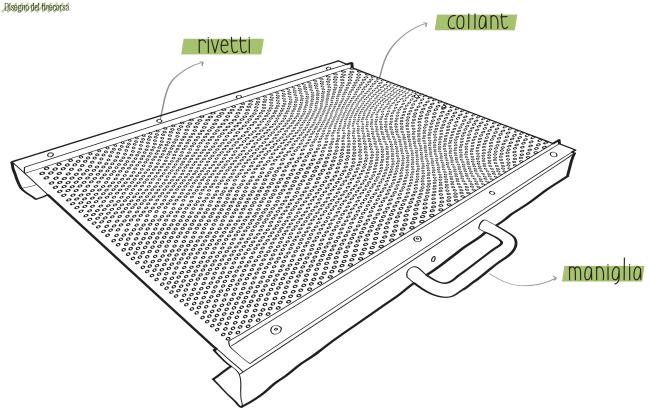
Retino

Il retino è stato realizzato prendendo in esame sia il piano scorrevole della macchina continua industriale, sia il "cascio", il telaio utilizzato nella produzione manuale. Il nostro retino è realizzato partendo da un pannello forato in ferro, recuperato da scarti edili, e un collant in nylon leggero, cucito sopra il pannello. E' stata realizzata una struttura con due barre in alluminio a C, anche queste di



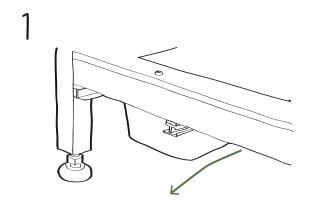


recupero da scarti edili, su cui è stato fissato con otto rivetti il pannello forato e la calza. Sopra sono state fissate delle barre per dare una forma regolare al foglio. Sulla struttura della macchina è stato inserito un finecorsa per segnalare, il posizionamento corretto del retino.

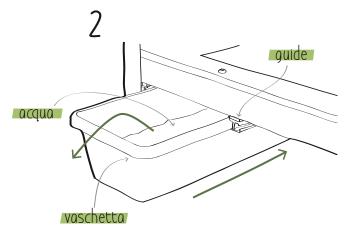


Recupero dell'acqua

Sotto la struttura dello scanner, è stato installato un piano inclinato in alluminio che fa confluire l'acqua in una vaschetta posta alla fine del piano stesso. Con questo sistema tutta l'acqua viene recuperata e può essere reimpiegata nel ciclo.

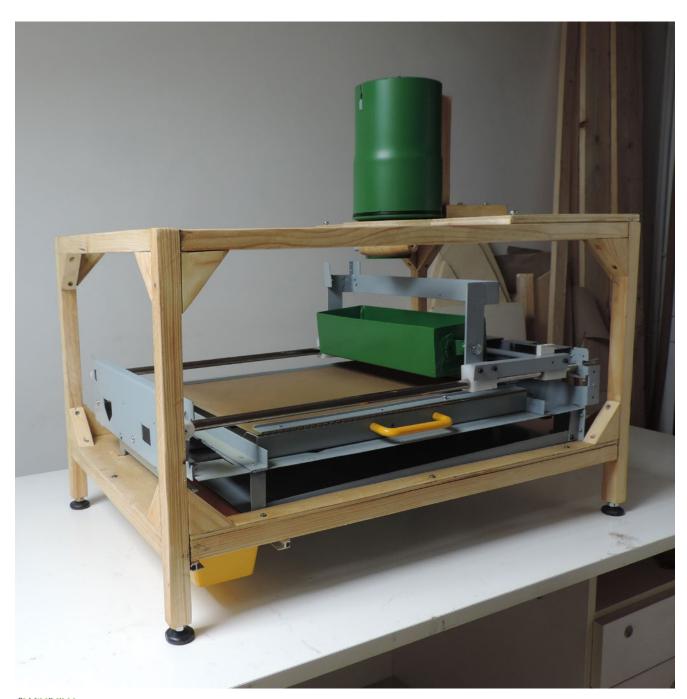












Prototipo finale

10.2

Elettronica e programmazione

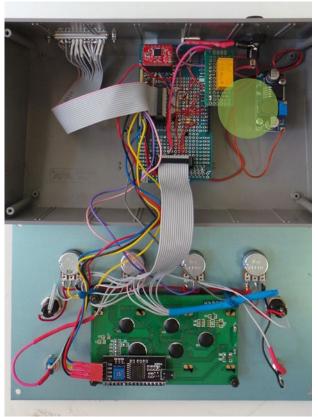
Per l'azionamento dei motori, è stata installata una scheda Arduino UNO con microcontrollore ATMEL 328P, con una Proto Shield di Arduino MEGA. La scheda è stata programmata in linguaggio C++ in un ambiente di sviluppo integrato (IDE). Arduino è una piattaforma hardware composta da una serie di schede elettroniche dotate di un microcontrollore.

La piattaforma fisica si basa su un circuito stampato che integra un microcontrollore con dei pin connessi alle porte I/O, un regolatore di tensione e, quando necessario, un'interfaccia USB



Prototipo, interfaccia

che permette la comunicazione con il computer utilizzato per programmare.⁴



Prototipo, elettronica

4 it.wikipedia.org/wiki/Arduino_(hardware)#Software

148 | Prototipo

Per l'interfaccia di funzionamento è stato installato uno schermo LCD seriale alfa/numerico a quattro linee e venti caratteri, comandato in seriale, dove vengono visualizzati i testi. Sono stati installati, oltre all'interruttore di accensione, due pulsanti di funzionamento dei comandi e due potenziometri per regolare le due velocità di andamento: uno per la distribuzione e uno per la pressatura. A questi due si aggiunge un potenziometro per il controllo della rotazione della vaschetta che viene attivato solo quando se ne richiede l'utilizzo.

La scrittura dello *sketch* ha previsto inizialmente la definizione di input, output e delle variabili a cui viene assegnato un valore, per essere poi richiamate durante la scrittura.

In seguito sono stati definiti come funzione i messaggi che vengono visualizzati ad ogni fase dall'interfaccia, e attraverso cui l'utente è guidato nei vari passaggi. Lo sketch di Arduino è caratterizzato sempre da due blocchi: il setup, in cui inserire le istruzioni che devono essere eseguite una sola volta all'avvio; e il loop, in cui ci sono le istruzioni che saranno ripetute. Il setup del nostro sketch, prevedere

A conclusione del setup, inizia il loop guidato dall'utente attraverso i pulsanti presenti sull'interfaccia. Vengono abilitati i servomotori del rullo e della vasca di distribuzione, che erano stati disattivati nella fase di setup. Nel caso in cui le posizioni non siano quelle iniziali, il carrello,

l'accensione dello schermo e la

definizione dei Pin

```
volatile unsigned long NUM = 22500;
                                         ///NUMERO DI STEP PER CORSA CARRELLO 22000
  int retino = 1;
                              // VARIABILE RETINO INSERITO (1 SE INSERITO) NC A MASSA CON PUL
  int carrind = 1:
                              // VARIABILE CARRELLO INDIETRO (1 SE INDIETRO) NC A MASSA CON PU
  int velav = 0;
                              //VELOCITA' CARRELLO AVANTI
  int velind = 0;
                              //VELOCITA' CARRELLO INDIETRO
  int vasccar = 5;
                             //POSIZIONE VACSA PER CARICAMENTO POLPA
                                                                     ( PARTONO A 90 GRADI)
  int vascsu = 90;
                              //POSIZIONE VASCA SU
  int trla
            = 50:
                              //POSIZIONE VASCA TRIM1 ALTO
  int poslmed = 40;
                              //POSIZIONE 1 MEDIA
  int trlb = 100;
                               //POSIZIONE VASCA TRIM1 BASSO
  int tr2a
           = 140;
                              //POSIZIONE VASCA TRIM2 ALTO
  int pos2med = 140:
                              //POSIZIONE 2 MEDIA
  int tr2b = 140;
                              //POSIZIONE VASCA TRIM2 BASSO
  int fissola = 50;
                              //POSIZIONE FISSA VASCA 1
                                                               (UGUALE A TRIA)
  int fisso2a = 140:
                              //POSIZIONE FISSA VASCA 2
                                                               (UGUALE A TR2A)
                              //POSIZIONE VASCA 1
  int vasc1 = 0;
  int vasc2 = 0;
                               //POSIZIONE VASCA 2
  int rulacc = 90;
                              //POSIZIONE RULLO START
                                                                 90 (ACCENSIONE)
  Screenshot, definizione delle variabili
                              ......
     void MESSAGGIO22()
            lcd.init();
            lcd.setCursor(4,1);
            lcd.print("INSERT WATER");
            lcd.setCursor(15,3);
            lcd.print("end->");
  Screenshot, definizione dei messaggi
void setup()
       {
      pinMode (5,OUTPUT);
      pinMode (6,OUTPUT);
      pinMode (8,OUTPUT);
      digitalWrite(5, LOW);
      digitalWrite(6, LOW):
      digitalWrite(8, LOW);
                                 //DRIVER IN STANDBY
      // EEPROM.write(0,0);
                                 //AZZERA NUMERO DI CICLI IN EEPROM CELLA 0
                                 //SERIALE PER MONITOR
     Serial.begin(9600):
                                 //INIZIALIZZA WIRE
     Wire.begin();
                                 //INIZIALIZZA DISPLAY
     lcd.init();
     lcd.backlight();
                                 //ACCENDI RETROILLUMINAZIONE DISPLAY
      pinMode (4, OUTPUT);
      pinMode (5, OUTPUT);
  Screenshot, setup
```

//////DEFINIZIONE VARIABILI/////

il rullo e la vasca vengono riportati nella posizione di partenza.

Sono state progettate una serie schermate. che danno possibilità all'utente, oltre che avviare la macchina, di visualizzare alcune informazioni riguardanti il funzionamento o attivare la funzione di cleaning, che prevede la pulizia della macchina tramite acqua. Avviata la macchina, inizia il processo, che richiede inizialmente l'inserimento del retino confermato dal fine corsa. Con l'inserimento di carta e acqua, la macchina porta alla posizione orizzontale la vaschetta che, in posizione di riposo, è inclinata.

Quando la fase di miscelazione viene attivata, è stato programmato un timer di 50s che viene visualizzato nella schermata. Alla fine della fase, è possibile effettuare una seconda miscelazione, se non si è ottenuta una polpa uniformemente tritata.

Il passaggio della polpa dal tubo di miscelazione alla vaschetta, viene effettuata in maniera manuale, tramite la maniglia.

E' stata prevista la possibilità di ruotare la vaschetta, in maniera manuale, tramite il potenziometro, se il volume ottenuto è minore o maggiore di quello previsto. E' stata utilizzata la funzione map, per programmare il potenziometro che regola l'inclinazione della vaschetta. La funzione map, permette di "ri-mappare" un numero, quindi di definire un range di valori di riferimento per il potenziometro, che vengono convertiti in gradi per il servomotore collegato alla

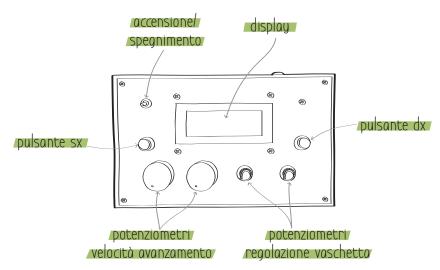
```
void loop()
    rullo.attach(6,544,2400);
                                  //SERVO RULLO SU PIN 6 PWM
    vasca.attach(5.544.2400):
                                  //SERVO VASCA SU PIN 5 PWM
                    digitalWrite(8, HIGH);
                                         //DISABILITA DRIVER
   delay(3333);
   digitalWrite(8, HIGH);
                                   //DRIVER OPERATIVO
 rullosu();
                                   //ALZA RULLO
 delay(1000);
 vascasu();
                                  //ALZA VASCA
 delay(1000);
Screenshot, loop
                        //INSERIMENTO CARTA E ACQUA
  MESSAGGIO6():
 vascacar();
    State = 1;
                         //ATTESA TASTO END
    tasto3();
    pos7:;
                         //POSIZIONE MIX
   MESSAGGIO7();
                         //MIXING
    State = 1;
    tasto2();
                         //ATTESA TASTO START
digitalWrite (Mix, HIGH);
                         //START MIXER
   timer(50):
   digitalWrite(Mix,LOW);
                         //STOP MIXER
MESSAGGIO8();
                         //RIPETI MIXER?
  State = 1:
Screenshot, inserimento carta ed acqua
```

150 | Prototipo

vaschetta. La posizione definita dal potenziometro viene letta dal programma, solo quando viene attivata questa funzione.

Successivamente è prevista una duplice funzionalità: quella manuale, che prevede l'intervento dell'utente sull'interfaccia in ogni fase; e quella automatica che non richiede nessun intervento. Nelle variabili definite all'inizio dello sketch, è stata definita la posizione finale della vaschetta, espressa in gradi per essere letta dal servomotore. Le informazioni riguardanti lo step, vengono espresse in step, ovvero numero di passi. La velocità di andamento può essere regolata tramite il potenziometro, anche in questo caso tramite una funzione map. La funzione converte i valori del potenziometro in intervalli di tempo tra uno step e l'altro, espressi in microsecondi. Il fine corsa segnala al motore a step che il percorso è stato completato. In questa fase il potenziometro è sempre attivo, quindi il programma legge sempre il valore impostato dalla manopola. Alla velocità del carrello è collegata la velocità di rotazione della vaschetta tramite una funzione che converte gli step in gradi del servomotore. In questo modo le posizioni iniziale e finale della vaschetta sono sempre le stesse, cambia solo il tempo impiegato per compiere la rotazione.

Dopo la distribuzione è stata programmata un'attesa di 90s, con un timer visualizzato sull'interfaccia, prima della fase di pressatura. La vaschetta resta quindi ferma al



Disegno interfaccia di funzionamento

```
int posvasca = map(i, 0, NUM, tr2a, vascsu);
                                                       //SINCRONIZZA
 vasca.write(posvasca);
 velind = analogRead(carind);
                                                       //LETTURA INP
 int Vel = map(velind, 0, 1024, 2000, 1);
                                                       //MAP CONVERS
// Serial.println("INDIETRO DOPO");
                                                       //INDIETRO
digitalWrite(Dir, LOW);
                                                       //COMANDO IND
digitalWrite(Step, HIGH);
delayMicroseconds(1);
                                                       //DURATA IMPU
digitalWrite(Step, LOW);
delavMicroseconds(Vel):
                                                       //INTERVALLO
Screenshot, carrello avanti
 velind = analogRead(carind);
                                                       //LETTURA :
 int Vel = map(velind, 0, 1024, 2000, 1);
                                                       //MAP CONVI
 Serial.println("INDIETRO");
                                                       //INDIETRO
 digitalWrite(Dir, LOW);
                                                       //COMANDO :
 digitalWrite(Step, HIGH);
 delayMicroseconds(1);
                                                       //DURATA IN
 digitalWrite(Step, LOW);
 delayMicroseconds(Vel);
                                                       //INTERVAL
```

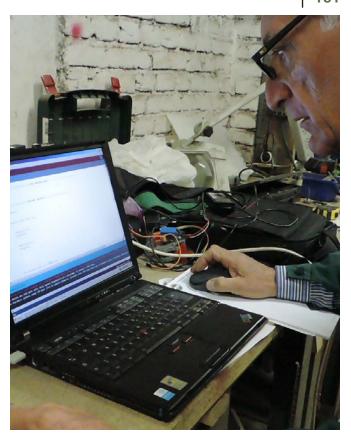
Screenshot, carrello indietro

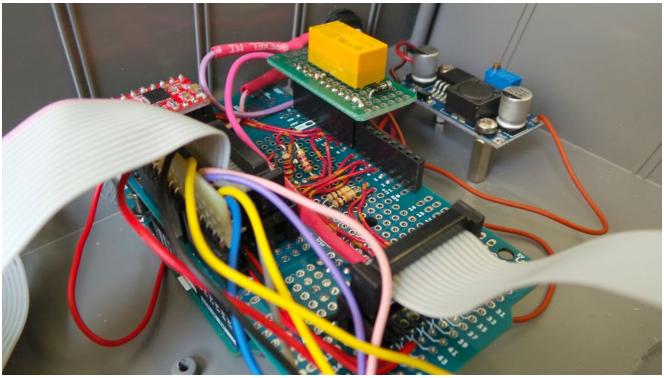
fondo e, finiti i 90s, il servomotore fa abbassare il rullo di un valore fisso definito nel programma. Come per la distribuzione, anche per il rullo si può regolare la velocità di avanzamento tramite un potenziometro. Solo nella modalità manuale si ha la possibilità di effettuare nuovamente la fase di pressatura.

Alla fine del processo il retino deve essere tirato fuori per proseguire nella fase di asciugatura non prevista dalla macchina. La macchina va in standby e viene acceso il led presente sull'interfaccia, per segnalare che la macchina è ancora accesa.



Prototipo, particolare della scheda dello schermo LCD





Prototipo, particolare della protosheed

10.3

Fasi del funzionamento automatico

Di seguito sono riportate le fasi della modalità automatica che spiegano il funzionamento di PAPER.O in ogni fase.

Fase 1: Accensione della macchina

Accensione della macchina tramite la leva di accensione. Segue il testo sullo schermo fino all'inizio delle fasi di processo.



Fase 2: Inserimento del retino

Inserimento del retino nella macchina fino al fine corsa.





Fase 3: Inserimento carta ed acqua

La macchina porta in posizione orizzontale la vaschetta, mentre si inseriscono 15 g di carta e 780 ml di acqua all'interno del tubo.





Fase 4: Miscelazione

Avvio della fase tramite i comandi, e per 50 s il frullatore trita la carta con acqua. La macchina ci dà la possibilità di mixare più volte la polpa.



Fase 5: Riempimento della vaschetta

Dopo il miscelazione, abbassare la leva della valvola, e il contenuto del tubo viene trasferito all'interno della vaschetta di distribuzione. Controllare il livello della polpa, per verificare le corrette quantità inserite.



Fase 6: Distribuzione

Se le quantità inserite sono corrette, si procede con la scelta della modalità. Selezioniamo la modalità automatica e la macchina procede con le fasi in maniera autonoma. La vaschetta ruota e inizia a spostarsi in orizzontale, versando la polpa sul retino. La velocità di andamento può essere controllata dal potenziometro. Si ferma al fondo della macchina per 90s. Sullo schermo viene visualizzato il countdown.



Fase 7: Pressatura

Dopo i 90 s, il rullo si attiva abbassandosi e schiacciando la polpa sul retino, il rullo si muove in senso orizzontale tornando nella posizione iniziale. Anche in questo caso, la velocità può essere controllata tramite il potenziometro.



Fase 8: Estrazione del retino

Il retino può essere tirato fuori tramite la maniglia per completare la fase di asciugatura, non prevista dalla macchina



Fase 9: Standby e spegnimento

La macchina va in standby dopo 20s e può essere successivamente spenta dalla leva di accensione.



Fase 10: Pulizia e manutenzione della macchina Dopo l'utilizzo la vaschetta di raccolta dell'acqua deve essere svuotata. La macchina deve essere pulita sommariamente da eventuali residui di polpa presenti. Se necessario, può essere effettuata una fase di cleaning che prevedere un ciclo con sola acqua per pulire tutti le parti.



11 Comunicazione

11.1

Comunicazione progettuale

È stato necessario, se non fondamentale, approfondire la parte di comunicazione progettuale relativa a PAPER.O. Ci troviamo di fronte a un oggetto nuovo, ancora inesplorato, che ha bisogno di comunicare sé stesso per essere utilizzato nella maniera più efficiente possibile. Abbiamo accennato diverse volte al fatto che ci inseriamo in un nuovo contesto inesplorato che vuole creare una nuova esigenza, e proprio per questo è stato necessario intervenire a fondo creando una rete informativa e comunicativa in cui questa macchina può inserirsi.

Dal momento che come abbiamo già visto nei capitoli precedenti, non abbiamo definito un progetto in tutto e per tutto me ne abbiamo realizzato solamente un prototipo che vuole essere un proof of concept, abbiamo deciso di elaborare e sviluppare una parte comunicativa che facesse da contorno al nostro progetto e che ci aiutasse a spiegarlo al meglio. Come vedremo in seguito sono stati sviluppati: un nome e un logo che identificano il progetto, un depliant esplicativo che vuole essere di supporto all'utilizzo di PAPER.O, un sito internet come luogo di scambio e di informazioni più dettagliate e specifiche sulla macchina e sulle sue creatrici, una pagina Facebook e infine una pagina YouTube in cui sono stati

condivisi video esplicativi riguardo la costruzione e il funzionamento di PAPER.O. Parleremo in questa sede anche dell'interfaccia della macchina sviluppata con il sistema Arduino e della licenza rilasciata in CC (Creative Commons).

Nome/Logo

Il nome della macchina è una parola costruita da due elementi: il primo è la parola inglese paper, in italiano carta e la o, iniziale della parola origami, l'arte di piegare la carta. Mentre il primo è un esplicito riferimento alla materia, il



secondo termine, vuole far riferimento all'utilizzo successivo del nuovo prodotto cartaceo, cioè pochi tipi di piegature che sono combinati in

160 Comunicazione

un'infinita varietà di modi per creare modelli anche estremamente complessi. Questo vuole alludere quindi alle infinite possibilità che ha l'utente di utilizzare il foglio realizzato.

Seppur il nome prenda in prestito delle parole dalla lingua inglese, la pronuncia resta italiana "papero", che ha un significato completamente diverso, assumendo un carattere quasi umoristico. Il gioco di significato tra le due parole, ha dato lo spunto per la creazione del logo. Il logo è rappresentato da una freccia con due punte, che vuole far riferimento all'iconografia del riciclo, rappresentata in genere con delle frecce. La forma della freccia rimanda concettualmente ai tratti generalmente tipici dell'animale, ovvero il becco, rappresentato da una punta di freccia, e l'ala piegata, rappresenta dalla linea circolare della freccia.

Depliant

Il depliant è stato pensato come un supporto necessario all'utilizzo della macchina, è un foglio illustrativo che spiega all'utente il semplice funzionamento di PAPER.O e le sue quattro componenti essenziali che abbiamo definito come: scarto, acqua, calore e carta.

Il depliant è piegato secondo la tecnica del *pinwheel twist* (girandola) che ci ha permesso di dividere idealmente il foglio piano nelle quattro aree sopra citate. L'intento è quello di trasmettere all'utente, già dal primo utilizzo, la fruibilità del prodotto che può essere ottenuto con PAPER.O: un foglio piano che può essere trasformato in maniera creativa grazie alla tecnica dell'origami.

Il depliant è stato realizzato su foglio di carta riciclata e stampato con una stampante bianco/nero a getto di inchiostro. E' stata utilizzata una

tecnica mista icone/testo per facilitare la lettura e renderla più accattivante. Si è scelto di utilizzare la lingua inglese per raggiungere il maggior numero di utenti. La lettura è da sinistra verso destra (secondo la logica di utilizzo) ma permette all'utente di leggerlo in maniera differente nel caso in cui si abbia bisogno di informazioni specifiche rispetto a una determinata area. Inserite tra le quattro macroaree possiamo individuare quattro microaree che fanno riferimento ad aspetti più specifici: quantità, retini, manutenzione e community.

Sul fronte, quando il depliant è chiuso, si possono facilmente identificare le quattro aree e, sotto ogni titolo in grassetto, sono presenti alcune informazioni significative legate alla specifica area di intervento.

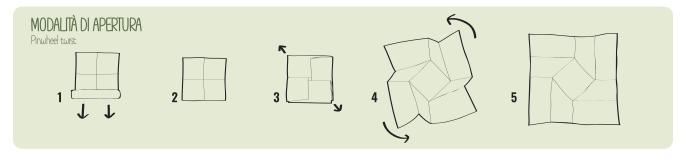
Sul retro, invece, è presente, al centro dell'origami, il nome e il logo del progetto.

Quando il depliant si presenta aperto, si ha nuovamente la percezione delle quattro aree e per ognuna emergono informazioni più dettagliate relative all'utilizzo. Al centro del depliant è facilmente riconoscibile il disegno a schizzo del prototipo di PAPER.O. Sul retro invece è possibile leggere delle pillole sull'utilizzo di PAPER.O.

► Macroaree

Scarto/Waste

Questa sezione è in alto a sinistra, poiché si tratta della prima fase del progetto, e spiega all'utente quale tipo di scarto cartaceo è possibile inserire all'interno del macchinario e quali accortezze



bisogna utilizzare. Come si vedrà anche per le altre aree, sono presenti dei box informativi che danno consigli o avvertenze. Viene inoltre fatto presente quale tipologie di scarti non possono essere utilizzati. Il primo passo di utilizzo è quello di ridurre il volume dello scarto e inserirlo all'interno di PAPER.O.

Acqua/Water

In alto a destra, troviamo l'area dedicata all'acqua, elemento fondamentale per l'utilizzo del macchinario. Vengono identificate due colonne che spiegano in maniera puntuale quali tipologie di acqua si possono e non si possono utilizzare. Anche in questo caso sono presenti elementi di avvertenza.

Calore/Heat

In basso a sinistra troviamo l'area dedicata al calore che permette all'utente di capire in maniera più approfondita la fase di asciugatura. Nel nostro caso l'asciugatura avviene in maniera naturale, sfruttando fonti di calore già esistenti. Il depliant suggerisce due tipologie di asciugatura: all'esterno, dove la carta può asciugare facilmente sotto i raggi del sole, e all'interno, dove si consiglia di posizionare il retino su cui è presente il foglio bagnato, vicino ad una fonte di calore come per esempio un termosifone. La scelta del posizionamento del retino per l'asciugatura, dettata essenzialmente dalle condizioni atmosferiche e dalla quantità di umidità presente nell'aria. Anche in questo caso troviamo un box informativo con consigli sull'efficacia del buon posizionamento del retino.

Carta/Paper

In quest'ultima macroarea identifichiamo il prodotto finale ovvero il foglio di carta realizzato dalla macchina. Vengono fatti dei possibili esempi sulla fruibilità del prodotto finale. Ci viene suggerito di consultare il sito internet https://paperorecycling.wixsite.com/papero per trovare nuove e creative idee legate all'utilizzo dei fogli.

Microaree

Lemicroaree, comegià accennato, sono posizionate tra una macroarea e l'altra e permettono di avere informazioni più specifiche e dettagliate riguardo: alle quantità di scarto e acqua da utilizzare, il lavaggio dei retini, la manutenzione ordinaria del macchinario e le caratteristiche della community.

Quantità/Quantity

E' posizionata in alto al centro, tra l'area dello scarto e quella dell'acqua. Ci suggerisce le esatte quantità da utilizzare: 780 ml di acqua e 15 g di scarto cartaceo.

Retino/Deckle

Questa microarea è posizionata a sinistra in centro, tra lo scarto e l'area del calore. Ci viene semplicemente suggerito di lavare i retini dopo ogni utilizzo per evitare che rimangano grumi che potrebbero alterare la qualità dei nuovi fogli.

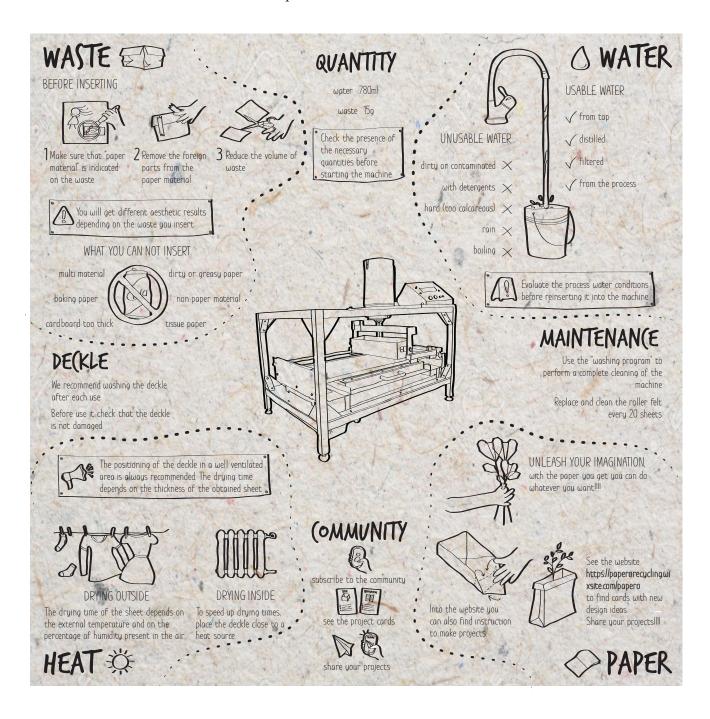
Manutenzione/Maintenance

E' posizionata a destra in centro, tra l'area dell'acqua e quella della carta. Ci viene introdotto il programma di lavaggio che è possibile effettuare dal sistema di controllo della macchina. Si suggerisce di effettuare un lavaggio completo, esclusivamente con acqua, dopo circa 20 fogli.

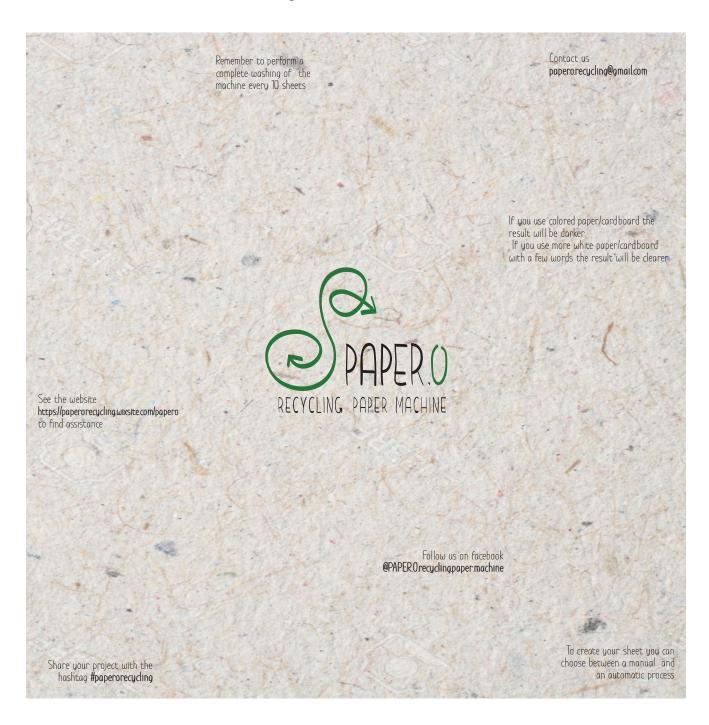
Community

Quest'area finale è posizionata in basso al centro, tra l'area del calore e quella della carta. In questo spazio si introduce il concetto di community, presente all'interno del sito internet, che ci permette di vedere dei progetti già fatti o di condividerne di nuovi. E' importante secondo la logica di PAPER.O sperimentare nuove soluzioni creative e avere la possibilità di condividerle con persone che possono essere interessate e possono prenderne spunto.

Depliant PAPER.O - Fronte



Depliant PAPER.O - Retro



Sito internet

Il sito internet https://paperorecycling.wixsite. com/papero è stato sviluppato su Wix.com, una piattaforma di sviluppo web su base cloud nella versione base free. Attualmente il sito prevede la homepage più due pagine, una dedicata al progetto e una alla descrizione personale. Il sito è stato realizzato completamente in lingua inglese. La navigazione è effettuabile tramite un menu orizzontale e le varie pagine sono strutturate per strisce con contenuti sia testuali e che grafici. In ogni pagina è presente, inoltre, un menu laterale che rimanda con delle ancore ai vari contenuti della pagina. Il sito non è realizzato in maniera statica, quindi parte dei contenuti, come foto o immagini, sono in movimento, creando una visualizzazione più dinamica.

La pagina principale si apre ponendo al centro il nome e il logo della macchina e si divide nei due contenuti principali del sito, ovvero una prima parte riferita al progetto e una su di noi. Nella prima viene messa in evidenza la macchina e i suoi prodotti, con una galleria a scorrimento automatico. La seconda, invece, mette in evidenza la parte dedicata agli autori del progetto, fornendo un'informazione di carattere generale. Entrambi gli elementi contengono un collegamento diretto con la pagina dedicata, per facilitare la navigazione e renderla meno obbligata. Le ultime due strisce della homepage sono dedicate alla licenza e ai contatti. Questa pagina è stata pensata come una OnePage-Site (scorrimento verticale) per dar modo all'utente che si approccia per la prima volta al sito, di ricevere il maggior numero di informazioni possibili e far capire subito il contenuto principale.

Nella parte dedicata al progetto, è stata data grande importanza ai video, che sono quindi il primo elemento che viene visualizzato. Dal video si apre una finestra dove sono raccolti i tre video realizzati, che l'utente può visualizzare. Successivamente si trovano informazioni più dettagliate sul progetto tramite foto e descrizioni. In particolare è stata inserita una striscia slideshow, dove l'utente, scorrendo tra i vari elementi, può

percorrere il percorso di funzionamento della macchina nei vari passaggi, descritti brevemente e accompagnati da una foto. Altre due strisce sono dedicate alla presentazione del depliant e ai prodotti finali realizzabili con la macchina.

L'ultima pagina ci descrive brevemente. Abbiamo ritenuto importante dare valore alla filosofia che ci ha accompagnato nella realizzazione del progetto, cioè la valorizzazione del rifiuto e l'importanza del riciclo.

Come abbiamo già descritto, nel nostro progetto viene data molta importanza all'utente e alla comunicazione e condivisione tra di essi. Una parte da sviluppare nel sito è quella della community, ovvero un luogo dove gli utenti utilizzatori della macchina e non, possono scambiarsi idee e progetti riguardo i prodotti finali realizzabili con la carta prodotta, e altre informazioni legati alla stessa. La community, dovrebbe quindi avere uno spazio di condivisione di foto e informazioni, e una parte aperta alla discussioni, cioè un forum dove possono essere condivisi dubbi e nozioni. Questo spazio avrebbe una duplicità di funzione, sia legata ai servizi forniti agli utenti, sia alle informazioni che potrebbero essere ricevute in merito al funzionamento dagli sviluppatori.





Video

Per offrire agli utenti un assaggio del prodotto, abbiamo deciso di realizzare un video Teaser che dà un panorama generale della macchina spiegando a grandi linee in circa 1:28 minuti il suo funzionamento. Il video è stato strutturato in maniera tale da suscitare interesse e curiosità nello spettatore. Con un alternarsi di inquadrature mobili e inquadrature fisse, viene raccontato il prototipo durante il suo processo di funzionamento, estrapolandone le fasi principali. Il video è stato creato per essere caricato su una piattaforma web: Youtube, e come parte fondamentale del nostro sito internet. Come vedremo in seguito, è stata creata una pagina YouTube, dedicata al progetto, in cui sono stati inoltre caricati video legati alla sua realizzazione.



Screenshot video PAPER.O

A coda del video sono presenti informazioni legate ai nostri nomi, alla musica utilizzata e alla licenza CreativeCommons.

Interfaccia

spiegato dettagliatamente Come già capitolo precedente, abbiamo avuto la necessità predisporre un'interfaccia digitale permettesse l'utilizzo della macchina nella maniera più semplice ed intuitiva possibile. L'interfaccia si compone di uno schermo a quattro linee e venti caratteri gestito tramite un pulsante di accensione e spegnimento, posto in alto a sinistra, e due pulsanti per l'interazione con l'interfaccia. I due pulsanti sono posizionati ai lati dello schermo in modo da selezionare facilmente gli elementi suggeriti dal display. Durante tutto il programma le possibilità di scelta sono sempre due e vengono gestite esclusivamente da questi due pulsanti. Sotto il display sono inoltre presenti: due potenziometri per la gestione manuale delle velocità di andamento delle componenti, altri due potenziometri per le regolazioni di inclinazione della vaschetta di distribuzione.



Interfaccia utente

Il programma segue l'utente passo passo durante l'utilizzo della macchina, suggerendo quello che è necessario fare ed in quale momento. Il programma è stato pensato con una doppia possibilità di utilizzo: automatico e manuale. Nel caso del processo automatico, una volta avviata la distribuzione, la macchina procede in maniera autonoma fino alla fine del processo di pressatura. Il processo manuale invece è stato pensato nel caso in cui si voglia dare la possibilità all'utente di intervenire attivamente durante il processo, gestendo ogni fase attivandola tramite pulsante. Il programma dunque, nel caso del processo manuale, si ferma durante ogni fase dandoti la possibilità di eseguire più volte alcune fasi, come quella di pressatura. La necessità di pressare più volte il foglio può essere utile nel caso in cui si voglia ottenere un foglio con una superficie più uniforme o si voglia decorarlo con elementi aggiuntivi (fiori, foglie, profumi, fili ecc).

Inoltre c'è la possibilità, tramite le opzioni, di avere informazioni più dettagliate riguardo le progettiste, verificare il numero di fogli già creati, analizzare i consumi della macchina e procedere con un processo di cleaning che permette il lavaggio completo della macchina con acqua.

Anche l'interfaccia, come il depliant, è stata sviluppata in lingua inglese. La decisione di utilizzare questa lingua è sempre legata alla volontà di raggiungere il maggior numero di utenti.

Licenza

Il progetto è stato rilasciato in CC, ovvero con una licenza Creative Commons. Questa è una licenza che si basa sul concetto some rights reserved, cioè alcuni diritti sono riservati ed è lo stesso autore a decidere quali. E' utilizzata in particolare per la divulgazione di progetti sotto un'ottica open source. Questo tipo di licenza si articola in sei modelli che si distinguono per le restrizioni imposte, che vanno dalla CC0 che comporta il pubblico dominio, alla CC BY-NC-ND, che riversa

tutti i diritti¹. Nel nostro caso abbiamo scelto una licenza di tipo CC BY-NC-ND



C-ND Licenza Creative Common

4.0, letteralmente Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International, che comporta:

Condividere: riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare questo materiale con qualsiasi mezzo e formato alle seguenti condizioni:

Attribuzione — Devi riconoscere una menzione di paternità adeguata, fornire un link alla licenza e indicare se sono state effettuate delle modifiche. Puoi fare ciò in qualsiasi maniera ragionevole possibile, ma non con modalità tali da suggerire che il licenziante avalli te o il tuo utilizzo del materiale.

NonCommerciale — Non puoi utilizzare il materiale per scopi commerciali.

Non opere derivate — Se remixi, trasformi il materiale o ti basi su di esso, non puoi distribuire il materiale così modificato.

Divieto di restrizioni aggiuntive — Non puoi applicare termini legali o misure tecnologiche che impongano ad altri soggetti dei vincoli giuridici su quanto la licenza consente loro di fare.

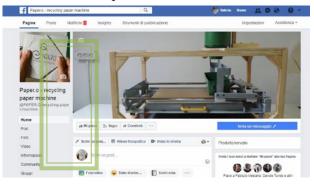
(https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/it/deed.it)

1 it.wikipedia.org/wiki/Licenze_Creative_Commons https://creativecommons.org/licenses/

La scelta di questo tipo di licenza molto restrittiva, nasce dalla volontà di proteggere un progetto ancora in evoluzione e che potrebbe presentare ulteriori risvolti progettuali. Inoltre il progetto si presenta ancora in una fase embrionale e potrebbe essere manipolato da terzi in maniera non in linea con l'etica che ci ha portato alla sua realizzazione.

Pagina Facebook

La scelta di creare una pagina Facebook (https://www.facebook.com/PAPER.O.recycling.paper.machine) è stata spinta dalla volontà di diffondere



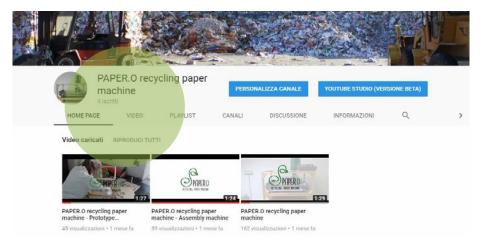
il più possibile il nostro progetto. Dal momento che siamo ancora in una fase embrionale di sviluppo, una piattaforma come Facebook può essere utile a noi per capire che tipo di utenza può essere interessata e qual'è il livello di interessamento. Attraverso la pagina è possibile condividere foto, video e link esterni in modo da creare una rete di informazione il più vasta possibile. Inoltre c'è la possibilità di confrontarsi e rispondere alle domande degli utenti che si dimostrano interessati.

La bacheca viene aggiornata frequentemente con novità legate alle nostre esperienze.

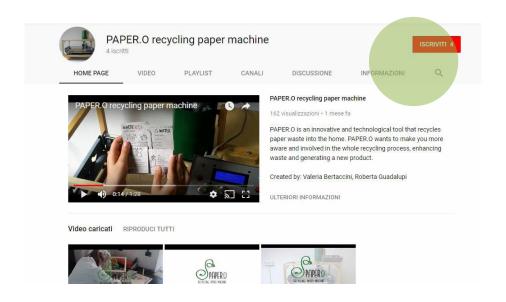


Pagina YouTube

Come per la pagina Facebook, la volontà di creare la pagina YouTube (https://www.youtube.com/channel/UCNjfZGFRWHsly1SPPUafT8g) è stata spinta dalla volontà di divulgazione. La pagina al momento contiene tre diversi video: un video teaser, di cui abbiamo parlato nel paragrafo dedicato al video, un video di alcuni momenti significativi della realizzazione del prototipo e infine un video legato al montaggio del prototipo.



Quando un nuovo utente apre per la prima volta la pagina Youtube parte in automatico il video Teaser, in questo modo viene coinvolto maggiormente e può facilmente capire di cosa si tratta all'interno della pagina.





12 Prospettive future

12.1

Prospettive future

Nei capitoli precedenti abbiamo descritto il percorso progettuale che ci ha portate alla realizzazione del nostro prototipo. Come abbiamo spiegato in molti casi, il nostro progetto è il proof of concept dell'idea di riciclo domestico, e il prototipo si propone come una nostra interpretazione: una delle soluzioni possibili per rispondere alla nuova esigenza domestica.

In questo ultimo capitolo vogliamo esaminare alcune delle infinite prospettive future su cui potrebbe vertere il progetto, partendo dalle nuove possibilità tecnologiche fino alla scorporazione del progetto, prendendo in esame gli spunti progettuali che sono emersi dalla presentazione del nostro progetto alla Mini Maker Faire Torino il 2 e 3 giugno 2018.



Presentazione del progetto PAPER.O alla Mini Maker Faire Tortho, 2018

174 | Prospettive future

In prima istanza, crediamo che il prototipo possa essere ripensato ad un livello tecnologico

differente. Riteniamo che un'immissione nel mercato del progetto, preveda una rivisitazione delle

LIVELLO TECNOLOGICO DIFFERENTE

parti al fine di renderle più accattivanti e con una estetica più consona all'ambiente domestico. Come abbiamo visto, il prototipo è stato realizzato con materiali di scarto e di recupero, per rientrare in una visione più sistemica ma anche più critica nei confronti del riciclo, dimostrando che tutto

può essere costruito partendo dagli scarti.

Il progetto andrebbe rivisto nel suo complesso per essere ricostruito, mantenendo però lo stesso processo di base e le stesse modalità, dato che riteniamo che queste siamo comunque efficienti. Potrebbero essere, per esempio, automatizzata la parte della miscelazione, che attualmente è azionata manualmente, e potrebbero essere introdotte nuove tecnologie a livello di sensoristica e meccanica, che renderebbero il sistema più efficiente. Particolarmente interessante potrebbe essere l'introduzione di un sistema di misurazione e di controllo dei quantitativi inseriti, che faciliterebbe e ottimizzerebbe tutta la prima fase del processo.

In ultimo potrebbero essere sviluppate parti del processo che non sono state progettate. Potrebbe essere interessante indagare sull'ultima parte di processo, ovvero l'asciugatura, sperimentando delle modalità di asciugatura alternative che non abbiano un alto consumo energetico e che siano ottimizzate al funzionamento domestico.

AMPLIARE IL Panorama di Utilizzi

Oppure integrare nello strumento altre fasi postproduzione per ampliare il panorama di utilizzi e per facilitare l'utente nell'utilizzo del prodotto, come ad esempio un incisore, che permetta di ritagliare il foglio secondo forme ben precise a seconda delle esigenze.

Riteniamo importante sottolineare che tutte le modifiche possibili che potrebbero essere fatte al progetto a livello tecnologico e meccanico, dovrebbero comunque rientrare nell'etica con cui è stato progettato, ovvero la valorizzazione dello scarto e il basso impatto ambientale.

Un punto di partenza delle progettazione è stato quello della collocazione del progetto nell'ambiente domestico. A conclusione delle analisi e della

PROGETTO POTREBBE ESSERE INSERITO ANCHE IN ALTRI

progettazione, possiamo dire che il progetto potrebbe essere inserito anche in altri ambiti, come luoghi di lavoro o ambienti comunitari, ovvero tutti

quei luoghi dove vi è un'alta produzione di scarti cartacei. Con le opportune modifiche, PAPER.O potrebbe entrare a far parte di un ufficio accanto ad una stampante, o in un locale dove può realizzare tovagliette o ancora in una tipografia. Questi sono solo degli esempi, ma sono molteplici i luoghi dove il nostro progetto potrebbe essere utilizzato sempre con lo scopo ultimo della valorizzazione del rifiuto.

Parlando sempre della dislocazione del progetto, PAPER.O si potrebbe inserire anche in una dimensione didattica nelle scuole. Il progetto propone, infatti, un duplice insegnamento, uno

legato alla valorizzazione dello scarto e l'altro legato al vero e proprio processo di produzione. Molte scuole in Italia sviluppano progetti



scolastici che vertono su entrambi gli argomenti prima citati, ma molto spesso le metodologie didattiche utilizzate non sono efficaci. Crediamo che PAPER.O si possa inserire in quel gruppo di strumenti tecnologici che permettono un insegnamento più efficace per le nuove generazioni.



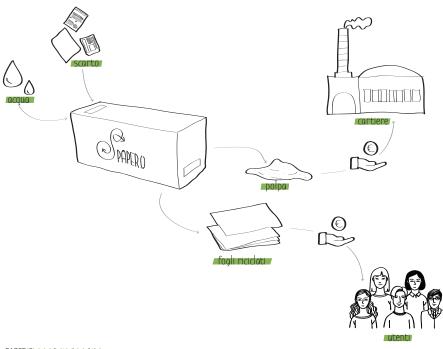
PAPER.O nella didattica

Spostandosi dal processo al prodotto, possiamo esaminare due scenari futuribili legati all'utilizzo

del prodotto finale. Una prima ipotesi potrebbe essere quella del profitto, ovvero la vendita a terzi della polpa o del

LA VENDITA A TERZI DELLA POLPA O DEL PRODOTTO FINITO

prodotto finito. La polpa potrebbe essere creata e poi successivamente portata in cartiera per le successive lavorazioni. Il prodotto finito,



inteso sia nella sua forma piana, sia nella sua elaborazione, potrebbe essere venduto agli utenti, soddisfando particolari esigenze. Ad oggi, grazie alla diffusione del web molte persone hanno rivalutato l'artigianalità dei manufatti, sia per la personalizzazione sia per l'unicità del prodotto. In questo senso i fogli realizzati con PAPER.O, si inseriscono in una nicchia di acquirenti che è alla ricerca di prodotti cartacei unici e particolari.

Un altro scenario è legato all'aspetto più concettuale del processo di riciclo. Il ciclo infinito di distruzione-riuso trasforma il foglio in qualcosa di più della materia. Diventa espressione

di qualcosa che viene trasformata: così un'idea impressa su quel foglio, viene distrutta e su i suoi resti una nuova idea viene fondata, in un ciclo che potrebbe essere infinito. Questo aspetto è legato principalmente ad un aspetto dell'arte che va oltre

QUALCOSA DI PIÙ DELLA MATERIA

l'aspetto estetico, dando più importanza ai concetti e le idee che si vogliono trasmettere. Ma rimane anche fortemente legato al nostro

> concetto di valorizzazione, che in questo caso non si limita alla pura materia ma può assumere molteplici significati.

> Un'altra prospettiva potrebbe inserirsi in un futuro prossimo che punta al rinnovamento degli elettrodomestici. Come abbiamo visto nel primo capitolo, già oggi la casa 2.0 è la nuova idea di abitazione ricca di strumenti innovativi atti a migliorare la qualità della vita delle persone che vi abitano. Possiamo solo immaginare cosa ci riservi il futuro in questo senso e PAPER.O si inserisce perfettamente in quest'ottica. Nella casa del futuro possiamo



PAPER.O come parte integrante del sistema casa

immaginare PAPER.O completamente integrato nel sistema abitativo, che supporta l'utente nel sistema di riciclo quotidiano. Potremmo immaginare PAPER.O in una nuova veste, cioè non più come un oggetto a sé ma integrato e incassato in un insieme di moduli che costruiscono l'ambiente domestico, collegato al sistema di controllo centralizzato della casa e fruibile in qualsiasi momento.

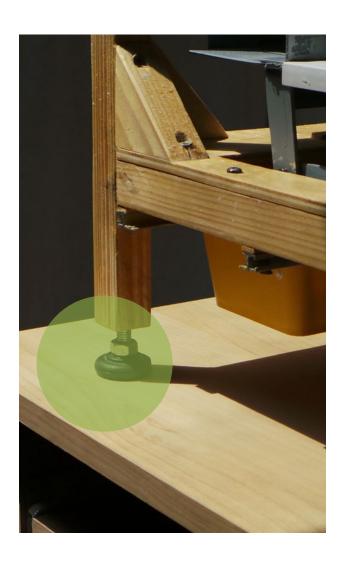
SUPPORTA L'UTENTE NEL SISTEMA DI RICICLO QUOTIDIANO

In quest'ottica nell'ambiente domestico non esisterebbero più i cestini dei rifiuti, ma solo

sistemi di riciclo che permettono all'utente di ottenere nuova materia. In questo mondo non esisterebbe più neanche l'idea di rifiuto perché tutto diventa automaticamente risorsa.

In questo ultimo capitolo abbiamo voluto esaminare dei possibili scenari futuri del nostro progetto, perché riteniamo che molteplici siano i risvolti che il nostro proof of concept potrebbe prendere.

Conclusioni



Si conclude con questo capitolo il nostro percorso progettuale che ci ha portate ad indagare numerosissimi aspetti legati al riciclo dei rifiuti. Questo studio ha voluto rispondere alle domande: "Perché è importante riciclare? Perché potrebbe essere interessante farlo in modo autonomo?". Spaziando dall'analisi della situazione attuale di riciclo in Italia, alle interviste agli utenti, alla visita in cartiera Cassina, abbiamo cercato di dare una risposta a questa domanda, sviluppando un percorso progettuale che ci ha portate alla realizzazione di un prototipo che vuole essere il proof of concept della possibilità di riciclo in maniera autonoma in ambiente domestico. Come si è visto in questa tesi, il percorso per arrivare a una soluzione progettuale tecnologicamente innovativa, è stato molto lungo ed ha spaziato tra argomenti molto diversi, che ci hanno portate, in maniera più o meno significativa, alla conclusione di questa tesi.

Speriamo con questo percorso di essere riuscite ad avvicinare maggiormente gli utenti al riciclo, non solo incuriosendoli con un nuovo strumento, ma dandogli inoltre la possibilità di diventare i protagonisti del riciclo.

La creazione di nuove esigenze può diventare una sfida complicata da vincere, ma se superata, spesso

180 Conclusioni

può diventare un nuovo punto di partenza da cui iniziare nuovi percorsi progettuali. Speriamo che questa tesi abbia suscitato nel lettore la curiosità di sperimentazione di nuovi spunti progettuali da cui partire per poter migliorare il nostro progetto. Come abbiamo visto nel capitolo relativo alle "prospettive future" le evoluzioni del progetto sono molteplici, e spaziano dal miglioramento tecnologico alle nuove applicazioni.

Riteniamo che il proof of concept che abbiamo realizzato sia un buon elemento di sperimentazione che dimostra la fattibilità di una riduzione del processo di riciclo, trasportandolo in un ambiente ancora inesplorato da questo punto di vista: la casa.

LA FATTIBILITÀ DI UNA RIDUZIONE DEL PROCESSO DI RICICLO

Per quanto pensavamo potesse essere difficile affrontare questo argomento, ci siamo trovate in un ambito ancora inesplorato, che ci ha dato modo di avere piede libero durante la progettazione. Tutto questo ci ha permesso di sperimentare diverse soluzioni durante il nostro percorso di realizzazione del proof of concept. Quello che abbiamo sviluppato riteniamo possa diventare un punto di partenza per coloro che hanno interesse nella sperimentazione di questo ambito.

Come nell'introduzione, anche in questa conclusione ci teniamo a inserire una citazione che racconta quella che è stata la nostra filosofia progettuale, facendo riferimento al concetto di design sistemico di cui abbiamo parlato nei capitoli precedenti. Siamo fermamente convinte della necessità di un cambiamento di prospettiva, che deve nascere dagli utenti e diventare parte integrante di un intero sistema. La necessità che permea nella nostra tesi è quella di un cambiamento radicale delle organizzazioni che permettano uno sviluppo sostenibile e lo sviluppo di progetti che si articolano in questa direzione.

"L'attuale rivoluzione dell'ecodesign, che oggi è sempre più diffusa, mostra chiaramente che la transizione verso un futuro sostenibile non è più un problema tecnico o concettuale. Abbiamo le conoscenze e le tecnologie per costruire un mondo sostenibile per i nostri figli e per le future generazioni. Ciò di cui abbiamo bisogno è la volontà politica e la leadership. Tale leadership non si limita al mondo della politica. Nel mondo attuale ci sono tre centri di potere: il governo, gli affari e la società civile. Tutti questi centri hanno bisogno di leader che abbiano una cultura ecologica, e che siano capaci di pensare in modo sistemico. La collaborazione fra questi tre centri di potere sarà cruciale per muoverci verso un futuro sostenibile."

Fritjof Capra e Pier Luigi Luisi, 2014

¹ Fritjof Capra e Pier Luigi Luisi, Vita e natura. Una visione sistemica, Sansepolcro, Aboca, 2014

FONTI

SITOGRAFIA

Capitolo 1: Analisi dello scenario

1.1

- https://it.wikipedia.org/wiki/Domotica
- https://en.wikipedia.org/wiki/Home_automation
- http://www.zigbee.org/
- https://www.amazon.com/all-new-amazon-echo-speaker-with-wifi-alexa-dark-charcoal/dp/ B06XCM9LJ4
- https://altadefinizione.hdblog.it/2010/12/15/recensione-il-robot-rovio-con-webcam-comandato-a-distanza-disponibile-in-italia/
- http://www.irobot.it/roomba/
- http://casajasmina.cc/

1.2

- http://www.repubblica.it/economia/rapporti/osserva-italia/trend/2017/03/02/news/la_raccolta_differenziata_in_italia_e_differente
- https://www.certifico.com/news/22-news-generali/4691-uni-11686-2017-waste-visual-elements
- https://www.coreve.it/showPage.php?template=per_cittadini&id=3
- http://www.corepla.it/anche-vuoti-i-tuoi-imballaggi-plastica-contengono-molti-vantaggi
- http://comieco.media.mweb.pro/allegati/2017/6/22mo_rapporto_web_166168.pdf

Capitolo 2: Il rifiuto cartaceo

2.1

- http://www.museodellacarta.com/
- http://www.museodellacarta.com/docs/lacarta/latecnicadellafiligrana.asp
- http://www.treccani.it/enciclopedia/carta_%28Enciclopedia-dei-ragazzi%29/
- http://www.raiscuola.rai.it/articoli/origine-dellindustria-della-carta/8558/default.aspx

- http://aulascienze.scuola.zanichelli.it/come-te-lo-spiego/2015/11/16/la-chimica-della-carta/
- https://www.cen.eu/Pages/default.aspx
- http://www.comieco.org/pubblicazioni/pubblicazioni-comieco/news/22-rapporto-annuale-comieco-sulla-raccolta-differenziata-di-carta-e-cartone-in-italia-.aspx#.Wl-H4ajiaUm

- http://www.difesambiente.it/uomo_ambiente/raccolta_differenziata.html
- http://www.minambiente.it/pagina/certificazione-ambientale
- https://www.blauer-engel.de/en/companies/basic-award-criteria
- https://www.pefc.it/
- https://www.pefc.it/logo-usage/elementi-etichetta-pefc
- https://it.fsc.org/it-it
- https://it.fsc.org/it-it/certificazioni/le-etichette-fsc-01
- http://greenpeace.it/deforestazionezero/salvaforeste/index.html
- http://www.editecnologia.altervista.org/Carta/ProprietaCarta2012.pdf
- https://www.iso.org/home.html
- http://www.sapere.it/enciclopedia/carta+%28lessico+e+industria%29.html
- http://www.cepi-containerboard.org/index.php
- http://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/index.php?pg=mnazione&aa=2016
- http://www.museodellacarta.com/
- http://www.assocarta.it/it/
- http://www.assocarta.it/it/dati-di-settore/materie-prime.html
- http://www.greenpeace.org/italy/it/campagne/foreste/

2.3

- http://www.comieco.org/sala-stampa/
- http://www.cartierasrocco.it/it/produzione/preparazione-impasto
- http://www.lucartgroup.com/index.php?id=99

2.4

- http://www.museocartamele.it/?page_id=1393
- http://www.museodellacarta.com/docs/lacarta/lacartaamano.asp
- http://www.leonardo.tv/articoli/come-si-realizza-carta-artigianale-di-fabriano/

Capitolo 3: Caso studio: Cartiera Cassina, Pinerolo (TO)

3.1

- http://www.cartierecassina.com/la-storia
- https://it.wikipedia.org/wiki/Amazon.com

Capitolo 4: L'utente

- http://comieco.media.mweb.pro/allegati/2017/6/22mo_rapporto_web_166168.pdf
- https://www.facebook.com/consorzio.comieco/
- http://www.comieco.org/mese-del-riciclo-di-carta-e-cartone/quiz-che-riciclatore-sei/

Capitolo 5: Gestualità dei rifiuti in casa

5.1

- http://www.amiat.it/cms/servizi/51-raccolta-e-smaltimento-rifiuti/raccolta-differenziata
- http://www.comieco.org/cartoniadi/comuni/copia-edizione-2012-e-2013/comune-di-milano/cosa-mettere-nel-cassonetto-bianco.aspx

5.2

- https://www.tetrapak.com/it
- http://www.comieco.org/il-nostro-ruolo/l-attivita-dei-convenzionati/news/protocollo-intesa-tetra-pak---comieco.aspx#.WoRdm6jiaUk
- http://www.tiriciclo.it/index.plp
- http://www.provincia.torino.gov.it/beataladifferenziata/cms/index.php/destino-rifiuti/riciclo/dizionario-dei-rifiuti.html

5.3

http://www.corepla.it/

Capitolo 7: Linee Guida per il progetto

7.2

- https://global.epson.com/innovation/paperlab/
- https://patents.google.com/patent/EP2664708A1
- https://www.epson.eu/insights/article/worlds-first-dry-process-office-papermaking-system-comes-to-europe
- https://www.fespa.com/en/news-media/features/paperlab-market-worth-%E2%82%AC2-billion-epson

Capitolo 8: Sperimentazione del materiale

8.1

- http://www.chimica-online.it/materiali/carta-patinata.htm
- https://it.wikipedia.org/wiki/Carta_patinata
- https://www.paperonweb.com/grade.htm#c
- https://www.paperonweb.com/grade.htm#c

- https://www.lenntech.it/ph-e-alcalinita.htm
- https://it.wikipedia.org/wiki/Piaccametro
- http://www.hanna.it/phmetro/

8.3

- http://www.boscarol.com/blog/?p=6307
- http://www.paperwebstore.com/det_grammatura.asp
- https://www.pce-instruments.com/italiano/strumento-per-pesare/bilancia/bilancia-per-grammatura-jakob-maul-gmbh-bilancia-meccanica-per-grammatura-mps-m-det_138511.htm?_list=kat&_listpos=2

Capitolo 9: Il progetto

9.1

• https://it.wikipedia.org/wiki/Design_sistemico

Capitolo 10: Prototipo

10.1

- https://it.wikipedia.org/wiki/Optoisolatore
- https://it.wikipedia.org/wiki/Acido_polilattico
- http://www.betelli.it/prodotto/feltro-sintetico/

10.2

https://it.wikipedia.org/wiki/Arduino_(hardware)#Software

Capitolo 11: Comunicazione

- https://paperorecycling.wixsite.com/papero
- https://it.wikipedia.org/wiki/Licenze_Creative_Commons
- https://creativecommons.org/licenses/
- https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/it/deed.it
- https://www.facebook.com/PAPER.O.recycling.paper.machine
- https://www.youtube.com/channel/UCNjfZGFRWHsly1SPPUafT8g

BIBLIOGRAFIA

Introduzione

• K. Boulding, *The economics of the coming Spaceship Earth*, in: H. Jarrett (editor), *Environmental quality in a growing economy*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1966, p. 3-14.

Capitolo 1: Analisi dello scenario

1.1

- Adrian Forty, Objects of Desire, Thames & Hudson, 1986
- Richard Sennett, L'uomo artigiano, Milano: Feltrinelli, 2008
- Cluade Lévi-Strauss, La Pensée Sauvage, Parigi: Plon, 1962

1.2

• ISPRA, Rapporto Rifiuti Urbani_Ed.2017

Capitolo 2: Il rifiuto cartaceo

2.1

• Marco Polo, Il Milione, a cura di Valeria Bertolucci Pizzorusso, Milano: Adelphi, 1975 (originale 1298)

2.2

- Lucia Rigamonti, Mario Grosso, Riciclo dei rifiuti, Analisi del ciclo di vita dei materiali da imballaggio,
 Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2009
- Comieco, 22º Rapporto Raccolta, Riciclo e Recupero di carta e cartone 2016, comieco.org, 2017
- Assocarta, Rapporto Ambientale dell'industria cartaria italiana dati 2013-2014, 2016
- ISO, Environmental labels and declarations How ISO standards help, iso.org, 2012
- Cepi ContainerBoard, List of Grades, 2014
- CEN, European List of Standard Grades of Recovered Paper and Board, EN 643, 2013
- Silvia Barbero, Dispense del corso di Requisiti ambientali del Prodotto, Design e comunicazione visiva, Politecnico di Torino, 2013

- Lucia Rigamonti, Mario Grosso, Riciclo dei rifiuti, Analisi del ciclo di vita dei materiali da imballaggio,
 Palermo: Dario Flaccovio Editore, 2009
- Assocarta, Alla scoperta del pianeta carta, Progetto Scuola
- Piumetti Marco, Dispense del corso di "Processi di reimpiego e valorizzazione energetica", Politecnico di Torino, 2017
- Greenpeace, La carta riciclata per proteggere le foreste, Greenpeace.it, 2013

Capitolo 8: Sperimentazione del materiale

8.2

• Manfredi Tiziano, Trattamento acque di scarico, XI corso di tecnologia per tecnici cartari, edizione 2003/2004

Conclusioni

• Fritjof Capra e Pier Luigi Luisi, Vita e natura. Una visione sistemica, Sansepolcro, Aboca, 2014

ICONOGRAFIA

Capitolo 1: Analisi dello scenario

- https://www.google.it/search?rlz=1C1ASUT_itIT701IT701&tbs=isz:l&tbm=isch&q=advertise-ment+vacuum+cleaner+1914&chips=q:advertisement+vacuum+cleaner+1914,online_chips:hoover&sa=X&ved=0ahUKEwjUkIy_jZLcAhXJzKQKHdryDmMQ4lYIKCgB&biw=1366&bih=586&dpr=1#imgrc=cQQR5j6tQxgcVM
- https://www.borderline24.com/wp-content/uploads/2016/10/635253710198953577_nuovi-casso-netti-attiva_1575x500.jpg
- http://nova.ilsole24ore.com/wp-content/uploads/2015/12/riciclo.jpg

Capitolo 2: Il rifiuto cartaceo

- http://www.fabrianostorica.it/storiacarta/fabriano.htm
- http://catalogo.fondazionezeri.unibo.it/foto/120000/94800/94708.jpg
- https://it.fsc.org/it-it/certificazioni/le-etichette-fsc-01
- https://www.pefc.it/logo-usage/elementi-etichetta-pefc
- http://www.southeastradio.ie/wp-content/uploads/2017/06/Recycle.jpg
- https://www.blauer-engel.de/de
- http://www.corriereortofrutticolo.it/wp-content/uploads/2018/05/cartone-ondulato2.jpg
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d2/Recycling-Code-21.sv-g/100px-Recycling-Code-21.svg.png https://www.lifegate.it/app/uploads/GettyImages-533522714.jpg
- http://cdn.glvpulppaper.com/Products/2116_2153_GL&V_Tampulper_Vertical.JPG
- http://www.deiuliis.it/assets/images/prodotti-calandre-02.jpg
- http://www.deiuliis.it/assets/images/DJM-IMG_2648-02W.jpg
- http://www.deiuliis.it/assets/images/prodotti-casse-01.jpg
- http://www.deiuliis.it/assets/images/Verticale-02-W.jpg

- http://www.deiuliis.it/assets/images/prodotti-ribobinatrici-05.jpg
- http://www.deiuliis.it/assets/images/Slider-01-W.jpg
- http://www.greenreport.it/wp-content/uploads/2017/06/carta-assocarta-economia-circolare-in-dustria-cartaria-1024x678.jpg
- http://www.kalatimpianti.it/wp-content/uploads/2016/07/scarico_carta_e_cartone.jpg
- http://www.museocartamele.it/?page_id=1393

Capitolo 3: Caso studio: Cartiera Cassina, Pinerolo (TO)

- http://www.impreseneltempo-torino.it/db/img/imgstorage/785_1.jpg
- https://i.ebayimg.com/images/g/SCEAAOSwo3pWca6v/s-l1600.jpg

Capitolo 4: L'utente

- http://southimagesservice.mtvnimages.com/uri/mgid:file:http:shared:www.comedycentral.it/wp-content/uploads/sites/5/2017/06/quattro-anni-senza-buttare-spazzatura-7.jpg
- https://st.ilfattoquotidiano.it/wp-content/uploads/2014/09/raccoglitore-rifiuti.gif

Capitolo 5: Gestualità dei rifiuti in casa

- http://www.secoloditalia.it/files/2015/07/rifiuti-roma-670x274.jpg
- https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/91tX7Z%2BOy4L._SX425_.jpg
- https://www.basko.it/photo/2017/05/27/1/main/photo/8002590043353.jpg
- https://www.opinioni.it/Uploads/Products/2219/Ferrero_Kinder_Colazione_Pi%C3%B9_large.png
- http://www.omarcado.com/30570-tm_large_default/CUKI-CARTA-FORNO-25-FOGLI.jpg
- https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/91FtNrJJiwL._SL1500_.jpg
- https://www.piazzapitagora.it/wp-content/uploads/2018/02/riviste-1000x640.jpg
- http://www.packagingobserver.com/wp-content/uploads/2018/04/Tetra-Pak-artistry-white-bg.jpg

- http://www.torinoclick.it/wp-content/uploads/APRIgliOCCHI_banana.jpg
- https://3.bp.blogspot.com/-eVxP9I6TaUo/Wp0tQvwrk3I/AAAAAAAAAAGO/k7-c-SyI9AYEfbFJXK5PncZLOCI-ClO5hQCLcBGAs/s1600/comieco%2Badv%2Bsaatchi.JPG
- http://www.corepla.it/sites/default/files/immagini/A4-PRIMAVERA.jpg

Capitolo 6: Percorso progettuale

- https://iasu.files.wordpress.com/2009/05/raccolta-differenziata2.jpg
- https://i2.res.24o.it/images2010/Editrice/ILSOLE24ORE/ILSOLE24ORE/2017/06/30/Impre-sa%20e%20Territori/ImmaginiWeb/Ritagli/Riciclo_carta_Agf-kEtD--835x437@IlSole24Ore-Web.jpg

Capitolo 7: Linee guida per il progetto

- https://c1.staticflickr.com/1/4/4093627_42fce17266_b.jpg
- https://i.pinimg.com/736x/f8/26/55/f82655729b32458f68b6462b2fc7090a.jpg
- https://pbs.twimg.com/media/DJ__-dWW0AUVs3G.jpg
- http://www.abitare.it/en/design-en/products/2017/06/19/espon-paperlab/
- https://global.epson.com/newsroom/2015/news_20151201.html

Capitolo 8: Sperimentazione del materiale

- http://nebula.wsimg.com/fdd2eee741301a4fde1557a24906de00?AccessKeyId=E5CEC4E003E-3D95E45A6&disposition=0&alloworigin=1
- https://cdn-images-1.medium.com/max/1050/1*31vZhGmXOPBYZZqFjSxNCQ.jpeg
- http://studiotrepalermo.it/wp-content/uploads/2015/04/volantini-pubblicitari-palermo-640x565.
 png
- http://4.bp.blogspot.com/-72OTWtjLZoI/TtN0TKYapoI/AAAAAAAAAAAC/K313Tc2PX68/s1600/Carta-da-fogli%255B1%255D.jpg
- https://cdn.trendhunterstatic.com/thumbs/skoff.jpeg

- http://www.lisac.si/uploads/_22.jpg
 - https://data.polsinelli.it/imgprodotto/ph-metro_1151.jpg
- https://fk-cdn.clioonline.dk/user_upload/COLOURBOX8883082__1_.jpg
- http://www.1a-buerotechnik.de/images/product_images/original_images/1880990.jpg
- https://www.guidaconsumatore.com/wp-content/uploads/2009/11/microscopio.jpg

Capitolo 9: Il progetto

• https://s3.amazonaws.com/kajabi-storefronts-production/blogs/1097/images/nFmMvBMJQVqxz-PwgWRBl_group-brainstorming.jpg

Capitolo 11: Comunicazione

• https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/57/CC-BY-NC-ND.svg/2000px-CC-BY-NC-ND.svg.png

Ringraziamenti

Ringraziamo il professor Marco Piumetti per averci aiutate nello sviluppo di argomenti non inerenti al nostro corso di studi

Ringraziamo le nostre famiglie per averci permesso di affrontare e concludere questo percorso di studi

Ringraziamo tutti gli amici vicini e lontani

Ringraziamo la cartiera Cassina e il sig. Cassina per aver reso possibile una visita nella loro sede e per averci permesso di toccare con mano la realtà del riciclo della carta.

Ringraziamo tutti coloro che ci hanno fornito un supporto per lo sviluppo di questa tesi

